

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL NIVEL III

INCREMENTO DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO

Etapa de operación

Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V.

Tuxpan, Veracruz

GRUPO



Febrero 2021

Tabla de contenido

| | |
|--|---|
| CAPITULO I. DATOS GENERALES | 1 |
| I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo | 1 |
| I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa..... | 1 |
| I.3 Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional). | 1 |
| I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional)..... | 1 |
| I.5. Actividad productiva principal del establecimiento..... | 1 |
| I.6. Clave del Catálogo C M A P | 1 |
| I.7. Código ambiental (CA)..... | 1 |
| I.8. Domicilio del establecimiento..... | 1 |
| I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones | 2 |
| I.10. Fecha de inicio de operación | 2 |
| I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional)..... | 2 |
| I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional) | 2 |
| I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)..... | 3 |
| I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional) | 3 |
| I.16. Participación de capital..... | 3 |
| I.17. Número de empleos indirectos a generar..... | 3 |
| I.18. Inversión estimada. | 3 |
| I.19. Nombre del gestor o promovente..... | 3 |
| I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente..... | 3 |
| I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo | 3 |
| I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación..... | 3 |
| I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad. | 4 |
| I.24 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso) | 4 |
| I.25 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax) | 4 |

| | |
|---|-----------|
| I.26 Nombre completo, puesto y firma de la personal responsable de la elaboración del estudio de riesgo | 4 |
| CAPITULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN..... | 5 |
| II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad..... | 5 |
| II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización..... | 7 |
| II.1.2 Fecha de inicio de operaciones. | 7 |
| II.2. Ubicación de la instalación. | 7 |
| II.2.1. Planos de localización a escala adecuada y legible, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m. | 7 |
| II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas)..... | 8 |
| II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas..... | 8 |
| II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m ² o Ha)..... | 9 |
| II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos)..... | 9 |
| II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada..... | 10 |
| II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios)..... | 10 |
| II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación. | 10 |
| II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional)..... | 10 |
| CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO | 13 |
| III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contempla: Flora, fauna, hidrología, suelo, aire, agua. | 13 |
| III.1.1 Tipos de Vegetación | 14 |
| III.1.2 Fauna..... | 15 |
| III.1.3 Suelos..... | 19 |
| III.1.4 Hidrología. | 21 |
| III.2 Características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial). | 24 |

| | |
|--|----|
| III.2.1 Climatología | 24 |
| III.2.2 Temperatura máxima anual..... | 25 |
| III.2.3 Precipitación Promedio Anual..... | 25 |
| III.2.4 Intemperismos Severos..... | 26 |
| III.2.5 Ondas tropicales | 26 |
| III.3 Densidad Demográfica de la Zona..... | 27 |
| III.4 Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros en torno a la instalación | 27 |
| III.5 Indicar el deterioro esperado en la Flora y Fauna por la Realización de actividades de la Instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción. | 28 |
| III.6 Susceptibilidad de la zona sitio de la instalación de la planta. | 30 |
| III.6.1 Sismos | 30 |
| III.6.2 Inestabilidad de laderas..... | 31 |
| III.6.3 Inundaciones..... | 32 |
| III.6.4 Riesgos radiactivos | 32 |
| III.6.5 Huracanes | 32 |
| III.6.6 Nortes..... | 33 |
| III.6.7 Vientos dominantes. | 33 |
| III.6.8 Lluvias..... | 34 |
| III.7 Historia epidemiológica y endémico de enfermedades cíclicas en el área de la instalación | 34 |
| IV. INTEGRACIÓN DEL PROYECTO A LAS POLÍTICAS MARCADAS EN LOS PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO LOCAL..... | 35 |
| IV.1. Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano (PDU)..... | 35 |
| IV.2. Información Sectorial. | 36 |
| IV.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018..... | 36 |
| IV.3. Programas de desarrollo regional sustentable. | 37 |
| IV.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que Regula y Reglamenta el Desarrollo de la Región Denominada Cuenca del Río Tuxpan. | 37 |
| CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO | 48 |
| V.1. Criterios de diseño de la instalación, con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos | 48 |
| V.2. Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo. | 52 |
| V.2.1 Recepción, odorización, medición y envío de gas LP a almacenamiento. | 52 |
| VI.2.2 Almacenamiento de gas LP. | 54 |
| VI.2.3 Transferencia de gas L.P. de tanques de almacenamiento a autotanques..... | 57 |
| V.3. Reacción principal y secundaria..... | 58 |

| | |
|---|-----|
| V.4. Listado de materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento. | 59 |
| V.5. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD) de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB..... | 59 |
| V.6. Equipos de proceso y auxiliares | 59 |
| V.6.1. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos. | 59 |
| V.7 Condiciones de operación. | 62 |
| V.7.1. Balance de materia y energía. | 64 |
| V.7.2. Temperaturas y presiones de diseño y operación | 65 |
| V.7.3. Estado físico de las principales corrientes del proceso | 65 |
| V.8 Características del régimen operativo de la instalación (continuo o por lotes). | 65 |
| V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente; Incluir las bases de diseño de los sistemas de instrumentación, anexando las especificaciones de los principales elementos de medición y control. | 65 |
| V.10 Diseño de servicios..... | 67 |
| V.10.1. Anexar planos generales del diseño de los sistemas de servicio. | 67 |
| V.10.2. Describir los servicios externos e internos necesarios y su importancia en la operación de sectores críticos. | 67 |
| V.10.3. Descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios. | 70 |
| V.12. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control..... | 70 |
| V.12.1 Bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames..... | 75 |
| CAPITULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACION DE RIESGOS. | 102 |
| VI.1 Antecedentes de incidentes y accidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares, describiendo brevemente el evento, las causas, sustancias involucradas, nivel de afectación y en su caso, acciones realizadas para su atención. | 102 |
| VI.2 Identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) y Árbol de Fallas, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) y Árbol de Fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores. | 105 |
| VI.2.1 Descripción de las metodologías utilizadas | 106 |

| | |
|---|-----|
| VI.2.2 Resultados de identificación de peligros y jerarquización de riesgos (resultados análisis cualitativo)..... | 114 |
| VI.3 Determinación de los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo..... | 118 |
| VI.3.1. Descripción de los simuladores utilizados | 118 |
| VI.3.2. Determinación de escenarios de simulación | 120 |
| VI.3.3 Resultados de las simulaciones de eventos catastróficos. (Análisis cuantitativo) | 128 |
| VI.3.4 Resultados de la estimación de probabilidades de ocurrencia con el método de árboles de fallos. (Análisis cuantitativo) | 130 |
| VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.) | 131 |
| VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas. | |
| | 131 |
| VI.5.1 Escenario TMGT-OP-01. Fuga en mangueras flexibles de conexión a buque tanque. | 131 |
| VI.5.2 Escenario TMGT-OP-02. Fuga en tramo terrestre del ducto, patín de medición. | |
| | 132 |
| VI.5.3 Escenario TMGT-OP-03 Fuga de etil mercaptano en línea de dosificación a ducto de suministro de gas LP..... | 133 |
| VI.5.4 Fuga por línea de purga en el fondo de esfera de almacenamiento..... | 135 |
| VI.5.5 Escenario TMGT-OP-05. Fuga en conexión de instrumentos, fondo de esferas. | |
| | 136 |
| VI.5.6 Escenario TMGT-OP-06-BLEVE. Explosión del vapor de un líquido en ebullición en recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP..... | 138 |
| VI.5.7 Escenario TMGT-OP-07. Fuga en cabezal de esferas a manifold de islas de llenado. | 139 |
| VI.5.8 Escenario TMGT-OP-08. Fuga en sellos de bombas de llenado de autotanques. | |
| | 140 |
| VI.5.9 Escenario TMGT-OP-09. Fuga en accesorios de tubería del sistema de refrigeración..... | 141 |
| VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3..... | 147 |
| VI.7 Reporte de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación. | 148 |
| VI.8 Descripción de las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación consideradas para prevención, control y atención de eventos extraordinarios..... | 148 |

| | |
|---|-----|
| VI.9 Medidas preventivas o programas de contingencias a aplicar durante la operación normal de la instalación para evitar el deterioro del medio ambiente. | 158 |
| VI.10 Rutas de traslado de los materiales involucrados que se consideran de alto riesgo..... | 159 |
| CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 160 |
| VII.1 Resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo. | 160 |
| VII.2 Informe técnico del estudio de riesgo..... | 160 |
| VII.3 Resumen de la situación general en materia de riesgo ambiental. | 160 |
| VII.4 Conclusiones del estudio de riesgo. | 162 |

CAPITULO I. DATOS GENERALES

I.1. Nombre o razón social de la empresa u organismo

Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V.

I.2. Registro Federal de Contribuyentes de la empresa.

TMG 050802I47

I.3 Número de registro del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) (opcional).

No disponible

I.4. Cámara o asociación a la que pertenece, indicando el número de registro y la fecha de afiliación (opcional).

No disponible

I.5. Actividad productiva principal del establecimiento.

Almacenamiento y suministro de gas LP

I.6. Clave del Catálogo C M A P

Clave CMAP: 612011 Comercio al por mayor de Gas.

(sector 6 comercio, subsector 61 sustancias químicas y productos derivados del petróleo y del carbón de hule y de plástico, rama 6120).

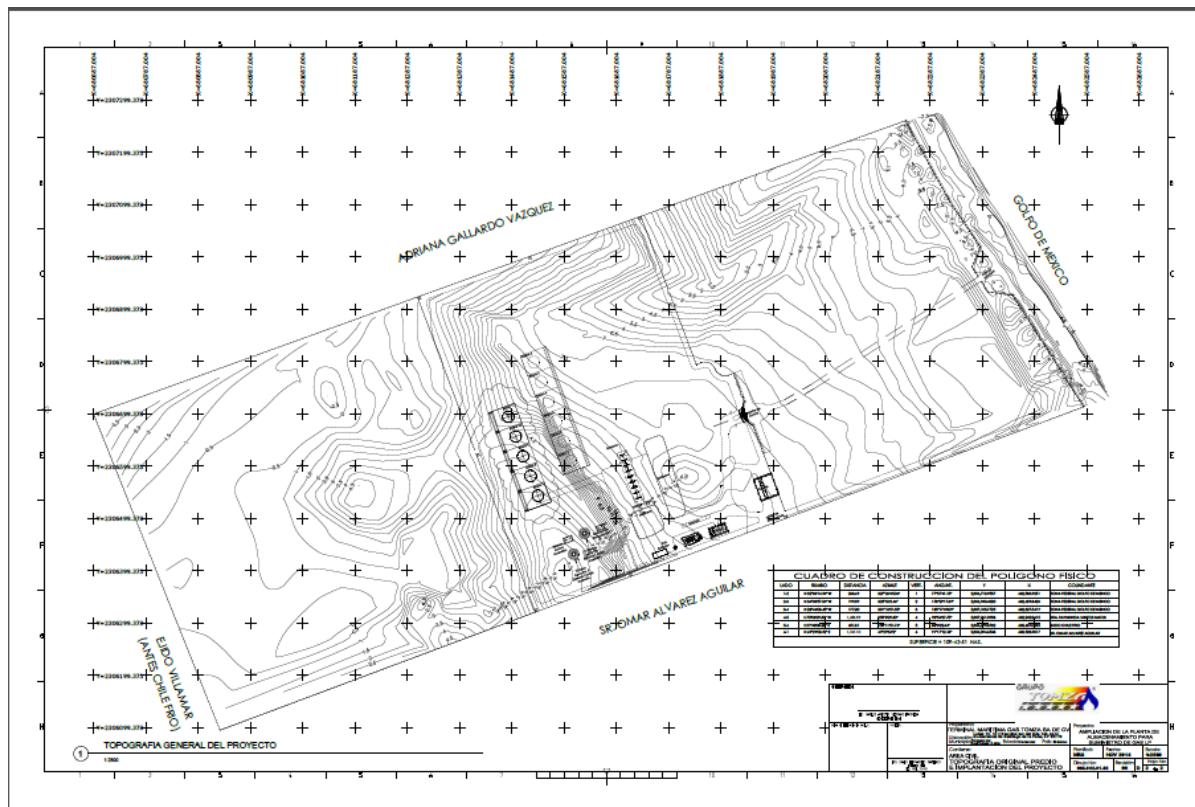
I.7. Código ambiental (CA)

TMGQY3018911

I.8. Domicilio del establecimiento

La Terminal se localiza en lote 12, 13 y fracción Sur del lote "14 A" de la ex Hacienda de Santiago de la Peña, Villamar, C.P. 72770, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz.

La siguiente figura muestra la localización de la instalación con sus colindancias.



**Figura I.1 Plano topográfico de la Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V., Tuxpan Veracruz.
Muestra colindancias.**

I.9. Domicilio para oír y recibir notificaciones

Rancho el Cocal, Lote 12, 13 y fracción Sur del lote "14 A" de la ex Hacienda de Santiago de la Peña, Villamar, C.P. 72770, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz.

I.10. Fecha de inicio de operación

14 de febrero de 2009 con 6 recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP, en julio de 2018 se inició la operación de 5 tanques esféricos adicionales (11 recipientes en total).

I.11. Número de trabajadores equivalente (opcional)

67 empleados

I.12. Total de horas semanales trabajadas en planta (opcional)

La Terminal Marítima Gas Tomza trabaja 168 horas por semana.

I.14. ¿Es maquiladora de régimen de importación temporal? (opcional)

No

I.15. ¿Pertenece a alguna corporación? (opcional)

Si, grupo TOMZA Internacional

I.16. Participación de capital.

Nacional 100%.

I.17. Número de empleos indirectos a generar.

El proyecto de incremento de la capacidad de almacenamiento generó alrededor de 200 empleos temporales indirectos. En etapa de operación se genera un número similar de empleos indirectos relacionados con el transporte del gas mediante auto tanques.

I.18. Inversión estimada.

\$ 95 millones de dólares americanos.

I.19. Nombre del gestor o promovente

Terminal Marítima Gas Tomza, S.A. de C.V.

I.20. Registro Federal de Contribuyentes del gestor o promovente

TMG 050802I47

I.21. Departamento proponente del estudio de riesgo

Gerencia de la Terminal Marítima Gas Tomza, S.A. de C.V.

I.22. Nombre completo, firma y puesto de la persona responsable de la instalación.

Ing. Raymundo Madrid Avilez

Gerente General

I.23. Nombre completo y firma del representante legal de la empresa, bajo protesta de decir la verdad.

Ing. Raymundo Madrid Avilez
Gerente General

En el Anexo 1 del presente estudio se encuentra el Poder Notarial correspondiente.

I.24 Nombre de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (en su caso)

Consultores Empresariales Puig, S.C.

I.25 Domicilio de la compañía encargada de la elaboración del estudio de riesgo (Indicando Calle, Número Interior y Exterior, Colonia, Municipio o Delegación, Código Postal, Entidad Federativa, Teléfono, Fax)

Consultores Empresariales Puig, S.C.

Playa Langosta 274-6

Col. Reforma Iztaccíhuatl, Del Iztacalco

Ciudad de México

I.26 Nombre completo, puesto y firma de la personal responsable de la elaboración del estudio de riesgo

Ing. Víctor González Hernández
Gerente Técnico

CAPITULO II. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN

II.1. Nombre de la instalación, haciendo una breve descripción de la actividad.

Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V.

La Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V., inicia operaciones en 2009 con una capacidad de almacenamiento de gas LP de 34,065,000 litros, que son almacenados en seis recipientes esféricos de 5,677,500 litros al 100% cada uno. En 2018 la Terminal Marítima Gas Tomza S.A. de C.V. inició operaciones después de realizar las modificaciones técnicas para ampliar la capacidad de almacenamiento en 28,387,500 litros, mediante la instalación de otros cinco recipientes esféricos de 5,677,500 litros al 100% cada uno, para contar con una capacidad total instalada de almacenamiento de 62,452,500 litros en 11 recipientes esféricos.

La modificación principal, que actualmente está en **Etapa de Operación**, consistió en la instalación de cinco recipientes esféricos para almacenamiento de gas LP adicionales para incremento de capacidad y aumentar la flexibilidad operativa. También se construyó un sistema contra incendio (bombas, tubería, tanque de agua contra incendio) independiente del ya existente, para servicio de la sección donde están las nuevas esferas (llamada en la Terminal sección B). El suministro de gas por medio de un gasoducto, la medición, el cabezal de suministro a islas de llenado, las bombas de entrega de gas LP y las islas de llenado de gas LP se conectaron a la sección nueva, sin modificaciones en número o especificaciones.

Los recipientes nuevos son idénticos en capacidad y características de construcción a los 6 existentes previamente, del tipo intemperie, especiales para contener gas LP, cubiertos con láminas de aluminio natural y una capa de poliuretano. Los cinco recipientes esféricos cuentan con zonas de almacenamiento seccionadas por muretes de 0.20 m de espesor por 0.60 m de altura con respecto al NPT entre esferas, así como lozas de concreto armado por debajo de las esferas con una pendiente mínima de 1 % para drenar cualquier derrame hacia el contenedor de derrames.

La interconexión de las líneas nuevas de gas LP (fase líquida y vapor) se realizó a cabezales existentes de succión y descarga, mediante uniones bridadas.

El suministro de agua contra incendio hacia la zona de almacenamiento de las cinco esferas adicionales (sección B), es decir de la 7 a la 11, se realiza mediante dos bombas centrifugas accionadas por motor de combustión interna como principales y una bomba centrifuga con motor eléctrico "jockey" para sostener la presión en la red (adicionalmente se instaló una tercer bomba centrifuga accionada por motor de combustión interna como respaldo y en "stand-by" a las dos principales, esta bomba estará disponible en caso de que cualquiera de las dos bombas principales falle o que por mantenimiento quede fuera). La configuración hidráulica para la zona de almacenamiento de las esferas 7 a 11 se basa principalmente en un anillo general que conforma la red y que alimenta a su vez los circuitos que van a los servicios de diluvio y aspersión de cada una de las esferas a proteger.

El Sistema Contra Incendio en la planta, cuenta con dos tanques verticales (uno nuevo y el existente) con capacidad de almacenamiento de agua para 5 horas 6 minutos de flujo constante para alimentar a los equipos de bombeo principales. Los tanques de almacenamiento de agua se conectan a la succión de las bombas para entregar el flujo requerido del sistema, considerando que las bombas son capaces de dar el 150 % del gasto al 65 % de la carga dinámica total, distribuyendo el flujo a los circuitos que llegan hasta cada uno de los servicios de protección, como lo son los sistemas de diluvio, aspersión, hidrante de manguera, monitores y tomas para manguera al pie de cada uno de los monitores.

Toda la red de agua contra incendio está bajo el control total del sistema contra incendio (SCI), supervisando continuamente la presión de la red mediante tres transmisores analógicos de presión localizados a la descarga de cada una de las bombas, además cuenta con interruptores manuales adicionales (arranque y paro) montados localmente.

El sistema de detección de gas combustible y fuego localizados en las áreas de almacenamiento, en caso de detectarse flama en cualquier zona, pondrá en funcionamiento el sistema hidráulico de protección para el arranque de las bombas, en el área en donde sea el siniestro, activando las alarmas visuales y auditivas. Por último, existe una estación manual que cuando se accione por cualquier persona de la planta, avisará el inicio de un conato de incendio o siniestro. Las condiciones de seguridad de las esferas de almacenamiento están configuradas para enviar señal y con capacidad de ser manipuladas desde el Cuarto de Control.

II.1.1. Planes de crecimiento a futuro, señalando la fecha estimada de realización.

No se tienen planes de crecimiento a futuro.

II.1.2 Fecha de inicio de operaciones.

La Terminal Marítima Gas Tomza inició operaciones en febrero de 2009 con 6 recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP. Entre 2015 y 2018 se ejecutó un proyecto de ampliación de la capacidad de almacenamiento, añadiendo 5 recipientes esféricos adicionales idénticos a los existentes, que comenzaron a operar en julio de 2018.

II.2. Ubicación de la instalación.

La Terminal se localiza en lote 12, 13 y fracción Sur del lote “14 A” de Rancho El Cocal de la ex Hacienda de Santiago de la Peña, Villamar, C.P. 72770, Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz.

II.2.1. Planos de localización a escala adecuada y legible, marcando puntos importantes de interés cercanos a la instalación o proyecto en un radio de 500 m.

El entorno inmediato a la Terminal se caracteriza por ser rural con terrenos de cultivo y pastoreo bajo el régimen de tenencia de la tierra de tipo ejidal, no se localizan asentamientos humanos, ni instalaciones industriales en el perímetro de la Terminal en un radio de 500 m. En seguida se incluye una figura de una vista aérea de la localización de la terminal que incluye las colindancias en un radio de 500 m a la redonda:

Tabla II.1 Colindancias de la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Orientación | Colindancia |
|-------------|---|
| Norte | Terrenos de cultivo y pastoreo de los lotes 11 y 14 zona “A” de la C. Raymunda Santos Matus |
| Sur | Terrenos de cultivo y pastoreo del propietario Omar Álvarez Aguilar |
| Este | Mar Golfo de México en Zona Federal Marítimo Terrestre |
| Oeste | Terrenos de cultivo y pastoreo Villamar |



Figura II.1 Colindancias de la Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V., Tuxpan Veracruz. No se tienen puntos de interés en un radio de 500 m.

II.2.2. Coordenadas geográficas de la instalación (no aplica para zonas urbanas).

Tabla II.2 Coordenadas geográficas de la instalación Terminal Marítima Gas TOMZA

| Coordenadas | | | MSNM |
|-------------|---------------|---------------|------|
| Vértice | Latitud Norte | Latitud Oeste | |
| A | 20°51'23.29" | 97°14'54.45" | 4 |
| B | 20°51'11.93" | 97°15'29.25" | |
| C | 20°51'53.72" | 97°15'17.32" | |
| D | 20°51'05.70" | 97°14'42.73" | |

II.2.3. Describir y señalar en los planos de localización, las colindancias de la instalación y los usos del suelo en un radio de 500 metros en su entorno, así como la ubicación de zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, zonas de reserva ecológica, cuerpos de agua, etc.; señalando claramente los distanciamientos a las mismas.

En un radio de 500 m de la Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V., se tiene lo siguiente:

Tabla II.3 Colindancias en un perímetro de 500 m de la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Dirección | Colindancia @ 500 metros |
|----------------------------|---|
| Norte | Terrenos de cultivo y pastoreo de los lotes 11 y 14 zona "A" de la C. Raymunda Santos Matus |
| Sur | Terrenos de cultivo y pastoreo del propietario Omar Álvarez Aguilar |
| Este | Mar Golfo de México en Zona Federal Marítimo Terrestre |
| Oeste | Terrenos de cultivo y pastoreo Villamar |
| Parámetro | Ubicación |
| Cuerpos de agua | Al Este colinda con aguas superficiales del mar territorial del Golfo de México |
| Asentamientos humanos | No hay |
| Áreas naturales protegidas | No hay |
| Zonas de reserva ecológica | No hay |
| Escuelas | No hay |
| Hospitales | No hay |
| Centros comerciales | No hay |
| Centros de entretenimiento | No hay |

Como puede observarse, dentro de un radio de 500 metros a partir de la Terminal no hay zonas vulnerables, tales como: asentamientos humanos, áreas naturales protegidas, o zonas de reserva ecológica. A aproximadamente 700 metros del centro del polígono ocupado por la Terminal se encuentra el mar territorial del Golfo de México.

II.2.4. Superficie total de la instalación y superficie requerida para el desarrollo de la actividad (m²o Ha)

La superficie total de la Terminal Marítima Gas Tomza es de 1'088,000 m² y la superficie construida es de 31,284m².

II.2.5. Descripción de accesos (marítimos, terrestres y/o aéreos).

El acceso principal a la empresa es peatonal al Este a través de carretera semi pavimentada sin nombre, que corre por la costa que se extiende a través de 485 metros hasta el acceso a la instalación y, marítimo ya que en este mismo punto atracan el buque-tanque para descargar.

II.2.6. Infraestructura necesaria. Para el caso de ampliaciones, deberá indicar en forma de lista, la infraestructura actual y la proyectada.

La infraestructura actual es la siguiente:

- Suministro de energía eléctrica
- Suministro de agua
- Infraestructura de telecomunicaciones

- No se cuenta con red de drenaje municipal
- No se cuenta con transporte público
- No se cuenta con vigilancia pública

II.3. Actividades que tengan vinculación con las que se pretendan desarrollar en la instalación (industriales, comerciales y/o de servicios).

La actividad marítima portuaria, en específico el control del tráfico marítimo portuario a través de la Administración Portuaria Integra de Tuxpan está directamente vinculada a la actividad de descarga de gas de los buques tanques.

II.4. Número de personal necesario para la operación de la instalación.

Se cuenta con un total de 67 empleados para la operación de la Terminal Marítima.

II.5. Especificar las autorizaciones oficiales con que cuentan para realizar la actividad en estudio (licencia de funcionamiento, permiso de uso del suelo, permiso de construcción, autorización en materia de Impacto Ambiental, etc.). Anexar comprobantes (opcional).

En la siguiente tabla se citan las autorizaciones de la instalación otorgadas por diferentes dependencias que se adjuntan a este estudio como *Anexo 2*.

Tabla II.4 Autorizaciones de la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Autorización | Antecedente |
|--|---|
| Título de permiso para almacenamiento de gas licuado mediante planta de suministro. | Otorgado por la Comisión Reguladora de Energía el 15 de Octubre de 2008, número G/029/LPA/2010 (Antes PAS-VER-10070296). |
| Visto bueno para el inicio de operaciones correspondiente a la modificación del permiso por aumento de capacidad de las instalaciones. | Emitido por la Comisión Reguladora de Energía el 8 de Junio de 2018, oficio Ugas LP -260/48280/2018. |
| Licencia de uso de suelo | Se cuenta con autorización de cambio de uso de suelo tipo comercial otorgado por la Dirección General de Desarrollo Urbano y Obras Públicas del Ayuntamiento Constitucional de Tuxpan en el 2007 mediante oficio No.8926 |
| Dictamen de aprobación del inicio de operaciones de la modificación del Sistema de Almacenamiento de gas LP | Dictamen número 10669 emitido el 18 de mayo de 2018 por Compañía de Inspección Mexicana, S.A. de C.V., Unidad de Verificación con acreditación No. UVCRE-002, para evaluar la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SECURE-2013. |
| Dictamen anual de operación, mantenimiento y seguridad del sistema de almacenamiento | Dictamen número DIC/N15/046/2020 (Reporte de Verificación No. DEI-2020-P-17) emitido el 30 de marzo de 2020 por DESISA CONSULTING, S.A.P.I de C.V., Unidad de Verificación aprobada para evaluar la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SECURE-2013. |
| Impacto ambiental, Riesgo Ambiental | Se cuenta con resolutivo procedente de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular y del Estudio de Riesgo Ambiental del Proyecto “Incremento de capacidad de almacenamiento de la Terminal Marítima Gas TOMZA” otorgado por la ASEA el 23 de Agosto del 2016, mediante oficio No. ASEA/UGI/DGGTA/0842/2016. |
| Actualización de Licencia ambiental única | Se cuenta con licencia ambiental única No. LAU-09/00917-2012 otorgada el 15 de Marzo de 2012 mediante oficio No. DGGCARETC.735/DIRECT.-00047 por parte de la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes Dirección de Regulación Industrial y RETC. Debido al aumento en la capacidad de almacenamiento, ésta licencia se actualizó en septiembre de 2018. Se cuenta con resolutivo de cumplimiento de la ASEA, oficio ASEA/UGI/DGGPU/1779/2018. |
| Licencia de funcionamiento estatal | Se cuenta con licencia de funcionamiento expedida el 7 de octubre de 2019 por parte del ayuntamiento de Tuxpan Veracruz, mediante oficio 0713/2019 para iniciar las actividades de la planta de almacenamiento y suministro de Gas LP ubicada en el predio ubicado en el lote doce, trece y fracción Sur del catorce “A” de la Ex hacienda de Santiago de la Peña |

Tabla II.4 Autorizaciones de la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Autorización | Antecedente |
|--|--|
| Licencia Municipal de Construcción | Expedida por la Dirección de Obras Públicas del H. Ayuntamiento de Tuxpan, Veracruz el 18 de octubre de 2018, que ampara la construcción de 5 esferas para almacenamiento de gas LP. Constancia No. 9923, expediente 4006/2016 |
| Permiso de almacenamiento | Se cuenta con Título de Permiso de Almacenamiento Mediante Planta de Suministro de Gas LP otorgado por la SENER por conducto de la Dirección General de Gas LP mediante oficio No. PAS-VER-100070296, previa verificación aprobatoria en la materia. |
| Registro de generador de residuos peligrosos | Se cuenta con registro como generador de residuos peligrosos modalidad A No. TMGQ Y3018911 otorgado en febrero de 2008 por parte de la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Se modificó el Registro en octubre de 2016, para actualizar la lista de residuos generados, declarándose pequeño generador. |
| Programa Interno de Protección Civil | Se cuenta con Programa Interno de Protección Civil elaborado por un Tercero Acreditado por la Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, que entrega carta de corresponsabilidad con fecha 13 de diciembre de 2019. |
| Anuencia de Protección Civil | Otorgada por la Dirección Municipal de Protección Civil de Tuxpan, Veracruz el 4 de febrero de 2020, en la que se demuestra que a la fecha de inspección se ha cumplido con la normatividad de Protección Civil. |
| Licencia de construcción | Se cuenta con licencia de construcción expedida en el 2007 por parte de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Obras Públicas, mediante oficio 8931 para 31,284 m ² de construcción en el predio ubicado en el lote doce, trece y fracción Sur del catorce "A" de la Ex hacienda de Santiago de la Peña |
| Dictamen estructural | Emitido por un Director Responsable de Obra registrado ante el Municipio de Tuxpan, con fecha de 13 de enero de 2020. Concluye que el inmueble (edificio administrativo, báscula, edificios de almacén, comedor y dormitorio, cuarto eléctrico, caseta de red contra incendio, soportes y cimentaciones en área de almacenamiento, diques de contención, rack de llenado de auto tanques, cobertizo taller – lavadero de pipas, barda perimetral, caseta de vigilancia, tren de medición y gasoducto) es seguro desde el punto de vista estructural. |

CAPITULO III. ASPECTOS DEL MEDIO NATURAL Y SOCIOECONOMICO

III.1 Describir las características del entorno ambiental a la instalación en donde se contempla: Flora, fauna, hidrología, suelo, aire, agua.

El área de estudio se localiza en la provincia florística denominada Costa del Golfo de México, en la región Caribe¹. La vegetación correspondiente al área de proyecto fue originalmente selva baja² o bosque tropical caducifolio³, donde se podían encontrar especies como *Cordia dodecandra*, *Byrsinima crassifolia*, *Ceiba petandra*, *Bursera simaruba*, *Brosimum alicastrum*, *Manilkara zapota*, entre otras⁴.

La playa se encuentra cerca de la zona de proyecto, en ella también se puede encontrar vegetación asociada a dunas costeras, compuestas por distintos microambientes, los cuales pueden incluir comunidades pioneras hasta selvas bajas y medianas. Por lo general predominan comunidades pioneras compuestas por herbáceas (rastreras y postradas) y arbustivas.⁵

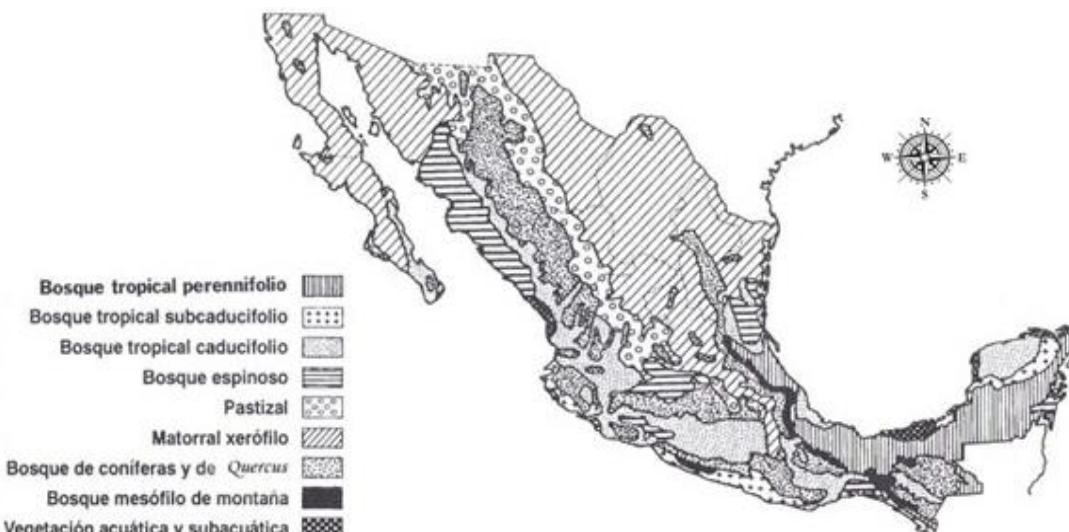


Figura III.1. Distribución histórica de la vegetación de México, modificado de Vegetación de México, 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad.

¹ Rzendowski J. 2006. Vegetación de México, Capítulo 6, Provincias Florísticas de México. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Consultado el 20-05-2016 en www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf

² Miranda F. y X. Hernández, 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Biol. Soc. Bot. Mex. 29:179

³ Rzendowski J. 1978. Vegetación de México. Limusa, México

⁴ Rzendowski J. 2006. Vegetación de México, Bosque Tropical Caducifolio. 1ra. Edición digital, Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad. México. Consultado el 20-05-2016 en www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf

⁵ Ellis Edward y M. Martínez Bello 2010. Vegetación. En Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz; Enrique Florescano, Juan Ortiz Escamilla, coordinadores. México : Gobierno del Estado de Veracruz : Comisión del Estado de Veracruz para la Conmemoración de la Independencia Nacional y la Revolución Mexicana : Universidad Veracruzana, 2010

Actualmente las comunidades vegetales originales como selva baja, manglares y vegetación acuática, solo se encuentra en relictos o en diferentes estados de sucesión conocidos como acahuales. Lo anterior debido a las diferentes presiones antropogénicas como el desmonte y cambio de uso de suelo a agrícola y ganadero durante las últimas décadas. La vegetación de dunas costeras también ha sufrido impacto, principalmente de la urbanización y otro uso de suelo que se les ha dado como potreros para cría de ganado. Por lo que la zona del proyecto y gran parte de su área de estudio está compuesta por vegetación perturbada y secundaria, según el disturbio ocasionado por el uso de suelo, ya sea por uso industrial o por pastizales (inducidos y cultivados) producto de la actividad ganadera.

III.1.1 Tipos de Vegetación

Dentro del predio se registraron en total 11 especies de plantas vasculares pertenecientes a 11 géneros y 8 familias. Ninguna de las especies identificadas, se encuentra bajo algún estatus de conservación.

Tabla III.1 Listado florístico de la vegetación identificada dentro del predio

| Familia y especie | NOM-059 | CITES |
|--------------------------------|-------------|-------------|
| LEGUMINOSAE | | |
| <i>Acacia cornígera</i> | No incluido | No incluido |
| POLYGONACEAE | | |
| <i>Coccoloba uvifera</i> | No incluido | No incluido |
| CASUARINACEAE | | |
| <i>Casuarina equisetifolia</i> | No incluido | No incluido |
| FABACEAE | | |
| <i>Crotalaria incana</i> | No incluido | No incluido |
| <i>Gliricidia sepium</i> | No incluido | No incluido |
| <i>Leucaena leucocephala</i> | No incluido | No incluido |
| <i>Mimosa pigra</i> | | |
| FAGACEAE | | |
| <i>Quercus candicans</i> | No incluido | No incluido |
| CACTACEAE | | |
| <i>Selenicereus sp</i> | No incluido | No incluido |
| TYPHACEAE | | |
| <i>Typha latifolia</i> | No incluido | No incluido |
| BIGNONIACEAE | | |
| <i>Tabebuia rosea</i> | No incluido | No incluido |

Asociaciones de vegetación en el predio

Dentro del predio y los límites no se encuentran comunidades vegetales naturales, las plantas cultivadas más comunes son las palmas cocoteras (*Cocos nucifera*) y casuarinas (*Casuarina equisetifolia*). La superficie está cubierta por asfalto con delgadas capas de arena donde se han establecido pastos y malezas anuales.

Asociaciones de vegetación en el área de estudio

En los alrededores del área de estudio se reportan bibliográficamente asociaciones vegetales correspondientes a bosque tropical caducifolio, manglar, vegetación halófila, vegetación de dunas costeras, pastizal y tular.

Los pastos cultivados más comunes son el zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) zacate guineo (*Panicum maximum*) y zacate pangola (*Digitaria decumbens*). Complementan el paisaje algunos arbustos y árboles aislados como el Cohuite (*Bursera simaruba*), Aquiche (*Guazuma ulmifolia*) y Huizache (*Acacia farnesiana*).

Especies endémicas o bajo algún criterio de protección

Tanto la Norma Oficial Mexicana (NOM-059) y el CITES, son las cuatro especies de mangle las que se encuentran bajo categoría de protección especial: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle blanco (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Sin embargo, estas especies no están presentes en el área del proyecto.

III.1.2 Fauna

El Sistema Ambiental y la zona de proyecto se ubican en la parte norte del estado de Veracruz, en el municipio de Tuxpan. Este es uno de los Estado que cuentan con el mayor conocimiento sobre su flora y fauna (Flores-Villela y Geréz⁶). Sin embargo, es muy importante aclarar que la zona se encuentra fuertemente perturbada por las actividades humanas como son: la industria y la ganadería.

Considerando lo anterior es posible afirmar que la fauna silvestre es uno de los componentes ambientales más fuertemente afectados por la acción de las actividades humanas, además de que la destrucción de las zonas con vegetación natural afecta de manera relevante la distribución de estos organismos.

Por tal motivo, el presente estudio está enfocado a identificar los posibles impactos que genera hacia las comunidades de vertebrados terrestres las actividades relacionadas con la operación de la Terminal Marítima Gas Tomza.

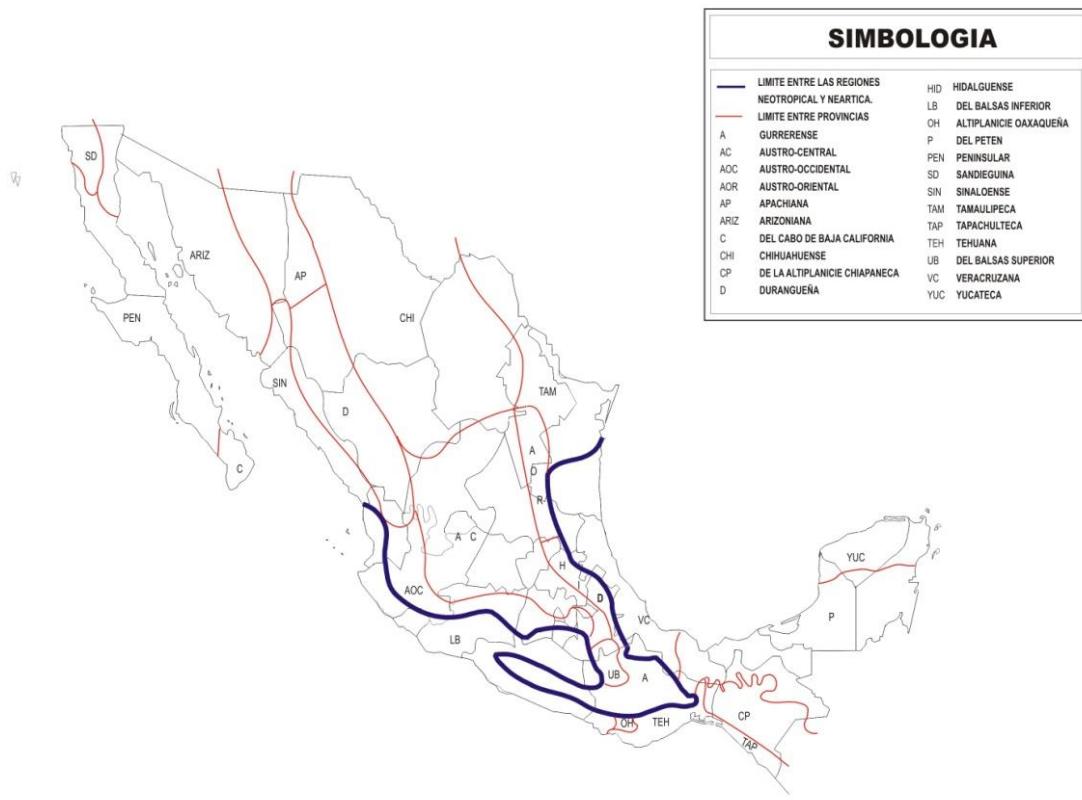
Para la realización del presente capítulo se efectuó una revisión bibliográfica de la información existente de la fauna reportada para el estado de Veracruz. Como

⁶ Flores-Villela O. y Gerez Patricia, 1994. **Biodiversidad y Conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo.** Universidad Nacional Autónoma de México, 439 p.

complemento de esta revisión, se efectuaron recorridos en la zona de proyecto y área de influencia.

Fauna Característica del Sistema Ambiental.

El Sistema Ambiental y la zona del proyecto se localiza políticamente en el estado de Veracruz y de acuerdo a Smith^{7,8}, se ubica en la Región Zoogeográfica Neotropical, en la Provincia Biótica Veracruzana (Figura IV.1.7.1). Los animales que ocurren en el Sistema Ambiental son animales tales como: mapache (*Procyon lotor*), armadillo (*Dasyurus novemcinctus*), Tlacuache (*Didelphis marsupialis*) en incluso en las cercanías el oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), entre otros.



Regiones Zoogeográficas en México (Tomado de Smith, 1940).

Figura III.2. Ubicación de la zona de proyecto en las Regiones Zoogeográficas

⁷ Smith, H.M., 1940, *Las Provincias Bióticas de México, según la distribución geográfica de las lagartijas del género Sceloporus*, Ann.Esc.Nal.Cie.Biol. Vol II. IPN. México. 111 p.

⁸ Alvarez, T. y F. de Lachica, 1991 *Zoogeografía de vertebrados de México*. SITESA, 66 p.

Por su posición es una zona importante en la ruta de migración de numerosas especies tanto acuáticas como terrestres, ya que les sirve de área para reabastecerse de energía y continuar con su viaje, proporcionándoles una gran abundancia de alimento y refugio seguro para subsistir.

Parte de la información relativa a los recursos faunísticos se obtuvo a partir de revisiones bibliográficas para determinar las especies que cuya distribución se encuentra dentro de la zona de influencia del proyecto. La región se localiza en la provincia biótica veracruzana, la cual abarca tierras bajas del estado y se extiende desde el río panuco en el norte hasta el río Coatzacoalcos en el sur. La fauna de vertebrados en su mayoría está representada por especies de origen neotropical.

También se obtuvo información de trabajadores de la Terminal Marítima Gas Tomza y se hizo un recorrido por la zona con el fin de checar la información obtenida en la bibliografía. En la zona solo se observaron aves, principalmente gorriones y mosqueros, pero no se encontraron reptiles. De igual manera se realizó un muestreo en la zona periférica donde se hizo una reforestación con la intención, en donde se encontraron excretas viejas de mapache (*Procyon lotor*) y un juvenil de iguana del golfo (*Ctenosaura acantura*), también se registró la presencia del cuico del noreste (*Aspidoscelis gularis*) y de la lagartija escamosa (*Sceloporus variabilis*).

Los trabajadores de la planta reportan avistamientos de otras especies, pero son ocasionales, como el tejón o coatí (*Nasua narica*) y coyote (*Canis latrans*).

Es importante mencionar que de las especies registradas algunas como las especies de mamíferos, no son residentes de la planta y solo son visitantes ocasionales, que tienen acceso a la Terminal mediante aberturas en las paredes que tienen la finalidad de desague el agua de lluvia, y las especies de reptiles se encontraron en las márgenes del predio. Durante el recorrido se encontraron las siguientes especies de vertebrados, estas son:

Tabla III.2 Especies detectadas durante la visita a campo

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|---------------------------|-------------------|
| AVES | |
| Fam. Ciconiidae | |
| <i>Mycteria americana</i> | Cigüeña americana |
| Fam. Cathartidae | |
| <i>Coragyps atratus</i> | Zopilote negro |
| Fam. Falconidae | |
| <i>Caracara cheriway</i> | Caracara común |
| Fam. Jacanidae | |
| <i>Jacana spinosa</i> | Jacana |
| Fam. Columbidae | |
| <i>Columbina inca</i> | Tórtola |
| Fam. Corvidae | |

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN |
|------------------------------|--|
| <i>Psilorhinus morio</i> | Urraca papan |
| <i>Fam. Tyrannidae</i> | |
| <i>Tyrannus forficatus</i> | Tirano tijereta rosada |
| <i>Pitangus sulfuratus</i> | Luis grande |
| <i>Megarynchus pitangua</i> | Luis piquigrueso |
| <i>Sayornis saya</i> | Mosquero llanero |
| <i>Sayornis phoebe</i> | Papamoscas fibi |
| <i>Contopus virens</i> | Pibi oriental |
| <i>Fam. Icteridae</i> | |
| <i>Sturnella magna</i> | Pradero tortilla con chile |
| <i>Icterus bullockii</i> | Calandria |
| <i>Quiscalus mexicanus</i> | Zanate mayor |
| REPTILES | |
| <i>Fam. Iguanidae</i> | |
| <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana del golfo |
| <i>Fam. Phrynosomatidae</i> | |
| <i>Sceloporus variabilis</i> | Lagartija escamosa panza rosada |
| <i>Fam. Teiidae</i> | |
| <i>Aspidoscelis gularis</i> | Huico pinto |
| MAMIFEROS | |
| <i>Fam. Didelphidae</i> | |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache* o zarigüeya común |
| <i>Didelphis marsupialis</i> | Tlacuache, zarigüeya común o tlachuache blanco |
| <i>Fam. Canidae</i> | |
| <i>Canis latrans</i> | Coyote |
| <i>Fam. Procyonidae</i> | |
| <i>Procyon lotor</i> | Mapache* |
| <i>Nasua narica</i> | Coatí |
| <i>Fam. Myrmecophagidae</i> | |
| <i>Tamandua mexicana</i> | Oso hormiguero |

Especies Amenazadas o en Peligro de Extinción.

De las especies detectadas en el Sistema Ambiental se encontraron solo dos especies reportadas en la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010⁹). Sin embargo, cabe aclarar que el registro de estas especies fue fuera de las instalaciones sujetas a la presente evaluación de impacto ambiental, por lo cual no se verán afectadas por la realización del proyecto.

⁹ DOF. Op. cit

Tabla III.3 Listado de especies de fauna registradas y reportadas para la zona de Proyecto

| ESPECIE | NOMBRE COMÚN | ESTATUS |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|
| AVES | | |
| Fam. Ciconiidae | | |
| <i>Mycteria americana</i> | Cigüeña americana | Sujeta a protección especial |
| REPTILES | | |
| Fam. Iguanidae | | |
| <i>Ctenosaura acanthura</i> | Iguana cola espinosa | Pr, Sujeta a protección especial |
| MAMÍFEROS | | |
| Myrmecophagidae | | |
| <i>Tamandua mexicana</i> | Oso hormiguero | Pr, Sujeta a protección especial |

III.1.3 Suelos

Su suelo es de tipo feozem, gleysol, regosol y vertisol, el primero tiene una capa superficial oscura, suave y rica en materia orgánica, el segundo presenta colores azulosos, verdosos o grises, el tercero se caracteriza por no presentar capas distintas y ser claros, y el último presenta grietas anchas y profundas en época de sequías.

En el área de las instalaciones, predominan los materiales del Cuaternario de los cuales derivan los suelos existentes, también del oligoceno caracterizados por lutitas y arenisca, se localizan dentro de la Provincia Geológica Miogeosinclinal del Golfo de México, es decir, que cuenta con tres características principales comunes; una edad general de las rocas que afloran del Cenozoico, un origen sedimentario marino y con un ambiente geotectónico de geoclinal (Instituto de Geología, 1992).

En específico, la unidad que aflora en la zona donde se localizan la terminal es del Cuaternario, comprendiendo la serie del Neógeno. Esta unidad mixta fue depositada en ambientes costeros de oscilación del mar eustática de carácter tectónico, por lo que resultan grandes secuencias clásticas.

Los materiales que conforman a esta unidad estratigráfica son arenas con diferentes proporciones de limos y arcillas, por lo que sus permeabilidades se identifican con valores que varían de 10^{-4} a 10^{-3} .

A finales del Cretácico y principios del Terciario se presentó la Revolución Laramídica, la cual levantó y plegó los sedimentos del geosinclinal, dando origen a las estructuras de la Sierra Madre Oriental. De manera simultánea, se formaron una serie de grandes cuencas por hundimiento a lo largo del frente oriental de las montañas emergidas, como el caso de la Cuenca Tampico - Misantla donde, durante el Terciario se depositaron grandes espesores de sedimentos mientras continuaba la emersión.

En la Cuenca Tampico - Misantla se desarrolla una considerable secuencia de sedimentos marinos arenos-arcillosos; esta cuenca se encuentra limitada principalmente por estructuras orogénicas del inicio del Cenozoico en las siguientes posiciones Geográficas: al norte, por la Sierra de Tamaulipas; al oriente, por la Sierra Madre Oriental y la Antefosa de Chicantepec; y al sur, por el Macizo de Teziutlán. En las dos cuencas los depósitos terciarios ocurrieron en el marco de una regresión general hacia el este, que fue dejando sucesivas bandas de afloramientos paralelos a la actual línea de costa.

Los usos de suelo predominantes en Tuxpan son:

Agrícola; agricultura mecanizada continua en un 60%, agricultura con tracción animal en un 17% y agricultura manual en 5%.

Pecuario; no apta para la agricultura en un 18%, para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola en un 60%, para el establecimiento de praderas cultivadas con tracción animal en un 17%, para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal en un 4%, para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal en un 1% y no apta para uso pecuario en un 18%.

Edafología

De acuerdo a la carta edafológica escala 1: 250,000 de INEGI (1982,1984), las unidades edafológicas que se distribuyen en la zona de estudio son las siguientes:

Regosol

Estos suelos se caracterizan por presentar una textura poca cohesiva de textura fina, tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. Presentan un color claro debido a la pobre concentración de materia orgánica. Estos suelos se parecen a la roca que les dio origen por el corto tiempo de evolución que presentan.

Solonchak

Son que presentan un alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas).

Vertisol

Presentan un alto contenido de arcilla, la cual es expandible en húmedo formando superficies de deslizamiento llamadas facetas, y que por ser colapsables en seco pueden formar grietas en la superficie. Su color más común es el negro o gris oscuro en la zona centro a oriente de México y de color café rojizo hacia el norte del país.

Rendzina

Son suelos que presentan en su textura una considerable pedregosidad, además exhiben una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente son suelos arcillosos y poco profundos (menor a los 25 cm).

Cambisol

La principal característica de estos suelos es que son jóvenes y poco desarrollados. Presentan en el subsuelo una capa con terrones que exhiben vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso.

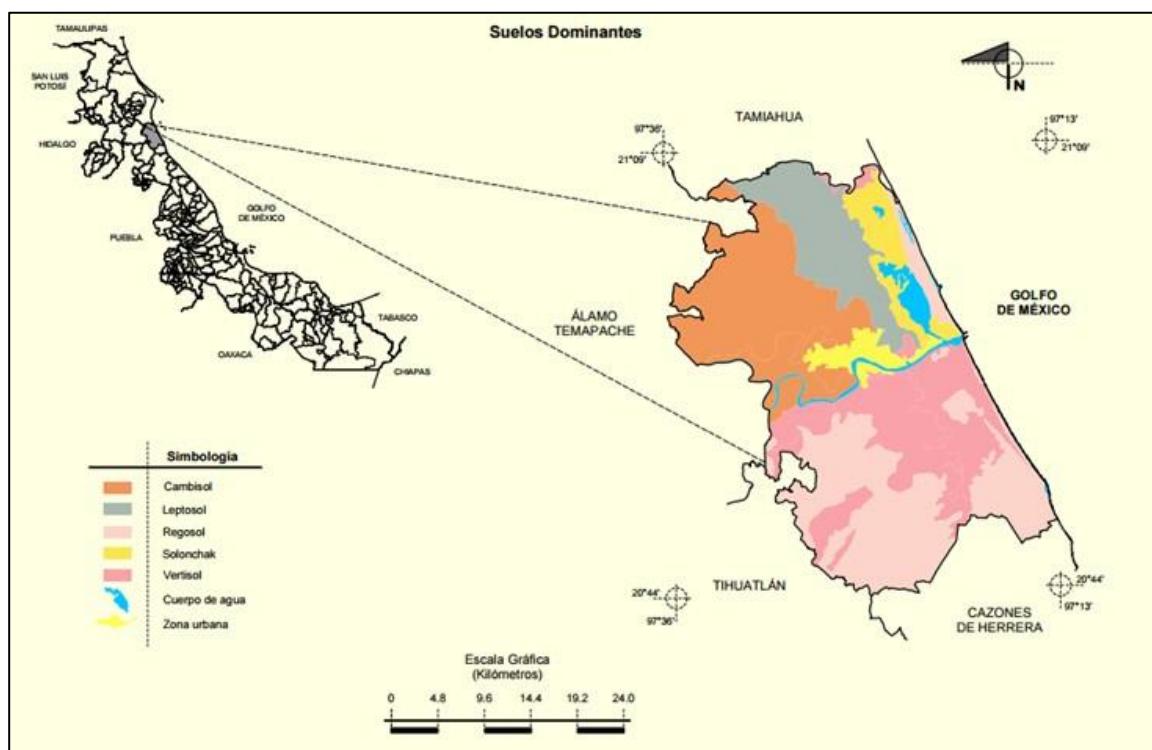


Figura III.3. Edafología en la zona de estudio

Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión 3.1.

INEGI. Información Topográfica Digital Escala 1:250 000 serie II

INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000, Serie II (Continuo Nacional).

III.1.4 Hidrología.

La cuenca del río Tuxpan se encuentra localizada dentro de la Región Hidrológica No. 27D (Región Tuxpan - Nautla. Cuenca del Río Tuxpan) la cual se encuentra ubicada geográficamente entre los 18° 57" y 22° 10" latitud norte y los 96° 25" y 98° 30" de longitud Oeste, tiene un área aproximada de 5.899 km² distribuida entre los estados de Hidalgo. Puebla y Veracruz. Esta corriente nace en el estado de Hidalgo con el nombre de río

Pantepec, a una elevación de 2,750 m.s.n.m, al Oeste de Tenango de Doria, en el parteaguas que comparte con la cuenca del río Metztitlan, se forma con las aportaciones de los ríos Blanco y Pahuatlán, aguas abajo por la margen izquierda concurren los arroyos Rancho Nuevo y Beltrán, cuyo principal afluente es el arroyo Grande.

Estas corrientes afluyen al colector entre los 100m.s.n.m. y 80 m.s.n.m. aproximadamente en donde se inicia la planicie costera, también en la margen izquierda a menos de 50 m de altitud confluye el río Vinasco principal afluente del Pantepec. Este río nace en el estado de Veracruz a 550 m.s.n.m. con la aportación por la margen izquierda del arroyo Toluca; por la margen derecha concurre el río Chiflón en donde se construyó la presa la Mesilla a 200 m.s.n.m. además de estos afluentes, desembocan en el río Vinasco por la margen izquierda los arroyos el Chote y Grande, además de los arroyos Palma y Cerro Viejo. Aguas debajo de la confluencia del río Vinasco con el río Pantepec se le conoce a la corriente con el nombre del río Tuxpan.

Aguas debajo de esta confluencia, por la margen derecha afluye el río Mequetla, que se forma en los límites del Estado de Veracruz y Puebla, se le conoce como arroyo Nacional en sus orígenes; aguas abajo por su margen izquierda afluye el río Buenavista que nace en la Sierra de Tantima y Otontepec fluyendo hacia el sureste con el nombre de río Otontepec. A partir de esta confluencia y a la altura del poblado Rancho Nuevo.

El río Tuxpan cambia la dirección de su curso hacia el norte hasta el poblado de Timbradeo, sitio en el cual vuelve a cambiar su dirección hacia el oriente, formando una serie de meandros y capturando por la margen izquierda al arroyo Ojito y por la margen derecha al arroyo Tecomate que nace 5 km al sureste de la población Castillo Teayo, descubriendo en dirección noroeste y desembocando a 5 km al sureste de Tuxpan, Ver., en el poblado de Zapotal de Zaragoza.

Finalmente, el río Tuxpan desemboca en el Golfo de México en el sitio denominado Barra de Tuxpan, en donde se forman por su margen derecha del estero de Jácome.

En las cercanías del lugar a no más de un radio de 10 km se encuentra localizado el estero de Tumilco, el estero de Palmasola, la laguna de Tampamachoco y claro está el río Tuxpan.

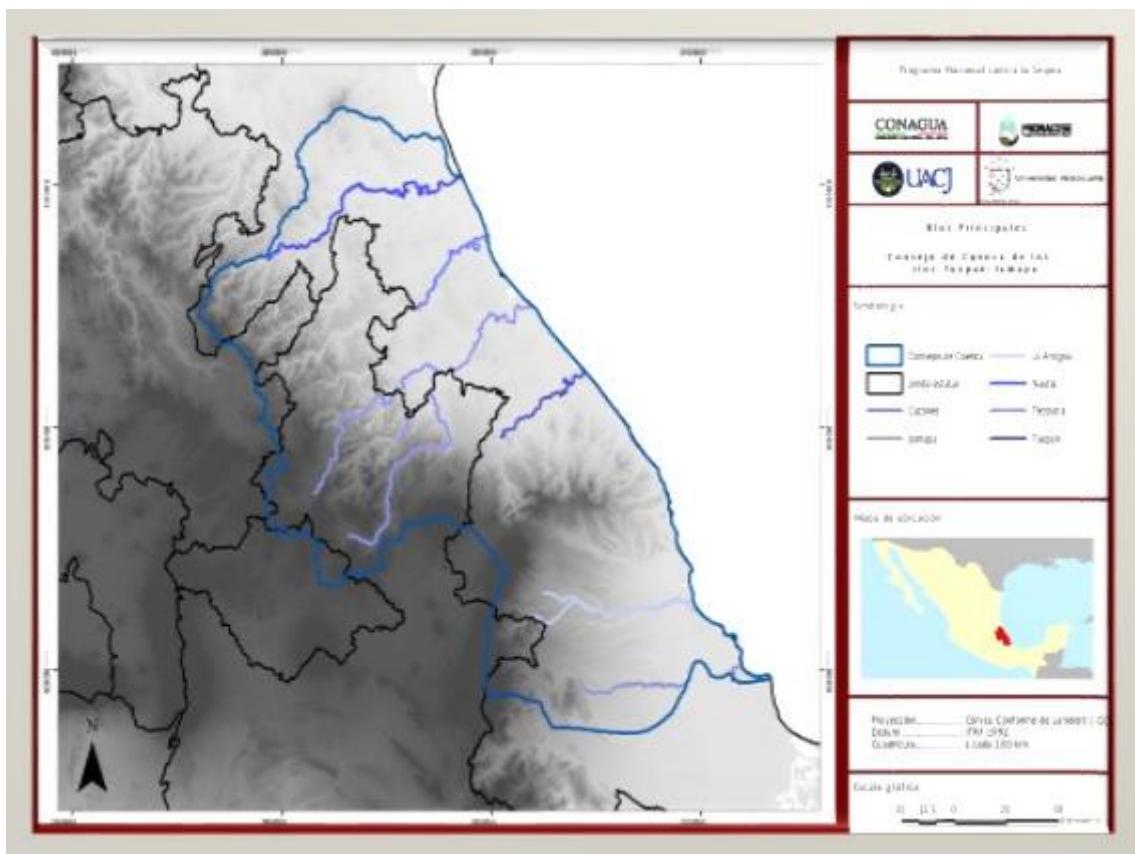


Figura III.4 Ríos principales.

Fuente: www.pronacose.gob.mx

Hidrología subterránea.

La región que comprende la cuenca del río Tuxpan-Jamapam cuenta con 21 acuíferos, de los cuales solo uno se encuentra en la zona de estudio y está identificado con el número 3014 llamado el Álamo –Tuxpan con un área de 6,389.89 km².

Los depósitos aluviales de sedimentos principalmente constituidos por gravas y arenas y en menor proporción arcillas, son los depósitos más cercanos al área donde se pueden encontrar algunos pozos y norias. La mayoría situados en las márgenes de las corrientes, su nivel estático oscila entre 1.0 m y 18.0 m de profundidad, la calidad del agua varía de dulce a tolerable, predominan las familias mixtas bicarbonatada y la cálcica-bicarbonatada. El agua se destina para uso doméstico principalmente.

III.2 Características climáticas entorno a la instalación, con base en el comportamiento histórico de los últimos 10 años (temperatura máxima, mínima y promedio; dirección y velocidad del viento; humedad relativa; precipitación pluvial).

III.2.1 Climatología

Tuxpan presenta un tipo de clima que de acuerdo con la clasificación de Köppen y modificado por Enriqueta García (Garcia E. 2004) para adaptarla a las condiciones de México, el tipo Aw2(x'), correspondiente a un clima Cálido subhúmedo, cuya temperatura media anual es mayor de 22°C y con una temperatura del mes más frío mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco está entre 0 y 60 mm, lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal mayor al 10.2% del total anual. También el tipo Am(f), la cual se caracteriza por presentar un clima cálido húmedo, con una temperatura media anual mayor de 25°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. La precipitación del mes más seco es menor de 60 mm, las lluvias son de verano con un porcentaje de precipitaciones invernales mayor al 10.2% del total anual.

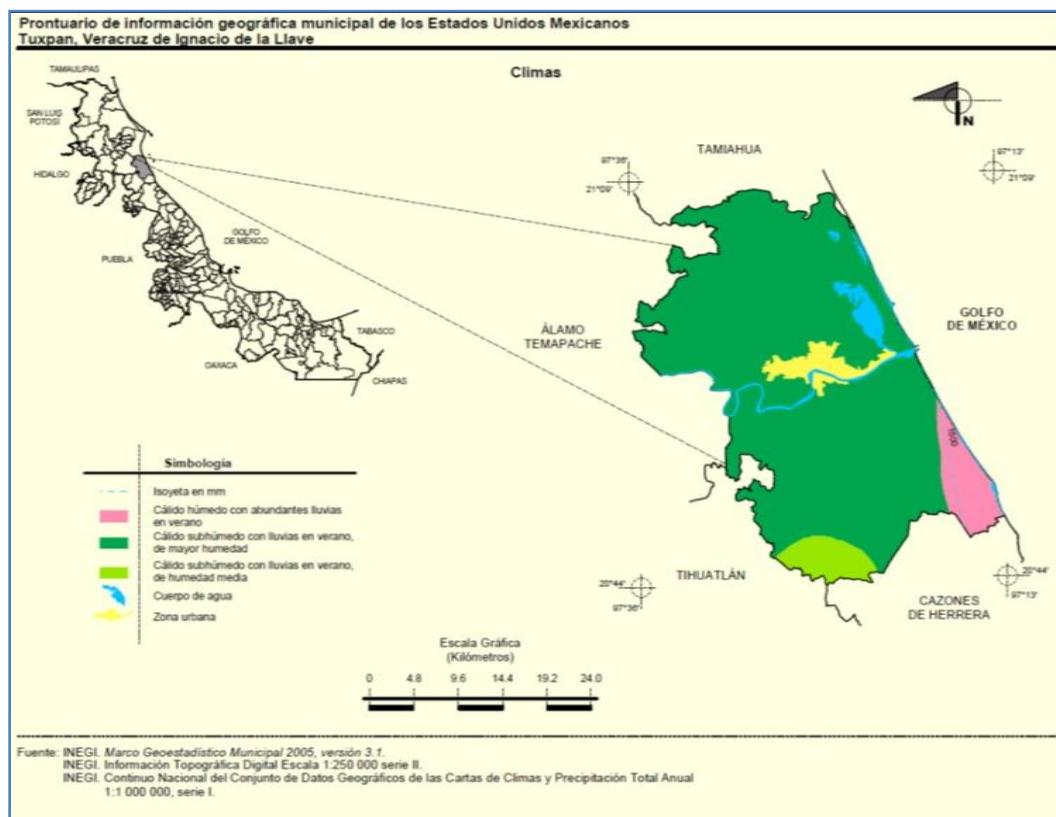


Figura III.5 Tipo de clima en el municipio de Tuxpan, Veracruz.

Fuente: Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía. Consejo de cuenca Ríos Tuxpan al Jamapa

III.2.2 Temperatura máxima anual

Tabla III.4 Registro de temperatura (°C) en la estación climatológica Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver. (Período de datos 1951-2010)

| Mes | Máxima mensual (°C) | Mínima mensual (°C) | Media mensual (°C) |
|------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| Enero | 35.0 | 12.2 | 20.7 |
| Febrero | 35.9 | 13.8 | 22.1 |
| Marzo | 39.8 | 15.8 | 24.5 |
| Abril | 37.9 | 16.7 | 27.0 |
| Mayo | 36.0 | 15.8 | 28.1 |
| Junio | 39.9 | 20.3 | 28.7 |
| Julio | 39.7 | 20.9 | 28.6 |
| Agosto | 39.8 | 20.0 | 28.9 |
| Septiembre | 40.2 | 20.5 | 28.4 |
| Octubre | 37.0 | 17.0 | 26.7 |
| Noviembre | 37.3 | 15.4 | 24.1 |
| Diciembre | 34.4 | 14.4 | 22.0 |
| Anual | 30.4 | 21.3 | 25.8 |

Fuente: Estación climatológica Tuxpan, Comisión Nacional del Agua.

III.2.3 Precipitación Promedio Anual.

En lo que respecta a la precipitación, se ha reportado un total anual para el período 1951-2010 de 1,355.6 mm. La mayor cantidad de lluvia se reportó en julio y la mínima en el mes de marzo.

Tabla II.5 Registro de precipitación (mm) en la estación climatológica Tuxpan de Rodríguez Cano, Ver.

| Mes | Máxima | Media |
|---------|--------|-------|
| Enero | 214.2 | 39.5 |
| Febrero | 473.5 | 50.0 |
| Marzo | 143.0 | 38.6 |
| Abril | 213.0 | 54.1 |
| Mayo | 228.0 | 78.9 |
| Junio | 547.7 | 207.5 |

| Mes | Máxima | Media |
|------------|--------|---------|
| Julio | 683.3 | 170.8 |
| Agosto | 460.0 | 179.9 |
| Septiembre | 676.6 | 266.4 |
| Octubre | 350.0 | 132.2 |
| Noviembre | 256.5 | 87.1 |
| Diciembre | 143.8 | 50.6 |
| Anual | | 1,355.6 |

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional, Comisión Nacional del Agua

III.2.4 Intemperismos Severos.

De acuerdo con la información proporcionada por el SMN, durante el período de 1951-2010, no se reportan este tipo de fenómenos.

Tabla III.6 Intemperismos severos en el área de Tuxpan, Veracruz.

| Intemperismo | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-------|
| Días con lluvia | 8.4 | 7.3 | 7.4 | 6.8 | 6.7 | 12.0 | 13.1 | 13.9 | 14.0 | 11.2 | 8.0 | 8.6 | 117.4 |
| Niebla | 3.7 | 2.3 | 2.4 | 1.6 | 1.3 | 1.1 | 1.0 | 0.6 | 0.8 | 0.9 | 3.0 | 3.0 | 21.7 |
| Granizo | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Tormentas | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 1.0 | 1.2 | 1.6 | 2.6 | 1.7 | 0.6 | 0.2 | 0.1 | 10.6 |

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional. Comisión Nacional del Agua.

Se obtuvo información de la estación climatológica 30229 Tuxpan que es la más cercana al predio, está ubicada en las coordenadas 20° 56' latitud norte y 97° 26' longitud oeste a 17 msnm. Con respecto a los fenómenos climáticos, durante el transcurso del año se pueden presentar tres fenómenos que probablemente causen daños, provocados por sus fuertes vientos o inundaciones y son las ondas tropicales, huracanes y nortes.

III.2.5 Ondas tropicales

Los sistemas tropicales tienen influencia sobre las condiciones del tiempo y el clima en el estado de Veracruz durante el verano. Los ciclones y las ondas tropicales generalmente afectan y ponen en riesgo a la población veracruzana cada año.

Las ondas tropicales son fenómenos característicos del verano, originadas frente a la costa occidental de África, se forman cuando los vientos alisios del este sufren ondulaciones o deformaciones debido a diferentes factores como con el aumento de la temperatura del mar y el desplazamiento de la zona intertropical de convergencia (ITCZ por sus siglas en inglés) hacia el norte. En el hemisferio norte, durante el verano, el calentamiento intenso de la superficie sobre el desierto de Sahara genera un fuerte gradiente de temperatura en la troposfera baja, entre el ecuador y aproximadamente 25° norte.

Una onda tropical puede generar las condiciones necesarias para que se formen los ciclones tropicales: temperatura del agua de mar hasta una profundidad aproximada de 10 metros mayor a 26.5 °C; baja presión atmosférica en superficie, anticiclón en altura, presencia de vapor de agua, inestabilidad en la atmósfera, débil cortante o cizalladura.

Las ondas tropicales se desplazan al oeste a razón de 20 km/h a 30 km/h y son responsables de la gran parte de la nubosidad en el ITCZ. La separación longitudinal entre una onda y otra es aproximadamente de 3,000-4,000 km, que corresponden a 4 o 5 días de desplazamiento.

La onda tropical está acompañada en la parte delantera de la línea de vanguardia en niveles bajos, por una zona de divergencia o subsidencia, mientras que en la parte trasera por una zona de convergencia y por lo tanto de convención. La capa menos húmeda se encuentra delante de la vanguardia, a menudo tan baja como 1500 m, y prevalece tiempo estable. La húmeda incrementa rápidamente en la parte posterior de la vaguada alcanzando un máximo de 6,000 m en la zona de mayor actividad convectiva.

Al este de la vaguada se generan grandes nubes denominadas cúmulos y cúmulos congestus, ocasionalmente cumulonimbos, algunos estratocúmulos, altocúmulos y cirrus, todo esto acompañado de chubascos moderados.

III.3 Densidad Demográfica de la Zona

Actualmente la población total en Veracruz cuenta con 8'112,505 habitantes, comparado con el municipio de Tuxpan con 161,829 habitantes que representa el 2.00 % del total del estado.

Tabla III.7 Comparativo de densidad demográfica por género

| Entidad | Población total | Población masculina | Población femenina |
|--------------------------|-----------------|---------------------|--------------------|
| Veracruz | 8'112,505 | 3'910,227 | 4'2020,278 |
| Tuxpan de Rodríguez Cano | 161,829 | 78,002 | 83,827 |

Fuente: Conteo Rápido de Población y Vivienda, 2015 INEGI

La tasa de crecimiento media para el período de 2010 y 2015 fue de 2.10%, para el Estado de Veracruz, y del 2.70% para el municipio de Tuxpan.

III.4 Indicar los giros o actividades desarrolladas por terceros en torno a la instalación

Las actividades económicas formales desarrolladas en el municipio de Tuxpan se exploran con cifras provenientes del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). En Tuxpan hasta noviembre de 2017 había 6,201 unidades económicas registradas en su Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENU). La actividad económica

formalizada en Tuxpan y agrupada por gran división de la economía está bastante concentrada en el tercer sector: nueve de cada diez empresas registradas realizan actividades relacionadas con el comercio y servicios diversos.

En el entorno inmediato de la instalación la actividad desarrollada por terceros es el pastoreo y en menor medida, el cultivo a pequeña escala.

A aproximadamente 800 metros al sur de la Terminal, se tienen las Centrales Termoeléctricas Ciclo Combinado Tuxpan III y Tuxpan IV de la empresa Gas Natural Fenosa.

III.5 Indicar el deterioro esperado en la Flora y Fauna por la Realización de actividades de la Instalación, principalmente en aquellas especies en peligro de extinción.

Tomando en cuenta la información y las condiciones de la zona de la Terminal Marítima gas Tomza, se puede determinar que como factores que pudieran ocasionar problemas ambientales, está, el relacionado con la probabilidad de un evento catastrófico, ya que la actividad de la Terminal involucra actividades altamente riesgosas.

En la tabla se indica el elemento ambiental receptor del impacto, la condición del elemento sin el proyecto se describe brevemente de impacto y las causas de este, asociadas a la operación de la Terminal, se indica la medida de mitigación aplicable en su caso y se señalan las condiciones esperadas una vez construido el proyecto y en su caso la aplicación de la medida correspondiente.

En caso de la aplicación correcta de las medidas de mitigación se generará una etapa más en el proceso de impacto del proyecto. Para indicar el escenario esperado se retomó la evaluación del impacto ambiental y las correspondientes medidas de mitigación desarrolladas en los capítulos V y VI e indicadas en la Tabla VII.1 de este capítulo.

Se trata de visualizar que la aplicación de las medidas garantizará que las condiciones del medio ambiente previas al proyecto son posibles de recuperarse en un tiempo relativamente menor que si no se aplicaran tales medidas. Esta recuperación será posible por la combinación de los siguientes factores:

- La baja magnitud y extensión espacial del impacto del proyecto sobre el medio ambiente.
- El carácter temporal y reversible de algunos impactos, los cuales se presentan solo durante la etapa de construcción. Aquellos que tienen continuidad durante la operación fueron todos de orden menor
- La actual perturbación del sitio, por causas antrópicas ajenas al proyecto.

Los impactos ambientales que se esperan por la operación de la Terminal se resumen en la siguiente tabla.

Tabla III.8 Descripción de impactos ambientales debido a la operación de la TMGT

| | | |
|-------------------|---|--|
| Atmósfera | Manejo de Maquinaria, equipo y vehículos | <p>La operación de la Terminal requiere de vehículos automotores, maquinaria y equipo que emiten contaminantes a la atmósfera, sin embargo, como medida de mitigación, todos los vehículos automotores que se emplean cumplen con un programa de mantenimiento periódico de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, con objeto de estar en condiciones de cumplir con las normas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOM-041-SEMARNAT-2006 Nivel máximo permisible de gases contaminantes de escapes de vehículos que usan gasolina. - NOM-045-ECOL-1996 Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible. |
| Suelo | Generación de residuos sólidos y líquidos | Actualmente se encuentra en operación la infraestructura gasera en donde existe la generación de residuos tanto sólidos como líquidos, no obstante, estos residuos están regulados bajo los límites establecidos por la NOM-052-SEMARNAT-2005, lo que ha evitado la contaminación del suelo. |
| | Manejo de Maquinaria, equipo y vehículos | Para llevar a cabo el buen funcionamiento de la infraestructura gasera que actualmente se encuentra en operación, es necesario el manejo de maquinaria, equipo y vehículos específicos los cuales podrían de manera accidental contaminar el suelo con residuos, no obstante, siguiendo estrictas normas de seguridad y dándoles mantenimiento en lugares específicos destinados para dicha función dentro de la empresa gasera, se ha evitado al máximo la contaminación del suelo. |
| | Recepción, almacenamiento y suministro de gas L.P. a pipas tanque | Hoy en día se encuentra en operación la Terminal Marítima Gas Tomza, S.A. de C.V., por lo que existen actividades de recepción, almacenamiento y suministro de gas L. P. a autotanques, sin embargo, siguiendo rigurosas normas de seguridad se ha evitado al máximo la contaminación del suelo por derrame accidental. |
| Vegetación | Distribución de las especies de flora. | Salvo la especie <i>Tabebula rosea</i> , de amplia distribución, dentro del predio no se encuentran comunidades vegetales silvestres, propias de un ecosistema de selva baja o bosque tropical caducifolio. Las superficies donde se desarrolla el proyecto están cubiertas por pastos cultivados y asfalto. |
| | Riqueza de especies. | El área de proyecto ya se encuentra impactada, lo cual se corrobora con los resultados del trabajo de campo, donde dentro del predio se ha documentado la presencia de 11 especies de plantas. |
| | Número de especies | A partir de la revisión bibliográfica y de los registros en campo, ninguna de las 11 especies registradas para el predio se |

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| | protegidas afectadas. | encuentra bajo algún estatus de conservación, ya sea en la NOM-59-SEMARNAT-2010 o en CITES |
| Población | Contratación de mano de obra | Desde el inicio de la construcción y hasta la actual operación de la Terminal, se ha contratado personal local, lo que ha generado en general bienestar para la región. |
| | Generación de residuos sólidos y líquidos | Para el manejo y almacenamiento de los residuos sólidos y líquidos derivados de la operación de la Terminal, se ha contratado personal local, lo que genera un bienestar en la región. |
| | Manejo de Maquinaria, equipo y vehículos | Para llevar a cabo el buen funcionamiento de la actual Terminal, se ha contratado personal local, lo que genera un bienestar en la región. |
| | Despalme | Al no existir proyecto, no será necesaria la contratación de personal que realice el retiro de la capa superficial del suelo que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de ciertas estructuras. |
| | Trazo, nivelación, excavaciones, rellenos | Al no existir proyecto, no será necesario el emplear a personal local que realice el trazo, nivelación, excavaciones y relleno para la instalación de esferas de almacenamiento de gas L. P. |
| Actividades productivas | Operación de la Terminal Marina | La actual operación de la Terminal apunta al desarrollo y cubre el déficit que se están generando en el centro del país a nivel económico. |

III.6 Susceptibilidad de la zona sitio de la instalación de la planta.

Tabla III.9 Caracterización de Tuxpan a fenómenos naturales

| Fenómenos | Si | No |
|---|----|----|
| Terremotos (sismicidad) | | X |
| Corrimientos de tierra | | X |
| Derrumbamiento o hundimiento | | X |
| Inundaciones | X | |
| Pérdida de suelo debida a la erosión | | X |
| Contaminación de las aguas superficiales debido a escorrentimientos y erosión | | X |
| Riesgo radiológico | | X |
| Huracanes | X | |

III.6.1 Sismos

México se ubica sobre el área conocida como el cinturón del Circumpacífico, una región sísmicamente activa y constante. La alta sismicidad en el País es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados, aunque estas últimas menos peligrosas.

De acuerdo con la regionalización sísmica de la República Mexicana está dividida en cuatro regiones sísmicas, que indican respectivamente áreas de menor a mayor peligro:

1. La **zona A** es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores.
2. Las **zonas B** y **C** son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. El municipio de Tuxpan, Veracruz y el área del proyecto se ubican dentro de la zona B.
3. La **zona D** es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.



Figura III.6. Mapa de zonificación, modificado de Manual de diseño de obras civiles de la comisión federal de electricidad.

III.6.2 Inestabilidad de laderas

Derrumbes

Este tipo de eventos naturales ocurre en lugares con pendientes pronunciadas o de pocos grados y en barrancos, los detonantes principales de los derrumbes son las lluvias prolongadas, los temblores y actividad volcánica. Sin embargo, como el proyecto se encuentra enclavado en la planicie costera, la posibilidad de derrumbes se considera nula.

Deslizamientos

Los deslizamientos de suelos saturados y deformados bajo condiciones aéreas generan formas de relieve semejantes a escurrimientos de lavas fluidas basálticas, las cuales son susceptibles de identificarse en campo. Durante los recorridos no se observaron este tipo de formas de relieve en el área, por lo que no es posible la susceptibilidad a deslizamientos.

III.6.3 Inundaciones

Alrededor del sitio del proyecto, aparecen zonas inundables, principalmente aledañas a la laguna de Tampamachoco hasta la barra de Galindo.

III.6.4 Riesgos radiactivos

En la Terminal Marítima Gas Tomza, no se manejan materiales radiactivos. Por otro lado, en la zona no hay industrias que manejen o produzcan material radiactivo.

III.6.5 Huracanes

Un huracán tropical es un remolino de gran tamaño que cubre cientos de miles de kilómetros cuadrados y tiene lugar principalmente sobre los espacios oceánicos tropicales. Cuando las condiciones oceánicas y atmosféricas propician que se genere un huracán tropical.



Figura III.7 Campos de maduración y trayectoria de huracanes tropicales

Fuente: (<http://www.wunderground.com/hurricane/>, 2004)

Los huracanes en los océanos presentan áreas de formación y estas se ven favorecidas cuando la temperatura de la capa superficial de agua supera los 26.5 °C, aunada a la presencia de una zona de baja presión atmosférica, hacia la cual convergen vientos de todas direcciones. Los vientos en la zona circundante fluyen y aumenta el ascenso del aire caliente y húmedo que libera vapor de agua, el calor latente ganado por la condensación de vapor de agua es la fuente de energía del huracán.

Una vez que se inicia el movimiento del aire hacia arriba, a través de la columna central se incrementa la entrada de aire en los niveles más bajos con la correspondiente salida en el nivel superior del fenómeno. Por la influencia de la fuerza de rotación de la Tierra, el aire converge, gira y comienza a moverse en espiral, en sentido contrario a las manecillas del reloj, en el caso del hemisferio norte.

Los huracanes ocurren en los meses de mayo a noviembre, cada año se forma un promedio de once huracanes en las aguas cálidas del Océano Atlántico Tropical y penetran al Golfo de México a través del estrecho de Yucatán. Los huracanes pueden causar severos daños por la acción de sus fuertes vientos y su intenso oleaje, así como también inundaciones por la abundante precipitación pluvial. Sus efectos se reflejan tanto en las comunidades costeras como en el medio ambiente, principalmente a los organismos que habitan en las bahías, lagunas o en áreas someras de la plataforma continental. Pero, aunque los huracanes no toquen tierra en la zona de Tuxpan, provocan lluvias intensas con ráfagas de viento que no permiten la navegación de pequeñas embarcaciones y las maniobras de barcos de carga, las lluvias provocan el rápido crecimiento de los ríos de la región como el río Actopan, Nautla, Tecolutla, Cazones, Tuxpan y el río Pánuco.

III.6.6 Nortes

Los nortes son el resultado de la acumulación de aire frío en latitudes medias e intensos gradientes meridionales de presión en la troposfera baja que resultan en irrupciones de aire frío hacia los trópicos. Estas masas de aire frío y sus respectivos sistemas frontales ocurren preferentemente de los meses de octubre a mayo, y son parte de escala sinóptica en latitudes medias asociadas con altas presiones que se originan al este de las montañas Rocallosas en E.U y que se propagan a los trópicos. Los nortes pueden favorecer vientos de hasta 110 km/h y descensos en la temperatura desde 2 °C a 15 °C y en ocasiones precipitación sobre las cordilleras del este de México. Los nortes lejos de favorecer ocasionan problemas tanto a los sectores agropecuarios y portuarios, así como a todas las actividades marítimas y aéreas, representando una pérdida para la comunidad principalmente la agrícola y la pesquera, también afecta la descarga de combustible por medio de boyas, por los fuertes vientos y oleaje.

III.6.7 Vientos dominantes.

Los vientos que predominan en la zona por su frecuencia son los del sur-sureste y del sureste. En las estaciones de primavera y verano son los que meten mayor cantidad de humedad a la zona produciendo las lluvias que caracterizan a esta región, este periodo se alarga hasta finales de octubre y principios de noviembre cuando su frecuencia disminuye y aumenta la de los vientos del noroeste, que dan origen a los llamados nortes.

La humedad relativa media durante los meses más cálidos del año es 70 % en el mes de julio, por lo que en los meses con mayor precipitación pluvial la humedad se incrementa.

III.6.8 Lluvias.

El clima es tropical húmedo con lluvias en verano y en otoño; las lluvias torrenciales se presentan en los meses de julio, agosto, septiembre y a principios de octubre; en el invierno son frecuentes los días nublados y las lloviznas, sobre todo durante los nortes; la mayor parte del año predominan los días soleados en la primavera y el verano y parte del otoño; desde mediados de diciembre hasta mediados de febrero normalmente predomina el mal tiempo. La precipitación anual es de 1352 mm dato obtenido en la estación de Tuxpan.

III.7 Historia epidemiológica y endémico de enfermedades cíclicas en el área de la instalación

No se tiene conocimiento en las instalaciones de salud pública en la zona, la aparición o brotes de epidemias o enfermedades cíclicas.

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

IV.1. Programas y/o Planes de Desarrollo Urbano (PDU).

A continuación, se analiza el Plan Municipal de Desarrollo de Tuxpan de Rodríguez Cano. Veracruz. Esto, conforme a lo disponible en la página del gobierno municipal. De la revisión de la documentación mencionada, se concluyó que el proyecto no se encuentra ubicado dentro de las poligonales correspondientes a los instrumentos normativos en materia de desarrollo urbano vigentes para la zona. En las Figuras siguientes se puede apreciar que la Terminal Marítima se encuentra ubicada en una Reserva Industrial considerada dentro de este instrumento de planeación.

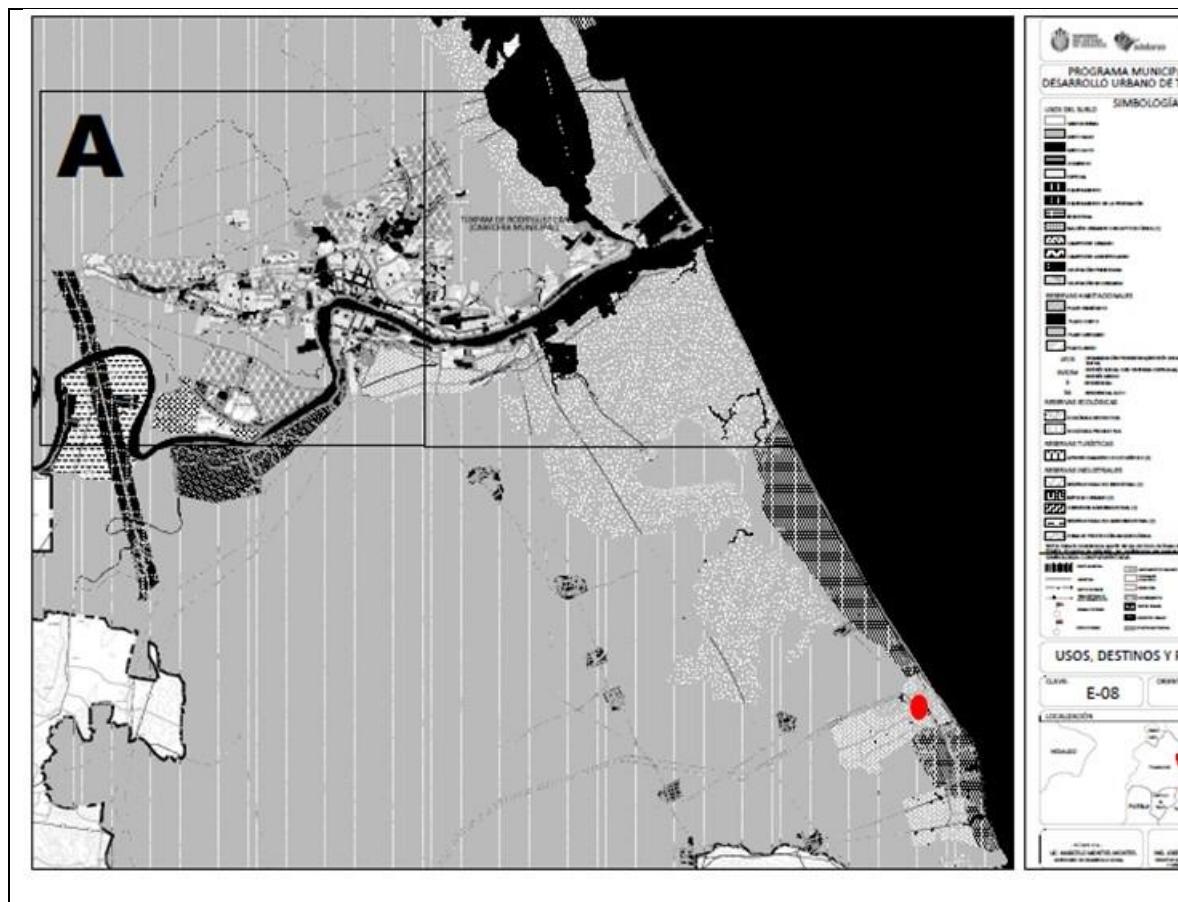


Figura IV.1 Mapa de Usos, Destinos y Reservas en el municipio de Tuxpan, Ver.

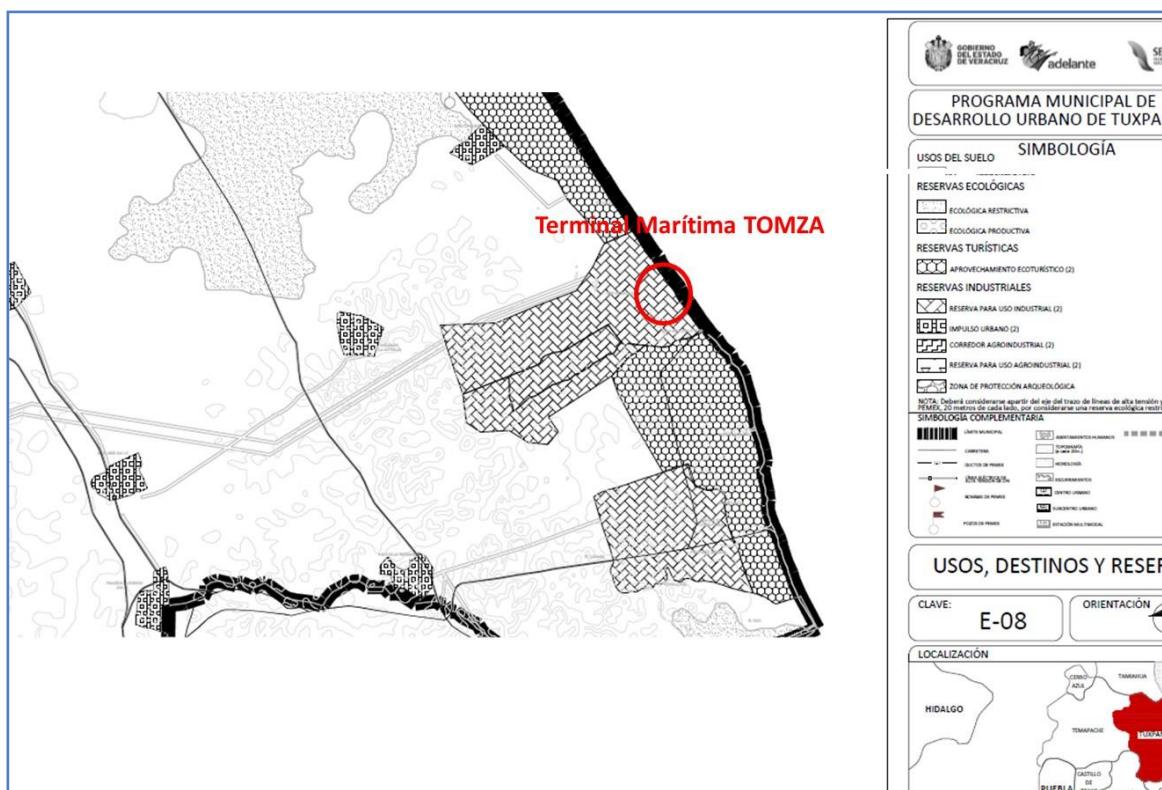


Figura IV.2 Ubicación de la Terminal Marítima de grupo TOMZA en área de Reserva Industrial

IV.2. Información Sectorial.

IV.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Dentro del Diagnóstico presentado en este plan se establece que el uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. Por ello, es imperativo satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y extendiéndolos a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso y consumo de la energía. Por otra parte, en el apartado de objetivos, estrategias y líneas de acción, se incluye el siguiente:

...Objetivo 4.6. Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Estrategia 4.6.1. Asegurar el abastecimiento de petróleo crudo, gas natural y petrolíferos que demanda el país.

IV.3. Programas de desarrollo regional sustentable.

El Programa de Desarrollo Regional Sustentable (PRODERS), ahora Programa de Conservación para el Desarrollo Sostenible (PROCODES), constituye un instrumento de la política pública que promueve la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad mediante la participación directa y efectiva de la población, propietarios y usuarios, en los procesos de gestión del territorio, en la apropiación de los recursos, la protección, manejo y restauración de los mismos, y la valoración económica de los servicios ecosistémicos que éstos prestan a la sociedad de forma tal que se generen oportunidades productivas alternativas y se contribuya a mejorar la calidad de vida de los habitantes en el entorno de las áreas protegidas y otras modalidades de conservación.

Este programa fue asignado a la CONANP como una estrategia para consolidar la inversión en las comunidades que habitan dentro o en las inmediaciones de las Áreas Protegidas, así como Regiones Prioritarias para la Conservación.

En la revisión de los reportes físico-financieros y los padrones de beneficiarios de personas morales y físicas del programa para el 2014 y 2015, no se encontró ninguno que se encuentre dentro del SA.

IV.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que Regula y Reglamenta el Desarrollo de la Región Denominada Cuenca del Río Tuxpan.

El Modelo de Ordenamiento Ecológico es un instrumento de planeación que tiene como propósito generar y promover políticas de uso del territorio bajo los principios de desarrollo sustentable. Esto es, que generen desarrollo económico, equidad social y equilibrio ambiental.

En este instrumento se señala que: “Los usos del suelo derivados de actividades humanas como la minería de elementos metálicos y no metálicos, los asentamientos humanos rurales, la industria, etcétera no se incluyeron en este análisis, por lo que su definición y ubicación será tema de los ordenamientos ecológicos locales que se efectúen en los municipios”.

De acuerdo con este instrumento, el proyecto cruza por las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) que se muestran en la figura y la tabla siguientes.

Tabla IV.1 Unidades de Gestión Ambiental implicados en la instalación de acuerdo al Modelo de Ordenamiento Ecológico de Tuxpan.

| UGA | Política | Uso predominante | Usos compatibles | Usos condicionados | Usos incompatibles | Criterios ecológicos |
|-----|-----------------|------------------|--|---|--------------------|---|
| 7. | Aprovechamiento | Pecuario | Agricultura, Turismo, Asentamientos humanos | Equipamiento, Infraestructura, Industria, Minería | | P. 1,3,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,17,18,19, 20,21,22 Ag. 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33 Tu. 1,2,,4,5,7,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, 22,23 Ah. 1,2,3,4,5,7,8,9,10,15,16,17,18,19,20,21, 22,23,24,25,26,28,29,31,32,33,35,36,38,39, 40, 41,42,43,44,45, 46,47,49,50 Ff. 3,4,5,6,9,10,11,12,13,14,18,19,20,21,22,23, 24,26,274,31,34,36,38 Eq. 1,2,4,5,7,8,11,12,13,14,15 IF. 3,4,5,6,8,9,10,11,13,14,18,19,20,21,22,23, 24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35, 36,37,38, 39,40,41,42,43,44,45,46,47,48 In. 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30, 31 Mi. 1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 Ac. 1,2,3,5,6,7 Mae. 5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,25,26,28,32, 33,34,36,38,40,43,44,45 C. 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18 19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33, 34,35,36,37,38,39,40,42,43,44,45,46,47 Mic. 1,2 |

LINEAMIENTOS: **P**= Pecuario; **Ag**=Agricultura; **Tu**= Turismo; **Ah**= Asentamientos humanos; **Ff**= Flora y fauna; **Eq**= Equipamiento; **If**= Infraestructura; **In**= Industria; **Mi**= Minería; **Ac**= Acuacultura; **Mae**= Manejo de ecosistemas; **C**= Construcción y **Mic**= Manejo integral de cuenca.

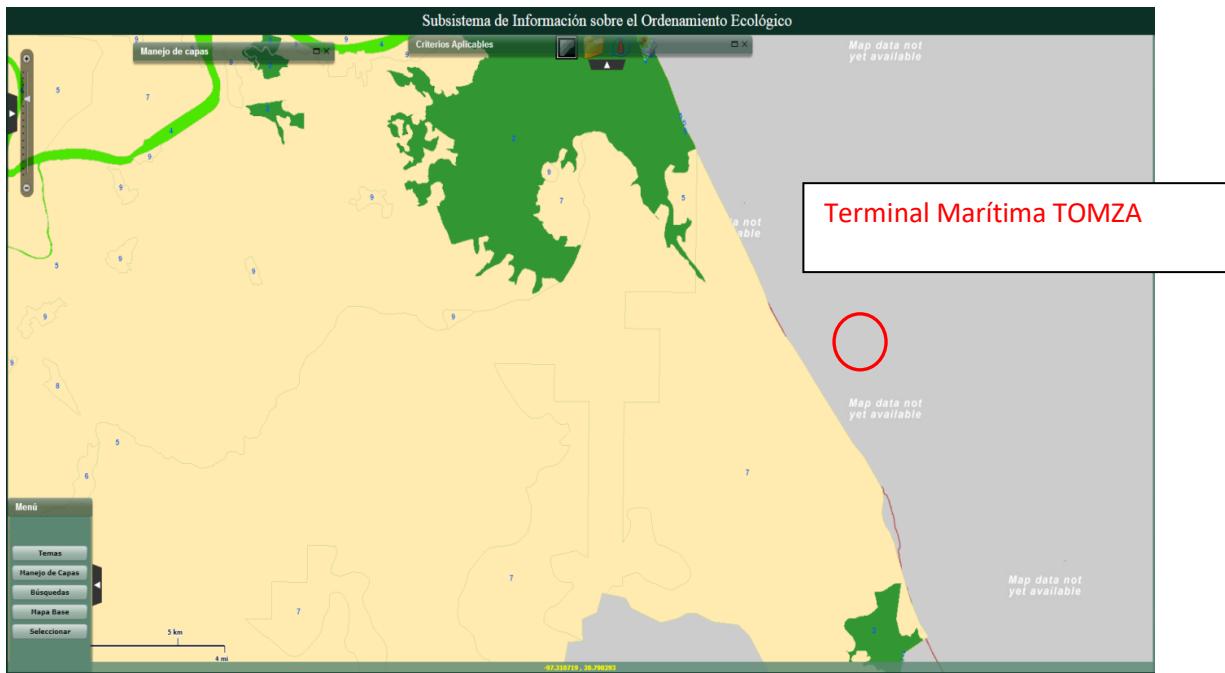


Figura IV3 Políticas y usos del suelo en el área del proyecto y ubicación de la Terminal Marítima en la UGA 7.

Fuente: <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/servicio/ordenamiento/>

En este instrumento, se establecen lineamientos generales y lineamientos para las Políticas Ecológicas que integran el programa de ordenamiento.

Dentro de los criterios aplicables a la UGA (7) donde se ubica el proyecto, los siguientes son los que se considera que aplican a la instalación:

Tabla IV. 2 Criterios de regulación ecológica. Programa de ordenamiento ecológico regional.

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|---|--|
| Pecuario P | 7 | 1,3,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,17,18,19, 20,21,22 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con la operación de la TMGT, que consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Agrícola Ag | 7 | 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31,32, 33 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con la operación de la TMGT, que consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Turismo Tu | 7 | 1,2,,4,5,7,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21, 22,23 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con la operación de la TMGT, que consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Asentamientos humanos Ah | 7 | 5. No se permitirá el crecimiento de los asentamientos humanos en zonas de riesgo industrial, riesgo ante eventos naturales (inundación, derrumbes, etc.) y zona federal marítimo terrestre, de acuerdo a la Ley de Desarrollo Urbano, Ordenamiento Territorial y Vivienda para el Estado de Veracruz, 2011 | La ubicación del proyecto, busco siempre estar alejado de cualquier asentamiento urbano. El municipio de Tuxpan ha otorgado a Grupo TOMZA, la autorización de cambio de uso de suelo, destinando el área un uso industrial. Por lo cual no se contraviene este lineamiento |
| Flora y fauna Ff | 7 | 3,4,5,6,9,10,11,12,13,14,18,19,20,21,22,23, 24,26,274,31,34,36,38 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con la operación de la TMGT, ya que este consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Equipamiento Eq | 7 | 1. Se prohíbe la disposición de residuos sólidos municipales o industriales sin tratamiento en las unidades de gestión ambiental de protección, conservación y restauración | La Terminal cuenta con un programa de manejo de sus residuos, los cuales son dispuestos de acuerdo con la normatividad vigente tanto municipal como federal. Al contratista en su caso, se le pedirá que se ajuste a estas políticas |
| | | 5. En muelles, puertos, terminales marítimas y demás infraestructura concesionada, se deberá contar con programas de manejo de residuos sólidos y líquidos; se acatará la Ley de Puertos y su Reglamento, así como el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación de los Buques MARPOL-1973 | La Terminal Marítima, hace la descarga del combustible mediante monoboyas mar adentro y un ducto marino. No se hacen labores de avituallamiento ni descarga de residuos. |
| | | 7. Toda descarga de aguas residuales a cuerpos de agua nacionales deberá cumplir con la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento y la NOM-001-SEMARNAT-1996 | La Terminal cuenta con un sistema primario de tratamiento de agua (fosa séptica), y no se descarga aguas a ningún cuerpo receptor |

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|---|--|
| | | 8. Los desarrollos de cualquier tipo, asentamientos humanos y proyectos productivos que no se encuentren conectados al sistema de drenaje municipal, deberán cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 en materia de descarga de aguas residuales a cuerpos federales 10. Se cumplirá la NOM-003-ECOL-1997, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público 11. Los depósitos de combustible deberán someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo con las normas vigentes 12. La construcción de cualquier obra deberá respetar las regulaciones aplicables a la zona federal y/o en su caso contar con el título de concesión correspondiente, proteger las playas y la línea de costa que la rodean, así como la vegetación pionera nativa de la zona y la vegetación riparia. Las condiciones de cada obra serán determinadas en el procedimiento de evolución en materia de impacto ambiental federal 14. Las obras de equipamiento a realizarse en la planicie costera no podrán alterar los manglares, debiéndose observar en todo momento el cumplimiento de la NOM-022-SEMARNAT-2003 y el Artículo 60 TER, LGVS, 2012 15. En caso de proyectos estratégicos para el desarrollo de la región en los que no es posible el cumplimiento de todos los criterios de protección, conservación y restauración, se someterán a evaluación de impacto ambiental por parte de la autoridad ecológica competente, fomentando el reforzamiento de este ordenamiento a través de los instrumentos de restauración o compensación previstos en el mismo | La Terminal cuenta con un sistema primario de tratamiento de agua (fosa séptica), y no se descarga aguas a ningún cuerpo receptor La Terminal cuenta con un sistema primario de tratamiento de agua (fosa séptica), y no se descarga aguas a ningún cuerpo receptor Grupo Tomza, cuenta con todas las autorizaciones para el almacenamiento del gas L.P: En esta etapa no se afectará la ZFMT, en su momento, la TM solicita la autorización para la instalación de la boyta ante las autoridades correspondientes No existe vegetación de manglar cercana a la zona de proyecto La ampliación de la capacidad de almacenamiento fue sometida al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la ASEA, con resolutivo aprobatorio. |
| Infraestructura If | 7 | 1. Con base en estudios específicos de geohidrología, impacto ambiental y análisis de riesgo, se promoverá la creación de un sistema de acopio y confinamiento adecuado de los desechos | La Terminal Marítima cuenta con un manejo adecuado de sus residuos peligrosos, sólidos urbanos y de manejo especial. No se generan residuos biológico-infecciosos. |

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|---|--|
| | | industriales, tóxicos y biológico-infecciosos generados en la región. El presente criterio no será aplicable a las unidades destinadas a protección, conservación y restauración | |
| | | 9. Se prohíbe el uso de defoliadores para deshierbar los derechos de vía | Para las labores de desmonte y para el control de malezas durante la operación de la Terminal, solo se utilizan medios mecánicos. |
| | | 20. Se respetará la NOM-117-SEMARNAT-2006, que establece las especificaciones de protección ambiental para la instalación y mantenimiento mayor de los sistemas para transporte y distribución de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso, que realicen en derechos de vía terrestres existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales. | No aplica ya que no se instalará ningún ducto |
| | | 31. Se respetará la NOM-043-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. | Las instalaciones de la Terminal cuentan generadores eléctricos de emergencia que es la única fuente fija de emisiones a la atmósfera. Se tiene estudio de emisiones a la atmósfera en fuentes fijas en base a la NOM-05-SEMARNAT-2011 para los equipos de generadores y bombas contra incendio de la sección A y B. |
| | | 33. Se respetará la NOM-085-SEMARNAT-2011, que establece las fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones. Niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, dióxido de azufre y óxidos de nitrógeno. Requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión (modificación D.O.F. 11-NOVIEMBRE-1997). | No hay emisiones de fuentes fijas en la Terminal |
| | | 34. Las especificaciones de los combustibles fósiles para la protección ambiental deberán observarse en la NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005. | No hay emisiones de fuentes fijas en la Terminal |
| Industria In | 7 | 2. Se promoverá que las industrias que realicen actividades consideradas como riesgosas elaboren los estudios de riesgo ambiental y los programas para la prevención de accidentes | El presente Estudio de Riesgo |

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|---|---|
| | | 3. En caso de desarrollarse corredores industriales se deberá evaluar y en su caso promover el establecimiento de zonas intermedias de salvaguarda que permitan establecer las restricciones a los usos del suelo que pudieran ocasionar riesgos a la población, de acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente | Se coadyuvará en su momento cuando las autoridades municipales realicen los decretos u ordenamientos correspondientes |
| | | 4. Las industrias deberán cumplir con la normatividad vigente con relación al manejo y disposición final de residuos sólidos y líquidos. | En todo momento se ha cumplido y seguirá cumpliendo con la normatividad en materia de residuos |
| | | 5. Deberá respetarse la NOM-053-SEMARNAT-1993 en donde se establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. | La operación de la Terminal se considera que realiza actividades de alto riesgo, por la cantidad que maneja, la cual rebasa los límites establecidos. Todo para gas L.P. |
| | | 6. El procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 (ANEXOS 1, 2, 3, 4 Y 5) se observa en la NOM-054-SEMARNAT-1993. | La operación de la Terminal se considera que realiza actividades de alto riesgo, por manejar de gas LP en cantidades superiores a las de reporte establecidas en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas. |
| | | 9. Se deberá promover y estimular el reúso, reciclaje y tratamiento de los residuos industriales. | Se cuenta con un programa de manejo integral de residuos |
| | | 10. Se cumplirá la NOM-052-SEMARNAT-2005 que instituye las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. | La operación de la Terminal se considera que realiza actividades de alto riesgo, por manejar de gas LP en cantidades superiores a las de reporte establecidas en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas. |
| | | 15. Se deberá integrar y actualizar un inventario de las fuentes emisoras de contaminantes a la atmósfera. | No hay emisiones de fuentes fijas en la Terminal |
| | | 16. Las industrias ubicadas en el área de ordenamiento deberán reducir y controlar las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles de acuerdo con la normatividad vigente, particularmente las fuentes fijas de jurisdicción federal. | No hay emisiones de fuentes fijas en la Terminal |
| | | 17. Las industrias asentadas en la región deberán cumplir con la normatividad relativa a la prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos. | La Terminal se apega a la legislación vigente en materia de contaminación de agua y ecosistemas acuáticos |

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|--|---|
| | | 18. Las aguas industriales tratadas, podrán ser vertidas a los cuerpos de agua de propiedad nacional, siempre y cuando cumplan con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y cuenten con el permiso correspondiente emitido por la Comisión Nacional del Agua. | La Terminal cuenta con un sistema primario de tratamiento de agua, y no se descarga aguas a ningún cuerpo receptor |
| | | 19. Las actividades industriales y agropecuarias deberán prevenir y reducir la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas para su reuso y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficiente. | Se cuenta con un programa de manejo integral de residuos |
| | | 20. Las industrias deberán responsabilizarse de la restauración y recuperación de los suelos contaminados por residuos. | Aunque hasta la fecha no se ha presentado ningún incidente en caso de cualquier eventualidad será subsanada y reportada de inmediato a la autoridad competente |
| | | 21. Toda industria deberá contar con franjas de amortiguamiento entre ésta y los asentamientos humanos. | Durante la selección del sitio se cuidó realizar la instalación de la Terminal, alejada de los núcleos poblacionales |
| | | 22. La reforestación en áreas urbanas e industriales deberá realizarse con flora nativa. | Se coadyuvará en caso de que lo solicite la autoridad |
| | | 23. Toda infraestructura donde exista riesgo de derrames, deberá contar con infraestructura de conducción, contención y almacenamiento, acordes al tipo y volumen de riesgos. | No se tienen instalaciones que puedan generar derrames |
| | | 24. Toda industria, conjuntamente con las autoridades competentes, deberá informar a la población circundante de los riesgos inherentes a los procesos de producción, conducción y almacenamiento de sustancias tóxicas, y deberán participar en la implementación de los planes de contingencia correspondientes. | Se realizan auditorías a las instalaciones periódicamente con el fin de detectar fallas en el funcionamiento de las instalaciones, asimismo, se tiene contacto con las instancias gubernamentales con el fin de alertar a la población en caso de un siniestro. |
| | | 25. Las autoridades competentes revisarán periódicamente los planes de contingencia y programas de seguridad industrial, así como su correcta aplicación. | Se realizan auditorías a las instalaciones periódicamente con el fin de detectar fallas en el funcionamiento de las instalaciones, asimismo, se tiene contacto con las instancias gubernamentales con el fin de alertar a la población en caso de un siniestro. |
| | | 26. Se prohíbe el depósito de desechos sólidos y las descargas de drenaje sanitario y/o industrial sin tratamiento al mar o cuerpos de agua permanentes y temporales. | La Terminal cuenta con un sistema primario de tratamiento de agua, y no se descarga aguas a ningún cuerpo receptor |

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|---|--|
| | | 27. Se deberán restaurar las áreas afectadas por los depósitos de sustancias de desecho producto de los procesos industriales, de acuerdo con un plan aprobado por las autoridades competentes. 28. Se buscará la diversificación de las actividades industriales de forma tal que se aprovechen las materias primas, sustancias de desecho y los insumos regionales. 29. Se deberá fomentar el reciclaje de los productos de desecho industriales. 30. No se permitirá la edificación ni la ampliación de obras asociadas a la industria, sin previa autorización de impacto y riesgo ambiental 31. El crecimiento industrial deberá concentrarse en los parques industriales diseñados para este fin, los que deberán contar con todos los requerimientos de servicios, de manejo, reciclaje y disposición final de residuos sólidos y líquidos | Aunque hasta la fecha no se ha presentado ningún incidente en caso de cualquier eventualidad será subsanada y reportada de inmediato a la autoridad competente No existen productos o subproducto, en la Terminal no se realiza ningún proceso, es solo recepción, almacenamiento y distribución de gas L.P: Se cuenta con un programa de manejo integral de residuos El objeto del presente estudio es presentar una MIA para la ampliación de la capacidad de almacenamiento en la Terminal, Se coadyuvará en caso de que lo solicite la autoridad |
| Minería Mi | | 1,2,3,4,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con el proyecto, ya que este consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Acuacultura Ac | 7 | 3,5,6,7 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con el proyecto, ya que este consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Manejo de Ecosistemas Mae | 7 | 5,28,32,33,36,37,40,43,44,45 | Los criterios considerados en este componente no tienen ninguna relación con el proyecto, ya que este consiste en la recepción y distribución de gas LP |
| Construcción C | 7 | 16. Los campamentos de construcción deberán ubicarse dentro de las áreas de desplante de la obra; nunca sobre humedales, zona federal marítimo-terrestre o hábitats relevantes de la flora y fauna de la región (NOM-059-SEMARNAT-2010, NOM-022-SEMARNAT-2003 y 60 TER LGVS, 2011) 17. Los campamentos de construcción deberán contar con letrinas secas o portátiles, el tratamiento y disposición de los residuos correrá a cargo del constructor, evitándose disponer de | En todo momento, y en caso de requerirse la instalación de campamentos para el contratista, esos se ubicarán dentro de las instalaciones de la Terminal Marítima, cumpliendo con lo señalado en este Criterio. En caso de requerirse la instalación de campamentos, se le exigirá al contratista, el uso de sanitarios portátiles, los |

| Criterio de regulación ecológica | UGA | Contenido | Observaciones |
|----------------------------------|-----|--|---|
| | | <p>ellos en áreas naturales al aire libre o verterlos en cuerpos de agua</p> <p>18. Los campamentos de construcción deberán contar con un programa de recolección y disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.</p> | <p>cuales deberán contar con el mantenimiento requerido por parte del proveedor del servicio.</p> <p>Actualmente, las instalaciones de la Terminal Marítima cuentan con un programa de manejo de residuos; asimismo, se le solicitará al posible contratista, contar con un programa de manejo de sus residuos, para cumplir cabalmente con este criterio</p> |
| Manejo Integral de Cuenca Mic | 7 | <p>1. Para la realización de cualquier tipo de obra o actividad en la cuenca que considere afectaciones, se deberá solicitar ante la Secretaría de Medio Ambiente, un "Dictamen técnico de evaluación" (fundamento artículo 232 y 233 de la LEPA).</p> <p>2. En la realización de cualquier tipo de obra o actividad, se deberá aportar al Fondo Ambiental Veracruzano, la cantidad que resulte del "Dictamen técnico de evaluación" que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente, con la finalidad de que el órgano colegiado del fondo determine la mejor aplicación de estos recursos para la restauración, conservación y preservación de los ecosistemas afectados, debiéndose destinarlos de manera directa a la cuenca del presente ordenamiento</p> | <p>Se solicitará a la Secretaría de Medio Ambiente El dictamen Técnico Correspondiente</p> <p>Se solicitará a la Secretaría de Medio Ambiente El dictamen Técnico Correspondiente</p> |

De acuerdo con los criterios establecidos en este programa para la zona, un proyecto de la naturaleza del presente es viable. Asimismo, del análisis a los criterios de regulación ecológica aplicables al área de aprovechamiento donde se asienta el proyecto, se pudo determinar que no existe ninguna prohibición para este tipo de proyectos y que la mayoría de los criterios no son aplicables al mismo, ya que este instrumento se encuentra principalmente enfocado a actividades agropecuarias, forestales, de asentamiento humanos y de ecoturismo.

Como se observa en las tablas anteriores, la infraestructura sólo se contempla para asentamientos humanos, por lo que muchos criterios no son aplicables al proyecto.

Del análisis del Ordenamiento Ecológico se concluye que el proyecto es viable, pues no existe prohibición alguna para su desarrollo. No obstante, de acuerdo con lo manifestado en este mismo instrumento, se cumplirá, de ser el caso, con los ordenamientos ecológicos locales municipales que se encuentren decretados, así como con la implementación de medidas de prevención y de mitigación, para dar cumplimiento a lo establecido por este ordenamiento.

CAPITULO V. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

V.1. Criterios de diseño de la instalación, con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos

En el diseño de la Terminal se consideraron las características del sitio que se describieron en el capítulo 4 del presente Estudio de Riesgo Ambiental.

El diseño inicial para la instalación de la Planta de Almacenamiento para Suministro de Gas LP en Terminal Marítima, primera etapa (construcción en 2008), cumplió con las disposiciones que se establecen en el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo y la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDG-1996, Plantas de Almacenamiento para Gas L P, Diseño y Construcción, publicados en el Diario Oficial de la Federación, el 28 de Junio de 1999 y el 12 de septiembre de 1997, respectivamente, y a las demás Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Para el proyecto de incremento de la capacidad de almacenamiento, que ocupa el presente Estudio de Riesgo Ambiental en Etapa de Operación, se consideraron y cumple con los requisitos de la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SECRE-2013 “Diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo mediante planta de depósito o planta de suministro que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto de gas licuado de petróleo, o que forman parte integral de las terminales terrestres o marítimas de importación de dicho producto”. El diseño para este proyecto fue revisado y dictaminado como satisfactorio por una Unidad de Verificación aprobada por la Comisión Reguladora de Energía.

Con relación al diseño estructural, se consideró:

Se aplicaron procedimientos de análisis elástico empleando métodos de cálculo aceptados.

Las estructuras se diseñaron para resistir las siguientes condiciones de carga: a) cargas muertas, b) cargas vivas y c) cargas accidentales. El cálculo de estas estructuras considera los factores de seguridad requeridos en el Reglamento de Construcciones y en las normas técnicas, tanto para la combinación de cargas como para la resistencia de materiales.

Por otro lado, en las construcciones terminadas, se consideraron, por un lado, los factores de seguridad de la combinación de cargas vivas con cargas muertas sobre la estructura que no serán menores que las especificadas para la acción de cargas estáticas, por otro lado, se consideraron los factores de seguridad de la combinación de cargas accidentales

muertas y vivas sobre la estructura, no menor al requerido para la combinación de cargas estáticas y accidentales.

Para las construcciones en que la relación de carga viva o carga total excede 0.4 y para todas aquellas en las que cierta distribución de carga viva, invierten el signo de los momentos flexionantes o cargas axiales, se consideró el diseño de la estructura para resistir las distribuciones más desfavorables de carga viva, siendo en estos casos admisible, reducir el factor de seguridad al mismo valor que se permite para la combinación de carga elástica y accidental. El diseño bajo esta distribución desfavorable de carga viva, para cálculo de fuerzas cortantes máximas y momentos negativos máximos, en secciones próximas a los apoyos interiores de vigas; es admisible suponer, que la condición más desfavorable de carga se obtiene cuando están cargados simultáneamente dos tramos contiguos.

Respecto a lo anterior: a) para momentos positivos máximos: es admisible suponer que está cargado únicamente el tramo en cuestión, b) para fuerzas cortantes y momentos máximos en columnas, es admisible suponer que está cargado un tramo y descargado el contiguo correspondiente, c) para momentos negativos máximos; en la proximidad de cada viga; es admisible suponer que el tramo en cuestión se encuentra descargado y los contiguos cargados. En tableros de losas y otros elementos estructurales es aplicable un criterio análogo.

Para cálculo de asentamientos; se admitirán las cargas vivas que marca el Reglamento de Construcciones del Estado de Veracruz. Al considerar la posibilidad de flotación es admisible suponer nula la carga viva.

Específicamente para el proyecto de incremento de la capacidad de almacenamiento de la Terminal Marítima Gas TOMZA, se hizo una caracterización de la mecánica de suelos en el área donde se ubican los cinco nuevos recipientes de almacenamiento. El estudio fue revisado y aprobado por una Unidad de Verificación de la Comisión Reguladora de Energía.

Con relación al análisis sísmico para construcción, se consideró:

La clasificación de la construcción de la Terminal Marítima Gas TOMZA según su destino conforme al Reglamento de Construcciones del Estado de Veracruz es clase "B" que se refiere a:

"Estructuras cuya falla ocasionaría pérdidas de magnitud intermedia tales como: Plantas industriales, bodegas ordinarias, gasolineras, comercios, Bancos, restaurantes, casas para habitación privada, hoteles, edificios de apartamentos y oficinas, bardas cuya altura excede de 2.5 m y todas aquellas estructuras cuya falla por movimientos sísmicos pueda poner en peligro otras construcciones de este grupo o del A."

Las estructuras diseñadas por sismo se analizaron suponiendo que de manera independiente actúan los movimientos en cada una de dos direcciones horizontales ortogonales. Se verifica que la estructura sea capaz de resistir, cada una de estas condiciones por separado.

Las fuerzas cortantes que genera el sismo se distribuyen en proporción a la rigidez al cortante de los elementos resistentes. Si los marcos no presentan fuertes asimetrías, su rigidez al cortante se calculó con las fórmulas aproximadas usuales.

Al no obrar tensiones entre la subestructura y el terreno, se satisface el equilibrio de las fuerzas y momentos totales calculados. Se revisó el factor de seguridad de la cimentación.

Los pilotes o pilas, capaces de tomar tensiones, se reconsideran en el análisis. En el diseño de marcos que contienen tableros de mampostería que forman parte integrante de la estructura, se asumió que las fuerzas cortantes que obran en ellos son equilibradas por fuerzas axiales y cortantes en los miembros que constituyen el marco; así mismo, se revisó que las esquinas del marco fueran capaces de resistir los esfuerzos causados por los empujes que sobre ellos ejercen los tableros. En este tipo de marcos se vigiló que el esfuerzo cortante en la mampostería no excediera del valor permisible ya que de excederse éste, será necesario añadir contra vientos y en todos los casos se vigiló la estabilidad del marco y proporcionó los anclajes necesarios en la cimentación.

Los muros divisorios no considerados parte integrante de la estructura, se sujetaron a ésta de manera que no permitieran su deformación en el plano del muro; indicando claramente los de sujeción lateral de estos muros, en los planos constructivos.

Se verificó que las deformaciones de los sistemas estructurales, incluyendo las de las losas, fueran compatibles entre sí. Se revisó que todos los elementos estructurales, incluso las losas fueran capaces de resistir los esfuerzos inducidos.

Con relación al análisis por viento para construcción se consideró:

Según su respuesta a la acción del viento, las construcciones se clasifican en 4 tipos principales de los cuales el 3 clasifica a las construcciones más altas en la instalación que son las esferas con período de vibración entre 0.7 y 2 segundos con presencia periódica de vórtices.

Las estructuras se analizaron suponiendo que el viento actúa en dos direcciones ortogonales, sin considerar la protección que pudieran darles las estructuras vecinas. Se acepta la existencia simultánea del viento, las cargas muertas y las cargas vivas que se indican en la tabla de cargas vivas nominales unitarias de las normas técnicas

complementarias del Reglamento de Construcciones del Estado de Veracruz. No se considerará la acción simultánea de sismo y viento.

Los esfuerzos permisibles bajo la acción del viento se estipulan de acuerdo con los materiales usados conforme se indica en el Reglamento de Construcciones del Estado de Veracruz.

Después de analizar la estabilidad general, se revisaron las condiciones necesarias para garantizar la estabilidad local, considerando el efecto de presiones interiores y los incrementos de presión exterior.

1. Velocidad de diseño básico: se tomó en cuenta, el factor de topografía según se trata de terreno plano y zona industrial. Factor de recurrencia, para el cual se tomó igual a 1.00 en construcciones del grupo B, la velocidad regional en km/h se tomó del mapa de zonificación de vientos, de las normas técnicas complementarias.
2. Variación de la velocidad de diseño con la altura: Para construcciones altas, tomando en cuenta velocidad del viento y topografía del terreno que rodea la construcción.
3. Empujes estáticos de viento en estructuras tipo I, las fuerzas resultantes se calcularon multiplicando la presión de diseño por el área expuesta equivalente. El área expuesta considerada: a) en superficies planas, es el área total de la superficie, b) en techos en forma de diente de sierra, es la totalidad del área del primer diente y la mitad del área para cada uno de los restantes, c) para cálculo de la succión vertical, la proyección horizontal del techo de la construcción, d) en estructuras reticulares del tipo de armaduras, 20 % del área limitada por las aristas exteriores, e) en construcciones tipo torre de sección circular, se tomó la proyección vertical de la sección transversal.
4. Volteo. Se verificó la seguridad de las construcciones contra volteo considerando simultáneamente la acción de cargas vivas que tienden a incrementarlo.
5. Coeficientes de empuje. Se valió el efecto de la presión exterior usando los coeficientes que se señalan en las normas técnicas complementarias del Reglamento de Construcciones del Estado de Veracruz y que se refieren para los siguientes casos.
 - Paredes rectangulares verticales
 - Edificios prismáticos rectangulares
 - Cubiertas de arco circular
 - Cubierta de dos aguas
 - Cubiertas con una sola agua
 - Cubiertas en forma de diente de sierra
 - Estructuras cilíndricas
 - Trabes y armaduras
 - Presiones interiores
6. Efectos de turbulencia. Los efectos estáticos y dinámicos debidos a la turbulencia del viento se tomaron en cuenta.

7. Efecto de vórtices alternantes. Para considerar este efecto en estructuras tipo 3 que generalmente se presenta en cilindros, se analizó la estructura suponiendo la existencia de una fuerza horizontal que varía armónicamente con el tiempo.

52. *Descripción detallada del proceso por líneas de producción, reacción principal y secundaria en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo.*

Para iniciar la descripción del proceso se presenta el diagrama de bloques correspondiente.

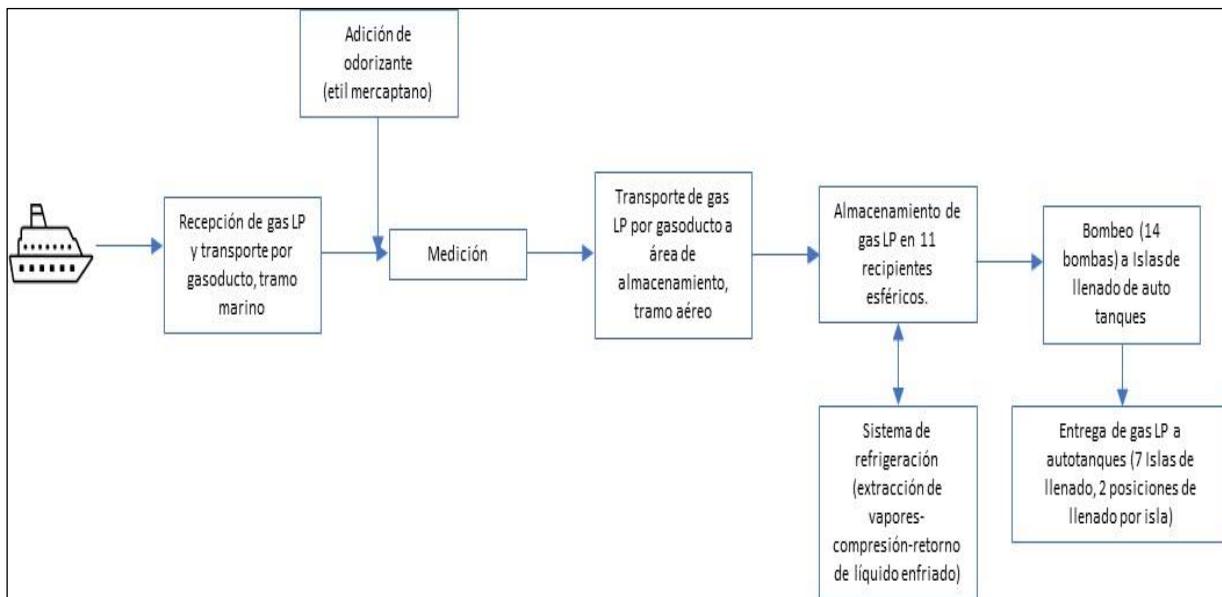


Diagrama de bloques del proceso. Terminal Marítima Gas Tomza

V.2.1 Recepción, odorización, medición y envío de gas LP a almacenamiento.

La Terminal Marítima Gas Tomza es una planta de almacenamiento de gas LP con capacidad de 62,452.5 m³ (62,452,500 litros) de agua al 100%, almacenado en 11 recipientes esféricos de iguales dimensiones. El gas LP es suministrado a la Terminal por medio de buque-tanques, que descargan el gas en el área de monoboyas (8 monoboyas) a aproximadamente 3.5 km mar adentro. Para el trasiego de gas LP hacia la planta se utilizan las bombas booster del buque-tanque, las cuales cuentan con sistemas de control para regular la presión, la temperatura y el flujo hacia el ducto de alimentación a la planta.

El buque tanque se conecta al ducto de suministro mediante un PLEM (Pipe Line End Manifold) asentado sobre el fondo marino (17 metros debajo del nivel del mar). En el PLEM se tiene una válvula check de 10", una válvula de compuerta de acero inoxidable y una reducción de 10" a 8" para ajustarse al tamaño de las mangueras flexibles de descarga del buque tanque (6 mangueras de descarga). Las mangueras tienen una válvula bridada de

cierre rápido de 8" (V01-01), que es la que se conecta al cabezal de descarga de las bombas del buque tanque. Esta válvula de 8" normalmente tiene conectada una brida ciega cuando está en el fondo del mar, si no está conectada al Manifold del buque-tanque, la cual es retirada cada vez que se conecta a la descarga de bombas del buque tanque.

El ducto de suministro es de acero al carbono especificación ASTM A-106 gado B cédula XS (peso por unidad de longitud 81.50 kg/m y diámetro exterior 273 mm -10.750 in- y espesor de 12.7 mm -0-500 in-)¹⁰, con protección anticorrosiva exterior con el sistema FBE (Fusion Bonded Epoxy), de polietileno de alta densidad, aplicado en fabrica por extrusión lateral. El gasoducto tiene un diámetro de 254 mm (10") y una longitud aproximada de 3,514.94 metros en el tramo sumergido, asentado sobre el lecho marino, hasta llegar a la playa, donde sigue el trayecto enterrado aproximadamente 80 metros, y emerge a la superficie antes del patín de medición; a partir de este punto, su trayecto es aéreo, sobre mochetas hasta llegar al área de recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP.

El gas LP es bombeado desde el buque-tanque a una presión máxima de 14.5 bar (14.79 kg/cm²) y llega al tren de medición de la planta a una presión no mayor de 8 bar (8.16 kg/cm²) y una temperatura entre -15 °C y 5 °C.

Las condiciones operativas normales de la transferencia de gas LP de buque-tanque hacia la terminal en estado estable (después del enfriamiento gradual del ducto en el arranque) son de un flujo de descarga máximo es de 400,000 kg/h, siendo el flujo de descarga normal de 280,000 kg/h; y una presión máxima en el Manifold del barco de 14.5 bar (14.79 kg/cm²) y temperatura mínima de -22 °C (-20 °C a -15 °C en PLEM).

En el otro extremo del ducto y a la entrada de las instalaciones de la Terminal se tiene una válvula manual (V01-02) con una junta de aislamiento eléctrico, en esta misma zona se encuentran instalados un detector de mezclas explosivas y un detector de fuego, más adelante sobre esta misma tubería se tiene una estación de medición que cuenta con dos válvulas automáticas neumáticas de bloqueo (SDV-01 y SDV-02), un indicador de temperatura (TI-001), dos indicadores de presión (PI-005, PI-006), dos transmisores de presión (PT-100, PT-101), un medidor de flujo másico (FE-100), cinco detectores de mezclas explosivas y dos detectores de fuego.

Las dos válvulas automáticas de bloqueo que interrumpen el flujo de gas LP hacia la planta (SDV-01 y SDV-02) son operadas por el sistema de paro de emergencia de la planta, por los botones ubicados en la estación de medición, por el operador en cuarto de control y por el comando directo del operador desde la pantalla del Sistema de Control Distribuido (SCD). Las señales de los dos transmisores de presión, del transmisor de temperatura, del

¹⁰ De Acta Circunstanciada CIM-TMGTTomza-DV-UVCRE/001/14, Verificación de la conformidad con la NOM-015-SECRE-2013

transmisor de flujo, de los detectores de mezclas explosivas y de los detectores de fuego, son monitoreadas por el operador desde el SCD.

Antes de que el gas LP llegue a las válvulas automáticas de bloqueo de la estación de medición, éste se acondiciona con Etil Mercaptano (Etanotiol, nombre IUPAC), como odorante (24 ppm, de acuerdo con NFPA 58), durante el proceso de recepción de gas LP desde el barco. Para presurizar el recipiente portátil de Etil Mercaptano y poderlo inyectar al ducto se emplea nitrógeno proveniente de un cilindro a 13.79 bar (14.06 kg/cm²) regulado automáticamente entre 8 a 9 bar. El etil mercaptano se inyecta mediante una línea de ¾" desde un recipiente portátil de 475 kg de capacidad.

El gas LP es enviado a los tanques tipo esferas por medio del ducto terrestre de 10" de longitud de 1,800 m donde perderá presión a lo largo del ducto y aumentara su temperatura de tal manera que a la llegada de los recipientes esféricos de almacenamiento se tiene una presión normal entre 4 a 7 kg/cm² y una temperatura de -5 a 10 °C.

VI.2.2 Almacenamiento de gas LP.

En 2018 la Terminal Marítima Gas Tomza concluyó las modificaciones técnicas para ampliar la capacidad de almacenamiento en 28,387,500 litros de agua, mediante la instalación y puesta en Operación de otros cinco recipientes esféricos de 5,677,500 litros de agua al 100% cada uno, para contar con una capacidad total instalada de almacenamiento de 62,452,500 litros de agua.

Por su distribución física y distinta fecha de inicio de operaciones, se denominan área de almacenamiento zona "A" en donde se encuentran los seis primeros recipientes esféricos (esfera 1, 2, 3, 4, 5 y 6) y área de almacenamiento zona "B" en donde se encuentran los recipientes esféricos que iniciaron operaciones en 2018 (esferas 7, 8, 9, 10 y 11).

Los once recipientes esféricos (TV-01, TV-02, TV-03, TV-04, TV-05, TV-06, TV-07, TV-08, TV-09, TV10 y TV-11) se interconectan al cabezal principal de alimentación de gas LP proveniente de la estación de medición, cada línea de alimentación de gas LP a las once esferas cuentan con una válvula de bloqueo manual (V01-A03, cada esfera), una válvula de seguridad hidrostática, una válvula automática neumática de bloqueo (SDV 101A/102A/103^a/105^a/106^a/107^a/108^a/109^a/110^a y 111^a) y una válvula de bloqueo manual (VA03-A03, cada esfera). Después de alimentar de gas LP a las esferas, este cabezal continúa hacia el sistema de bombeo de la planta, permitiendo cargar los semirremolques directamente desde el buque-tanque, esto siempre y cuando se realice varias maniobras en las válvulas del cabezal y las de descarga de las bombas de trasiego.

Los once recipientes esféricos en sus líneas de descarga de gas LP y en sus líneas de vapor de gas LP a refrigeración, cuentan con una válvula de bloqueo manual (V04-A03 en línea de descarga de vapor, V07-A03 en línea de descarga de líquido, cada esfera), una válvula automática neumática de bloqueo (Para líneas de descarga de vapor: SDV 101C/102C/103C/103C/105C/106C/107C/108C/109C/110C y 111C), para líneas de descarga de líquido: SDV 101B/102B/103B/103B/105B/106B/107B/108B/109B/110B y 111B) y una válvula de bloqueo manual (V09-A03, cada esfera); las válvulas automáticas neumáticas de bloqueo de los recipientes esféricos de la zona "B", cuentan con indicación local y remoto de posición abierto/cerrado (IL 1007A/B/C, 1008A/B/C, 1009A/B/C, 1010A/B/C y 1011A/B/C) no así las válvulas automáticas neumáticas de bloqueo de los recipientes esféricos de la zona "A".

La terminal cuenta con un Sistema de Control Distribuido (SCD) que permite monitorear todas las áreas y/o del sistema de almacenamiento desde el cuarto de control, y el operador puede supervisar el flujo o la cantidad de gas LP que entra a cada uno de los recipientes esféricos, verificando que los parámetros de operación se encuentren en los rangos normales a través de la instrumentación con que cuenta cada recipiente esférico.

- Presión máxima de operación: 7.0 kg/cm² manométrico (8.0 kg/cm² absoluto)
- Temperatura de operación: 0 a 15 °C normal, máximo 21 °C
- Temperatura mínima: -10°F (-23°C) temperatura mínima de diseño de la esfera.
- Nivel de líquido máximo: 18.5 metros

Las alarmas que se tienen en los tanques esféricos de almacenamiento son las siguientes:

- Alarmas de alta presión (PAH) 8 Bar
- Alarma de baja presión (PAL) 3.0 Bar
- Alarmas por alto y muy alto nivel (LAH) 18.3 m,(LAHH) 18.5 m para esferas 1 a 6, (LAH) 18.1 m y (LAHH)18.5 para esferas 7 a 11.
- Alarmas por bajo y muy bajo nivel (LAL) 1 m, (LALL) 0.5 m.

Cada recipiente esférico de almacenamiento de gas LP ubicado en la Zona "A" cuenta con un transmisor de temperatura (TT 101B/102B/103B/104B/105B/106B), un indicador de presión (PI 101/102/103/104/105/106), un transmisor e indicador multi variable, tipo radar, que mide la temperatura, la presión y el nivel y dos válvulas de seguridad calibradas (PSV 101 a 107 A/B) a 118 lb/in² manométrico y 125 lb/in² manométrico (segunda PSV).

Los recipientes esféricos de almacenamiento de la zona "B" cuentan cada uno con los siguientes instrumentos: un transmisor de temperatura (TT 107B/108B/109B/110B/111B), un transmisor de presión (PT 107/108/109/110/111), un transmisor de nivel tipo radar, un interruptor de nivel (LIC108/109/110/111), indicador de presión, dos válvulas de seguridad, un detector de fuego y dos detectores de mezclas explosivas.

Para mitigar el aumento de temperatura en los tanques esféricos de almacenamiento de gas L.P. por encima de la temperatura normal de operación (de 0 °C a 15 °C, 21 °C máx), y para prevenir un aumento de presión que rebase los límites normales de operación (4 a 7 kg/cm²), se cuenta con un sistema de refrigeración, que funciona extrayendo los vapores de la parte superior de las esferas por una línea de 6" y dirigiéndolos a un sistema de compresión (dos compresores) y retornando el gas en estado líquido a una temperatura entre 0 °C y 5 °C.

Los compresores del sistema de refrigeración son Modelo SMC 108S, con flujo máximo de 5,000 kg/h, capacidad de remoción de calor de 150,000 Kcal/hr y un rango de presión de operación de 3.0 a 15 barg, normalmente regresan el gas a esferas a una presión de 8 kg/cm², para que sea superior a la de almacenamiento.

Como parte de las modificaciones a la instalación derivadas del incremento de la capacidad de almacenamiento, se configuró el sistema de refrigeración para arranque automático en caso de aumento de presión en los recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP.

El mismo sistema de refrigeración da servicio a todos los recipientes esféricos de almacenamiento de gas L.P., es decir, a los 6 con que se inició operaciones en 2009 más los 5 que iniciaron operaciones en 2018. Se hicieron los arreglos de tuberías e interconexiones necesarios, y se calculó la capacidad de remoción de calor, para verificar la capacidad suficiente de enfriamiento en condiciones adversas, determinándose que el sistema de refrigeración podía efectuar su función de manera adecuada con el incremento de la capacidad de almacenamiento.

Una vez enfriados y condensados los vapores de gas L.P., el sistema de refrigeración regresa el gas L.P. en estado líquido a las esferas, con lo que se disminuye la temperatura y la presión en el sistema de almacenamiento, además de que se extraen gases incondensables.

El sistema de refrigeración cuenta con un sistema automático de extracción de gases no condensables, como protección a los compresores del mismo equipo, por lo que cada vez que se arranca, se extraen de manera indirecta los gases incondensables de los tanques esféricos de almacenamiento de gas L.P.

Finalizada la transferencia, deben permanecer abiertas las válvulas neumáticas a la llegada en el ducto terrestre de suministro y de alimentación (spray fill en esferas), esto es porque el gas empacado en la tubería tarda entre 2 a 4 días en trasladarse a las esferas, por lo tanto hasta después de ese tiempo se puede tener un cálculo más exacto del volumen recibido, ya que al inicio la tubería está vacía y recién termina la descarga está llena, pero

inmediatamente comienza a trasladarse el gas de la tubería a esferas por incremento en la temperatura de la línea submarina.

VI.2.3 Transferencia de gas L.P. de tanques de almacenamiento a autotanques.

Se tienen 14 bombas (BOM-01, BOM-02, BOM-03, BOM-04, BOM-05, BOM-06, BOM-07, BOM-08, BOM-09, BOM-10, BOM-11, BOM-12, BOM-13 y BOM-14) con una capacidad nominal de 56.78 m³/h (250 GPM) y presión de descarga máxima de 24.22 bar (24.7 kg/cm²) para trasegar el gas LP de los once recipientes de almacenamiento hacia cada una de las 14 llenaderas de semirremolques. Cada bomba cuenta con un indicador local de presión en la succión y en la descarga, un indicador o mirilla local de flujo (LG 001/002/003/004/005/006/007/008/009/010/011/012/013/014), dos filtros de gas LP y una válvula de control de presión (VAA 001/002/003/004/005/006/007/008/009/010/011/012/013/014) que desfoga hacia el cabezal de succión de las bombas.

Las bombas de transferencia operan normalmente en un rango de flujo de 350 a 450 kg/min, una temperatura de 5 a 15 °C (temperatura en recipientes esféricos de almacenamiento), presión a la succión de 4 a 7 kg/cm² (presión en recipientes esféricos de almacenamiento) y una presión a la descarga de 7 a 15 kg/cm².

Cada una de las 14 bombas de trasiego alimenta directamente a una de las 14 llenaderas que están distribuidas en 7 islas en la terminal (dos posiciones de llenado por isla). Cada llenadera cuenta con una válvula automática de bloqueo (SDV-01 a SDV-014), un indicador de presión (PI-027), una válvula solenoide de relevo, un transmisor de flujo (FT-001 a FT-0014), una válvula de bloqueo automática y dos válvulas de seguridad. Además de lo anterior cada llenadora cuenta con un indicador multivariable de presión, flujo y densidad, y una estación de control que permite arrancar la bomba y abrir la válvula de bloqueo automática de llenado al semirremolque.

En cada una de las 14 llenaderas se tienen dos mangueras para transferencia de gas LP a auto tanques, una para gas LP líquido y otra para retorno de Gas LP vapor. Las mangueras son marca Parker 7232 CSA tipo I, de 1 ¼ " para vapor y de 2" para gas. La presión normal de operación de las mangueras es de 150 lb/in², y la presión máxima permisible de trabajo (diseño), de acuerdo con especificaciones del fabricante, es de 350 lb/in².

Cada llenadera cuenta con dos válvulas automáticas de bloqueo, la primera la manipula el operador desde el cuarto de control al inicio de la jornada, permaneciendo abierta durante todo el día y cerrándola al final del día o por algún problema en la planta, la segunda válvula, la manipula el sistema de control local, al iniciar o terminar cada descarga.

Las principales actividades que se realizan para entrega de gas LP a autotanques son las

siguientes: apagado del motor del semirremolque, colocación de calzas a las llantas, conectado de la tierra al chasis del semirremolque, verificación de los parámetros del semirremolque incluyendo verificación de fugas, conexión de mangueras, arranque de la bomba a través del controlador local, cargando en el controlador local la cantidad de gas LP a transferir, comenzar a verificar los niveles, presiones y temperaturas en el semirremolque, al llegar al fin del programa, se procede a para la bomba y cerrar la válvula de carga.

Tabla V.1. Especificaciones de bombas de llenado de autotanques.

| Nombre (todas marca Blackmer) | Modelo | Serie | Ent / Sal | Capacidad | Rango Operación | Presión Máxima |
|----------------------------------|--------|--------|-----------|-----------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Bomba de llenado # 1 | LGLD4B | 797716 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm (350 a 450 kg/min) | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 2 | LGLD4B | 797714 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 3 | LGLD4B | 797713 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 4 | LGLD4B | 797712 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 5 | LGLD4B | 797710 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 6 | LGLD4B | 797718 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 7 | LGLD4B | 7977?? | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 8 | LGLD4B | 797715 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 9 | LGLD4B | 797717 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 10 | LGLD4B | 797719 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 11 | LGLD4B | 797722 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 12 | LGLD4B | 797721 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 13 | LGLD4B | 797720 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |
| Bomba de llenado # 14 | LGLD4B | 797723 | 4" X 4" | 270 gpm | 180 a 240 gpm | 350 lb/in ² (24.13 bar) |

Antes de iniciar la transferencia de gas L.P. desde tanques de almacenamiento hacia autotanques, se verifica el nivel de los tanques en el cuarto de control y registrarse en el formato respectivo de cálculo de inventario. Posteriormente, el personal del andén de llenado abre las válvulas manuales de los tanques esféricos que vayan a suministrar el gas, de acuerdo con el programa. Se abren las válvulas de producto líquido y de retorno de vapores de la(s) esfera (s).

V.3. Reacción principal y secundaria.

No se tienen reacciones químicas en el proceso de recibo, almacenamiento y despacho de gas L.P.

V.4. Listado de materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los Listados de Actividades Altamente Riesgosas; especificando nombre de la sustancia, cantidad máxima de almacenamiento.

Las sustancias manejadas en las operaciones de descarga, almacenamiento y despacho de Gas LP se listan en la siguiente tabla.

Tabla V.2. Cantidad de reporte de las sustancias manejadas en la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Sustancia | EF | Código NFPA | | | SEMARNAT (Kg) | | Cantidad manejada (Kg) |
|-----------------|----|-------------|---|---|---------------|--------|------------------------|
| | | S | I | R | T | I | |
| Gas LP | L | 1 | 4 | 0 | - | 50,000 | 26,665,697 |
| Etil mercaptano | g | 2 | 4 | 0 | - | - | 475 |

EF Estado físico

En la tabla anterior se observa que la cantidad de reporte de los listados de sustancias peligrosas de la SEMARNAT es rebasada por el Gas LP que se almacena en la instalación, no así de mercaptano.

Todos los recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP son similares en dimensiones, están construidos en acero al carbón aleado SA-516-70 por CONREX STEEL LTD, conforme al código de diseño ASME Sección VIII, división1, BS 550 con un diámetro exterior de 22.33 m y una presión de diseño de 7.88 Kg/cm² y una capacidad de almacenamiento de 5, 677.500 l de agua.

V.5. Presentar las hojas de datos de seguridad (MSD) de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETIB

En el Anexo 3 se presentan las Hojas de Datos de Seguridad del gas LP y del etil mercaptano.

V.6. Equipos de proceso y auxiliares

V.6.1. Tipo de recipientes y/o envases de almacenamiento, especificando características, código o estándares de construcción, dimensiones, cantidad o volumen máximo de almacenamiento por recipiente, indicando la sustancia contenida, así como los dispositivos de seguridad instalados en los mismos.

Tabla V.3. Recipientes esféricos de almacenamiento de gas L.P. en la Terminal Marítima Gas TOMZA.

| Nº | Diámetro | Capacidad (litros) | Norma de diseño | Presión de operación kg/cm ² | Marca | Dispositivos de seguridad |
|---|----------|--------------------|------------------------------|---|-----------|---|
| 1 | 22.231 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | <ul style="list-style-type: none"> • 2 válvulas de seguridad (PSVs) por tanque. • Alarms por alta y muy alta presión. • Alarms por alta y muy alta temperatura. • Alarms por alto y bajo nivel. • Válvulas neumáticas para paro de emergencia. • Aspersores en domo ("sombro chino") • Hidrantes en periferia de dique. • Dique de contención. • Detectores gas/fuego. |
| 2 | 22.244 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 3 | 22.236 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 4 | 22.216 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 5 | 22.251 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 6 | 22.232 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| Recipientes añadidos en 2018 para incremento de capacidad de almacenamiento | | | | | | |
| 7 | 22.231 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | <ul style="list-style-type: none"> • Mismos dispositivos de seguridad que esferas 1 a 6, más anillos de enfriamiento. |
| 8 | 22.244 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 9 | 22.236 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 10 | 22.216 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |
| 11 | 22.251 | 5,677,500 | ASME SECC. VII DIV. 1 BS-550 | 4.0 - 7.0 | Rosemount | |

Dispositivos de seguridad en recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP.

Los recipientes de almacenamiento cuentan con la siguiente instrumentación cada uno: medidor para nivel de líquido, un termómetro con escala de -20 °C a 50 °C. Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm². Válvulas de máximo llenado localizadas al 85% y al 90% del nivel del recipiente. Cada uno de los 11 recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP tiene dos válvulas de seguridad calibradas a 118 lb/in² manométrico y 125 lb/in² manométrico (segunda PSV). Sistema de radar automático para control de presión y temperatura.

V.6.2 Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización; asimismo, anexar plano a escala del arreglo general de la instalación.

Tabla V.4. Equipo principal en la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Equipo | Clave | Vida útil (años) | Tiempo de operación (años) | Localización (arreglo general en planta) |
|-----------------------------------|------------|------------------|----------------------------|--|
| Bomba de llenado 1 | Bomb 01 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 2 | Bomb 02 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 3 | Bomb 03 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 4 | Bomb 04 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 5 | Bomb 05 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 6 | Bomb 06 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 7 | Bomb 07 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 8 | Bomb 08 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 9 | Bomb 09 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 10 | Bomb 10 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 11 | Bomb 11 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 12 | Bomb 12 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 13 | Bomb 13 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Bomba de llenado 14 | Bomb 14 | 20 | 11 | Carga de autotanques con Gas LP |
| Compresor de aire 1 | COA 1 | 20 | 11 | Alimenta sistema neumático de la instalación |
| Compresor de aire 2 | COA 4 | 20 | 4 | Alimenta sistema neumático de la instalación |
| Compresor de refrigeración | COR | 20 | 11 | Sistema de refrigeración de esferas |
| Compresor de refrigeración | COR | 20 | 11 | Sistema de refrigeración de esferas |
| Esfera 1 | ESF | 40 | 11 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 2 | ESF | 40 | 11 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 3 | ESF | 40 | 11 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 4 | ESF | 40 | 11 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 5 | ESF | 40 | 11 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 6 | ESF | 40 | 11 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 7 | ESF | 40 | 2 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 8 | ESF | 40 | 2 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 9 | ESF | 40 | 2 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 10 | ESF | 40 | 2 | Almacenamiento de Gas LP |
| Esfera 11 | ESF | 40 | 2 | Almacenamiento de Gas LP |
| Tanque de mercaptano | TAM | 10 | 1 | Se reemplazan 3 veces por año. |
| Manguera submarina 1 | MAGO 1 | 10 | 1 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 2 | MAGO 2 | 10 | 1 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 3 | MAGO 3 | 10 | 1 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 4 | MAGO 4 | 10 | 1 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 5 | MAGO 5 | 10 | 1 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 6 | MAGO6 | 10 | 1 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 7 | MAGO 7 | 10 | 3 | Recepción terminal marítima |
| Manguera submarina 8 | MAGO 8 | 10 | 3 | Recepción terminal marítima |
| Manguera líquido llenadera 1 a 14 | MAGO9 a 23 | 5 | 2 | Abastecimiento de gas a autotanques |
| Manguera vapor llenadera 1 a 14 | MAG24 a 38 | 5 | 2 | Abastecimiento de gas a autotanques |

En el Anexo 4 se incluye el plano de distribución de equipo.

V.6.3 Anexar planos de detalle del diseño mecánico de los principales equipos de proceso y sistemas de conducción, señalando las normas aplicadas.

En el Anexo 4 se incluyen los planos mecánicos de los recipientes de almacenamiento de gas LP.

V.6.4 Bases de diseño de los sistemas de desfogue existentes en la instalación.

El diseño para el almacenamiento, recepción y suministro de Gas LP no considera sistema de desfogue, considerando este sistema como una conducción de fluidos desalojados de recipientes en caso de sobre presión, que pase por un tanque de desfogue y llegue a un quemador o desalojo en sitio seguro.

Como protección en caso de sobrepresión, cada uno de los 11 recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP cuenta con dos válvulas de seguridad (PSV-101 A/B, PSV-102 A/B, PSV-103 A/B, PSV-104 A/B, PSV-105 A/B, PSV-106 A/B, PSV-107 A/B, PSV-108 A/B, PSV-109 A/B, PSV-110 A/B y PSV-111 A/B), y están calibradas a 118 lb/in² (PSV-XXX A) y 125 lb/in² (PSV-XXX B), colocadas en el domo y que relevan a la atmósfera. Son válvulas piloteadas de 8" x 10" x 10", con conexiones bridadas, tipo 300#R.F., orificio "T", materiales WCB/INOX y resorte de acero al carbón. Para su diseño se consideró el Código ASME Sección VIII, donde se establecen los requisitos aplicables al diseño, fabricación, inspección, pruebas y certificación de recipientes a presión.

V.7 Condiciones de operación.

Tabla V.5. Condiciones de operación de recepción de Gas LP

| Condición operativa | Rango de operación |
|--|---|
| Flujo de descarga máximo | 400,000 kg/h |
| Flujo de descarga normal | 280,000 kg/h |
| Presión máxima en el manifold del barco | 14.5.0 bar |
| Temperatura mínima en el manifold del barco | -22 °C |
| Temperatura en conexión a gasoducto (PLEM) | -20 a -15 °C |
| Temperatura en tren de medición | -15 a 5 °C |
| Inyección de etil mercaptano | 116 lb/in ² - 145 lb/in ² (8 – 10 bar) |
| Cilindro de nitrógeno lleno para presurización de tanque de etil mercaptano. | 2700 lb/in ² |
| Lectura de manómetro en inyección de nitrógeno y mercaptano | 145 lb/in ² (10 bar) |
| Presión de entrada a tanques esféricos | 4 kg/cm ² - 7 kg/cm ² |
| Temperatura de gasoducto en entrada a tanques esféricos | -5 °C a 5 °C |

Las condiciones operativas normales de los once tanques esféricos de almacenamiento de gas LP son las siguientes:

Tabla V.6. Condiciones de operación de almacenamiento de Gas LP

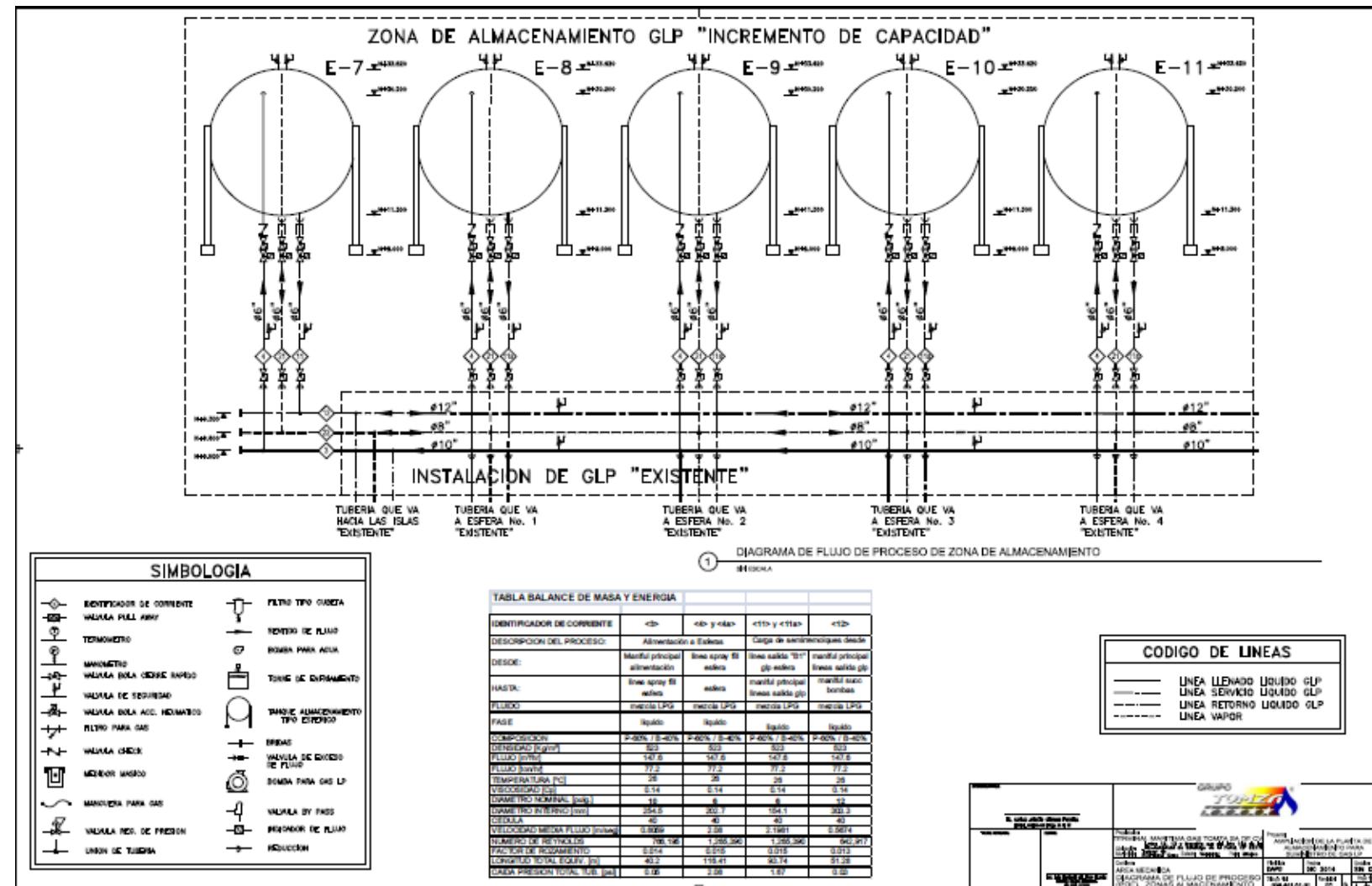
| Condición operativa | Rango de operación |
|---------------------------|---|
| Presión | 4 kg/cm ² - 7 kg/cm ² |
| Temperatura | 0 a 20 °C |
| Temperatura mínima/máxima | Normal: 0 a 15 °C -23 °C (-10 °F) (temperatura mínima de diseño de la esfera)/ 21 °C máximo |
| Nivel de líquido máximo | 18.5 m |
| Nivel de líquido mínimo | 0.5 m |

Las condiciones operativas normales de transferencia de Gas LP de los tanques esféricos a los autos tanque son las siguientes:

Tabla V.7 Condiciones de operación de bombas de transferencia de gas LP a llenaderas

| Condición operativa | Rango de operación |
|-----------------------|---------------------------|
| Flujo | 350 a 450 kg/min |
| Temperatura | 5 a 15 °C |
| Presión a la succión | 4 a 7 kg/cm ² |
| Presión a la descarga | 7 a 15 kg/cm ² |

V.7.1. Balance de materia y energía.



V.7.2. Temperaturas y presiones de diseño y operación

Tabla V.8 Temperaturas y presiones de diseño y operación en descarga, almacenamiento y entrega de Gas LP

| Variable | Diseño | Operación |
|---|--|--|
| Presión en tanques esféricos (Almacenamiento) | 7.88 kg/cm ² | 4 a 7 kg/cm ² manométrico |
| Temperatura en tanques esféricos (almacenamiento) | -23 °C _{mín} , 50 °C _{máx} | 0 °C a 15 °C normal, 21 °C máx |
| Presión en mangueras para llenado de autotanques. (Entrega) | 24.6 kg/cm ² (350 lb/in ²) | 10.5 kg/cm ² (150 lb/in ²) |
| Temperatura mangueras de llenado de autotanques (Entrega) | -40 a 82 °C | 5 a 15 °C |
| Temperatura en gasoducto | -29 °C | - 20°C (a la descarga de buque tanque), de -15 a 5 °C en patín de medición, de 0 a 5 °C en entrada a esferas |
| Presión en gasoducto | 18 bar | 8.16 a 14.79 kg/cm ² en tramo marino |

V.7.3. Estado físico de las principales corrientes del proceso

Tabla V.9 Estado físico de las sustancias manejadas en la Terminal Marítima Gas TOMZA

| Instalación | Estado físico del Gas LP |
|--|--------------------------|
| Descarga de buque tanque a tanques esféricos | Líquido |
| Almacenamiento | Líquido |
| Suministro a auto tanques (despacho) | Líquido |

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

El régimen operativo de la instalación es por lotes: La recepción ocurre cuando arriba un buque tanque y la entrega se hace de acuerdo con el programa de llenado de auto tanques.

V.9 Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente; Incluir las bases de diseño de los sistemas de instrumentación, anexando las especificaciones de los principales elementos de medición y control.

En el Anexo 4 se incluyen los Diagramas de Tubería e Instrumentación que describen el proceso de la Terminal Marítima Gas Tomza.

VI.10 Sistemas de control y seguridad (instrumentación y dispositivos)

Los recipientes de almacenamiento tienen los siguientes accesorios cada uno:

- medidor para nivel de líquido,
- un termómetro con escala de -20 °C a 50°C.
- Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm².
- Válvulas de máximo llenado localizadas al 85% y al 90% del nivel del recipiente.
- Un transmisor de presión absoluta y otro de presión manométrica.
- Sistema de radar automático para medición de nivel.
- Cada recipiente esférico de almacenamiento de gas LP cuenta con dos válvulas de exceso de flujo para gas líquido de 152 mm de diámetro, una válvula de exceso de flujo para gas-vapor de 152 mm de diámetro y una salida de 51mm de diámetro para purga y una conexión soldada al recipiente para puesta a "tierra".

Los recipientes esféricos 7 a 11 (nuevos, inicio de operaciones en 2018) cuentan con placas de refuerzo para asentar las tuberías de riego por aspersión, además para control en entrada y salida de gas L.P.

CONTROLES MANUALES

En diferentes puntos de la instalación se tienen colocadas válvulas de acción manual bridadas, del mismo diámetro de las tuberías que las contienen, para presiones de trabajo de 28 kg/cm², WOG, las que permanecen "cerradas" o "abiertas", según el sentido del flujo requerido.

CONTROLES AUTOMÁTICOS

A la descarga de cada bomba se tiene instalado un control automático para retorno de gas-líquido a los recipientes de almacenamiento, estas válvulas actúan por presión diferencial y están calibradas para una presión de apertura de 3 kg/cm².

MANÓMETRO

Se cuenta con manómetros en la entrada y salida de la compresora de aire para instrumentos, del sistema de refrigeración, y en diferentes puntos de la instalación, con válvulas de control antes de los mismos con escala de 0-21 kg/cm² con carátula de 2.52 como mínimo.

V.10 Diseño de servicios.

V.10.1. Anexar planos generales del diseño de los sistemas de servicio.

La electricidad es suministrada por CFE, también se tiene aire de servicios y sistema de refrigeración. La operación de la planta no requiere desfogues, vapor o agua de proceso.

En el *Anexo 4* se incluyen diagramas de tubería e instrumentación, mecánicos, de flujo de proceso, tanto de la planta existente como de los relativos al proyecto de incremento de la capacidad de almacenamiento.

V.10.2. Describir los servicios externos e internos necesarios y su importancia en la operación de sectores críticos.

La operación de la Terminal Marítima Gas TOMZA requiere del suministro de energía eléctrica proporcionada por la CFE para la operación total de las instalaciones.

El sistema de distribución de energía eléctrica al interior de las instalaciones cumple con la NOM-001-SEDE-2012 que establece los requisitos mínimos de seguridad para las instalaciones eléctricas.

En específico, las consideraciones técnicas de la NOM-001-SEDE-2012 fueron:

Los criterios con que se ha diseñado han sido tomados de la experiencia profesional aplicando la norma vigente.

- a) Todos los cálculos están elaborados para dar cumplimiento y cumplir los requerimientos mínimos indicados en la norma oficial mexicana NOM-001-SEDE-2012, instalaciones eléctricas (utilización).
- b) La capacidad y calibre de los conductores se determinó tomando en cuenta los factores de temperatura y de agrupamiento, se considera un factor de potencia del 90% atrasado tal como lo exige C.F.E.
- c) Se considera una temperatura ambiente máxima de 40°C., que da un factor de corrección de 0.82 para conductor con aislamiento a 75°C. y de 0.88 para conductor con aislamiento a 90°C. tabla 310-16, el factor de agrupamiento de acuerdo con la página No. 120 segunda sección.
- d) Se consideraron conductores con aislamiento THW-LS a 75°C. pudiéndose usar conductores de mejor aislamiento considerando lo establecido en el Art. 110-14 Y 240-3 de la Norma. Los tamaños nominales de los conductores se expresan en mm² y opcionalmente su equivalente en AWG (American Wire Gage) o en circular mil según Art. 110-6.

- e) El diámetro mínimo de la canalización para alumbrado, contactos y aire acondicionado es de 21 mm, usando conduit galvanizado pesado cedo 40 según sea el caso.
- f) La caída de tensión se determinó de acuerdo con el Artículo 215-2 y 210-1 (a), de la norma, no debe exceder del 5%; dicha caída de tensión debe ser distribuida razonablemente el circuito derivado y en el circuito alimentador, procurando que en cualquiera de ellos la caída de tensión no sea mayor del 3%, el desbalanceo no será del 5%.
- g) Para el cálculo de la protección contra sobre corriente se aplicó el artículo 240 NOM-001- SEDE-2001.
- h) Para la puesta a tierra de las instalaciones eléctricas se respetó el artículo 250, NOM-001- SEDE-2012.
- i) Para los alimentadores principales se respetó el Artículo 215 y 220, de la NOM-001- SEDE-2012.
- j) Para los circuitos derivados se respetó el Artículo 210, de la NOM-001-SEDE-2005.
- k) Para los Equipos de Fuerza (motores) se respetó el Artículo 430, de la NOM-001- SEDE-2012.
- l) Para el equipo de bomba jockey para contra incendio se consideró el Artículo 695, de la NOM- 001-SEDE-2012.

El sistema de distribución inicia con un ramal que alimentara a un Transformador tipo pedestal con capacidad de 1000 KVA 3F-4H, alimentado del circuito de C.F.E. El sistema de distribución utilizado es de 480/277 VCA, 3F-4H ,60 Hz para los servicios de fuerza (motores) y 220/127 tableros de alumbrado, contactos y control además de conductores eléctricos de baja tensión, protecciones contra sobre corriente y sus correspondientes canalizaciones para los alimentadores principales y derivados de las instalaciones eléctricas conforme a la normatividad oficial mexicana.

Por su importancia en la operación, para el suministro de energía eléctrica se tienen dos generadores eléctricos, que entran en operación en forma automática en caso de falla del suministro de la Comisión Federal de Electricidad.

Conductores

Para la selección de conductores del sistema de distribución de energía, se consideraron los siguientes criterios:

- a) Proporcionar circuitos con el mínimo de perdidas
- b) Evitar que durante la circulación de corrientes nominales puedan producirse caídas de tensión, poniendo en peligro a los equipos sensibles
- c) Facilitar la selección técnica-económica de los conductores
- d) Proporcionar mayor confiabilidad y continuidad al servicio eléctrico

Los cables utilizados son tipo THW -LS 75°C con aislamiento 600V para instalación en tubería.

En general se utilizaron conductores de cobre concéntrico clase B para alimentadores de fuerza, alumbrado, contactos y control. El aislamiento es a base de policloruro de vinilo (P.V.C.) para 75°C del tipo THW con aditivos que le confieren características tales como: baja emisión de humos, deslizantes y no tóxicos en caso de combustión, es decir, todos tendrán la clasificación THW-LS-75°C. Excepto los que se localicen en áreas clasificadas son con aislamiento THW.

CANALIZACIONES

Debido a que en el lugar se manejan gases inflamables en áreas consideradas peligrosas de acuerdo a la NOM-001-SEDE-2012, las canalizaciones, en este caso, juegan un papel muy importante para la protección mecánica de los conductores y con ello evitar el daño a su aislamiento, con la aplicación de las condiciones de seguridad mecánica para los conductores se previene el posible daño a su aislamiento y consecuentemente las fallas en el sistema eléctrico.

De acuerdo al Art. 501-4 Método de alambrado se alambraron en tubo (conduit) metálico tipo pesado; con accesorios terminales aprobados en áreas clasificadas. Todas las cajas, accesorios y uniones tienen conexiones roscadas para la unión del tubo (conduit) o terminales de cables y son a prueba de explosión. Las uniones roscadas entran por lo menos con cinco roscas completamente introducidas.

Conexiones flexibles. Cuando es necesario emplear conexiones flexibles, como en terminales de motor, se usan accesorios flexibles aprobados para áreas Clase 1.

Como lo establece el Art. 501-5 se utiliza sellado en tubo (conduit) y en cables para minimizar el paso de gases y vapores e impedir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica.

Los sellos de tubo (conduit) se instalan a una distancia máxima de 450 mm de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y el envolvente a prueba de explosión sólo se permite uniones a prueba de explosión, copies, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de paso similares a los tipos en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo (conduit).

Como lo establece el Art. 501-5 se utiliza sellado en tubo (conduit) y en cables para minimizar el paso de gases y vapores e impedir el paso de llamas de una parte de la instalación eléctrica. Los sellos de tubo (conduit) están instalados a una distancia máxima de 450 mm

de la envolvente. Entre el accesorio de sellado y el envolvente a prueba de explosión sólo se permite uniones a prueba de explosión, copies, reductores, codos, codos con casquillo y cajas de pasos similares a los tipos en L, en T y en cruz que no sean más grandes que el tamaño comercial del tubo (conduit).

Po otro lado se requiere del abastecimiento de combustible diésel para los generadores eléctricos y complementar la carga eléctrica necesaria la operación del sistema de recepción, almacenamiento y distribución del gas LP

Los servicios internos son limpieza, mantenimiento mecánico y eléctrico, servicio de comedor, laboratorio, vigilancia y sistema contra incendio, son de igual manera importantes para la operación de la instalación.

V.10.3. Descripción y justificación de los sistemas redundantes de servicios.

Se tiene redundancia en el suministro de energía eléctrica, dada su importancia en la operación, control del proceso y atención de emergencias.

De forma primaria, se tiene el suministro de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad; en caso de falla de éste, se cuenta con dos generadores eléctricos que funcionan con diésel.

Adicionalmente, en caso de falla en el suministro de energía eléctrica, el cuarto de control puede ser alimentado por un sistema de baterías UPS (Uninterrupted Power Supply, Suministro ininterrumpido de potencia), con el que se puede operar el sistema de control distribuido desde el cuarto de control por hasta una hora.

V.12. Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control.

El cuarto de control de la Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V. es un centro de administración de información, así como de un centro de operación de procesos.

Se ubica en la planta alta del edificio administrativo, el cual se encuentra al sur del predio donde se asienta la terminal. A este mismo cuarto de control se integraron las señales y alarmas de los cinco recipientes esféricos a presión para almacenamiento de gas LP que iniciaron operaciones en 2018, adicional a los seis recipientes existentes.

El Sistema de Control Distribuido ubicado dentro del Cuarto de Control del centro de trabajo es un sistema informático que recibe información de sistema de medidas, la procesa y genera señales de mando a actuadores, de manera que el proceso se desarrolle según las

directrices de operación elegidas. Así mismo, almacena información recibida desde la planta y la presenta en un formato fácilmente comprensible.

El SCD de la Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V. tiene los siguientes objetivos:

- Proporcionar información en tiempo real sobre el proceso
- Controlar las variables de interés
- Optimizar el rendimiento del proceso

El sistema de control distribuido se actualizó con motivo del incremento de capacidad de 2018. Dentro de la actualización se mejoran los tiempos de respuesta del sistema, diagnósticos de los instrumentos de Gas, Fuego y proceso los cuales se encuentran en distintas áreas de la planta, se mejoró la interfaz gráfica de todas las plantillas de las que consta el sistema.

Se incorporan pantallas a detalle de cada esfera y una pantalla general en donde se tiene una vista detallada de todo el sistema de gas y fuego, con la cual se tienen mejores tiempos de respuesta en las tomas de decisión en detección de algún suceso de causa mayor que amerite activar paros por emergencia para evitar accidentes dentro de la planta.

Se genera un reporte de sucesos y eventos, el cual se genera por todos los movimientos que se registran dentro del sistema de SCADA, se actualiza y mejora el reporte de alarmas que ya existía dentro del sistema.

Los reportes con los cuales cuenta el sistema son:

- Reporte de lotes
- Reporte de eventos
- Reporte de alarmas.

Se tiene señal en pantalla de cuarto de control de todas las variables de proceso, estado de alarmas y detectores de cada uno de los recipientes esféricos de almacenamiento, tren de medición, llenaderas, cada una de las 14 bombas, sistema de refrigeración, sistema de red de agua contra incendio, estatus de válvulas de diluvio, válvulas de llenado. Desde el cuarto de control puede activarse el paro por emergencia.

Como ejemplo, se muestra la siguiente pantalla para recipientes esféricos de almacenamiento:



Esta pantalla muestra información de parámetros de proceso de cada esfera de manera individual, como son presión, temperatura, nivel de líquido, estado de los transmisores de gas y fuego e inventario.

La pantalla también mostrará un aviso en caso de que se active el paro por emergencia (puede ser manual mediante botoneras en campo, automático en caso de fuego, o manual desde cuarto de control).

El SCD considera los siguientes aspectos:

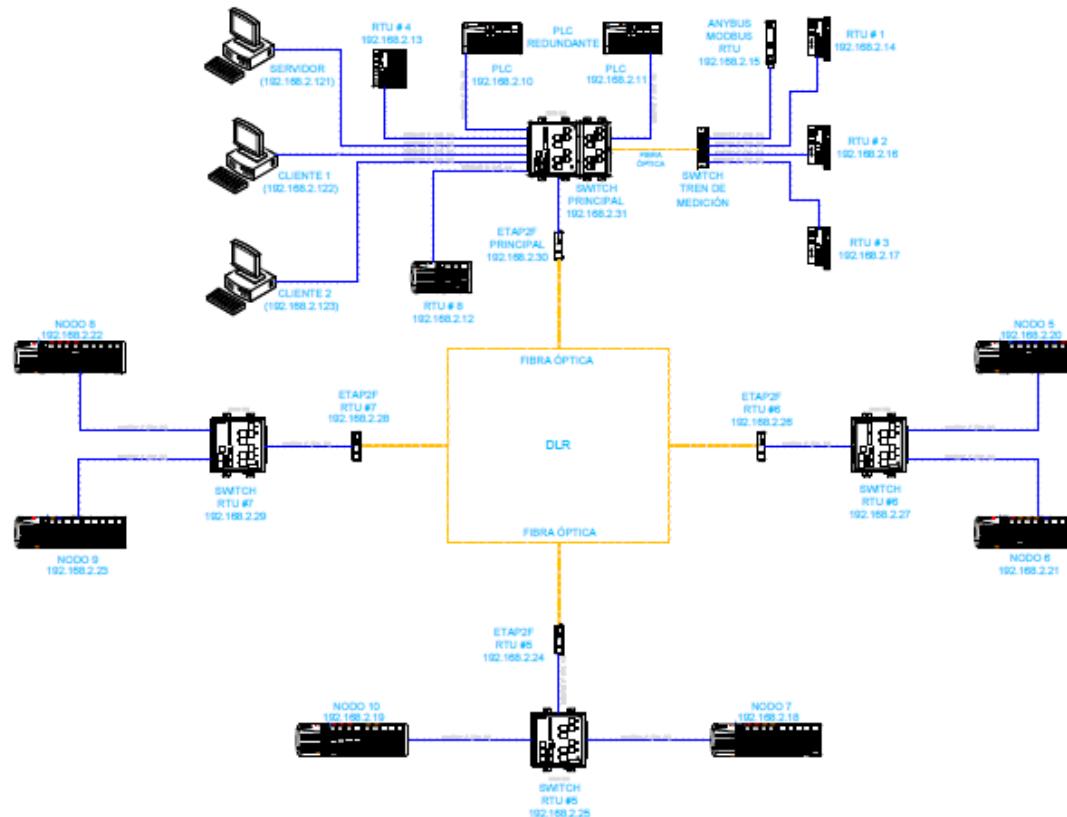
- Metrología. Para adquirir los valores de las variables a medir se usan sensores. Estas variables pueden ser presión, nivel, caudal, la temperatura y densidad, todas ellas propias de la ingeniería de procesos. Estas variables se transforman en señales para su posterior procesamiento.
- Ingeniería de accionamientos. Por medio de actuadores se influye directamente en el proceso, es decir, se modifica la variable adquirida. Un ejemplo es la modificación controlada de un caudal en una tubería, por medio de una válvula de control.
- Ingeniería de Control. El controlador recibe del sensor la variable controlada adquirida (p. ej. Un caudal) en forma de señal de entrada. En el controlador se compara esta variable controlada con la variable de referencia predeterminada por el operador. El controlador envía al actuador una señal de salida cuyo valor depende de la variable activa. El procesamiento de la señal en el regulador sigue una relación funcional entre la variable de entrada y la de salida. Para lograr ajustes óptimos de

esta relación en el regulador (p. ej. a través de los parámetros de regulador P, I y D) se necesita conocer en profundidad el proceso en sí.

- Control en circuito abierto. Las secuencias del procesamiento de señales en sistemas de ingeniería de procesos industriales se repiten con frecuencia. Tales tareas de control de procesos se realizan mediante controladores de lógica programable (PLC).
- Visualización de procesos. La visualización de procesos hace posible que la persona se integre en el entorno técnico. Para que los procesos complejos se hagan comprensibles para el operador y poder proporcionar a este la información necesaria sobre el estado del proceso, es imprescindible una visualización simplificada del mismo. Desde la sala de mando, el operador puede tomar decisiones basadas en dicha información e influir adecuadamente en el proceso.
- Comunicación. La transmisión segura de datos del proceso a la sala de mando y desde esta al proceso es un aspecto importante de la ingeniería de control de procesos. Para la interconexión de varios dispositivos, como p. ej. controladores, PLCs y actuadores, con la sala de mando se usan sistemas de bus de campo.

La arquitectura física del SCD consiste en un conjunto de computadoras equipos electrónicos, sensores y actuadores interconectados. Estos elementos son responsables del control directo de los diferentes subsistemas del SCD. El sistema de control es responsable de otras tareas (planificación de observaciones, archivo de los datos, análisis de la calidad de los datos, etc.) para lo cual existen un número de estaciones de trabajo conectadas a través de redes de área local, las cuales proveen acceso a un grupo de servicios centralizados.

En el siguiente diagrama se muestra la arquitectura de control del Sistema de Control Distribuido.



| | | | | | | |
|---|----------|-----------|--------------------------------|--|---|--|
| No. | REVISION | FECHA | | | GRUPO  | Proyecto: AUTOMATIZACION TMGT PARA EL INCREMENTO DE CAPACIDAD DE LA PLANTA DE ALMACENAMIENTO PARA SUMINISTRO DE GAS LP |
|  Para Revisión | | AGO. 2017 | | | Propietario: TERMINAL MARITIMA GAS TOMZA SA DE CV | |
|  AS-BUSLT | | MAYO.2018 | | | Ubicación: Lotes 12, 13 y fracción sur del lote 14A de la Ex-Hacienda de Santiago de la Peña, CP 92776 Municipio: Tuxpan de Rodríguez Cano Estado: Veracruz País: México | |
| | | | <u>DE RENDICIÓN DE CUENTAS</u> | | Contiene: | |
| | | | <u>DETALLE DE PROYECTO</u> | | Arquitectura de Control | Designo + Dibujo: Paul García Fecha: 08/01/2018 Escala: Sin Escala |
| | | | <u>DETALLE DE PROYECTO</u> | | | Qdáis No.: XXXXXXXX Revisión: 0 Hoja No.: JX DE XX |
| | | | <u>DETALLE DE PROYECTO</u> | | | |

V.12.1 Bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames.

La Terminal Marítima Gas TOMZA cuenta con un sistema de paro por emergencia, que aislaría las áreas de la planta en caso de una emergencia por fuga de gas LP, incendio o explosión.

El sistema de paro de emergencia está integrado por:

- Válvulas de corte de suministro de Gas L.P instaladas en la línea de suministro de cada esfera (existentes y nuevas). SDV-1001A / 1002A / 1003 A / 1004 A/ 1005A / 1006A / 1007 A / 1008A / 1009A / 1010A / 1011A, 1001A / 1002A / 1003 A / 1005A / 1006A / 1007 A / 1008A / 1009A / 1010A / 1011A.
- Válvulas de corte de descarga de Gas L.P instaladas en la línea de descarga de vapores de cada esfera (existentes y nuevas) hacia el sistema de refrigeración. SDV-1001B / 1002B / 1003 B / 1004B/ 1005B / 1006B / 1007 B / 1008B / 1009B / 1010B / 1011B.
- Válvulas de corte de vapores de Gas L.P hacia islas de llenado instaladas en cada esfera (existentes y nuevas): SDV-1001C / 1002C / 1003 C / 1004C/ 1005C / 1006C / 1007 C / 1008C / 1009C / 1010C / 1011C.
- Botón de Paro de Emergencia General PB-002.
- Alarma sonora en cuarto de control. ASC-002.
- Alarma sonora general. ASG-001.
- Alarmas sonoras y visibles locales en cada esfera. ASL-107 / 108 / 109 / 110 / 111.

El sistema al detectar una emergencia en primer lugar dará una alarma audible en cuarto de control y de ahí se procederá al cierre ordenado de cada una de las válvulas de corte para salvaguardar la integridad del personal y de las instalaciones.

PARO DE EMERGENCIA GENERAL.

Causa.

Accionamiento del Botón de Paro de Emergencia PB-102.

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |

| | |
|------------------|---|
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| ASL-107 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 7 |
| ASL-108 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 8 |
| ASL-109 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 9 |
| ASL-110 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 10 |
| ASL-111 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 11 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA GENERAL.

Causa.

Accionamiento del Botón de Paro de Emergencia PB-102.

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1001C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |

| | |
|-----------------------|---|
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 11 |
| ASL-107 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 7 |
| ASL-108 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 8 |
| ASL-109 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 9 |
| ASL-110 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 10 |
| ASL-111 | Activación de Alarma sonora y visible local esfera No. 11 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación de Alarma sonora general |
| ESN-100/EI-100 | Activación de alarma sonora y visible en patín de medición |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 1.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1001)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 1 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-101)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-101)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-101)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1001C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 1 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 2.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1002)

Acción:

| Dispositivo | Descripción ////////////// |
|--------------------|--|
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-102)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-102)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-102)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1002C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 3.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1003)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-103)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-103)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-103)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1003C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 4.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1004)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 4 |

| | |
|--------------------|---|
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-104)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-104)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-104)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1004C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 4 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 5.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1005)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-105)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-104)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-105)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1005C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 6.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1006)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 6 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-106)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-106)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-106)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1006C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 6 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 7.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1007)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 7 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de alarma sonora y visible en cuarto de control |
| ASL-107 | Activación de alarma sonora y visible local |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-107)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHHH-107)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-107)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-107)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1007C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 7 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 8.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1008)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de alarma sonora y visible en cuarto de control |
| ASL-108 | Activación de alarma sonora y visible local |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-108)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHHH-108)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-108)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-108)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1008C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 9.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1009)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de alarma sonora y visible en cuarto de control |
| ASL-109 | Activación de alarma sonora y visible local |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-109)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHHH-109)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-109)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-109)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1009C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 10.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1010)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de alarma sonora y visible en cuarto de control |
| ASL-110 | Activación de alarma sonora y visible local |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-110)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Muy alto alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHHH-110)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-1010)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-110)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1010C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

PARO DE EMERGENCIA EN ESFERA No 11.

Causa.

- Activado manual de paro de emergencia (PE-1011)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1011C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de alarma sonora y visible en cuarto de control |
| ASL-111 | Activación de alarma sonora y visible local |

Causa.

- Muy alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHH-111)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa

- Muy alto alto nivel de líquido de gas LP en esfera (LAHHH-111B)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Causa.

- Bajo nivel de líquido de gas LP en esfera (LALL-1011)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |

Causa.

- Alta presión en esfera (PAH-111)

Acción.

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1011C | Apertura de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 06 | Activación del compresor del sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Sistema de gas y fuego.

El sistema de gas y fuego está integrado por:

- Detectores de Gas LP puntuales localizados en la parte inferior de cada esfera: CGD1001/1002/1003/1004/1005/1006/1007/1007A/1008/1008A/1009/1009A/1010/1010A/1011/1011A.
- Detectores de Gas LP puntuales localizados en las islas de llenado: CGD-201/202.
- Detector de Gas LP puntual localizado en el sistema de refrigeración: CGS-301
- Detectores de fuego ubicados en la parte inferior de cada esfera: FCD-1001/1002/1003/1004/1005/1006/1007/1008/1009/1010/1011.
- Sistema de Alarmas Audibles. ASC-002/ASG-001.
- Supresión de Fuego (Sistema de diluvio.): Integrado por Válvulas de Diluvio una para alimentar los cinco anillos (medio e inferiores) de cada esfera y otra para alimentar el cono difusor de cada esfera.
- VD101A/102A/103A/104A/105A/106A/107A/108A/109A/110A/111A/107B/108B/109B/110B/111B)
- Boquillas de aspersión ubicadas en el hemisferio medio e inferior de cada esfera y un cono difusor para el hemisferio superior.

Cuando los detectores de fuego detecten la presencia de fuego sonará la alarma audible en el tono de sirena rápida, tanto en el área como en cuarto de control.

Los detectores de fuego que se tienen instalados en las esferas usan tecnología de microprocesadores para analizar las longitudes de onda IR/UV detectadas, así como información térmica de múltiples fuentes de combustión, para posteriormente relacionarlas entre sí con patrones de flama pre-programados, minimizando falsas alarmas.

Los detectores están equipados con capacidad de prueba manual y automática de integridad óptica. Tienen salida analógica de 0-20 mA, para determinar: falla general, falla de suministro de energía, falla de integridad óptica, operación normal y alarma por fuego, el cono de visión es de 90° a 30 mts.

Los rangos promedio de alarma que tienen los detectores ubicados en cada esfera son:

| | |
|---------------|-----------------------|
| 0 -0.2 mA | ⇒ Falla |
| 1.5 mA ± 2mA | ⇒ Modo de prueba |
| 2.0 mA ± 2mA | ⇒ Falla COPM |
| 4.3 mA ± 2mA | ⇒ Modo de operación |
| 16.0 mA ± 2mA | ⇒ Modo de advertencia |

20.0 mA ± 2mA ⇒ Modo de Alarma fuego declarado.

Las causas ante una detección de alta y muy alta de concentración de gas y la secuencia de acciones con las que cuenta la Terminal Marítima de Gas TOMZA S.A. de C.V se describen a continuación; en conjunto con las de fuego detectado, esto con la finalidad de que la instalación de las nuevas esferas de almacenamiento, en conjunto con lo existente, cuenten con los elementos necesarios que brinden protección al personal y a las instalaciones.

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 1.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1001)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1001)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 1 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 1.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1001)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1001)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 1 |
| VD-101A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 1 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| VD-102A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 2 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 2.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1002)

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1002)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No. 2

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1002)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1002)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la No. 2 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| VD-102A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 2 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV-1001A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera o. 1 |
| SDV-1001C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 1 |
| VD-101A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 1 |
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| VD-103A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 3 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No. 3.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1003)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1003)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No. 3.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1003)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1003)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| VD-103A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 3 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV-1002A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 2 |
| VD-102A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 2 |
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la almacén No. 4 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 4 |
| VD-104A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 4 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 4.

- Detección de alto de gas LP 20% LII (CGSH-1004)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alto de gas LP 40% LII (CGSHH-1004)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 4 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No.4

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1004)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1004)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 4 |
| VD-104A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 4 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV-1003A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 3 |
| VD-103A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 3 |
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| VD-105A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 5 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 5

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1005)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1005)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 5.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1005)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1005)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| VD-105A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 5 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV-1004A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 43 |
| VD-104A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 4 |
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 6 |
| VD-106A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 6 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Área 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 6.

Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1006)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|-------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1006)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|-------------|--|
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 6 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 6.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1006)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1006)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|-------------|--|
| SDV-1006A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1006C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 6 |
| VD-106A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 6 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV-1005A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 5 |
| VD-105A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 5 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 7.

Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1007)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|-------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1007)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 7 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASL-107 | Activación alarma sonora y visible local |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 7.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1007)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1007)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 7 |
| VD-107A | Apertura de válvula de diluvio "A" hemisferio superior de la esfera No. 7 |
| VD-107B | Apertura de válvula de diluvio "B" hemisferio inferior de la esfera No. 7 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| ASL-107 | Activación alarma sonora y visible local |
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |
| VD-108A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 8 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 8.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1008)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1008)

Acción:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No.8 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No.8 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASL-108 | Activación alarma sonora y visible local |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 8.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1008)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1008)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |
| VD-108A | Apertura de válvula de diluvio "A" hemisferio superior de la esfera No. 8 |
| VD-108B | Apertura de válvula de diluvio "B" hemisferio inferior de la esfera No. 8 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| ASL-108 | Activación alarma sonora y visible local |
| SDV-1007A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1007C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 7 |
| VD-107A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 7 |
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| VD-109A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 9 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 9.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1009)
- Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1009)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|---|
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No.9 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No.9 |
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASL-109 | Activación alarma sonora y visible local |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 9.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1009)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1009)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| VD-109A | Apertura de válvula de diluvio "A" hemisferio superior de la esfera No. 9 |
| VD-109B | Apertura de válvula de diluvio "B" hemisferio inferior de la esfera No. 9 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| ASL-109 | Activación alarma sonora y visible local |
| SDV-1008A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 8 |
| VD-108A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 8 |
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| VD-110A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 10 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 10.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1010)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1010)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No.10 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No.10 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASL-110 | Activación alarma sonora y visible local |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 10.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1010)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1010)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| VD-110A | Apertura de válvula de diluvio "A" hemisferio superior de la esfera No. 10 |
| VD-110B | Apertura de válvula de diluvio "B" hemisferio inferior de la esfera No. 10 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| ASL-110 | Activación alarma sonora y visible local |
| SDV-1009A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 9 |
| VD-109A | Apertura de válvula de diluvio esfera No. 9 |
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1011C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 11 |
| VD-111A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 11 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Área 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ESFERA No 11.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-1011)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-1011)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No.11 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No.11 |
| SDV-1011C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 11 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASL-111 | Activación alarma sonora y visible local |

DETECCION DE FUEGO EN ESFERA No 11.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-1011)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-1011)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|---|
| SDV-1011A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| SDV-1011C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 11 |
| VD-111A | Apertura de válvula de diluvio "A" hemisferio superior de la esfera No. 11 |
| VD-111B | Apertura de válvula de diluvio "B" hemisferio inferior de la esfera No. 11 |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| ASL-111 | Activación alarma sonora y visible local |
| SDV-1010A | Cierre de válvula de bloqueo de suministro de líquido de gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de vapor de gas LP de la esfera No. 10 |
| VD-110A | Apertura de válvula de diluvio esfera de almacén No. 10 |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| Área 06 | Paro de sistema de refrigeración |

DETECCION DE FUGA DE GAS EN ISLAS DE LLENADO.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-201)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-201)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |

| | |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
|----------------|--|

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-202)
- Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|----------------|--|
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-202)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

DETECCION DE FUEGO EN BOMBAS DE LLENADO.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-201)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-201)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |

| | |
|-----------------|--|
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |

DETECCION DE FUEGO EN BOMBAS DE LLENADO.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-202)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-202)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |

DETECCION DE FUEGO EN ISLAS DE LLENADO.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-102)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-102)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |

| | |
|-----------------|--|
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |

DETECCION DE FUEGO EN ISLAS DE LLENADO.

- Detección UV/IR (Fuego detectado) (FCDAH-103)
- Alarma instantánea de fuego (FCDAI-103)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|--------------------|--|
| SDV-1001B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011B | Cierre de válvula de bloqueo de descarga de líquido gas LP de la esfera No. 11 |
| Área 05 | Paro de motores de las islas llenado 1-14 |
| SDV-001-014 | Cierre de válvulas de puestos de llenado (islas 1 a 14) |
| SDV-112 | Cierre de válvula antes de manifold de bombas. |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |
| ASG-001 | Activación alarma sonora general |
| SDV01-01 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas arriba |
| SDV01-02 | Cierre de válvula de bloqueo de líquido de gas LP aguas abajo |

DETECCION DE GAS EN CUARTO DE SISTEMA DE REFRIGERACION.

- Detección de alta concentración de gas LP 20% LII (CGSH-301)
- Detección de muy alta concentración de gas LP 40% LII (CGSHH-301)

Acciones:

| Dispositivo | Descripción |
|------------------|--|
| SDV-1001C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 1 |
| SDV-1002C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 2 |
| SDV-1003C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 3 |
| SDV-1004C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 4 |
| SDV-1005C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 5 |
| SDV-1006C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 6 |
| SDV-1007C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 7 |
| SDV-1008C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 8 |
| SDV-1009C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 9 |
| SDV-1010C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 10 |
| SDV-1011C | Cierre de válvula de bloqueo de fase vapor gas LP de la esfera No. 111 |
| Area 06 | Paro de sistema de refrigeración |
| ASC-002 | Activación de Alarma sonora en cuarto de control |

CAPITULO VI. ANÁLISIS Y EVALUACION DE RIESGOS.

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

PEMEX.

San Juan Ixhuatepec, 19 de noviembre de 1984. El incidente tuvo lugar en una de las plantas de almacenamiento y distribución de Gas Licuado del Petróleo (GLP), propiedad de la empresa paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX) que tiene la función de repartir el combustible almacenado a diversas empresas encargadas de distribuirlo.

El origen de la catástrofe ocurrió alrededor de las 5:30 a.m. cuando se suscitó la rotura de una tubería de 20 cm de diámetro que transportaba Gas LP desde tres refinerías diferentes, hasta la planta de almacenamiento cerca de los parques de tanques, que estaban compuestos por 6 esferas y 48 cilindros de diferentes capacidades. El sobrelleñado de uno de los depósitos y sobrepresión en la línea de transporte de retorno, fueron uno de los probables factores que, con la falta de funcionamiento de las válvulas de alivio del depósito de sobrelleñado, provocó una fuga de gas durante casi diez minutos.

Alrededor de las 5:40 a.m., esta fuga propició la formación de una gran nube de vapor inflamable de unos 200 metros por 150 metros, la misma que entró en ignición alrededor de 100 metros del punto de fuga, donde se puso en contacto con algún punto de ignición. Esta hizo que se generara un incendio de grandes proporciones que afectaría en primer momento a diez viviendas que rodeaban a la planta; para las 5:45 a.m., una pequeña esfera se incendió generando una bola de fuego (BLEVE) de unos 300 metros de diámetro y 500 metros de altura aproximadamente, a la que seguirían múltiples explosiones en cadena, generadas por otras cuatro esferas y quince cilindros, durante alrededor de hora y media, culminando en forma menos violenta hasta alrededor de las 10 de la mañana. Fue tal la radiación térmica, que tan sólo el 2% de los cadáveres rescatados pudieron ser reconocidos, de igual manera el resplandor de la explosión pudo verse en lugares más lejanos del Valle de México.

Mientras los bomberos luchaban inútilmente contra el incendio, fue requerida la ayuda de otras comunidades cercanas, como de la delegación Gustavo A. Madero, y el municipio de Ecatepec de Morelos.

PEMEX Exploración y Producción.

Reynosa, Tamaulipas, 18 de septiembre de 2012. A las 10:45 horas explotó la Estación de Medición km 19 (EM19), perteneciente a PEMEX, ubicada sobre el kilómetro 19 de la carretera libre Reynosa-Monterrey, en Tamaulipas. Con un saldo de 30 muertos y 42 lesionados. 40 minutos después el fuego de la explosión fue extinguido. Brindaron apoyo bomberos de Reynosa, Protección Civil, Cruz Roja y elementos de la SEDENA.

El hecho desafortunado se debió a una acumulación de gas, a la vez que personal de la empresa y contratistas realizaban labores de mantenimiento en la zona de patines de medición en la entrada de la instalación.

Del total de empleados fallecidos, 4 pertenecían a PEMEX Exploración y Producción y, 26 pertenecientes a compañías contratistas que trabajan regularmente para PEMEX.

PEMEX Gas y Petroquímica Básica

Guadalajara, Jalisco, 19 de octubre de 2012. Una explosión ocasionada por una fuga de gas LP en el ducto Cactus-Guadalajara de Petróleos Mexicanos (Pemex) provocó dos heridos, el desalojo de 400 personas y el cierre de la autopista Guadalajara-Morelia, desde el kilómetro 461 hasta la caseta de Zapotlanejo.

El incendio ocurrió en el ducto Cactus-Guadalajara, tramo Santa Rita-Puente Grande, ubicado cerca del poblado Corralillos, municipio de Zapotlanejo, a las 18:30 horas del jueves 19, cuando una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones, que realizaba trabajos sin permiso de Pemex Gas y Petroquímica Básica, rompió el ducto de 14 pulgadas que transporta gas desde la refinería de Salamanca, Guanajuato, a Guadalajara, Jalisco.

A las 23:30 horas ocurrió la explosión y el incendio, lo que de inmediato provocó la movilización de unos 100 bomberos de municipios aledaños, entre ellos de Zapotlanejo, Ocotlán y Jama. Un apagafuego y una persona que realizaba obras en la carretera resultaron lesionados.

Personal de Protección Civil interrumpió la circulación en ambos sentidos de la autopista Morelia-Guadalajara, desalojó a unas 400 personas que viven en la comunidad Corralillos, del municipio de Zapotlanejo, y restringió el acceso, conforme a los protocolos de seguridad.

PEMEX únicamente aguardó a que el gas LP fuera consumido por el fuego, para declarar por controlada la emergencia, y proceder posteriormente a la reparación del tramo dañado.

HILDA GAS

Tuxpan, Veracruz, 17 de septiembre de 2013, en la estación de carburación de la empresa Hilda Gas ubicada en la ciudad de Tuxpan, Veracruz, se presentó un incendio, debido a un deslave de un cerro que se encontraba a un costado de la estación. Este deslave provocó una fuga de gas LP, el cual se incendió.

Fuentes de la Procuraduría General de Justicia del Estado, en sus peritajes realizados tras el incidente determinaron que únicamente dejó daños materiales, y que las afectaciones que se derivaron a causa del incidente fueron cubiertas en su totalidad.

Así mismo un estudio realizado por autoridades de Protección Civil del Estado concluyó que la planta cuenta con todas las normativas requeridas para poder poner en operación una estación de servicio de este tipo.

Sin embargo, después del incidente, la empresa invirtió más capital en seguridad, todo esto con la finalidad de que en caso de alguna eventualidad ajena a la empresa o por causas de la naturaleza la planta no sufra algún desperfecto.

Es de mencionar que, de acuerdo con la empresa, las modificaciones que sufrió la estación de servicio, tales como el levantamiento del muro de contención y nuevos sistemas de emergencia y el reforzamiento del tanque de almacenamiento, permitirán un desempeño óptimo, para garantizar que una situación de este tipo no desencadene algún incidente.

Grupo TOMZA

Parque Industrial Chachapa, Puebla, 15 de octubre de 2013.

El accidente se dio en las instalaciones de la planta de distribución de Gas L.P. de la empresa Gas Pronto, perteneciente al Grupo TOMZA, ubicada en el kilómetro 134 de la Autopista México-Orizaba, en el municipio de Amozoc, el saldo del accidente fue de 5 personas fallecidas y 5 lesionados.

Tres tanques de 150 mil litros de carburante se incendiaron y generaron las explosiones, con llamas que alcanzaron de 30 a 40 metros de altura. El mismo día, la situación fue controlada.

Durante el siniestro se quemaron 16 pipas de cinco mil y de 10 mil litros de gas; una pipa de 35 mil litros, 400 cilindros de 20 kilos de gas cada uno, así como dos contenedores de 250 mil litros del energético.

GRUPO TOMZA

Terminal Marítima Gas TOMZA, Tuxpan Veracruz, 18 de enero de 2014. Fuga de gas LP durante la descarga de gas LP desde buque-tanque; la operación de descarga comenzó un día antes, el día 17 de enero.

Alrededor de la 1:00 pm del día 18, se presentó una fuga de gas LP en una junta flexible del Tren de Medición, formando una nube de vapor de gas LP la cual traspasó los límites de la caseta del tren de medición; el personal de vigilancia al percatarse de la fuga lo reporta tanto al Cuarto de Control como al personal que se encontraba a bordo del buque-tanque Maple 3.

Desde el buque se procedió a parar el bombeo de gas LP, y el operador del Cuarto de Control realizó el paro por emergencia. Personal de mantenimiento que se acercó al tren de medición realizó las maniobras de cierre la válvula que se encontraba dentro de la caseta

del tren de medición, posteriormente la nube de gas encontró una fuente de ignición procedente de la misma junta flexible que se oscilaba por el flujo de gas a alta velocidad por lo que se incendió, y generó una flama que consumió toda la nube de vapor de gas LP, donde fallecieron dos trabajadores del Departamento de Mantenimiento.

El H. Cuerpos de Bomberos y Protección Civil de la ciudad de Tuxpan prestaron ayuda, durante casi 2 días, tiempo en que se consumió el gas LP remanente en el ducto; desde el momento en que los bomberos arribaron a la instalación la situación fue controlada, y sólo se vigiló que el fuego no se saliera de control. Personal de la SEMAR acordonó la zona para solo permitir el acceso de personal de socorro municipal, y no ingresaran personas no autorizadas a la zona del siniestro.

VI.2 Identificar los riesgos en áreas de proceso, almacenamiento y transporte, mediante la utilización de alguna de las siguientes metodologías: Análisis de Riesgo y Operabilidad (HAZOP) y Árbol de Fallas, Análisis de Modo Falla y Efecto (FMEA) y Árbol de Fallas; o la combinación de dos metodologías con características similares a las anteriores.

Para realizar los análisis de riesgos de las instalaciones productivas y de servicio de la Terminal Marítima Gas TOMZA se utilizaron las metodologías:

1. HazOp
2. What if...? (¿Qué pasa si...?)
3. Jerarquización de riesgos con matrices causa/consecuencia.
4. Análisis de Árbol de Fallos.

Se eligió la metodología **HazOp** para la *identificación de peligros operativos* ya que esta técnica se desarrolló para anticipar peligros y problemas de operación de tecnologías o procesos en desarrollo, aunque se ha encontrado que también es útil aplicarla en instalaciones existentes.

Para la *Jerarquización de riesgos* se eligió la técnica de **matrices causa-consecuencia** ya que se ha comprobado que es una herramienta efectiva para el análisis cuantitativo de riesgos en muchas instalaciones de la industria petroquímica. El uso apropiado de esta técnica permite disponer de sus recursos de manera efectiva en la prevención de los riesgos más importantes que amenazan la seguridad del personal, la población, el medio ambiente, la producción y el equipo/instalación.

VI.2.1 Descripción de las metodologías utilizadas

VI.2.1.1 Análisis HazOp

Un Análisis HazOp involucra un examen metódico de los documentos de diseño que describen las instalaciones por un grupo multidisciplinario de especialistas cuyo objetivo es identificar los problemas de riesgo en el proceso que puedan causar un accidente. Este grupo aplica un procedimiento sistematizado y creativo para la identificación de problemas de operabilidad o situaciones de riesgo, resultantes de desviaciones respecto a la intención original de diseño y que pueden llevar a consecuencias indeseables. Un líder de equipo con experiencia, guía sistemáticamente al grupo a través de todas las secciones o nodos de un proceso, con el uso de un conjunto de **Palabras Clave**. Estas Palabras Clave son aplicadas en cada sección o nodo específico y son combinadas con los respectivos parámetros de proceso (también llamadas **Parámetros Clave**) que permiten identificar desviaciones potenciales de las intenciones de operación y diseño de la planta.

Tabla VI.1 Palabras Clave

| Palabras clave | Significado |
|------------------|-------------------------------------|
| No | Negación de la Intención del Diseño |
| Menos | Decremento Cuantitativo |
| Más | Incremento Cuantitativo |
| Además de | Incremento Cualitativo |
| Parte de | Decremento Cualitativo |
| Inverso | Oposición Lógica de la Intención |
| Distinto | Sustitución Completa |

Aunque el método está enfocado básicamente a identificar sucesos iniciadores relativos a la operación de la instalación, por su propia esencia, también puede ser utilizado para sucesos iniciadores externos a la misma. Los **Parámetros Clave** de proceso normalmente usados son: **Flujo, Presión, Temperatura, Nivel, Composición**. Sin embargo, pueden utilizarse otros parámetros de proceso, según convenga al analista. En la siguiente figura, se muestra la secuencia de pasos a seguir durante una sesión HazOp.

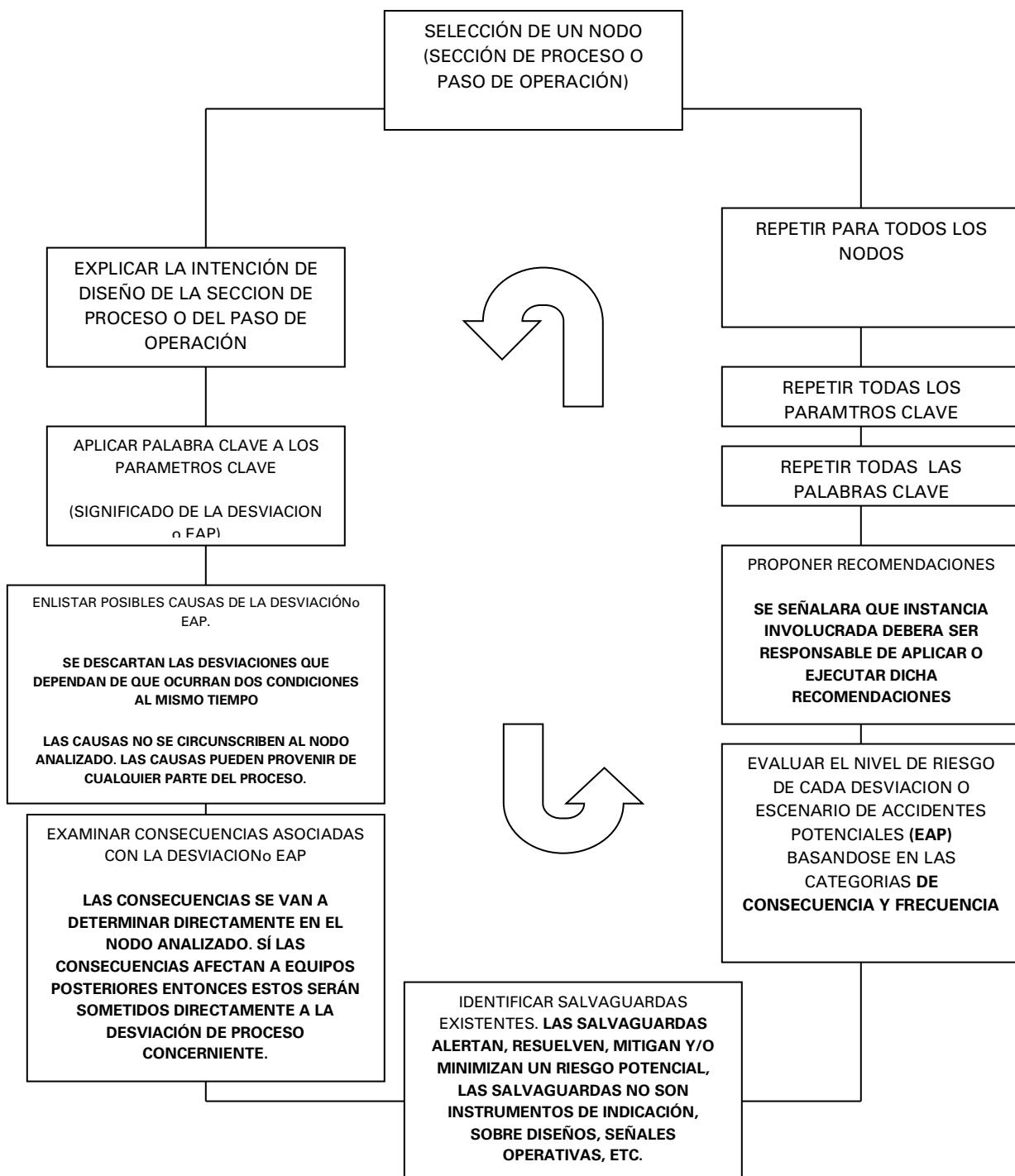


Figura VI.1 Secuencia de pasos a seguir durante una sesión HazOp.

De acuerdo con este diagrama, el equipo aplica cada una de las palabras guía a cada una de las secciones o nodos de proceso estudiados. Para cada palabra clave, deben considerarse las causas que originan dicha desviación, las consecuencias, salvaguardas y recomendaciones o acciones a seguir para atender la desviación, o en su defecto, indicar la necesidad de realizar estudios más completos o de que se requiere contar con más información para evaluar la desviación. Una vez que cada una de las situaciones de peligro haya sido identificada, el Líder HazOp se asegurará que estos peligros identificados sean debidamente entendidos por todos los miembros del grupo multidisciplinario.

Propósito

De esta forma, el propósito de un análisis HazOp, es el determinar desviaciones potenciales a la intención de diseño original y que puedan desencadenar impactos a la población, el personal, el medio ambiente y/o instalaciones. (**Escenarios de Accidentes Potenciales**) Esta técnica de análisis puede utilizarse tanto en procesos continuos como en procesos por lotes y puede incluso, ser adaptada para evaluar procedimientos escritos.

Resultados

Los resultados encontrados por el equipo de análisis HazOp, incluyen a la identificación de situaciones de peligro, detección de problemas de operación, mejoras para incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones y las recomendaciones que conduzcan a áreas de estudio en donde no sea posible tener alguna conclusión al respecto por falta de información. Los resultados de las sesiones de análisis que conciernen a las causas, efectos y salvaguardas definidas para cada desviación de cada nodo o sección del proceso analizada, son todas registradas en una tabla o columna formato.

VI.2.1.2 Análisis What if...?

Esta técnica de identificación de riesgos es un método muy creativo del tipo inductivo, el cual usa la información específica de un proceso, a fin de generar una serie de preguntas que son pertinentes y apropiadas durante el tiempo de vida de una instalación industrial, que además considera los aspectos generados cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación de los equipos. Por tanto, este método básicamente consiste en definir tendencias, formular preguntas o interrogantes, desarrollar respuestas y evaluarlas adecuadamente, donde se debe incluir la más amplia gama de probables consecuencias, no requiriendo métodos cuantitativos especiales o una planeación concreta para dar respuesta a dichas interrogantes.

Este método de identificación de riesgos suele ser ampliamente utilizado durante las etapas de diseño del proceso, así como también se utiliza regularmente durante el tiempo de vida o de operación de una instalación industrial, por tanto, cuando se introducen cambios al proceso o a los procedimientos de operación, también se suele utilizar esta metodología.

Propósito:

- Identificar de manera efectiva las condiciones y situaciones peligrosas más probables que pueden resultar de métodos o controles inadecuados
- Identificar los eventos que pueden provocar accidentes de consideración
- Emitir las sugerencias necesarias para iniciar el proceso operativo reduciendo el riesgo que puede implicar una instalación
- Mejorar la operabilidad de una instalación industrial.

Para un mejor análisis de un sistema es recomendable dividir el sistema total de un proceso en subsistemas, de modo que se pueda hacer un análisis más ordenado y exhaustivo de cada etapa del proceso. Por dicha razón se dice que esta metodología de identificación de riesgos es utilizada principalmente para plantas de procesos no complejos, especialmente para los procesos en cada etapa del proceso. En conclusión, este método hará uso de la creatividad de los encargados de la evaluación del proceso, quienes deberán emitir una lista con preguntas ¿Qué ocurriría si...?, no olvidando que estas listas de preguntas tipo, deberían estar divididas por procesos.

Resultados

Los resultados por la aplicación del método “What If...?, incluyen a la identificación de situaciones de peligro, detección de problemas de operación, mejoras para incrementar el nivel de seguridad de las instalaciones y las recomendaciones que conduzcan a áreas de estudio en donde no sea posible tener alguna conclusión al respecto por falta de información.

VI.2.1.3 Matrices causa-consecuencia

La técnica de Revisión de Riesgos con matrices causa-consecuencia es una técnica simplificada – cuantitativa – de análisis de riesgos en los procesos que utiliza los *Escenarios de Riesgo* identificados para clasificarlos y jerarquizarlos. El uso apropiado de esta técnica les permitirá a las instancias involucradas en un nuevo proyecto, disponer de sus recursos de manera efectiva en la prevención de los riesgos más importantes que amenazan la seguridad del personal, la población, el medio ambiente, la producción y el equipo/instalación. Esta técnica se utiliza para enfocar la atención en aquellos accidentes potenciales que deben ser tratados con prioridad durante las actividades de prevención de accidentes.

Este enfoque requiere solamente la estimación del orden de magnitud de la frecuencia y de la consecuencia del evento. A cada *Escenario de Riesgo* jerarquizó su nivel de consecuencia y frecuencia de acuerdo con las tablas VI.2 y VI.3.

Tabla VI.2 Categoría de Consecuencias.

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

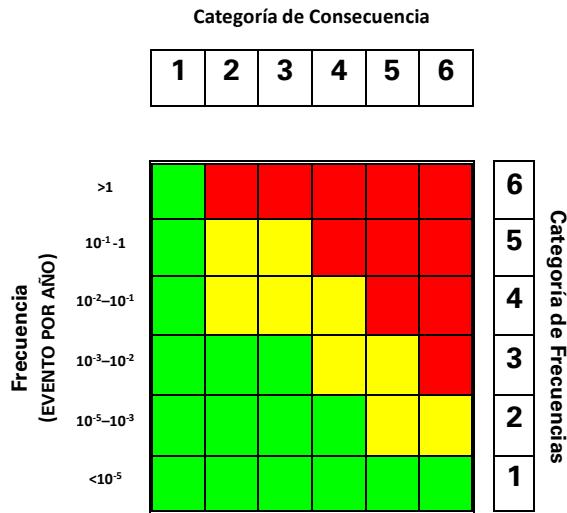
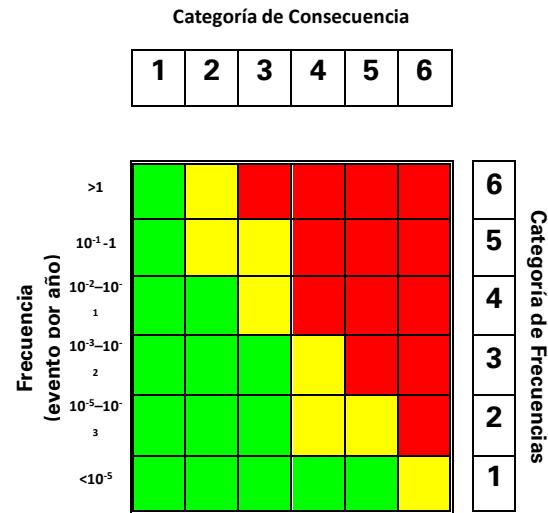
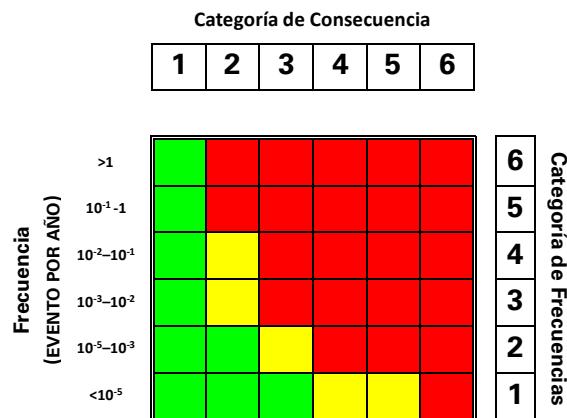
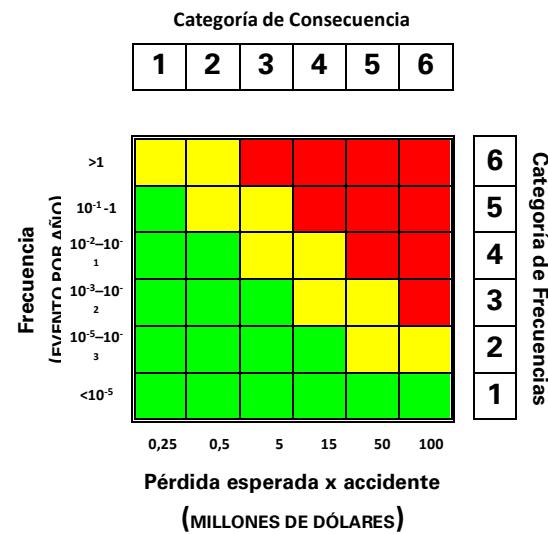
Tabla VI.3 Categorías de Frecuencia

| Categoría de frecuencia | Tiempo promedio entre sucesos (años) | Frecuencia (por año) | Estimación puntual (por año) | Comentario |
|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| 6 | < 1,0 | > 1,0 | 3,2 | Se espera que ocurra varias veces en 1 año |
| 5 | 1,0 – 10,0 | $10,0^{-1}$ – 1,0 | $3,2 \times 10^{-1}$ | Se espera que ocurra algunas veces en 10 años |
| 4 | 10,0 – 100,0 | $10,0^{-2}$ – $10,0^{-1}$ | $3,2 \times 10^{-2}$ | Se espera que ocurra no más de una vez en 10 años, pero existe más del 50,0 % de probabilidad de que ocurra al menos una vez |
| 3 | 100,0 – 1 000,0 | $10,0^{-3}$ – $10,0^{-2}$ | $3,2 \times 10^{-3}$ | No se espera que ocurra en 10 años (menos del 10,0 % de probabilidad) |
| 2 | 1 000,0 – 100 000,0 | $10,0^{-5}$ – $10,0^{-3}$ | $1,0 \times 10^{-4}$ | No se espera que ocurra en 100 años (menos del 10,0 % de probabilidad) |
| 1 | > 100 000,0 | < $10,0^{-5}$ | $1,0 \times 10^{-6}$ | No se espera que ocurra en 10 000 años (menos del 10,0 % de probabilidad) |

Paralelo a la designación de categorías de frecuencia y consecuencia, se definen los siguientes tipos de riesgo:

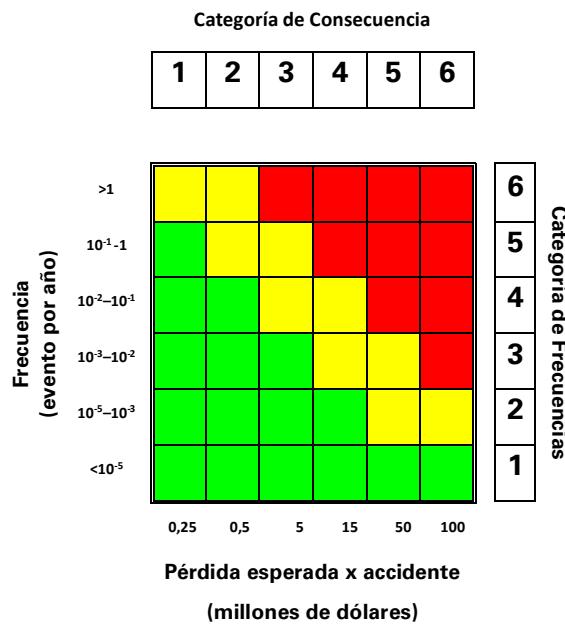
- (1) Una región de **BAJO RIESGO (región verde)**, en donde no se requiere de análisis de riesgos ulteriores o de medidas para la reducción de riesgos que traten accidentes individuales.
- (2) Una región de **RIESGO MEDIO, ALARP (región amarillo o ALARP)**, tan bajo como razonablemente sea práctico), en donde los accidentes individuales requieren de análisis más detallados para determinar si se deben adoptar medidas para la reducción de riesgos y
- (3) Una región de **RIESGO ALTO (región roja)**, en donde los accidentes individuales requieren de análisis más detallados y de recursos adicionales para la reducción de riesgo.

Dado que el nivel de riesgo de cada Escenarios el producto entre frecuencia y consecuencia, se utilizará la siguiente matriz de jerarquización de Riesgo.

Tabla VI.4 Matriz de Impacto Ambiental**Tabla VI.5 Matriz de Daños al Personal****Tabla VI.6 Matriz de Efectos en la Población****Tabla VI.7 Matriz de Daños a la Instalación**

Fuente: Lineamiento 250-22100-SI-212-0001

Tabla VI.8 Matriz de Pérdida de Producción



Propósito

Los propósitos de la revisión de riesgos en una instalación son:

- Jerarquizar las desviaciones o Escenarios de Riesgo derivados del uso de una técnica de identificación de peligros (HazOp y What if?) y destacando aquellos tengan el mayor potencial de ocasionar daños al personal de la planta, la población, el medio ambiente, la producción y el equipo/instalación.
- Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos identificados.
- Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

Resultados.

Las Categorías de Consecuencia, Frecuencia y Riesgo se asentarán en las columnas de cada desviación de proceso de las Tablas HazOp y "What if...?" generadas durante el taller.

VI.2.1.4 Descripción de la metodología AAF (Fault Tree Analysis)

El Análisis de Árbol de Fallos (AAF) es una técnica deductiva que se enfoca sobre un accidente en particular o una falla principal del sistema y constituye un método para determinar las causas de dicho evento. El árbol de fallos es un modelo gráfico que presenta

varias combinaciones de fallas de equipo y errores humanos que pudiesen resultar en la falla principal del sistema de interés (evento tope). La ventaja del AAF como técnica cualitativa, es su habilidad para identificar las combinaciones de fallas básicas de equipo y errores humanos que pudiesen conducir a un accidente. Esto permite al analista de riesgos considerar medidas preventivas o de mitigación debido a causas básicas importantes para reducir la probabilidad de un accidente.

Propósito

El propósito de un AAF es identificar combinaciones de fallas de equipo y errores humanos que puedan resultar en un accidente. El AAF es frecuentemente empleado en situaciones donde otras técnicas de evaluación de peligros han determinado un accidente importante de interés que requiere un análisis más detallado.

Resultados

Un AAF produce modelos lógicos de fallas del sistema que usan compuertas lógicas Booleanas para describir la manera en que las fallas de equipo y errores humanos pueden combinarse para causar una falla principal del sistema. El análisis de árbol de fallos usualmente resuelve cada modelo lógico para generar una lista de fallas, conocida como conjuntos mínimos de corte que pueden resultar en el evento tope. Esta lista de conjuntos mínimos de corte puede ser cualitativamente jerarquizada por número y tipo de fallas en cada conjunto de corte. Los conjuntos de corte que contienen más fallas son generalmente menos probables que aquéllos que contienen menos fallas.

La inspección de esta lista de conjuntos mínimos de corte revela la debilidad en el diseño u operación del sistema por lo cual el analista puede sugerir posibles alternativas para mejora de la seguridad.

VI.2.2 Resultados de identificación de peligros y jerarquización de riesgos (resultados análisis cualitativo)

Para la identificación de peligros, se utilizaron los métodos Hazop y What if...? Para la jerarquización de riesgos se empleó el método de matrices causa consecuencia, y para la evaluación cuantitativa de riesgos se emplearon el método de Análisis con Árbol de Fallas y la cuantificación de efectos con un software computacional (PHAST). Los sectores productivos y de servicio analizados se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VI.9 Sistemas Analizados

| Nodo | Nombre | Intención de Diseño | Condiciones de Operación | Método utilizado |
|------|--|--|---|------------------|
| 1 | A. Ducto de suministro de gas LP. Tramo marino. | Trasiego de gas de buquetanque a la TMGT, hasta antes del patín de medición. | $Q_{\max} = 400 \text{ MT/hr}$ $Q_{op} = 280 \text{ MT/hr}$ $P = 14.5 \text{ bar (14.8 kg/cm}^2)$ $T = -20 \text{ a } 14 \text{ }^\circ\text{C}$ (a la descarga de buque tanque) | Hazop |
| | B. Ducto de suministro de gas LP. Tramo terrestre. | Trasiego de gas LP desde el patín de medición (incluido) hasta los recipientes esféricos de almacenamiento | $P = 7 \text{ a } 12 \text{ kg/cm}^2$ $T = -15 \text{ a } 5 \text{ }^\circ\text{C}$ | Hazop |
| 2 | Recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP, sección A (esferas 1 a 6, sección operativa desde 2009) | Almacenamiento de gas LP | $P_{op} = 4 \text{ a } 7 \text{ kg/cm}^2$ $T_{op} = 0 \text{ a } 15 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\max} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\min, diseño} = -23 \text{ }^\circ\text{C}$ Nivel= >1 m, <18.5 m | Hazop |
| 3 | Sistema de llenado de autotanques. Incluye cabezal a la succión y manifold a la descarga de bombas. | Trasiego de gas LP de recipientes esféricos de almacenamiento a autotanques. | $P_{desc} = 7 \text{ a } 15 \text{ kg/cm}^2$ $P_{succ} = 4 \text{ a } 7 \text{ kg/cm}^2$ $T = 5 \text{ a } 15 \text{ }^\circ\text{C}$ | Hazop |
| 4 | Sistema refrigeración de | Enfriamiento a través de la extracción de vapores y retorno de líquido enfriado a recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP. | $P_{succ} = 5 \text{ a } 7 \text{ kg/cm}^2$ $P_{desc} = 7.5 \text{ a } 14.7 \text{ kg/cm}^2$ $T_{succ} = 18 \text{ a } 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{desc} = 0 \text{ a } 5 \text{ }^\circ\text{C}$ | What if...? |
| 5 | Taller de autotanques | Lavado y servicio mecánico menor a autotanques. | N/A | What if...? |
| 6 | Sistema de dosificación de mercaptano | Odorización del gas LP recibido. | $P_{op} = 8 \text{ a } 9 \text{ kg/cm}^2$ $T_{op} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | What if...? |
| 7 | Sistema de aire a instrumentos | Proveer de fluido (aire) para operación de los instrumentos neumáticos d la Terminal. | $P_{op} = 5 \text{ kg/cm}^2$ $T_{op} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ | What if...? |
| 8 | Fenómenos naturales, errores de diseño y construcción. | No aplica, se pretende evaluar seguridad de la instalación ante peligros no operativos específicos, provenientes del entorno (fenómenos naturales) y por defectos de fabricación/construcción. | N/A | What if..? |

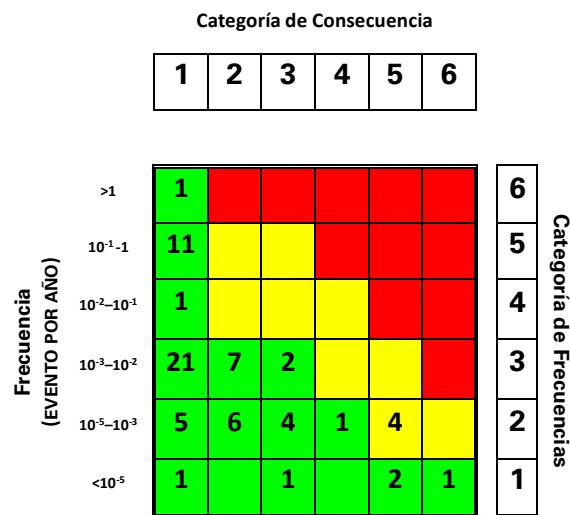
Las tablas derivadas de la realización de los talleres HazOp y What if...?, donde se asientan también los resultados de la jerarquización de riesgos con el método de matrices causa consecuencia, se pueden consultar en el Anexo 5.

VI.2.3.1 Resultados de la jerarquización de riesgos con Matrices causa – consecuencia.

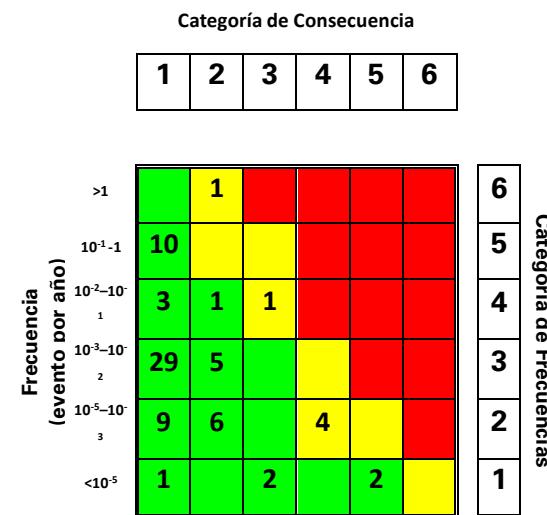
A continuación, se presentan en orden de prioridad las matrices de riesgos resultantes de la combinación de los métodos HazOp y FRR. En cada matriz se observa la distribución de Escenarios de Accidentes Potenciales analizados (claves), de acuerdo con la combinación respectiva de categoría de frecuencia y categoría de consecuencia.

Tabla VI.10 a 14. Resultados de jerarquización de riesgos con matrices

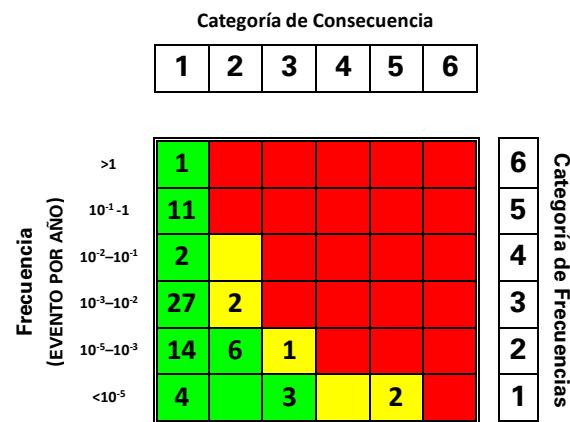
Impacto Ambiental



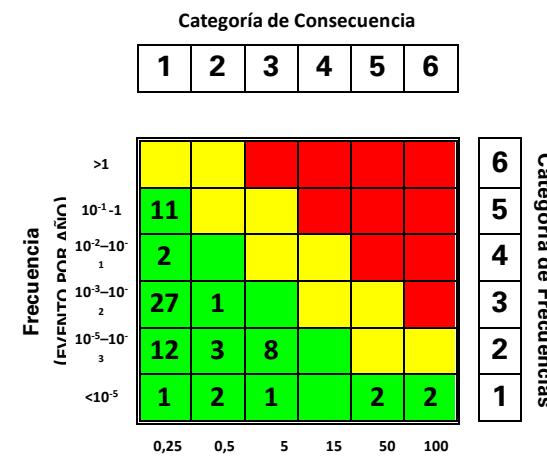
Daños al Personal



Efectos en la Población



Daños a la Instalación



Pérdida de Producción

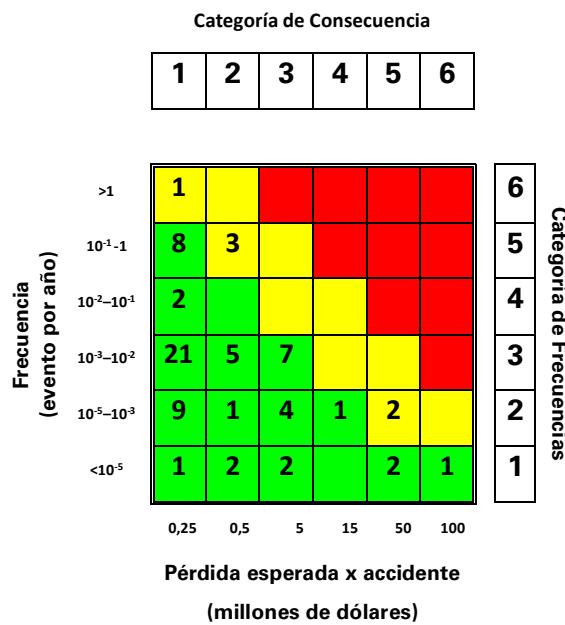


Tabla VI.15 Resumen de resultados de la jerarquización de riesgos

| Tipo de riesgo | Receptor | | | | | | Riesgos |
|----------------|----------|-----------|----------|------------|-------------|----|---------|
| | Ambiente | Población | Personal | Producción | Instalación | | |
| Riesgo alto | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Riesgo medio | 4 | 5 | 7 | 6 | 0 | 0 | 22 |
| Riesgo bajo | 69 | 68 | 66 | 67 | 73 | 73 | 343 |
| Total | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 365 |

Se analizaron 73 escenarios de riesgo para cada receptor (365 escenarios de riesgo en total). Para el caso del receptor “ambiente”, no se reportan riesgos altos o no tolerables, cuatro riesgos medios, y 69 riesgos bajos. Para el caso del receptor “Población”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, 5 riesgos medios, y 68 riesgos bajos. Para el caso del receptor “Personal”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, 7 riesgos medios, y 66 riesgos bajos. Para el caso del receptor “Pérdida de producción”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, 6 riesgos medios, y 67 riesgos bajos. Para el caso del receptor “Instalaciones”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, tampoco riesgos medios, y 73 riesgos bajos.

VI.2.3.3 Elección de los Escenarios de Riesgo que serán sometidos al análisis cuantitativo.

Como resultado de la identificación de peligros realizada con el método HazOp, y what if?, aunado a la jerarquización de riesgos con el método de matrices causa – consecuencia, y tomando en cuenta identificar “el peor caso” y el “caso más probable”, además de otros escenarios de interés denominados como “casos alternos”¹¹ se determinaron nueve escenarios de accidentes potenciales para evaluar cuantitativamente los efectos en caso de ocurrencia con el software PHAST Professional.

Tabla VI.16 Escenarios de Riesgo simulados

| Clave del escenario | Descripción | Tipo de escenario |
|--|--|--|
| Ducto de suministro de GLP | | |
| TMGT-OP-01 | Fuga en mangueras flexibles de conexión (buque tanque) | Caso alterno |
| Patín de medición - Entrada de esferas | | |
| TMGT-OP-02 | Fuga conexiones de instrumentos o bridás en patín de medición | Caso más probable (por densidad de instrumentaciones y conexiones) |
| TMGT-OP-03 | Fuga de etil mercaptano en línea de adición a ducto de suministro. | Caso alterno |
| Recipientes de almacenamiento esféricos | | |
| TMGT-OP-04 | Fuga por purgas de agua en esferas (fondo) | Caso alterno |
| TMGT-OP-05 | Fuga en conexión de instrumentos, fondo de esferas | Caso alterno |
| TMGT-OP-06 | BLEVE en esferas | Peor caso |
| Islas de llenado | | |
| TMGT-OP-07 | Fuga en la línea de esferas a manifold de islas de llenado. | Caso alterno |
| TMGT-OP-08 | Fuga en bombas de llenado de autotanques | Caso alterno |
| Sistema de Refrigeración | | |
| TMGT-OP-09 | Fuga en accesorios en tubería del sistema de refrigeración | Caso alterno |

VI.3 Determinación de los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, del o los eventos máximos probables de riesgo.

VI.3.1. Descripción de los simuladores utilizados

Para el cálculo de las consecuencias de los accidentes se utilizó de manera preferente el software PHAST® Professional versión 7.2. en la primera versión del Estudio de Riesgo

¹¹ Según definiciones del documento de referencia “Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas”, clave DCO-GDOESSPA-CT-01, publicado por la Dirección Corporativa de Operaciones de Petróleos Mexicanos.

Ambiental, posteriormente, derivado de la revisión por parte de la ASEA, se modificaron los Escenarios de Riesgo TMGT-OP-01, TMGT-OP-02, TMGT-OP-07, TMGT-OP-08 y TMGT-OP-09; en estos casos, por simularse en febrero de 2021, se utilizó la versión actualizada del programa PHAST, que es la 8.23.

Únicamente para el escenario de fuga de etil mercaptano se utilizó el software ALOHA versión 5.4.7, debido a que esta sustancia no se encuentra incluida en la base de datos del PHAST.

VI.3.1.1 Descripción Software PHAST

El programa realiza el análisis de propiedades físico - químicas de las sustancias transportadas por el ducto mediante la aplicación del Software PHAST® con función de la base de datos, la cual es relacionada con la correspondiente al DIPPR (Design Institute for Physical Property Data), el cual es mantenido y registrado por National Institute of Standards and Technology (NIST) for the US Departament of Commerce.

Entre otros beneficios que se pueden contar con la aplicación del Software PHAST® Professional se tienen:

- Reducción de los costos por pérdidas y seguros.
- Optimización de planta y diseño de proceso.
- Cumplimiento con las regulaciones de seguridad.
- Respuesta rápida para incidentes riesgosos.

Los rasgos principales en el análisis de consecuencias que el Software PHAST® cuenta son:

- Modelos Unificados de Dispersion (UDM).
- Modelos de variación de fugas accidentales.
- Cálculos de inflamabilidad, incluyendo Jet Fire, Pool Fire, BLEVE y explosiones de nubes de vapor.
- Modelos de mezclas multicomponentes.
- Procesamiento de información con software de procesamiento de datos.
- Aplicación de bases de datos.

VI.3.1.1 Descripción Software ALOHA

ALOHA es un programa de modelización desarrollado conjuntamente por la Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos (USEPA) y por la Administración de Océanos y Atmósfera (NOOA). Estima zonas de riesgo asociadas a la emisión de compuestos peligrosos. El programa es un modelo de dispersión diseñado inicialmente para responder ante emergencias. Por ello, los datos de entrada necesarios son relativamente

fáciles de obtener. El software permite estimar zonas de riesgo, es decir, áreas en las que una concentración objetivo por peligro como toxicidad, inflamabilidad, radiación térmica o sobrepresión supera el nivel marcado.

El programa puede simular cuatro tipos de fuentes: directa, balsa o charco, tanque o tubería. En fuentes tipo balsa o charco, calcula la tasa de evaporación. En tanques y tuberías, estima los datos de la emisión a partir de las características de almacenamiento y el orificio de salida del gas. También arroja resultados respecto a la distancia en que se tendría una concentración en los rangos en que puede existir una mezcla inflamable (con oxígeno del aire), considerando el Límite Inferior de Inflamabilidad y el Límite Superior de Inflamabilidad de cada sustancia, en este caso, el propano.

ALOHA estima zonas de riesgo en las que se supera el nivel de referencia marcado por el usuario. También es posible calcular la concentración del compuesto en un punto (en el exterior y en el interior de un edificio), fijando la distancia al foco y el ángulo con respecto a la dirección del viento. Los resultados se pueden representar en un mapa, exportando los resultados al programa MARPLOT o en google earth™. Los resultados pueden ser menos precisos cuando las condiciones de mezcla en la atmósfera son bajas, como en los siguientes casos: Velocidad de viento muy baja (menor de 3 mph), condiciones atmosféricas muy estables y concentraciones del contaminante heterogéneas (particularmente cerca de la fuente).

ALOHA no considera los siguientes efectos: Subproductos de incendios, explosiones o reacciones químicas, dispersión de partículas, mezclas de compuestos químicos, cambios en la dirección del viento y elevación del terreno o presencia de obstáculos. ALOHA no predice el comportamiento más allá de los 10 km y de transcurrida una hora. Para gases densos, ALOHA considera que la altura de emisión es 0 metros.

VI.3.2. Determinación de escenarios de simulación

La simulación de eventos de riesgo tiene como objetivo cuantificar los efectos que sobre el ser humano o el entorno representa la liberación de una sustancia. Los efectos se cuantifican mediante niveles de radiación (kW/m^2), de sobrepresión (lb/in^2) o de concentraciones de compuestos tóxicos en el ambiente (ppm).

VI.3.2.1. Criterios para evaluar consecuencias para radiación, sobrepresión y toxicidad

Las consecuencias de determinados valores de radiación, sobrepresión y concentraciones de sustancias tóxicas sobre el ser humano o su entorno se han definido a partir de datos

históricos y estadísticos. Estos valores se utilizan como criterios para la simulación de eventos de riesgo. En las siguientes tablas se muestran estos valores.

Sobrepresión

En la siguiente tabla se muestran los efectos de sobrepresión asociados a eventos de explosión.

Tabla VI.17 Valores de Sobrepresión alcanzados por evento explosivo y sus posibles daños

| Presión Máxima (PSI) | Daño Producido por la Explosión |
|----------------------|--|
| 0.02 | Ruido molesto (137 dB sí es de baja frecuencia 10-15 Hz) |
| 0.03 | Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que estén bajo tensión |
| 0.04 | Ruido fuerte (143 dB), ruptura de vidrio por la onda sísmica. |
| 0.10 | Ruptura de ventanas pequeñas que se encuentren bajo tensión |
| 0.15 | Presión típica de ruptura del vidrio |
| 0.30 | "Distancia segura" (probabilidad de 0,95 que no ocurran daños serios a partir de este valor); límite de proyectiles; daños a techos de casas; ruptura del 10 % de ventanas de vidrios. |
| 0.40 | Daño estructural menor limitado. |
| 0.50 – 1.00 | Ventanas grandes y pequeñas normalmente estrelladas; daño ocasional a marcos de ventanas. |
| 0.70 | Daño menor a estructuras de casas. |
| 1.00 | Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables. |
| 1.00-2.00 | Destrucción de asbesto corrugado; en las divisiones de acero corrugado o aluminio, los tornillos fallan y después se tuercen; los tornillos de paneles de madera fallan; los paneles son destruidos. |
| 1.30 | El armazón de acero de edificios revestidos se deforma. |
| 2.00 | Colapso parcial de techos y paredes de casas. |
| 2.00-3.00 | Cuadradura de paredes de concreto o bloques de ladrillo no reforzados. |
| 2.30 | Límite inferior de daño estructural serio. |
| 2.50 | 50 % de destrucción de la mampostería en casas. |
| 3.00 | Poco daño a maquinaria pesada (3 000 lb) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos. |
| 3.00-4.00 | Demolición de edificios sin armazones o con paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo. |
| 4.00 | Ruptura del revestimiento de edificios industriales ligeros. |
| 5.00 | Los postes de madera se rompen súbitamente; prensas hidráulicas altas (40 000 lb) en edificios son ligeramente dañadas. |
| 5.00-7.00 | Destrucción casi completa de casas. |
| 7.00-8.00 | Paneles de ladrillo de 8-12 in de espesor no reforzados fallan por corte o flexión. |
| 9.00 | Demolición total de vagones de ferrocarril cargados. |
| 10.00 | Probable destrucción total de edificios; desplazamiento y daño fuerte a maquinaria pesada (7 000 lb), la maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive. |
| 300.00 | Formación de cráter. |

Radiación

En la tabla siguiente se muestran los efectos de radiación térmica en función de su intensidad y tiempo de exposición.

Tabla VI.18 Efectos de radiación térmica en función de su intensidad y tiempo de exposición

| Intensidad de Radiación (kW/m ²) | Efecto Observado |
|--|---|
| 37,5 | Suficiente para causar daño a equipo de proceso |
| 25,0 | Energía mínima requerida para prender la madera por exposición prolongada (no piloteada). |
| 12,5 | Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico. |
| 9,5 | El umbral del dolor se alcanza después de 8 s; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. |
| 4,0 | Suficiente para causar dolor al personal si éste no puede protegerse en 20 segundos; sin embargo, es factible la formación de ampollas en la piel (quemaduras de segundo grado); 0 fatalidad. |
| 1,4 | No causará incomodidad durante exposición prolongada. |

Formación de nubes tóxicas

La simulación de nubes tóxicas considera la liberación de una masa de gas y su dispersión en el ambiente, con la finalidad de detectar puntos de concentración de interés. En este caso, las concentraciones se definen en términos de exposición humana y son los que se muestran en la tabla siguiente, aunque cabe mencionar que el gas LP no se considera tóxico, sino asfixiante, por lo que la simulación de efectos de accidentes potenciales no considerará el parámetro toxicidad. El efecto por toxicidad se considera para el etilmercaptano utilizado como odorizante.

Tabla VI.19. Efectos de concentraciones en función de su toxicidad

| Concentración de interés | Efecto Observado |
|--------------------------|---|
| IDLH | (Immediately Dangerous to Life and Health). Concentración considerada inmediatamente peligrosa para la vida y la salud, tal como lo publica NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health). El IDLH del etilmercaptano es de 500 ppm. |
| AEGL-1 (60 min) | (Acute Exposure Guideline Level for Airbone Chemical). Lineamiento para niveles de exposición de sustancias químicas en la atmósfera. El Concentración a/o por encima de la cual se predice que la población general, incluyendo individuos susceptibles, pero excluyendo los hipersusceptibles, puede experimentar una incomodidad notable. Concentraciones por debajo del AEGL 1 representan niveles de exposición que producen ligero olor, sabor u otra irritación sensorial leve. El AEGL-1 del etilmercaptano es de 1 ppm. |

VI.3.2.2. Consideraciones para la simulación de eventos de riesgo

La selección de los escenarios de riesgo considera primordialmente los peligros identificados en el análisis HAZOP, en el análisis What if...? y la jerarquización de riesgos, evaluándose aquellos identificados como “peor caso” y “caso más probable”, y “casos alternos en función de su interés.

La composición del gas LP considerada como dato de entrada al Software empleado para la simulación de los escenarios es la que corresponde a la composición manejada actualmente: (97% propano, 1.36% etano y 1.72% butano y compuestos más pesados), y es la que se reporta en la Hoja de Datos de Seguridad que se incluye en el Anexo 3, junto con un certificado de análisis de composición del gas. La composición del gas es un cambio importante con relación al Estudio de Riesgo Ambiental elaborado para la etapa de diseño, en ese entonces el gas LP manejado tenía una composición de 30% butano, 70% propano.

La estabilidad atmosférica y velocidad de viento consideradas en las simulaciones corresponden a los criterios recomendados por la SEMARNAT, considerados como condiciones adversas por la menor dispersión, esto es 1.5 m/s, estabilidad tipo F. Esto es porque más probable alcanzar concentraciones peligrosas si se diluye menos el gas en la atmósfera debido a una baja velocidad del viento y menor radiación solar.

En la tabla se resumen las categorías de estabilidad de Pasquill, dependiendo de determinadas condiciones atmosféricas.

Tablas VI.20. Categorías de estabilidad de Pasquill

| Velocidad del Viento Km/h (m/s) | Día | | | Noche | |
|------------------------------------|---------------------|----------|--------|-------------------|-----|
| | Grado de insolación | | | Cantidad de nubes | |
| | Alta | Moderada | Ligera | 4/8* | 3/8 |
| 7.24 (2.01) | A | A-B | B | - | -- |
| 7.24 (2.01) -- 10.78 (3) | A-B | B | C | E | F |
| 10.78 (3) -- 18.02 (5) | B | B-C | D | D | D |
| 18.02 (5) -- 21.56 (6) | C | C-D | D | D | D |
| > 21.56 (6) | C | D | D | D | D |

*Gradación del cielo cubierto medida en octavos de cielo que está cubierto por nubes

| | |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| A: Condiciones muy estables | D: Condiciones neutras |
| B: Condiciones inestables | E: Condiciones estables |
| C: Condiciones ligeramente inestables | F: Condiciones muy estables |

El resultado del modelo permite obtener las distancias a las que se dan concentraciones peligrosas, así como obtener isopletas (líneas que unen puntos de la misma concentración).

En el caso de sustancias inflamables, integrando la expresión general sobre el volumen en el que la concentración del gas se halla entre los límites de inflamabilidad proporciona la máxima cantidad de materia inflamable en condiciones de deflagrar en función del tiempo. Este dato es el que se utiliza para la determinación de las explosiones de vapor no confinadas.

Los datos ambientales (temperatura ambiente, humedad, velocidad del viento, etc.), utilizados fueron consultados en Sistema Meteorológico Nacional (Estación meteorológica 30-33) en el periodo 1988 – 2009.

La dirección de viento que será considerada en las simulaciones de eventos catastróficos, así como durante la elaboración de los diagramas de pétalos (radios de afectación) son los siguientes:

1. Vientos Dominantes: Suroeste – Noreste
2. “Evento Norte”: Noroeste – Suroeste.

El “Evento Norte” como se le conoce en la región ocurre 40 veces en el periodo comprendido entre los meses octubre a marzo, de acuerdo con los datos proporcionados por la TMGT.

Para eventos de incendio, los radios de seguridad se evaluarán considerando:

| | |
|-----------------------|--|
| 1.4 kW/m ² | No causará incomodidad durante exposición prolongada. Esta radiación se utilizó para definir la zona de amortiguamiento |
| 5.0 kW/m ² | Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico. Quemaduras de segundo y hasta tercer grado a la población o personal expuesto. Esta radiación se utilizó para definir la zona de alto riesgo . |

Para el caso de explosión, los radios de salvaguarda se evaluarán considerando:

| | |
|------------------------|---|
| 0.5 lb/in ² | La presión a la que se presenta rupturas del 10 % de ventanas de vidrio y algunos daños a techos, con una probabilidad del 95 % de que no ocurran daños serios. Esta presión se consideró para definir la zona de amortiguamiento . |
| 1 lb/in ² | Es la presión que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1 % de ruptura de tímpanos y el 1 % de heridas serias por proyectiles o esquirlas. Este valor se consideró para definir la zona de alto riesgo . |

VI.3.2.3. Escenarios simulados

Los escenarios seleccionados para ser cuantificados mediante el uso del simulador se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VI.21 Escenarios de riesgo simulados

| Clave del escenario | Nombre del escenario | Material | Simulador empleado |
|---------------------|---|-----------------|--|
| TMGT-OP-01 | Fuga en mangueras flexibles de conexión (buque tanque) | Propano | PHAST ver. 8.23 |
| TMGT-OP-02 | Fuga en tramo terrestre del ducto (patín de medición – entrada de esferas) | Propano | PHAST ver. 8.23 |
| TMGT-OP-03 | Fuga en línea de adición de etil mercaptano a ducto de suministro de gas a esferas. | Etil mercaptano | ALOHA ver. 5.4.7 |
| TMGT-OP-04 | Fuga por purgas de agua en esferas (fondo) | Propano | ALOHA ver. 5.4.7 (para tasa de fuga) PHAST ver. 7.2 |
| TMGT-OP-05 | Fuga en conexión de instrumentos, fondo de esferas | Propano | ALOHA ver. 5.4.7 (para tasa de fuga) PHAST ver. 7.2 |
| TMGT-OP-06 | BLEVE en esferas | Propano | PHAST ver. 7.2 |
| TMGT-OP-07 | Fuga en la línea de esferas a manifold de islas de llenado. | Propano | PHAST ver. 8.23 |
| TMGT-OP-08 | Fuga en sellos de bombas de llenado de autotanques | Propano | PHAST ver. 8.23 |
| TMGT-OP-09 | Fuga en accesorios en tubería del sistema de refrigeración | Propano | PHAST ver. 8.23 |

Tabla VI.22. Criterios de simulación y cálculo de inventario fugado

| Clave del escenario | Nombre del escenario | Presión (bar) | Temp. (°C) | DN línea / accesorio | Diámetro de fuga (in) | Criterios de Elección de Diámetro de fuga | Criterios de duración de fuga | Cálculo de Inventario Fugado |
|---------------------|---|---------------|------------|----------------------|-----------------------|--|---|--|
| TMGT-OP-01 | Fuga en mangueras flexibles de conexión (buque tanque) | 14.5 | -20 | 8 | 1.6 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso alterno en líneas de proceso. DEF = 0.20 veces el DN DEF = 1.6 " | 300 segundos es el tiempo que tarda en detectarse la fuga, apagar bombas, y cerrar válvulas de descarga. | Flujo de descarga de bombas de buque tanque = 280,000 kg/hr Tiempo de fuga = 300 segundos = 0.0833 hr Diámetro manguera: 8 in (0.24 m) Distancia entre válvulas= 20 m Densidad de gas= 0.502 kg/l Inventario de fuga= $(Fm \times t) + ((\pi d^2) D \rho)$ Inventario Fugado = 23,964 kg, |
| TMGT-OP-02 | Fuga en tramo terrestre del ducto (patín de medición) | 8 | -15 | 10 | 2.00 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso más probable en líneas de proceso. DEF = 0.20 veces el DN DEF = 2 " | 60 segundos es el tiempo sumado de detección de fuga y cierre de válvulas SDV (el sistema de control distribuido alarma al 20 Límite Inferior de Inflamabilidad y cierra en automático al detectar 40% de LII o fuego). | Flujo de llegada de buque tanque a TMGT = 280,000 kg/hr Tiempo de fuga = 60 segundos = 0.01666 hr Diámetro tubería: 10 in (0.3 m) Distancia entre válvulas= 12 m (SDV1 y SDV2) Densidad de gas= 0.502 kg/l Inventario de fuga= $(Fm \times t) + ((\pi d^2) D \rho)$ Inventario Fugado = 4,668 kg, |
| TMGT-OP-03 | Fuga en línea de adición de etil mercaptano a ducto de suministro de gas a esferas. | 9 | 25 | 0.5 | 0.25 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso alterno en líneas de proceso. DEF = 0.20 veces el DN DEF = 2 " | 120 segundos Cierre manual de válvula en tanque de etil mercaptano por personal presenta las 24 horas durante maniobra de descarga. | Cálculo preliminar tasa de fuga con programa ALOHA: 2.5 Kg/min, por 2 min. El material empacado es despreciable, por tratarse de línea de 1/2 in y 2 metros de longitud. Inventario Fugado = 5 kg, |
| TMGT-OP-04 | Fuga purgas por agua en esferas (fondo) | 7 | 10 | 2 | 2 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso alterno en sellos o empaquetaduras de válvulas de proceso. DEF= 2" (100% del área anular). | 60 segundos, considerando que el mismo personal que hizo la apertura errónea la vuelve a cerrar. | Fuga de producto estático dentro un recipiente por orificio de 2" @ 8 bar y 8 °C de acuerdo a los cálculos de software ALOHA = 651 kg/min Tiempo de fuga = 60 segundos El material empacado es despreciable, por tratarse de línea de 2 in y 0.5 metros de longitud. Inventario Fugado = 651 kg |
| TMGT-OP-05 | Fuga en conexión de instrumentos, | 7 | 10 | 0.5 | 0.5 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT- | 60 segundos, considerando que se cuenta sistema de control distribuido configurado para operarse | Cálculo preliminar de masa fugada con programa ALOHA: 2.51 Kg/min por 1 minuto: 41.2 kg. |

| Clave del escenario | Nombre del escenario | Presión (bar) | Temp. (°C) | DN línea / accesorio | Diámetro de fuga (in) | Criterios de Elección de Diámetro de fuga | Criterios de duración de fuga | Cálculo de Inventario Fugado |
|---------------------|---|---------------|------------|----------------------|-----------------------|--|--|--|
| | fondo de esferas. | | | | | 001, para caso alterno en sellos o empaquetaduras de válvulas de proceso. DEF= 0.5" (100% del área anular). | automáticamente por el sistema de detección de gas y fuego, accionarse desde cuarto de control, o de forma manual en campo por medio de un botón de paro por emergencia. | |
| TMGT-OP-06 | BLEVE esferas en | 8 | 8 | No aplica | No aplica | Criterios del punto 2.2.5 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para peor caso se considera ruptura catastrófica. | No aplica, liberación súbita. En cambio, se considera que se rebasa la presión de diseño (7.88 kg/cm ²) y ocurre la falla del recipiente. | Inventario Involucrado, capacidad de almacenamiento por esfera al 90% = 5,677,500 l x 80% = 4,542,00 litros Densidad a 15°C=0.502. kg/l Inventario involucrado= 2,280,084 kg |
| TMGT-OP-07 | Fuga cabezal esferas manifold islas llenado | 7 | 10 | 12 | 2.4 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso alterno . DEF = 0.20 veces el DN DEF = 2.4 " | 60 segundos es el tiempo de detección de fugas y cierre de válvulas SDV | Flujo en cabezal de esferas a manifold de islas de llenado = 400 kg/min Tiempo de fuga = 1 minuto Diámetro tubería: 12 in (0.36 m) Distancia entre válvulas= 100 m Densidad de gas= 0.502 kg/l Inventario de fuga= $(Fm \times t) + ((\pi d^2) D \rho)$ Inventario Fugado = 725 kg |
| TMGT-OP-08 | Fuga sellos de bombas de llenado de autotanques | 12 | 10 | 4 | 0.8 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso alterno . DEF = 0.20 veces el DN DEF = 0.8 " | 60 segundos es el tiempo de detección de fugas y activación de paro por emergencia. | Flujo de descarga de bombas a islas de llenado = 450 kg/min Tiempo de fuga = 1 minuto Diámetro tubería: 4 in (0.12 m) Distancia entre válvulas= 30 m (máx) Densidad de gas= 0.502 kg/l Inventario de fuga= $(Fm \times t) + ((\pi d^2) D \rho)$ Inventario fugado: 450 kg |
| TMGT-OP-09 | Fuga bridas tubería sistema de refrigeración. | 8 | 0 | 6 | 1.2 | Tabla 9 del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para caso alterno . DEF = 0.20 veces el DN DEF = 1.2 " | 60 segundos es el tiempo de detección de fugas y activación de paro por emergencia. | Flujo de descarga de compresores de refrigeración a esferas = 5,000 kg/hr Tiempo de fuga = 60 segundos Diámetro tubería: 6 in (0.18 m) Distancia entre válvulas= 200 m (máx) Densidad de gas= 0.502 kg/l Inventario de fuga= $(Fm \times t) + ((\pi d^2) D \rho)$ Inventario Fugado = 83 kg |

DEF = Diámetro Equivalente de Fuga

DN = Diámetro Nominal

VI.3.3 Resultados de las simulaciones de eventos catastróficos. (Análisis cuantitativo)

La siguiente tabla resume los resultados de cuantificación de efectos empleando el simulador PHAST Professional, se reportan los resultados con las condiciones meteorológicas más adversas, esto es, con menor velocidad del viento y radiación solar (estabilidad F), tal como lo solicita la SEMARNAT para considerar los mayores efectos. En el Anexo 6 se incluyen los datos de salida del simulador, que contienen resultados para condiciones meteorológicas adicionales.

Tabla VI.23. Resumen de resultados de simulación de Escenarios de Riesgo. Estabilidad atmosférica tipo F.

| Escenario | Chorro de fuego (Jet Fire) | | Charco de fuego temprano (Early Pool fire) | | Charco de fuego tardío (Late Pool fire) | | Bola de fuego (Fireball) | | Explosión temprana | | Explosión tardía | | BLEVE | | TOXICIDAD | |
|------------|-------------------------------|-----------------|---|-----------------|--|-----------------|-----------------------------|-----------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|----------------|------------------|---------------|------------------------|
| | 5 kW/m^2 | 1.4 kW/m^2 | 5 kW/m^2 | 1.4 kW/m^2 | 5 kW/m^2 | 1.4 kW/m^2 | 5 kW/m^2 | 1.4 kW/m^2 | 1 lb/in^2 | 0.5 lb/in^2 | 1 lb/in^2 | 0.5 lb/in^2 | 1 lb/in^2 | 0.5 lb/in^2 | IDHL= 500 ppm | AEGL- 1=1 ppm (60 min) |
| TMGT-OP-01 | 77.3 m | 146.2 m | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | 73.6 m | 101.6 m | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| TMGT-OP-02 | 136.9 m | 193.2 m | 49.5 | 61.4 | 49.5 | 61.4 | NR | NR | NR | 291 m | 350.9 m | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A |
| TMGT-OP-03 | < 10 m | < 10 m | NR | NR | NR | NR | NR | NR | 47 m | 78 m | NR | NR | N/A | N/A | 50 m | 2300 m |
| TMGT-OP-04 | 71.7 m | 134 m | NR | NR | NR | NR | 116.6 m | 224.1 m | 110.1 m | 180.9 m | 389.5 m | 414.9 m | N/A | N/A | N/A | N/A |
| TMGT-OP-05 | 71.7 m | 134 m | NR | NR | NR | NR | 43.6 m | 85.4 m | 43.9 m | 72.1 m | 181.6 m | 193.9 m | N/A | N/A | N/A | N/A |
| TMGT-OP-06 | N/A | N/A | NR | NR | NR | NR | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | 1673.5 | 2748.9 | N/A | N/A |

| Escenario | Chorro de fuego (Jet Fire) | | Charco de fuego temprano (Early Pool fire) | | Charco de fuego tardío (Late Pool fire) | | Bola de fuego (Fireball) | | Explosión temprana | | Explosión tardía | | BLEVE | | TOXICIDAD | |
|------------|-------------------------------|--------------------------|---|--------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------|-----------------------|
| | 5 kW/m ² | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 1.4 kW/m ² | 5 kW/m ² | 1.4 kW/m ² | 1 lb/in ² | 0.5 lb/in ² | 1 lb/in ² | 0.5 lb/in ² | 1 lb/in ² | 0.5 lb/in ² | IDHL= 500 ppm | AEGL-1=1 ppm (60 min) |
| TMGT-OP-07 | 144.3 m | 204.7 m | NR | NR | NR | NR | 134.4 m | 246.1 m | NR | NR | 212.5 | 265.5 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| TMGT-OP-08 | 60 m | 83.9 m | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | NR | 115.1 | 147.5 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| TMGT-OP-09 | 82.4 m | 115.4 m | NR | NR | NR | NR | 58.8 | 108.4 | NR | NR | 101.2 | 127.7 | N/A | N/A | N/A | N/A |

NR: Efecto no reportado por el simulador, no se dan las condiciones necesarias.

N/A: Efecto no solicitado o no factible de simular.

VI.3.4 Resultados de la estimación de probabilidades de ocurrencia con el método de árboles de fallos. (Análisis cuantitativo)

En el Anexo 7 se incluye el desarrollo del Análisis con Árbol de Fallos (FTA, Fault Tree Analysis): en el anexo citado se pueden consultar las consideraciones y fuente de información para asignación de probabilidad, los cortes mínimos para cada escenario, y su representación gráfica. En la siguiente tabla se muestra el resumen de resultados. La interpretación de los resultados se expone en el apartado de conclusiones del Estudio de Riesgo Ambiental.

Tabla VI.24 Probabilidad de ocurrencia de Escenarios de Accidentes Potenciales analizados con el método FTA

| Escenario de riesgo | Nombre del Escenario: | Frecuencia de ocurrencia | Combinaciones de posibles de fallas básicas de equipo y errores humanos que pueden conducir al Escenario de riesgo. | | |
|---------------------|--|--------------------------|---|---------------------|----------|
| TMGT-OP-01 | Fuga en mangueras (8" D.N.) de conexión a buque tanque | 1.72E-08. | 8 | Probabilidad máxima | 1.14E-08 |
| | | | | Probabilidad mínima | 1.56E-13 |
| TMGT-OP-02 | Fuga en patín de medición. | 3.88E-05 | 12 | Probabilidad máxima | 5.81E-05 |
| | | | | Probabilidad mínima | 1.56E-13 |
| TMGT-OP-03 | Fuga de etil mercaptano en línea de dosificación a ducto de suministro de gas LP | 4.00E-08 | 1 | Única Probabilidad | 4.00E-08 |
| TMGT-OP-04 | Fuga por la línea de purga en el fondo de esfera de almacenamiento. | 4.56E-07 | 8 | Probabilidad máxima | 4.15E-07 |
| | | | | Probabilidad mínima | 5.4E-13 |
| TMGT-OP-05 | Fuga por la línea de conexión de instrumentos en el fondo de esfera de almacenamiento. | 3.80E-09 | 8 | Probabilidad máxima | 3.46E-09 |
| | | | | Probabilidad mínima | 4.50E-15 |
| TMGT-OP-06 | BLEVE en esferas | 5.40E-05 | 24 | Probabilidad máxima | 4.65E-05 |
| TMGT-OP-07 | Fuga en cabezal de esferas a manifold de islas de llenado | 5.40E-05 | 24 | Probabilidad mínima | 1.80E-16 |
| | | | | Probabilidad máxima | 4.65E-05 |
| TMGT-OP-08 | Fuga en sello de bomba de llenado de autotanques | 5.40E-05 | 12 | Probabilidad mínima | 3.96E-12 |
| | | | | Probabilidad máxima | 4.65E-05 |
| TMGT-OP-09 | Fuga en bridales en tubería del sistema de refrigeración | 5.40E-05 | 12 | Probabilidad mínima | 3.96E-12 |

VI.4 Representar las zonas de alto riesgo y amortiguamiento en un plano a escala adecuada donde se indiquen los puntos de interés que pudieran verse afectados (asentamientos humanos, cuerpos de agua, vías de comunicación, caminos, etc.)

En el Anexo 8 se incluyen los planos con la representación de los radios de afectación por fuego, explosión y/o dispersión de nube tóxica para cada uno de los escenarios de accidentes potenciales que fueron sometidos a un análisis de cuantificación de efectos mediante un simulador computacional.

VI.5 Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos o instalaciones próximas a la instalación que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, indicando las medidas preventivas orientadas a la reducción del riesgo de las mismas.

VI.5.1 Escenario TMGT-OP-01. Fuga en mangueras flexibles de conexión a buque tanque.

Para este escenario, el simulador (PHAST ver. 8.23) indica que pueden ocurrir los efectos de incendio tipo encendedor (Jet Fire) y Explosión. Este Escenario de Riesgo se postula como “caso alterno”.

Como el Escenario de Riesgo simulado ocurre en la conexión a buque tanque, que está 3.5 km mar adentro, los efectos adversos en todos los casos se circunscriben a personal e instalaciones de la embarcación.

La zona de alto riesgo para el caso de incendio tipo Jet fire para este escenario se tiene un nivel de radiación de 5 kW/m² o superior hasta los 77.3 metros del punto de fuga. En este punto para una persona (piel desnuda) el umbral de dolor se alcanza aproximadamente a los 13 segundos de exposición y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado, cuando la temperatura de la piel llega hasta 55°C aparecen ampollas.

La zona de amortiguamiento para el incendio tipo Jet Fire para este escenario se tiene hasta los 146.2 metros, y ocurre 3.5 km mar adentro, por lo que únicamente se estiman afectaciones a personal expuesto sin equipo de protección, sin efectos adversos a la población u otras instalaciones. Las medidas de reducción del riesgo y atención a emergencias serían las propias de cada embarcación, no pertenecientes a la Terminal.

La zona de alto riesgo para el caso de explosión tardía está determinada por el nivel de sobrepresión de 1 lb/in² la cual queda definida por un radio de 73.6 metros y de 101.6 metros para la zona de amortiguamiento con una sobrepresión de hasta 0.5 lb/in².

VI.5.2 Escenario TMGT-OP-02. Fuga en tramo terrestre del ducto, patín de medición.

Para este Escenario de Riesgo, el programa PHAST ver. 8.23 reporta que puede ocurrir fuego tipo encendedor, charco de fuego temprano, charco de fuego tardío y explosión, dependiendo del momento y localización de la potencial fuente de ignición.

Este escenario se plantea como “más probable” porque en el patín de medición se tiene más conexiones de instrumentos, válvulas y bridas en comparación con otras secciones de la planta. Las condiciones de operación en el tramo terrestre del ducto de suministro de gas LP varían en relación con el tramo marino, debido principalmente al intercambio de calor que ocurre a lo largo de los 3.5 km bajo el mar de la línea, lo que hace que, al llegar a tierra, la temperatura y la presión sean mayores que en el PLEM (Pipe Line End Manifold) donde se conectan las líneas de descarga del buque tanque al ducto marino.

En este escenario, es posible limitar la liberación de gas LP en caso de fuga porque se tienen válvulas neumáticas para paro de emergencia (SDV-01 y SDV-02) que pueden ser accionadas de manera local por botonera, en respuesta a la detección de gas o fuego, y de manera remota en cuarto de control. Las válvulas SDV-01 y SDV-02 se localizan al inicio y fin de patín de medición, separadas por una distancia de 12 metros.

Para el caso del incendio tipo encendedor, se tiene un nivel de radiación de 5 kW/m^2 hasta una distancia de 136.9 metros del punto de la fuga, que define el radio de la zona de alto riesgo. Dentro de este radio, habría afectación al personal que supervisa la operación de descarga (1 supervisor) en el patín de medición y al personal que está en la primera caseta de control de acceso a la Terminal (3 guardias) si no cuentan con equipo de protección y no tienen tiempo para resguardarse.

Como en el área de patín de medición se instalaron detectores de gas que alarman al 20% del Límite Inferior de Inflamabilidad (LII), y que activan el sistema contra incendio (hidrantes monitores) de manera automática al llegar al 40% del LII o al detectarse fuego, la probabilidad de ocurrencia del evento o de que afecte al personal por no estar alertado, se disminuyen considerablemente.

Para este caso, la *zona de amortiguamiento* (1.4 kW/m^2) por incendio tipo encendedor se tiene hasta los 136.9 metros, estando dentro de este radio las mismas instalaciones que para la zona de alto riesgo, sin instalaciones, personal u otro receptor adicional. Los efectos se tendrían hasta unos 100 metros fuera de los límites de batería de la instalación, en la playa.

En caso de que haya fuga de gas LP y no encuentre fuente de ignición de manera inmediata, en vez de incendio tipo encendedor, podría ocurrir el efecto de explosión y se tendría un nivel de sobrepresión de 1 lb/in^2 (0.068 bar) hasta un radio de 291 metros. Dentro de esta zona, al igual que en el caso de incendio, podría tenerse afectación al personal supervisor en patín y al de la primera caseta de control de acceso. La Terminal tiene implementada la política de prohibición absoluta de uso de fuentes potenciales de ignición,

aunado a alarmas que se activan antes de alcanzarse el Límite Inferior de Inflamabilidad, lo que reduce la posibilidad de ignición de una eventual fuga, así como la posibilidad de afectación al personal por la alerta previa a alcanzar concentraciones peligrosas y la activación automática del sistema contra incendio.

Para este escenario el simulador PHAST ver. 8.23 predice que el fuego también podría presentarse en forma de charco temprano o charco tardío. En caso de un escape continuo, el charco irá creciendo hasta que la velocidad de combustión iguale el caudal de vertido. De este modo se llega a un diámetro de equilibrio, que se mantiene mientras no se detiene la fuga.

En caso de charco de fuego, los radios de afectación son menores en comparación con el fuego tipo encendedor, y se tienen 49.5 m y 61.4 m para zonas de alto riesgo y salvaguarda respectivamente para el caso temprano, y de 49.5 m y 61.4 m en el caso de charco de fuego tardío. Los receptores de riesgo en este caso son análogos al caso de fuego tipo encendedor.

La zona de salvaguarda por explosión (0.5 lb/in^2) tiene un radio de 291 metros, 60 metros más que el radio de la zona de alto riesgo, sin embargo, por la separación del patín de medición con la instalación (382 metros hasta la segunda caseta de acceso, 750 metros a área de almacenamiento), no hay afectaciones adicionales a las que ocurren en la zona de alto riesgo para este escenario.

En este punto se realiza también la odorización del gas, lo que contribuye a la reducción de riesgos por apoyo a la detección de una posible fuga.

VI.5.3 Escenario TMGT-OP-03 Fuga de etil mercaptano en línea de dosificación a ducto de suministro de gas LP

Para este escenario (caso alterno) se plantea como hipótesis que, durante la descarga de gas desde buque, ocurre fuga de etil mercaptano (odorizante) debido a corrosión, erosión o acción accidental de fuerzas externas en la línea de dosificación de $\frac{1}{2}$ " al ducto de suministro de gas LP.

El etil mercaptano se adiciona al ducto de suministro de gas LP por medio de un tanque portátil de 450 litros de capacidad, que es presionado por un tanque de nitrógeno. Para poder introducirse al ducto, el etil mercaptano se presiona a 1 bar más que la presión de operación del ducto (8 a 9 bar). La inyección de etil mercaptano se hace mediante una tubería de media pulgada de diámetro. Esta sustancia es inflamable, explosiva y tóxica.

Este escenario se simuló con el software ALOHA ver 5.4.7, debido a que el programa de simulación de efectos empleado en todos los demás casos (PHAST) no cuenta con las propiedades del etil mercaptano en su base de datos.

El software empleado arroja como resultado que para este escenario de riesgo pueden tenerse efectos por incendio tipo encendedor, explosión temprana y dispersión de nube tóxica.

Los efectos por incendio tipo encendedor son locales, teniéndose radios de afectación (alto riesgo y salvaguarda) menores a 10 metros. A esta no se tiene población o receptores ambientales de interés excepcional, restringiéndose la posible afectación al personal supervisor presente durante maniobras de descarga de buque tanque, equipos y accesorios en el patín de medición.

En el caso de explosión temprana, dentro de la zona de alto riesgo ($1 \text{ lb/in}^2 @ 47 \text{ m}$) habría afectación a las instalaciones en patín de medición y probablemente al supervisor del área durante la operación de recepción de gas LP desde buque tanque. Dentro de la zona de amortiguamiento ($0.5 \text{ lb/in}^2 @ 78 \text{ m}$) se encontraría personal supervisor de operaciones y de vigilancia.

El efecto de mayores consecuencias en términos de magnitud de los radios de afectación sería la dispersión de nube tóxica. Para este evento se tiene una concentración de 1 ppm (AEGL-1, 60 min) hasta una distancia de 2,300 metros, que define la zona de amortiguamiento. AEGL-1 es la concentración en el aire de una sustancia por encima de la cual se predice que la población general, incluidos los individuos susceptibles, podría experimentar una notable incomodidad, irritación o ciertos efectos no sensoriales asintomáticos, en este caso, con una exposición de 60 minutos. Sin embargo, los efectos no son incapacitantes y son transitorios y reversibles al cesar la exposición.

Dentro de la zona de amortiguamiento por toxicidad debido a la fuga de etil mercaptano se tiene la totalidad de la Terminal Marítima Gas Tomza, y los efectos (concentración mayor a 1 ppm) salen de límite de batería, llegando a ser perceptibles en las Centrales Termoeléctricas Ciclo Combinado Tuxpan III y Tuxpan IV, de la empresa Gas Natural Fenosa, al sur, y en rancherías de baja densidad poblacional (Villamar) en la periferia de la planta.

La concentración inmediatamente peligrosa para la salud y la vida (IDLH, 500 ppm) que define la zona de alto riesgos se tendría hasta una distancia de 50 metros; dentro de esta zona solo se tiene presencia de un supervisor en el patín de medición durante maniobras de descarga de buque tanque. Fuera de este radio, pero no muy alejada (95 metros al noreste), se tiene la primera caseta de control de acceso a la planta, donde el personal de

vigilancia pudiera verse afectado si no se retira o no tiene protección para el caso de fuga de etil mercaptano.

Las zonas con presencia continua de personal de la TMGT más cercanas al punto de dosificación de etil mercaptano se localizan a 550 metros al suroeste del patín de medición, también fuera de la zona de alto riesgo.

VI.5.4 Fuga por línea de purga en el fondo de esfera de almacenamiento.

Se postula como hipótesis la apertura manual errónea de válvula de purga de 2" en fondo de esfera de almacenamiento de gas LP. Se considera que el mismo personal que realiza la apertura errónea, hace el cierre. Este Escenario de Riesgo es un "Caso Alterno".

Como se trata de una apertura manual por error, se considera que el mismo personal que hace la apertura realiza el cierre en 60 segundos.

El programa de simulación PHAST ver. 7.2 arroja como efectos posibles para este escenario de riesgo el fuego tipo encendedor, bola de fuego, explosión temprana y explosión tardía.

La zona de alto riesgo para fuego tipo encendedor en este escenario está determinada por el nivel de radiación de 5 kW/m² hasta los 71.7 metros del área de la fuga, y la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m²) se tiene hasta los 134 metros. Estas distancias se circunscriben al área de almacenamiento, excepto si ocurre en el recipiente esférico número 7 o el número 11, que son los ubicados más al sur (ver diagrama con radios de afectación TMGT-OP-04-JF en Anexo 8). En este caso la zona de alto riesgo se extiende hasta el área de bombas contra incendio, pero un nivel de radiación de 5 kW/m² no se espera que produzca daño en equipos (ver tabla VI.8, se estima que hay daño en equipo con una radiación de 37.5 kW/m²), además de que las bombas contra incendio se localizan en casetas con muros y techo de concreto armado.

Usualmente no hay presencia de personal en áreas de almacenamiento y casetas de bombas contra incendio si no hay descarga de gas desde buque tanque, a menos que haya en curso algún trabajo de mantenimiento en el área.

La afectación se confinaría en el dique de contención de las esferas y habría una posible afectación a las esferas de almacenamiento adyacentes. La afectación si no se presenta efecto dominó (posible BLEVE por escalación de efectos), se circunscribe a los límites de batería de la Terminal, y al personal sin protección que pudiera estar presente al presentarse la ignición de la fuga.

En caso de que la fuga hipotética no encuentre fuente de ignición de manera inmediata, podría presentarse el efecto de bola de fuego o el de explosión tardía.

Para el caso de bola de fuego, dentro de la zona de alto riesgo ($5 \text{ kW/m}^2 @ 116 \text{ m}$) se incluyen esferas aledañas a aquella donde se presente el evento, y si ocurre en recipientes al sur, los efectos alcanzarían ambas casetas de bombas contra incendio y caseta de sistema de refrigeración (ver diagrama TMGT-OP-04-FB en Anexo 8). Al este, podría afectarse el área de bombas de llenado de autotanques y parte de las islas de llenado. En el caso de la zona de amortiguamiento ($1.4 \text{ kW/m}^2 @ 224 \text{ m}$) en caso de presentarse el evento en recipientes al sur del área de tanques, los efectos cubrirían las dos casetas contra incendio y al este a todas las islas de llenado de autotanques. Los efectos no alcanzarían comedor, cuarto de control, oficinas administrativas, subestación eléctrica ni cuarto de control de motores.

Para este escenario, los radios de afectación de mayor dimensión corresponden al evento de explosión tardía. En este caso la zona de alto riesgo se extiende hasta los 415 metros, y la de amortiguamiento hasta los 390 metros. En este caso habría afectación en todas las áreas operativas y administrativas de la instalación, con excepción del patín de medición y la primera caseta de control de acceso.

Como el escenario supone un error operativo en la tarea de purga de una esfera, como medida preventiva se cuenta dentro del sistema de aseguramiento de la calidad, con un procedimiento para purga de recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP, el cual es difundido entre el personal que ejecuta la tarea.

Adicional a las medidas administrativas, en el área de esferas, en la parte baja de cada esfera se cuenta con detectores de gas y fuego, operación remota de válvulas de aislamiento a través del Sistema de Control Distribuido, cobertura de la red contra incendio mediante hidrantes y anillos de enfriamiento, así como instrumentos para detección y alarma en caso de que los parámetros de proceso salgan del rango normal de operación. La purga de esferas cuenta con doble válvula de bloqueo.

VI.5.5 Escenario TMGT-OP-05. Fuga en conexión de instrumentos, fondo de esferas.

Se postula como hipótesis la fuga por conexión de instrumentos o bridas en el fondo de esfera de almacenamiento de gas LP, y se plantea como “Caso Alterno”.

De acuerdo con los criterios del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-001, para “caso alterno” en sellos o empaquetaduras de válvulas de proceso, se toma como diámetro equivalente de fuga el 100% del área anular, como en este caso de trata de instrumentos, se alimenta al simulador un DEF de 0.5 pulgadas.

El tiempo de fuga se postula en 60 segundos, considerando que se cuenta sistema de control distribuido configurado para operarse automáticamente por el sistema de detección de gas y fuego, accionarse desde cuarto de control, o de forma manual en campo por medio de un botón de paro por emergencia.

El programa de simulación PHAST arroja como efectos posibles para este escenario de riesgo el fuego tipo encendedor, bola de fuego, explosión temprana y explosión tardía.

La zona de alto riesgo (5 kW/m^2) para fuego tipo encendedor en este escenario llega hasta los 71.7 metros del área de la fuga, y la zona de amortiguamiento (1.4 kW/m^2) se tiene hasta los 134 metros. Los efectos de este escenario se limitan al área de almacenamiento, pero si ocurre en los recipientes más al sur de la granja de tanques, se puede tener una radiación de 5 kW/m^2 en los dos cobertizos de bombas contra incendio. No se espera que este nivel de radiación dañe bombas contra incendio, que además se localizan dentro casetas con muros y techo de concreto armado. Habría el nivel de radiación suficiente para causar dolor al personal si éste no puede protegerse en 20 segundos; sin embargo, es factible la formación de ampollas en la piel (quemaduras de segundo grado).

En caso de que la fuga hipotética no encuentre fuente de ignición de manera inmediata, podría presentarse el efecto de bola de fuego o el de explosión temprana.

Para el caso de bola de fuego la zona de alto riesgo ($5 \text{ kW/m}^2 @ 43.6 \text{ m}$) los efectos prácticamente se restringen al área de almacenamiento, dentro de los diques, independientemente de en qué esfera ocurra el evento (ver diagrama TMGT-OP-05-FB, Anexo 8). Dentro de la zona de amortiguamiento ($1.4 \text{ kW/m}^2 @ 85.4 \text{ m}$), los efectos rebasan la zona delimitada por los diques del área de almacenamiento, sin afectar otras áreas de proceso, con la excepción del caso de la esfera 7, que es la que se ubica más al sur, en este caso se alcanza la caseta contra incendio número 1, sin embargo, un nivel de radiación de 1.4 kW/m^2 no es suficiente para dañar muros o equipos, y no habría daño permanente a personal expuesto.

Para este escenario, los radios de afectación de mayor dimensión corresponden al evento de *explosión tardía*. En este caso la zona de alto riesgo se extiende hasta los 181.6 metros, y la de amortiguamiento hasta los 194 metros.

En este caso se tendría una sobrepresión de 1 lb/in^2 o mayor en ambas casetas de bombas contra incendio, sistema de refrigeración y cuarto de control de motores. Ver diagrama TMGT-OP-05-LE.

Si el escenario ocurre en alguna de las esferas localizadas más al sureste (recipientes esféricos 5 o 6), podría haber afectación al personal que estuviera en casa de bombas e islas de llenado de autotanques.

En este escenario se encuentran incluso fuera de la zona de amortiguamiento el edificio administrativo, donde se localiza el cuarto de control y el laboratorio de control de calidad.

Como medidas de prevención y mitigación de este escenario, se cuenta con las descritas previamente para el área de almacenamiento: botoneras para paro de emergencia en dentro del dique de cada esfera, en la parte baja de cada esfera se cuenta con detectores de gas y fuego, operación remota de válvulas de aislamiento a través del Sistema de Control Distribuido, cobertura de la red contra incendio mediante hidrantes y anillos de enfriamiento, así como instrumentos para detección y alarma en caso de que los parámetros de proceso salgan del rango normal de operación.

VI.5.6 Escenario TMGT-OP-06-BLEVE. Explosión del vapor de un líquido en ebullición en recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP.

El programa de simulación de efectos de accidentes potenciales predice que en caso de BLEVE en alguna esfera se tendría una sobrepresión de 1 lb/in² hasta una distancia de 1,673 metros.

En este escenario se tendría afectación en la totalidad de la Terminal, y los efectos rebasarían los límites de batería, llegando al sur a las Centrales Termoeléctricas Ciclo Combinado Tuxpan III y Tuxpan IV, de la empresa Gas Natural FENOSA. Al este de la instalación se tiene el mar, y al oeste y norte se tienen rancherías de baja densidad poblacional que podrían verse afectadas (ver diagrama TMGT-OP-06-BLEVE en Anexo 8).

El BLEVE se simula como “Peor Caso”, es decir, podría simularse independientemente de la aplicación de una metodología de identificación de peligros y evaluación de riesgos, y se considera poco probable de ocurrir, debido a que *presupone la falla de todas las salvaguardas* que existen en la instalación, tanto administrativas como sistemas de apoyo por emergencia.

Desde 2013, a raíz de visitas de Unidades de Verificación autorizadas por la Comisión Reguladora de Energía para evaluar el desempeño en operación, mantenimiento y seguridad (NOM-015-SECURE-2013), se ha entrado en un proceso de mejora continua que ha permitido disminuir el riesgo por la aplicación de acciones para su prevención y mitigación. Posteriormente, en 2018, cuando se ejecutó el proyecto de incremento de la capacidad de almacenamiento con la instalación de 5 recipientes esféricos de almacenamiento adicionales a los 6 ya existentes (objeto del presente ERA, en etapa de

almacenamiento (objeto del presente ERA), se aplicó la norma mencionada para el diseño, construcción y pre-arranque de estos tanques. Estas etapas del proyecto también fueron supervisadas por la CRE y avaladas por los dictámenes correspondientes de Unidades de Verificación.

Para la prevención y mitigación de este escenario se cuenta con la instrumentación, sistema contra incendio, de detección de gas y fuego que ya se ha descrito, y adicional a esto, con un Programa para la Prevención de Accidentes implantado y aprobado por la ASEA, lo que implica la existencia de brigadas para la atención de emergencias, la identificación, existencia y operabilidad de sistemas de apoyo por emergencias (extintores, mangueras, equipo de protección personal, red contra incendio, detección de gas y fuego, paro por emergencia, etc.), procedimientos para atención de emergencias, y el auxilio externo.

VI.5.7 Escenario TMGT-OP-07. Fuga en cabezal de esferas a manifold de islas de llenado.

Para este escenario el simulador PHAST ver. 8.23 predice que podrían presentarse los siguientes efectos: incendio tipo encendedor, incendio tipo bola de fuego y explosión. Se plantea como un “Caso Alterno”, por lo que el diámetro equivalente de fuga se considera como 0.2 veces el diámetro nominal del cabezal, esto es, 2.4 pulgadas.

Considerando que en el área de bombas e islas de llenado se cuenta con detección de gas y fuego, y botones para paro de emergencia, el tiempo de cierre de válvulas neumáticas en línea de descarga de esferas para aislamiento de la fuga, se postula en 60 segundos, considerando detección y tiempo de cierre.

Dentro de la zona de alto riesgo ($5 \text{ kW/m}^2 @ 144.3 \text{ m}$) podría afectarse al personal presente en islas de llenado, la mitad sur del área de esferas de almacenamiento, sistema de refrigeración y la caseta 1 de bombas contra incendio. Ver diagrama TMGT-OP-07-JF, en Anexo 8.

El radio que define la zona de salvaguarda por incendio tipo encendedor es de 204.7 m, distancia hasta la que podría haber quemaduras al personal presente en islas de llenado, la totalidad del área de esferas de almacenamiento, sistema de refrigeración y las dos casetas de bombas contra incendio. No se prevé afectación a personal en subestación eléctrica, edificio administrativo (donde está el cuarto de control) ni comedor/dormitorios de operadores de auto tanques.

Los radios de afectación para el caso de incendio tipo bola de fuego son análogos en orden de magnitud al caso de incendio tipo encendedor: 246.1 metros para la zona de alto riesgo y 134.4 metros para la zona de salvaguarda, por lo que también los receptores de riesgo

son análogos, aunque la zona de salvaguarda en este caso abarca la subestación eléctrica y parte del edificio administrativo.

Para este escenario el simulador PHAST ver. 8.23 arroja como resultado que también podría ocurrir explosión, con una zona de salvaguarda con radio de 265 metros, y de 212.5 metros para la zona de alto riesgo. Los criterios de evaluación de efectos para explosión (0.5 y 1 lb/in²) no evalúan daño a equipos, pero el reporte del simulador (ver Consequence Summary Report para este escenario en Anexo 6), indica que puede tenerse una sobrepresión de 10 lb/in² hasta una distancia de 155 metros, lo que implica (ver tabla VI.17) daño a equipo pesado si no se ejecutan acciones para evitar la escalación de efectos, por lo que podría haber efecto dominó por daño a recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP, como el descrito en el escenario TMGT-OP-06 “BLEVE en esferas”.

Se prevé que estos eventos pueden ser controlados rápidamente debido a la presencia continua de personal, y que se puede activar el paro por emergencia de manera remota desde cuarto de control, que aislaría rápidamente el área, cerrando las válvulas neumáticas a la salida de los recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP. El área de bombas cuenta con rociadores de agua contra incendio, y en el área de almacenamiento se tienen detectores gas/fuego, hidrantes monitores, anillos de enfriamiento en esferas 7 a 11 y aspersor/deflector (gorro de chino) en todas las esferas.

VI.5.8 Escenario TMGT-OP-08. Fuga en sellos de bombas de llenado de autotanques.

Para este escenario (“Caso Alterno”), el simulador indica que podría presentarse el fuego tipo encendedor o explosión, dependiendo de las circunstancias al momento de la fuga, principalmente el momento de encontrar fuente de ignición.

En el caso de fuego tipo encendedor, si el chorro de fuego apunta hacia el sureste, abarca la totalidad de las islas de llenado de autotanques, con un radio de afectación de 83.9 metros. El radio que define la zona de alto riesgo llega hasta los 60 metros, lo que abarca hasta un 80% aproximadamente de la superficie de las islas de llenado, por lo que puede haber daños al personal de la Terminal y operadores de autotanques en espera del llenado de sus unidades.

En la zona de alto riesgo por radiación (5 kW/m² @ 60 m) el tiempo máximo de exposición es de 3 minutos, y es el máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos; con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado; cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.

No se prevé que estos eventos pudieran generar efecto dominó (no llegan al área de tanques esféricos de almacenamiento de gas LP), porque pueden ser controlados rápidamente debido a la presencia continua de personal (se alimentó un tiempo de fuga de 60 segundos al simulador), y que se puede activar el paro por emergencia, que aislaría rápidamente el área, cerrando desde el cuarto de control las válvulas neumáticas a la salida de los recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP. El área de bombas cuenta con rociadores de agua contra incendio.

En el caso de explosión por fuga en sellos de bomba de llenado de auto tanques, el simulador reporta un radio de alto riesgo (1 lb/in^2) de 127.7 metros, que abarcaría la totalidad del área de islas de llenado y los recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP localizados más al sur-este de la granja de tanques (TV-05 y TV-06), con posibilidad de letalidad al personal presente en llenaderas.

El simulador también reporta que se tendría una sobrepresión de hasta 10 lb/in^2 (ver reporte del simulador para este Escenario de Riesgo en el Anexo 8) hasta una distancia de 98.4 metros del punto de fuga, con lo que sería posible el daño al recipiente esférico de almacenamiento de gas LP TV-06, localizado más al oeste en la granja de tanques, que podría dar lugar a la escalación de efectos si no se actúa de manera eficaz en la respuesta a la emergencia.

Para prevención /mitigación de este Escenario de riesgo, se cuenta con el ya mencionado paro de emergencia, que cerraría las válvulas de salida de las esferas de almacenamiento de gas LP (principal capa de protección para evitar la escalación de efectos, porque detiene en menos de 1 minuto el flujo de gas LP), que puede ser accionado desde cuarto de control, el sistema contra incendio que abarca el área de llenaderas, aspersores en área de bombas, y la aplicación de un programa de mantenimiento a equipos dinámicos.

VI.5.9 Escenario TMGT-OP-09. Fuga en accesorios de tubería del sistema de refrigeración.

En este escenario se plantea la fuga pon bridas en tubería del sistema de refrigeración, dentro de la caseta donde se encuentran los compresores de este sistema.

Se estipula como un “Caso Alterno” de acuerdo con los criterios del Documento de PEMEX DCO-GDOESSPA-CT-00 *Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas en instalaciones de Petróleos Mexicanos*. El diámetro equivalente de fuga que se carga al simulador es de 1.2 pulgadas (0.20 veces el diámetro nominal de la tubería), y como tiempo de detección y cierre de la fuga, se estipulan 60 segundos, considerando que se puede activar el paro por emergencia que cerraría entradas

y salidas desde cuarto de control, incluida la salida de vapor al sistema de refrigeración y el retorno de líquido condensado a recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP.

Para este escenario, el simulador PHAST ver. 8.23 reporta que puede presentarse incendio tipo encendedor, incendio tipo bola de fuego y explosión.

En el caso de incendio tipo encendedor (jet fire) la Zona de Salvaguarda se tiene a los 115.4 metros, y el radio de la Zona de Alto Riesgo alcanza los 82.4 metros. La ocurrencia de este Escenario de Riesgo se postula en bridas de la línea de descarga del compresor, las cuales se encuentran dentro de la caseta que aloja a este equipo, por lo que si se considera el efecto de barrera al calor y sobrepresión que tendría la construcción, los radios serían menores.

La radiación de hasta 5 kW/m^2 por jet fire afectaría hasta el tanque de agua contra incendio número 1, y los efectos de una radiación de 1.4 kW/m^2 o mayor alcanzarían los dos tanques de agua contra incendio, las dos casetas de bombas contra incendio y aproximadamente el 60% de la superficie de islas de llenado de autanques. Estos niveles de radiación no producen daño a equipo, solo a personal que no pueda protegerse en 40 segundos.

Como la fuga se postula en el interior de la caseta de sistema de refrigeración, si el personal que supervisa la operación de compresores no alcanza a evacuar antes de que el gas LP encuentre fuente de ignición, es alta la probabilidad de letalidad. Por el contrario, es poco probable que haya efectos al personal que esté en ese momento en llenaderas, por el efecto de barrera que tendrían los muros y techo (concreto y mampostería) de la caseta del sistema de refrigeración.

Para el caso de incendio tipo de bola de fuego, los radios de afectación ($1.4 \text{ kW/m}^2 @ 108.4 \text{ m}$; $5 \text{ kW/m}^2 @ 58.8 \text{ m}$) son análogos en orden de magnitud al caso de incendio tipo encendedor antes descritos, y las consecuencias por tanto presentan similitud, aunque en este caso el radio que define la Zona de Alto Riesgo es un 27% menor.

En el caso de explosión dentro de la Zona de Salvaguarda ($0.5 \text{ lb/in}^2 @ 127.7 \text{ m}$) se tendría prácticamente la totalidad de Islas de llenado, los dos tanques contra incendio, las dos casetas contra incendio y los recipientes esféricos más al sur de la zona de almacenamiento (TV-6 y TV-11). Estos niveles de sobrepresión no son suficientes para producir daño a equipo, por lo que no se prevé escalación de efectos en granja de tanques de almacenamiento de gas LP.

Dentro de la Zona de Alto Riesgo por explosión para este escenario se tiene aproximadamente el 50% de la superficie de llenaderas, los dos tanques de agua contra incendio y las dos casetas contra incendio, por lo que es alta la probabilidad de daño permanente al personal que en ese momento estuviera en la parte sur de islas de llenado

de autotanques. Este nivel de sobrepresión (1 lb/in^2) no es suficiente para dañar equipos, y lo llega al área de granja de tanques, sin embargo, el simulador PHAST (ver Consequence Sumary Report para este escenario en el Anexo 6) reporta que podría alcanzarse una sobrepresión de 1 lb/in^2 hasta una distancia de 69.8 metros, y dentro de este radio se tiene el tanque de agua contra incendio número 1 (SCI-1), lo que, en caso de daño, limitaría la disponibilidad de agua para respuesta a emergencias.

Para la prevención y mitigación de los riesgos que se han identificado en la Terminal Marítima de Gas Tomza, entre otras medidas administrativas, equipos e instrumentación, se cuenta con un Programa Interno de Protección Civil que se actualiza anualmente. El Programa Interno de Protección Civil es actualizado cada año. En él se proponen los siguientes objetivos:

Objetivos generales:

- Prevenir las contingencias y de ser posible eliminarlas.
- Reducir, mitigar y controlar los daños a los empleados y a las instalaciones de la empresa.
- Proteger los bienes de terceros.

Objetivos específicos:

- Que el personal encargado de prevenir las contingencias establezca los procedimientos necesarios para lograrlo.
- Que el personal encargado de atender la contingencia responda mediante la aplicación de los procedimientos previamente establecidos.
- Se utilicen eficazmente los recursos humanos y materiales disponibles para contrarrestar la emergencia.

En el Programa interno de Protección Civil se establece la conformación de la Unidad Interna de Protección Civil (UIPC), que está conformada por el personal que labora en la Terminal, y tiene la responsabilidad de brindar ayuda para la atención de emergencias al interior de la empresa y prestar ayuda al exterior de la misma para auxiliar o atender emergencias a nivel industrial y social a la población en caso de solicitarse por las autoridades.

En la siguiente figura se muestra el organigrama de la Unidad Interna de Protección Civil.

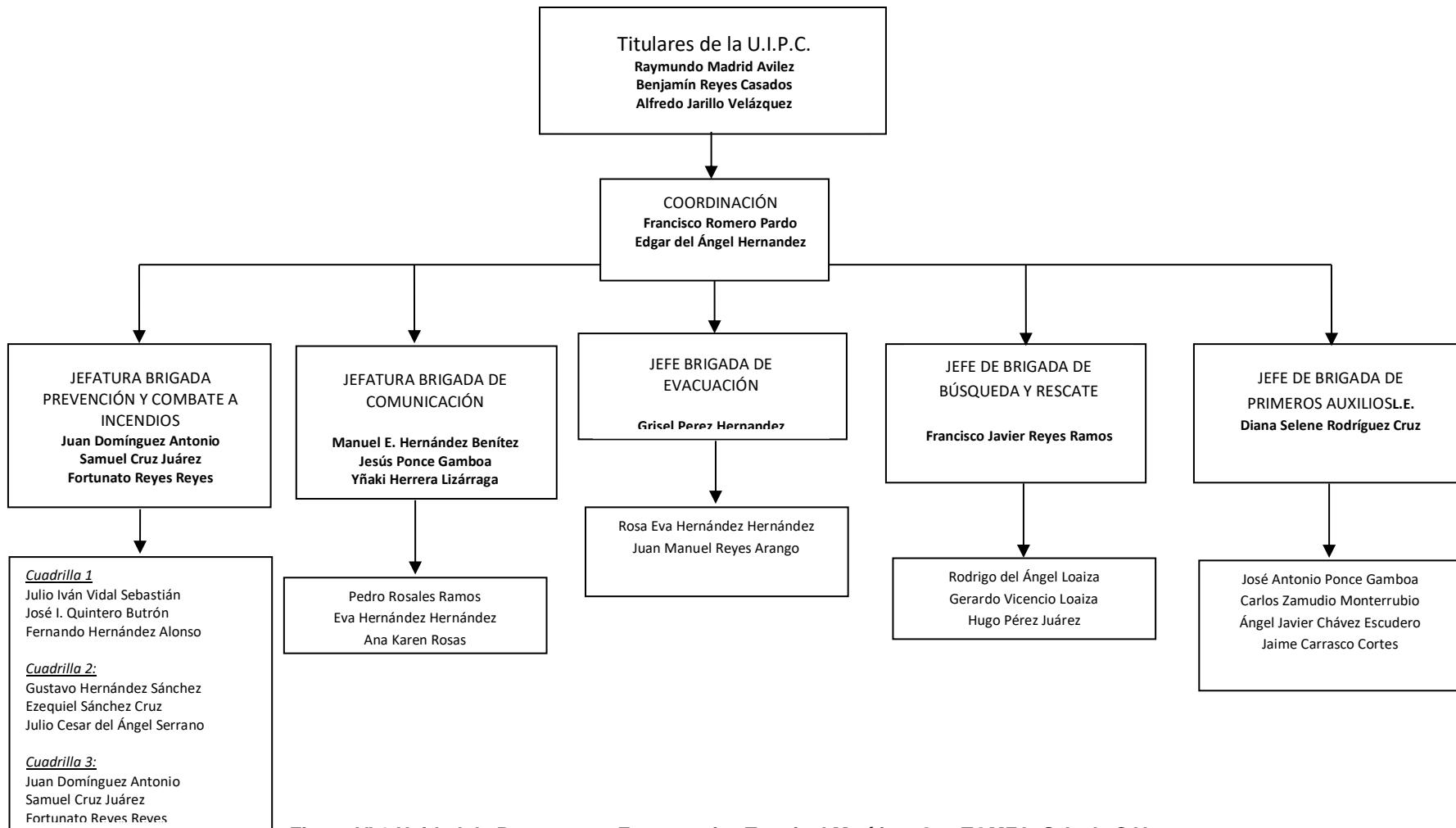


Figura VI.2 Unidad de Respuesta a Emergencias Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V

En el mismo Programa Interno de Protección Civil se incluye una relación de recursos con que cuenta la Terminal para la atención a emergencias y apoyos circundantes, como son:

- Sistemas contra incendio. En términos generales, el sistema está conformado por hidrantes, monitores manuales, monitores automatizados, sistema de rociadores y extinguidores manuales de bióxido de carbono (CO₂) y polvo químico seco (PQS) en áreas cerradas y abiertas.
- Sistemas de detección de gas combustible y de fuego: Conformado por detectores de gas combustible para supervisar continuamente la concentración de gas combustible en áreas críticas de la Terminal, así como por detectores de fuego para monitorear la existencia de un indicio de fuego en áreas abiertas específicas. Se cuenta con 25 detectores de gas L.P., 6 ubicados en la parte baja de cada una de las esferas de almacenamiento de gas L.P. sección A (E1-E6), 10 ubicados en la parte baja de cada una de las esferas de la sección B (E7-E11), otros 2 en el sistema de bombas de las islas de carga, 1 más en el sistema de enfriamiento del gas L.P., y 6 más en el tren de medición y válvulas de bloqueo adyacente a él.
- Sistema de Control Distribuido, para la supervisión y control de las variables de operación.
- Procedimientos de mantenimiento a equipo para atención a emergencias.
 - Procedimiento TMX-PE-MT-22 “Inspección y Mantenimiento de Sistemas Contra Incendio”,
 - Procedimiento TMX-PE-MT-26 “Inspección y Mantenimiento a Detectores de Flama y Gas”.
 - Procedimiento TMX-PE-SI-15 “Inspección Anual de Seguridad”.
 - Procedimiento TMX-PE-SI-04 “Inspección, Pruebas y Mantenimiento de Equipo fijo de apoyo por Emergencias”.
- Procedimientos para atención a emergencias.
 - Instrucción operativa TMX-IN-SI-08, Para Atención de emergencia en esferas.
 - Instrucción operativa TMX-IN-SI-09. Para Atención de emergencia en ducto marino y terrestre.
 - Instrucción operativa TMX-IN-SI-10. Para Atención de emergencia en llenaderas.
 - Instrucción operativa TMX-PE-SI-11. Para atención de emergencia en caso de incendio de semirremolque.
 - Instrucción operativa TMX-PE-SI-12. Para atención de emergencia en manifold de descarga a llenaderas.

- Instrucción operativa TMX-IN-SI-02. Para respuesta a emergencia en caso de sismo.
- Instrucción operativa TMX-IN-SI-04. Para respuesta a emergencias en caso de huracán.

Se tiene un procedimiento para poder evaluar los daños y el tipo de reporte que se elaborará, siendo éste el “Procedimiento para el Registro y Análisis de Incidentes y Eventos Inseguros” TMX-PE-SI-06.

Una vez concluida la revisión del inmueble por parte del personal especializado y determinando que se encuentra el edificio en condiciones seguras de uso y no se corre ningún riesgo, se indica que ya es factible el regreso al inmueble. Para esto, se tiene la Instrucción Operativa TMX-IN-SI-05 “Regreso a Condiciones Normales”. Además, se tiene un Procedimiento de Capacitación Continua TMX-PE-AD-02, y un Procedimiento para la Planear, Realizar y Evaluar Simulacros TMX-PE-SI-08.

En el mismo Programa Interno de Protección Civil se incluye una relación de servicios de apoyo, que incluye los recursos que cada dependencia enumerada puede aportar para la atención de una emergencia

Tabla VI.25. Directorio telefónico de servicios de apoyo

| Dependencia | Teléfono |
|---|----------------------------|
| Emergencias | 066 |
| Protección Civil municipal | 835-0127 |
| Cruz Roja Tuxpan | 834-0158 |
| Cruz Ámbar | 834-0567, 834-3696 |
| Bomberos Tuxpan | 834-0646 |
| Centro Médico Tuxpan | 834-7400, 01, 02 |
| Hospital Civil | 834-0199, 834-3588 |
| Hospital Naval | 834-4143 |
| IMSS | 837-0469, 837-0470, 71, 72 |
| Policía estatal | 834-4720 |
| Policía Federal Preventiva (de caminos) | 837-0262 |

Además de estos servicios de apoyo, la Terminal Marítima Gas TOMZA (TMGT) está incluida en la Organización de Coordinación Local (OCL), en donde la Región Naval No. 1 (RN-1) de la Secretaría de Marina coordina las acciones a ejecutar en caso de que se presentase una emergencia.

La Región Naval No. 1 (RN-1) cada año organiza y coordina un simulacro en donde participan todas las empresas e instancias de los diferentes niveles de Gobierno adscritas y/o instaladas en la Ciudad y Puerto de Tuxpan.

VI.6 Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de las metodologías para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señalados en los puntos VI.2 y VI.3.

A continuación, se presentan las recomendaciones resultantes de las técnicas para identificación, jerarquización y cuantificación de riesgos aplicadas en el presente Análisis.

La mayor parte de las recomendaciones se derivan de las sesiones multidisciplinarias de identificación de peligros con el método HazOp y What if?, lo que implica que provienen de una opinión consensada entre los participantes respecto a las medidas que deben aplicarse para reducir los niveles de riesgo.

Después de haberse aplicado el método HazOp, se agruparon las recomendaciones resultantes y se añadieron otras, derivadas de los resultados de las simulaciones, y se ponderaron con los resultados de las técnicas aplicadas para la cuantificación de los riesgos identificados, que fueron la simulación de efectos por radiación y sobrepresión de los escenarios de accidentes potenciales identificados, y posteriormente el cálculo de la posibilidad de ocurrencia, empleando el método de análisis con Árbol de Fallas. Las recomendaciones resultantes son las siguientes:

1. Colocar protección mecánica para protección de la red contra incendio en el área de taller.
2. Mejorar la iluminación en el taller de autotanques.
3. Sistematizar y documentar las pláticas de seguridad a operadores de autotanques.
4. Prohibir el acceso de autotanques cargados al taller y área de lavado.
5. Implementación de un programa de manejo de residuos y sustancias químicas peligrosas de acuerdo con normatividad aplicable.
6. Realizar un estudio para determinación de equipo de protección personal en todas las actividades de la Terminal, considerando el uso de protección respiratoria para la maniobra de conexión y desconexión de tanque de mercaptano.
7. Incluir maniobras de izaje y traslado interno en el procedimiento de adición de mercaptano.
8. Añadir instrucciones para atención de un evento de fuga de etil mercaptano al Programa para la Prevención de Accidentes.
9. Habilitar una alarma por baja presión de aire de instrumentos.
10. Continuar con la aplicación del “Procedimiento de control de proceso de recepción marina”, incluyendo los aspectos referentes al control administrativo, con el objetivo de minimizar la posibilidad de retrasos en la descarga de buque tanque.

11. Verificar el cumplimiento del programa de reemplazo de mangueras de transferencia de gas LP.
12. Verificar el cumplimiento del programa de mantenimiento a válvulas neumáticas de paro por emergencia.
13. Verificar el cumplimiento del programa de simulacros y asegurarse de evaluar el correcto accionamiento de botones de paro por emergencia
14. Verificar el cumplimiento del programa de mantenimiento a sistemas de apoyo por emergencia (sistema de gas/fuego, válvulas neumáticas del sistema de paro por emergencia, sistema contra incendio, válvulas de seguridad, válvulas de control).
15. Verificar el cumplimiento del programa de mantenimiento a bombas llenado de autotanques.
16. Asegurar el cumplimiento del programa de inspección y mantenimiento del ducto de suministro de gas LP, tanto en tramo marino como terrestre.
17. Mantener actualizado el Programa para la Prevención de Accidentes, considerando seguimiento de instrucciones de Capitanía de puerto en caso de emergencias Nivel tres de Protección Portuaria.

VI.7 Reporte de la última auditoría de seguridad practicada a la instalación.

Anualmente la Terminal Marítima Gas TOMZA tiene la verificación de la conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SECRE-2013 “Diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo mediante planta de depósito o planta de suministro que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto de gas licuado de petróleo o que forman parte integral de las terminales terrestres o marítimas de importación de dicho producto”.

La verificación de la conformidad fue realizada por una Unidad de Verificación acreditada y aprobada por la Comisión Reguladora de Energía.

En el Anexo 9 se incluye dictamen de la última verificación realizada. No se reportaron No Conformidades.

VI.8 Descripción de las medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que cuenta la instalación consideradas para prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

La Terminal cuenta con las siguientes medidas, equipos, dispositivos y sistemas de seguridad para la atención de eventos extraordinarios:

Sistema contra incendios: El sistema de agua contra incendios (ACI) está constituido por dos sistemas de bombeo (dos casas de bombas), el primero conformado por 2 bombas

bipartidas horizontales marca Peerles Pumps, actuadas cada una por un motor de combustión interna de 420 HP (313 kW), marca Caterpillar, cada una está disponible para operación normal y la otra de reserva. Cada bomba tiene una válvula de recirculación, una válvula de no retorno en su tubería de descarga y un tanque de diésel de 600 litros. La secuencia de operación es que la primera bomba arranque automáticamente cuando la presión en la red principal que alimenta agua contra incendio a la zona "A" caiga por debajo de 5.17 bar (5.27 kg/cm²) y la segunda arranque abajo de 4.48 bar (4.57 kg/cm²); este sistema además cuenta con una bomba Jockey de 30 HP que mantiene el cabezal presionado a 6.89 bar (7.03 kg/cm²). Las bombas de combustión interna están diseñadas para descargar a una presión de 7.58 bar (7.73 kg/cm²) con un caudal de salida de las bombas en promedio es de 681.37 m³/h (3,000 GPM). Este sistema de bombeo es para atender la demanda de agua contra incendio para los seis recipientes esféricos localizados en la zona "A", área de bombas de trasiego, área de llenaderas y estación de medición.

Cada recipiente esférico de la zona "A" cuenta con un sistema de diluvio para enfriamiento, operados de manera independiente por válvulas automáticas de diafragma, contando además en esta área de almacenamiento (alrededor de los 6 recipientes esféricos) con 7 monitores y 14 hidrantes.

En el área de llenaderas se cuenta con 4 monitores operados por válvulas manuales y 8 hidrantes para generar cortinas de agua o chorro de ataque a fuegos, además de un sistema de aspersión compuesto de 14 cabezales instalados en la parte superior de cada isla.

En el área sobre bombas de llenado de gas LP se cuenta con un sistema de aspersión compuesto por 5 cabezales.

En el área de la estación de medición se tiene 3 monitores operados por válvulas automáticas de diafragma, 6 hidrantes para generar cortinas de agua o chorro de ataque a fuegos y una toma siamesa con su respectivo hidrante.

El segundo sistema de bombeo es para la demanda de agua contra incendio de los recipientes esféricos de la zona "B" conformado por 3 bombas bipartidas horizontales marca Peerles Pumps, actuadas cada una por un motor de combustión interna de 460 HP (343 kW) marca Clarke, y una bomba eléctrica Jockey de 19.7 HP (14.69 kW), marca Durirong Company Inc. Cada bomba tiene una válvula de recirculación, una válvula de no retorno en su tubería de descarga y un tanque de diésel de 2165 litros. Las bombas de combustión interna están diseñadas para descargar a una presión de 10.34 bar (10.54 kg/cm²) con un caudal de salida de las bombas en promedio es de 1022.06.12 m³/h (4,500 GPM). Cada recipiente esférico de la zona "B" cuenta con un sistema de diluvio para el hemisferio superior; así como un sistema de aspersión para el hemisferio inferior y en esta misma zona se cuenta con un hidrante de manguera; once monitores de chorro; veintidós tomas para manguera, siendo dos al pie de cada monitor.

Al presentarse una disminución en la presión de la red contra incendio de la zona "B", la bomba que entra en operación de manera inicial es la bomba jockey, esta bomba restablece la presión de la red. Una vez alcanzada la presión, un interruptor da la señal eléctrica de paro de la bomba.

La secuencia de arranque de las bombas de combustión es la siguiente: al no alcanzar la presión normal de la red contra incendio con la bomba jockey debido a una emergencia en la zona "B", entonces la bomba No. 1 arrancara cuando la presión disminuya a 5.17 Bar (5.27 kg/cm²), la bomba No. 2 arrancara cuando la presión continúe disminuyendo hasta alcanzar 4.48 Bar (4.57 kg/cm²) y finalmente se cuenta con la bomba No.3 que está disponible en caso de que cualquiera de las dos bombas principales falle o que por mantenimiento quede fuera. La configuración hidráulica para la zona "B" de almacenamiento de las esferas 7 a 11 se basa principalmente en un anillo general que conforma la red y que alimenta a su vez los circuitos que van a los sistemas de diluvio y aspersión de cada una de las esferas a proteger.

El sistema de agua contra incendio de la Terminal además de contar con los dos sistemas de bombeo mencionados arriba también dispone de 2 tanques de almacenamiento de agua contra incendio con capacidad de 4, 920,500 litros cada uno, con capacidad en tiempo de 5 horas 6 minutos de flujo constante para alimentar uno de equipos de bombeo principales, según sucediera una emergencia. Los tanques de almacenamiento de agua se conectan a la succión de las bombas para entregar el flujo requerido del sistema, considerando que las bombas son capaces de dar el 150 % del gasto al 65 % de la carga dinámica total, distribuyendo el flujo a los circuitos que llegan hasta cada uno de los servicios de protección para toda la terminal, como lo son los sistemas de diluvio, aspersión, hidrante de manguera, monitores y tomas para manguera al pie de cada uno de los monitores.

Adicionalmente se cuenta con un hidrante en el cuarto de compresores de refrigeración, dos fuera de la zona de oficinas, uno fuera del almacén, uno cerca de la caseta de vigilancia y uno en el lado norte del estacionamiento de la Terminal.

Se cuenta con 7 gabinetes para mangueras contra incendio que se ubican en áreas estratégicas, diseñados para alojar una manguera con sus copie y boquillas, y con suficiente espacio para permitir el libre movimiento al manipularlas.

La terminal cuenta con un total de 161 extintores de diferentes tipos y capacidades, empleados para apagar un conato de incendio, distribuidos en zona de almacenamiento, llenaderas, tren de medición, bombas de llenado, oficinas centrales, estacionamiento, caseta de vigilancia, subestación, laboratorio, y compresores de refrigeración.

La planta cuenta con 8 equipos de protección personal modelo Skold fabricados con tela Nomex IIIA 93% Nomex y 7% Keviar antiestático, color amarillo con cintas reflectoras, refuerzos en codos y rodillas.

Sistema de detección de gas y fuego. Para la zona "A" de almacenamiento, área de bombas de trasiego y estación de medición, al detectarse presencia de gas , fuego o activarse el botón de paro por emergencia se activara las alarmas localizadas en cuarto de control y el sistema de detección de gas y fuego podrá cerrar válvulas de aislamiento de los recipientes esféricos, abrir válvulas de diluvio correspondiente de la red contra incendio para el sistema de diluvio y el sistema de aspersión en área de trasiego y llenaderas, activar la alarma sonora general de la terminal, parar bombas de trasiego, cerrar válvulas de aislamiento en estación de medición, todo esto de acuerdo a los lógicos de control configurados.

Para la zona "B" de almacenamiento al detectarse presencia de gas, fuego o al activarse el botón de paro por emergencia correspondiente el sistema de detección de gas y fuego podrá alamar, activar las alarmas locales, cerrar válvulas de aislamientos de los recipientes esféricos, abrir válvulas de diluvio para el sistema de diluvio en hemisferio superior y sistema de aspersión en hemisferio inferior de cada recipiente esférico, activar la alarma sonora general de la terminal, parar bombas de trasiego, cerrar válvulas de aislamiento en estación de medición, todo esto de acuerdo a los lógicos de control configurados.

Equipo móvil contra incendio: El equipo móvil contra incendio también es un sistema de aislamiento de las diferentes áreas operativas, unas de otras en caso de conatos de incendio.

En total la planta estará abastecida con un total de 81 extintores ABC de 9 kg, 38 extintores ABC de 50 kg, 15 extintores de CO₂ de 9 kg, 27 hidrantes y 7 monitores. (Ver capítulo V).

Sistema de alarmas: Constituido por una alarma audible consistente en una bocina (tipo corneta, resistentes a la intemperie y el ámbito marino) para dar a conocer las condiciones anormales que pueden presentarse en la instalación por fuga de gas y/o fuego, o cualquier otro incidente del tipo no industrial. Se tiene una alarma ubicada entre el área de almacenamiento y el sistema de enfriamiento de gas L.P. Los detectores de gas y fuego del sistema de almacenamiento activan la alarma al momento de detectar gas y/o fuego. Esta alarma se activará al presionar cualquiera de los botones de paro por emergencia que se encuentran distribuidos en puntos estratégicos de la Terminal.

Además, se cuenta con alarmas relativas a situaciones anormales de los parámetros de operación segura, los cuales se administran y monitorean desde el cuarto de control.

Sistema de comunicación: Se cuenta como parte de este sistema con dos líneas telefónicas fijas, contando con aparatos ubicados en las oficinas principales de la Terminal: Recepción, Garita de Vigilancia del acceso principal, Oficina del Supervisor de Seguridad, Oficina del Gerente de Operaciones, Oficina del gerente de Recursos Humanos, Oficina del Gerente General; Oficina del Coordinador de Mantenimiento, Oficina del O.P.I.P.; COE. Adicionalmente se cuenta con 24 radios portátiles VHF, un radio fijo VHF ubicado en el Cuarto de Control; 4 radios UHF que utiliza el personal de vigilancia física y el O.P.I.P. Se cuenta con un radio fijo UHF en la garita de vigilancia del acceso principal.

Sistema de paro de emergencia: Este sistema está constituido básicamente con dos válvulas de seguridad automatizadas neumáticas, para paro de emergencia en el tren de medición para el suministro de producto de buque-tanque hacia el área de almacenamiento, y por 3 válvulas de seguridad localizadas en la parte baja de cada tanque esférico de almacenamiento para proteger su integridad; además se tiene 14 válvulas automatizadas neumáticas en islas de carga, una por cada llenadera. El sistema de paro de emergencia opera de manera automática cuando se detecten condiciones de riesgo para las instalaciones. Se tienen 19 botones de paro por emergencia ubicados en lugares estratégicos en la Terminal. En el área de islas de carga se tiene 3 botones de paro por emergencia, 1 más en el sistema de refrigeración de gas L.P., 1 más en la subestación eléctrica y 1 más en el cuarto de control de la Terminal. Además, se tiene 2 botones de paro por emergencia en el área del tren de medición; uno de ellos en la caseta del tren de medición y el otro en una caseta que se encuentra enfrente del tren de medición, caseta en la cual además habrá un operario monitoreando los parámetros de descarga y quien podrá activar cualquiera de dichos botones en caso necesario, además cada esfera cuenta con un paro de emergencia (11 en total).

Los botones de paro por emergencia funcionan de la siguiente forma: Los botones ubicados en islas de carga de llenaderas, en área de refrigeración, en subestación eléctrica y en el cuarto de control al ser activados de manera inmediata detienen todos los motores de las bombas de las islas de carga. El botón adicional que se ubica en el cuarto de control, al ser activado cierra todas las válvulas de los tanques de almacenamiento y de las islas de carga.

Los botones de paro por emergencia ubicados en el área del tren de medición al ser accionados únicamente cerrarán las dos válvulas de seguridad neumáticas automatizadas (SDV) ubicadas en esta área.

Los botones de paro de emergencia de las esferas, cierran las tres válvulas de la esfera, paran los 14 motores, cierran las 15 válvulas de islas de llenado.

En el patín de medición, además, se tienen dos válvulas de bloqueo manual, y dos válvulas de seguridad neumáticas automatizadas, para cortar el flujo de gas cuando haya descarga de barco en caso de que ocurra una fuga o un incendio.

En la subestación eléctrica de la Terminal, ubicada al sur del predio, entre el edificio administrativo y el Laboratorio, se encuentra el interruptor principal desde donde se puede interrumpir la energía eléctrica para toda la Terminal.

Sistemas de controles del proceso: En cada una de las áreas de proceso de la Terminal cuenta con dispositivos accionados a través de señales enviadas por los controladores localizados en el cuarto de control, a su vez la Terminal cuenta con sistemas de control tipo "Manuales" y "Automáticos", los primeros están referidos a válvulas (macho, globo, bola) las cuales podrán operarse de forma manual de acuerdo a las necesidades de operación de la instalación, y los segundos son las válvulas de operación remota ubicadas en la parte baja de esferas de almacenamiento de gas LP y en cada una de las islas de carga de gas. La operación de apertura y cierre de éstas últimas se hace desde el cuarto de control.

Instrumentación de seguridad en recipientes esféricos de almacenamiento: Los recipientes de almacenamiento cuentan con la siguiente instrumentación cada uno: medidor para nivel de líquido, un termómetro con escala de -20 °C a 50 °C. Un manómetro con escala de 0-21 kg/cm². Válvulas de máximo llenado localizadas al 85% y al 90% del nivel del recipiente, un transmisor de presión automático y sistema de radar automático para control de presión y temperatura.

Sistema de control distribuido: A continuación, se mencionarán las características básicas del sistema de control distribuido (SCD) que gobierna los procesos y servicios que involucran materiales peligrosos. El sistema de control distribuido ubicado dentro del Cuarto de Control del centro de trabajo es un sistema informático que recibe información de sistema de medidas, la procesa y genera señales de mando a actuadores, de manera que el proceso se desarrolle según las directrices de operación elegidas. Así mismo, almacena información recibida desde la planta y la presenta en un formato fácilmente comprensible.

El SCD de la Terminal Marítima Gas TOMZA, S.A. de C.V. tiene los siguientes objetivos:

- Proporcionar información en tiempo real sobre el proceso
- Controlar las variables de interés
- Optimizar el rendimiento del proceso

En el capítulo V del presente Estudio de Riesgo se encuentra una descripción más amplia de los sistemas descritos.

Seguridad física

La Terminal Marítima Gas Tomza está cercada por un muro perimetral de concreto, y para ingresar, se tienen dos controles de acceso permanentes, el primero es a la altura donde el gasoducto emerge de la playa y se conecta al tren de medición. En este punto de control se tiene personal armado, y se detiene a todo vehículo externo para preguntar el asunto y personal a que visitará, se contacta el visitado y se espera la autorización de acceso. Se restringe el acceso a personas en estado de ebriedad o visiblemente bajo el efecto de algún narcótico, así como a menores de edad o vendedores.

Aproximadamente un kilómetro mas adelante por la calle de acceso, se tiene la segunda caseta de control de acceso, donde se revisa que el visitante cuente con el equipo de protección personal requerido, de acuerdo con el área que visitará, entrega identificación oficial, registra su acceso, y se entrega un gafete. También se revisa que no se ingrese sin permiso de la gerencia cámaras fotográficas, cerillos, encendedores o armas.

Se revisa que los vehículos cuenten con matachispas y se realiza una inspección visual para identificar desperfectos mecánicos o eléctricos evidentes que pudieran representar riesgos a la Terminal.

Al salir, se vuelve a revisar el vehículo, se registra la salida y se devuelve la identificación que se dejó al ingresar.

El personal de vigilancia efectúa rondines las 24 horas del día, y se reportan a través de un formato que se llena diariamente y se entrega al supervisor en turno y posteriormente al OPIP (Oficial de Protección de Instalaciones Portuarias). También se cuenta con videovigilancia.

En la Terminal se cuenta con letreros de advertencia (no fumar, límite de velocidad, uso de equipo de protección personal, etc.) de conformidad con la normatividad aplicable, a lo largo del muro perimetral y en acceso, en lugares visibles a intervalos tales que al menos un letrero se distingue fácilmente en la noche a una distancia de 30 m desde cualquier dirección usada para acercarse.

La Terminal también cuenta con alumbrado de seguridad dentro y alrededor de las instalaciones, de conformidad con lo requerido en el inciso 7.5.4.a de la Norma Oficial Mexicana NOM-015-SECRE-2013 “*Diseño, construcción, seguridad, operación y mantenimiento de sistemas de almacenamiento de gas licuado de petróleo mediante planta de depósito o planta de suministro que se encuentran directamente vinculados a los sistemas de transporte o distribución por ducto de gas licuado de petróleo, o que forman parte integral de las terminales terrestres o marítimas de importación de dicho producto*”.

Diques

En la zona de Tuxpan, la temperatura media anual es de 24.8 °C, de mayo a agosto se presentan los valores más altos de temperatura media, llegando a los 28° C. Los meses más fríos son de diciembre a febrero con temperaturas de 19.9 °C a 21.3 °C. En los tanques esféricos de almacenamiento de gas L.P. de la Terminal Marítima Gas TOMZA se tiene una presión normal de 4 a 7 kg/cm² y una temperatura de 0 a 15°C. Considerando además que el gas L.P. tiene un punto de ebullición de - 32.5 °C, se espera que, en caso de fuga en estado líquido, pase a estado vapor rápidamente.

De lo anterior se desprende que en este caso un sistema pasivo de contención de derrames (diques, canales, fosas de captación) en el que se vea involucrado el gas L.P. tendrá como función primaria evitar la dispersión horizontal del material en los primeros minutos de ocurrencia de la hipotética fuga, disminuyendo la posibilidad de que encuentre una fuente de ignición, o en caso de incendio tipo alberca, se restrinja la superficie afectada al sistema de contención.

Los diques de contención en la Terminal Marítima Gas Tomza son de concreto armado de 80 cm de altura (un dique por esfera) y canaletas de captación en lado este y oeste de los recipientes de almacenamiento.

La distancia del centro de cada esfera a la línea central del dique es de aproximadamente 20 metros, y del centro de la esfera a cada canaleta de contención de derrames es de aproximadamente 26 metros.

Protección a ducto de suministro de gas LP

- Protección catódica

Para proteger contra la corrosión el gasoducto de suministro de gas LP en su tramo marino (3.5 km) se cuenta con sistema de protección catódica. Para el diseño del sistema de protección catódica se utilizó como referencia la norma Pemex NRF-047-PEMEX-2007 “Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica”.

El tramo terrestre es aéreo, sobre mochetas, por lo que no se requiere de protección catódica. La continuidad eléctrica entre el tramo marino y el terrestre del gasoducto está dividida por una junta monoblock, para hacer más eficiente la protección catódica en el tramo marino.

Para la protección catódica el tramo marino del gasoducto de suministro de gas LP se emplean el método de corriente impresa con ánodo mixto de óxido metálico (MMO) y rectificador de corriente tipo automático.

Los ánodos de óxidos metálicos empleados son de tubo de titanio grado 1, grado II ASTM, de 25 cm de diámetro y pared de 0.9 a 1.1 mm de espesor y 1 m de largo; con un recubrimiento exterior por electro depósito de una mezcla de óxidos metálicos del grupo III y IV de la tabla periódica. La capacidad de corriente promedio es de 6 a 8 amperes por ánodo.

El rectificador de corriente del sistema de protección catódica tiene las siguientes características de operación:

- Tipo intemperie, seco
- Tipo ambiente marino/industrial
- Diodos de silicio de onda completa, arreglo tipo puente
- Ensamblado completamente en fábrica
- Control automático de salida del rectificador, con respuesta a señal de electrodo de referencia.
- Fusibles ultrarrápidos para corriente directa en fase positiva.
- 220 V CA, 60 Hz.

El sistema de protección catódica del gasoducto de suministro de gas LP es inspeccionada periódicamente, el último reporte es de octubre de 2020 (reporte código TOMZA-DEPC-001-2020), emitido por la empresa Diseños Especializados en Protección Catódica y Obras Complementarias. La inspección se realizó con la técnica CIPS (Close Interval Potential Survey), que mide los potenciales de la estructura con respecto a un electrodo de referencia a intervalos cortos a lo largo de la tubería.

El reporte de la inspección CIPS citado concluye que el sistema de protección catódica del gasoducto se encuentra operando en condiciones óptimas y cumple con los criterios del punto 3.5 de la NOM-007-ASEA-2016, y que este sistema de protección catódica es funcional ya que proporciona la corriente eléctrica suficiente y tiene una distribución uniforme al sistema de tubería a proteger, no cuenta con corto circuitos con encamisados metálicos.

- Recubrimiento anticorrosivo

La protección anticorrosiva utilizada en el gasoducto de suministro de gas LP es tipo FBE (Fusion Bonded Epoxy); este sistema de revestimiento epoxy de adhesión por fusión consiste en la aplicación externa de una resina termodirigida. Se aplica (en fábrica) en forma de polvo seco a espesores de 400-600 micrones en la superficie calentada del tubo de acero. Una vez aplicada y curada, la película epólica exhibe una superficie extremadamente dura con excelente adhesión a la superficie de acero. La superficie protectora FBE es homogénea y ofrece excelente resistencia a la reacción química.

El estado del recubrimiento anticorrosivo del gasoducto de suministro de gas LP se evalúa periódicamente. El último reporte de inspección es de octubre de 2020, al mismo tiempo que la inspección de la protección catódica citada en el punto precedente. Esta inspección se realizó mediante la técnica DCGV (Direct Current Voltage Gradient, gradiente de voltaje de corriente directa). Esta es una técnica de inspección del estado del recubrimiento y tiene un fundamento similar a la técnica de Pearson, pero opera con pulsos de corriente directa (DC). Es la única técnica DC que identifica efectivamente defectos en el recubrimiento. Cuando una corriente directa se aplica a la tubería de la misma forma que la protección catódica, un gradiente de voltaje se establece en el suelo debido al paso de la corriente protectora hacia el acero desnudo expuesto sobre un defecto. El gradiente de voltaje es más largo y más concentrado mientras mayor sea el flujo de corriente. En las secciones de

la tubería con recubrimiento en buen estado se tiene una altísima resistencia entre el tubo y el suelo, por lo tanto, poca o ninguna corriente fluirá sobre esas secciones y la medición de cualquier gradiente de voltaje no será efectiva.

El estudio de inspección del recubrimiento aislante citado concluyó lo siguiente:

- El estado general del recubrimiento de la tubería es muy bueno y consistente con la aplicación adecuada del mismo.
- Se encontró 1 defecto sobre el trayecto de la tubería inspeccionada, en el 0+000, ya que el equipo muestra una fuga de corriente. Se considera que el defecto se encuentra en la junta aislante que está bajo el mar.

- Medición de espesores

La última medición de espesores realizada al ducto de suministro de gas LP (tramo terrestre) fue hecha en 2016, empleando la técnica de ultrasonido, realizado por la empresa Pruebas No Destructivas de México. El estudio se dividió en dos tramos del ducto: de barco a esferas, y de esferas a llenaderas.

El estudio concluye para los dos tramos del ducto terrestre derivado de una inspección visual que “en base a los criterios de aceptación (API 570, ASME B31G, ASME B16.5) se concluye que la línea de Gas LP, se encuentran aceptables para las condiciones de operación segura”, y en base a la medición de espesores que “Debido a los resultados obtenidos mediante el cálculo por presión interna del Código ASME B31.8 - 2014, se concluye que la línea de GAS LP no presenta valores de espesor de pared por debajo del mínimo requerido (0.054") para 12" de diámetro y (0.028") para 6" de diámetro, ni en condiciones cercanas al límite de retiro (CLR), porque la línea puede continuar operando en condiciones seguras”.

Actualmente (febrero 2021), está en proceso de actualización el estudio de medición de espesores del gasoducto de suministro de gas LP, tramo terrestre.

Distanciamiento de equipos

La Terminal Marítima Gas Tomza cumple con los criterios de arreglo y localización contenidos en normas reconocidas en la industria, como los siguientes aspectos de la NRF-010-PEMEX-2014 “espaciamientos mínimos y criterios para la distribución de instalaciones industriales”:

- Se utiliza la metodología de distribución por bloques, en este caso, grupos de tanques de almacenamiento, con lo que peligros específicos se circunscriben a áreas determinadas.
- La ubicación es adecuada para prevenir que en caso de pérdida de contención los vapores arrastrados por los vientos reinantes (sur-sureste en la zona) sean llevados hacia equipos que tengan o constituyan fuentes de ignición.
- El área proyectada tiene forma rectangular y es factible el acceso de vehículos de emergencia.

- En la periferia de las instalaciones dentro del límite de propiedad de TOMZA se dispone de una franja de amortiguamiento mayor a 50 metros.
- Con la localización del área de almacenamiento, se presenta la opción que requiere un menor consumo de energía (bombeo).
- Se tiene una ruta corta y sin obstrucciones para el personal que ejecuta operaciones rutinarias.
- Se tienen accesos al área de almacenamiento proyectada que permiten acceso y maniobra de grúas, para mantenimiento de los recipientes.

El espaciamiento de los recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP TV-7 a TV-11, construidos en 2018, fue determinado con los criterios de la NOM-015-SECRE-2013, y fue avalado por una Unidad de Verificación autorizada por la Comisión Reguladora de Energía.

VI.9 Medidas preventivas o programas de contingencias a aplicar durante la operación normal de la instalación para evitar el deterioro del medio ambiente.

La Terminal Marítima Gas TOMZA cuenta con un procedimiento para la Identificación y Evaluación de Aspectos Ambientales, clave TMX-PE-MA-01. Para la identificación de aspectos ambientales el procedimiento plantea usar las siguientes fuentes de información:

- Asociación de actividades que realiza la empresa con los aspectos ambientales que ellas generan;
- Inspecciones en terreno;
- Requisitos legales;
- Actividades, productos y servicios nuevos, analizados antes de su puesta en servicio;
- Auditorías (internas o externas);
- No Conformidades;
- Revisión de la Gerencia
- Reclamos ambientales.

Durante la operación normal de la Terminal, se tiene como aspecto ambiental la generación de residuos y podrían tenerse emisiones fugitivas de gas LP.

Como residuos de la operación normal, se generan materiales impregnados de grasas y aceites, desechos de comida, papel sanitario, papel de oficina y piezas metálicas reemplazadas (accesorios, válvulas, etc.).

Para prevenir afectaciones al medio ambiente, todos los residuos generados son envasados en recipientes de acuerdo con sus características y almacenados temporalmente de manera separada según su clasificación (peligroso, sólido urbano), y recolectados periódicamente.

En el caso de materiales impregnados de hidrocarburos, se cuenta con un almacén para residuos peligrosos, y se contrata empresas autorizadas para su transporte y disposición final.

Se cuenta con un procedimiento y programa para la detección y reporte de fugas de gas LP, clave TMX-PE-SI-13, en el que se establecen instrucciones para detección de fugas (fugas pequeñas, no evidentes a la vista u oído) empleando un explosímetro portátil. En caso de detectarse una fuga, se establece el aislamiento del equipo o accesorio y la restricción de uso hasta que sea reparada. La inspección se efectúa una vez al mes y después de la recepción de gas LP por buque tanque.

No se tiene otro tipo de emisiones a la atmósfera, ya que la Terminal no cuenta con quemador y no practica desfogues o venteos controlados.

VI.10 Rutas de traslado de los materiales involucrados que se consideran de alto riesgo.

En el interior de la Terminal Marítima Gas TOMZA el gas se recibe por medio de un ducto de 10 pulgadas de diámetro nominal que se conecta a los buques tanque abastecedores a aproximadamente 3.5 km mar adentro (se tienen 8 monoboyas), recorre esa distancia el lecho marino, asciende en la playa y recorre su trayecto por la superficie aproximadamente 1.8 km hasta llegar a los tanques esféricos de almacenamiento de gas LP.

Cuando se entrega gas LP a auto tanques, se suministra de uno o varios de los recipientes esféricos de almacenamiento que entregan a un cabezal, y de ahí pasa a un manifold para distribuir a las bombas de despacho, que dirigen el gas a las islas de llenado y de ahí se llenan los semirremolques.

No se maneja otra sustancia de alto riesgo por parte de la Terminal que se traslade o transporte de diferente manera. Los semirremolques pertenecen a terceros, el acceso principal a la empresa es peatonal al Este a través de carretera semi pavimentada sin nombre, que corre por la costa que se extiende a través de 485 metros hasta el acceso a la instalación.

CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1 Resumen ejecutivo del Estudio de Riesgo.

En el Anexo 10 se incluye el Resumen Ejecutivo del Estudio de Riesgo Ambiental.

VII.2 Informe técnico del estudio de riesgo.

En el Anexo 11 se incluye el Informe Técnico del Estudio de Riesgo.

VII.3 Resumen de la situación general en materia de riesgo ambiental.

La Terminal Marítima Gas Tomza tiene una capacidad máxima de almacenamiento de gas LP de 62,452,500 litros, que es superior a la *cantidad de reporte* indicada en el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, concerniente al manejo de sustancias inflamables y explosivas. La cantidad de reporte para el gas LP es de 50,000 kg, por lo que, de acuerdo con este criterio, el almacenamiento de gas LP en la Terminal es una actividad riesgosa.

De la evaluación realizada en el presente Estudio de Riesgo, y de los escenarios evaluados cuantitativamente con software computacional, se puede observar que el escenario de riesgo con mayor radio de afectación corresponde al BLEVE en esferas de almacenamiento de gas LP, con un radio para la zona de amortiguamiento de 2,748.9 metros, y de 1673.5 para la de alto riesgo.

En este escenario se tendría afectación en la totalidad de la Terminal, y los efectos rebasarían los límites de batería, llegando al sur a las Centrales Termoeléctricas Ciclo Combinado Tuxpan III y Tuxpan IV, de la empresa Gas Natural FENOSA. Al este de la instalación se tiene el mar, y al oeste y norte se tienen rancherías de baja densidad poblacional que podrían verse afectadas.

Sin embargo, se tiene que considerar que el BLEVE se simula como “peor escenario”, es decir, podría simularse independientemente de la aplicación de una metodología de identificación de peligros y evaluación de riesgos, y se considera poco probable de ocurrir (probabilidad entre 4.65 E -05 a 4.50 E -15) de acuerdo con el análisis de Árbol de Fallos), debido a que *presupone la falla de todas las salvaguardas* que existen en la instalación, tanto administrativas como sistemas de detección, alarma y de apoyo por emergencia.

El siguiente Escenario de Riesgo en cuanto al radio de la zona de amortiguamiento corresponde a la fuga de etil mercaptano en el sistema de inyección al gasoducto de

suministro. Esta sustancia tiene características de inflamabilidad, toxicidad y explosividad, y aunque se maneja en cantidades relativamente pequeñas (recipientes portátiles de 475 litros), sus características de toxicidad (IDHL de 500 ppm y AEGL-1 de 1 ppm), resultan en una zona de alto riesgo con radio de 50 metros y una zona de amortiguamiento con un radio de 2300 metros.

Dentro de la zona de alto riesgo por fuga de etil mercaptano (50 m) se tiene personal supervisor y personal de la primera caseta de vigilancia, sin afectaciones a terceros.

En el caso de la zona de amortiguamiento, dentro del radio de 2,300 metros, al sur de la Terminal, se tienen las Centrales Termoeléctricas Ciclo Combinado Tuxpan III y Tuxpan IV, de la empresa Gas Natural FENOSA, y a predios donde se desarrollan actividades de pastoreo y ganadería, con baja densidad poblacional. La actividad de adición de etil mercaptano se realiza únicamente durante la descarga de gas de buque tanque, y para ejecutarla se requiere la manipulación manual de válvulas de $\frac{1}{2}$ pulgada, por lo que es muy poco probable que ocurra una fuga por error operativo, y es más probable en maniobra de cambio de recipiente, que implican carga e izaje, y pueden implementarse medidas para prevención de riesgos y protección del personal cuando se ejecuten (ya se tiene procedimiento operativo para adición de etil mercaptano, puede complementarse con instrucciones para el uso de equipo de protección personal, carga e izaje, para reducir el riesgo).

Se simularon otros siete Escenarios de Riesgo, abarcando todos los sistemas de la Terminal, como son ducto marino, sistema de refrigeración, bombas de llenado de auto tanques, patín de medición y accesorios e instrumentos en esferas de almacenamiento. En todos estos casos las afectaciones se circunscriben al interior de la instalación.

Se estimó la magnitud del riesgo de Escenarios Riesgo identificados con el método de matrices consecuencia/frecuencia y se determinó que la categoría de riesgo predominante es “bajo”, correspondiendo a esta categoría el 93.97 % de las desviaciones identificadas, el 6.02 % de las desviaciones identificadas corresponden a “riesgo medio” y no se identificaron desviaciones con “riesgo alto”.

Se analizaron 73 escenarios de riesgo para cada receptor (Ambiente, población, instalaciones, producción y personal, 315 escenarios de riesgo en total).

Para el caso del receptor “ambiente”, no se reportan riesgos altos o no tolerables, cuatro riesgos medios, y 69 riesgos bajos.

Para el caso del receptor “Población”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, 5 riesgos medios, y 68 riesgos bajos.

Para el caso del receptor “Personal”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, 7 riesgos medios, y 66 riesgos bajos.

Para el caso del receptor “Pérdida de producción”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, 6 riesgos medios, y 67 riesgos bajos.

Para el caso del receptor “Instalaciones”, no se reportan (cero) riesgos altos o no tolerables, tampoco riesgos medios, y 73 riesgos bajos

VII.4 Conclusiones del estudio de riesgo.

De la evaluación cualitativa y cuantitativa de riesgos realizada en el presente Estudio de Riesgo, y específicamente en la determinación de radios potenciales de afectación, se puede observar que el escenario de explosión de vapor de líquido en ebullición (BLEVE) en esferas de almacenamiento de gas LP es el que presenta efectos a mayor distancia de la Terminal, pero también es el que corresponde al de menor probabilidad de ocurrencia.

El otro Escenario de Riesgo que puede tener efectos fuera de los límites de batería de la Terminal es la fuga de etil mercaptano. Aunque los efectos se ven disminuidos por la baja densidad poblacional de la zona, podría haber afectación a las Centrales Termoeléctricas Ciclo Combinado Tuxpan III y Tuxpan IV, al sur de la instalación, dependiendo de la dirección del viento en ese momento. La dirección de los vientos dominantes es rumbo a, o desde el mar, dependiendo de la hora del día, lo que hace que la posibilidad de afectación a terceros disminuya.

Al considerar la actuación de todas las medidas de protección en el Análisis con Árbol de Fallos, para los Escenarios de Riesgo simulados, resulta en todos los casos en una disminución de la probabilidad de ocurrencia.

Los anterior coincide con la estimación cualitativa de riesgos con el método de matrices consecuencia/frecuencia, donde se determinó que la categoría de riesgo predominante es “bajo”, debido a las mejoras implementadas en la instrumentación, control, planes, programas y procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad.

Muchas de las mejoras se comenzaron a implementar para ajustarse a las nuevas exigencias normativas para este tipo de proyectos, como las regulaciones de la Comisión Reguladora de Energía (CRE) y la Agencia Nacional de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) y otras con motivo de la ampliación de la capacidad de almacenamiento que tuvo lugar el 2018. Entre las más importantes acciones para disminución de los riesgos se tienen:

- La sustitución de juntas flexibles (puntos débiles) en patín de medición, justificada mediante un estudio de flexibilidad.

- Instalación de sistema de protección catódica para proteger de la corrosión el tramo marino del gasoducto de suministro de gas LP.
- La instalación de un Sistema de Control Distribuido, para monitoreo y control de las operaciones críticas de la Terminal de manera automática y desde cuarto de control.
- La integración de un sistema de paro por emergencia al Sistema de Control Distribuido.
- La configuración de los generadores eléctricos para arranque automático en caso de falla de suministro de energía eléctrica por parte de la Comisión Federal de Electricidad.
- La configuración del sistema de refrigeración para arranque automático en caso de aumento de temperatura en recipientes esféricos de almacenamiento de gas LP.
- La modificación a la red contra incendio para que los tramos enterrados sean aéreos, con lo que se disminuyeron las fugas de agua contra incendio.
- La automatización de la red de agua contra incendio, para arranque automático en caso de que los detectores de gas registren un 40% del Límite Inferior de Inflamabilidad (alarman al 20% del LII), según el área en que se detecte la fuga.
- Arranque automático de la red de agua contra incendio en caso de que los instrumentos detecten fuego.
- El cambio de la instalación eléctrica, de subterránea a superficial.
- La instalación de un sistema de aspersión de agua contra incendio, que puede iniciarse de manera manual en campo, desde cuarto de control, o automática por el sistema de detección de gas / fuego.

La empresa Terminal Marítima Gas Tomza, S. A. de C. V., cuenta con personal técnico para el mantenimiento y la operación con la experiencia suficiente para manejar sus procesos, tiene implementado un sistema de gestión de calidad, medio ambiente y de seguridad que permiten minimizar riesgos potenciales, a través de programas de mantenimiento, procedimientos de operación, calidad en los procesos, medio ambiente y de seguridad.

Por último, para mantener los niveles de riesgo bajos, es necesario que se cumplan las recomendaciones establecidas en el presente estudio, y se documente el cumplimiento, con el propósito de prevenir la liberación accidental de las sustancias químicas peligrosas que se manejan y su afectación.