

INDICE/CONTENIDO	Pág.
ANTECEDENTES	4
I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	5
I.1 BASES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN	5
I.1.1 Proyecto Civil	13
I.1.2 Proyecto Mecánico	21
I.1.3 Proyecto Sistema contra-incendio	34
I.2 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO	39
I.2.1 Hojas de Seguridad	55
I.2.2 Almacenamiento	55
I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares	58
I.2.4 Pruebas de Verificación	60
I.3 CONDICIONES DE OPERACION	65
I.3.1 Especificaciones del cuarto de control	67
I.3.2 Sistemas de aislamiento	68
I.4 ANALISIS Y EVALUACION DE RIESGOS	72
I.4.1 Antecedentes de incidentes y accidentes	72
I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización de riesgos	74
II. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE PROTECCION EN TORNO A LAS INSTALACIONES	92
II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACION	92
II.2 INTERACCIONES DE RIESGO	101
II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	106
III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL	108
III.1 RECOMENDACIONES TECNICO – OPERATIVAS	108
III.1.1 Sistemas de seguridad	109
III.1.2 Medidas Preventivas	112

IV. RESUMEN	121
IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	121
IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL	124
IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO	125

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1. Insumos Directos e Indirectos	53
Tabla No. 2. Materiales que se manejarán en la Terminal	53
Tabla No. 3. Materiales listados como Actividades Altamente Riesgosas	54
Tabla No. 4. Cantidad mensual de carros-tanque a manejar en la Terminal	55
Tabla No. 5. Listado de equipos de proceso y auxiliares	58
Tabla No. 6. Pruebas de Verificación del tanque de almacenamiento de agua	64
Tabla No. 7. Estado físico de las diversas corrientes	67
Tabla No. 8. Hojas de trabajo Haz-op	76
Tabla No. 9. Indices de Riesgo de la Matriz	90
Tabla No. 10. Matriz Semicuantitativa de Riesgos	91
Tabla No. 11. Fuga de Gas L.P. Toxicidad	95
Tabla No. 12. Nube Explosiva de Gas L.P. Explosión	96
Tabla No. 13. Incendio de carro-tanque con Gas L.P.	97
Tabla No. 14. Fuga de Gasolina. Toxicidad	98
Tabla No. 15. Nube Explosiva de Gasolina. Explosión	99
Tabla No. 16. Incendio de carro-tanque con Gasolina	100
Tabla No. 17. Radios de Afectación por Interacción con otras áreas (Domino)	101
Tabla No. 18. Usos de suelo y vegetación del área de influencia	107
Tabla No. 19. Mantenimiento general a las instalaciones y equipo	116
Tabla No. 20. Sustancias involucradas	125
Tabla No. 21. Antecedentes de Accidentes e Incidentes	125
Tabla No. 22. Identificación y jerarquización de riesgos ambientales	126
Tabla No. 23. Estimación de consecuencias	127
Tabla No. 24. Criterios utilizados	128

INDICE DE FIGURAS

Fig. # 1. Localización del predio del proyecto	4
Fig. # 2. Localización del arroyo que pasa por el predio	6
Fig. # 3. Niveles de espejo de agua y zona federal	7
Fig. # 4. Localización de la torre de telecomunicaciones	8
Fig. # 5. Diseño de estructuras para las estaciones de trasvase	10
Fig. # 6. Relación de esfuerzos en todos los elementos con la carga más crítica	14
Fig. # 7. Charola fija para contención de derrames de diesel y gasolina	17
Fig. # 8. Modelo estructural para la fosa de contención de derrames	18
Fig. # 9. Dibujo de tanque 500 m ³ de agua contra incendios	20
Fig. # 10. Tanque de almacenamiento de agua contra incendios	21
Fig. # 11. Transloades para combustibles líquidos (Sistemas fijos)	31
Fig. # 12. Diagramas esquemáticos del manifold	33
Fig. # 13. DTI del Manifold	34
Fig. # 14. Instrumentación de Carro-tanque	41
Fig. # 15. Equipo Transloader para trasvase de gas L.P.	43
Fig. # 16. Equipo fijo para trasvase de combustibles líquidos	46
Fig. # 17. Ejemplo de Estación equipada para trasvase de combustibles líquidos	47
Fig. # 18. Equipo Transloader fijo para trasvase de combustibles líquidos	47
Fig. # 19. Trasvase de materiales peligrosos	51
Fig. # 19-1. Ubicación Estaciones de trasvase de combustibles	52
Fig. # 20. Carros-tanque para materiales peligrosos	56
Fig. # 21. Dimensiones de los CT para combustibles	57
Fig. # 22. Toma de descarga de CT	58
Fig. # 23. Placa de carro-tanque para combustibles	63
Fig. # 24. Cañones y mangueras cerca de las Estaciones de trasvase	70
Fig. # 25. Charolas para canalización de derrames hacia la fosa de contención	71
Fig. # 26. Localización de la fosa para contención de derrames	71
Fig. # 27. Accidentes con combustibles	73
Fig. # 28. Dirección del viento (Rosa de Vientos)	93
Fig. # 29. Humedad Relativa (2018). Hermosillo	94
Fig. # 30. Ubicación Estaciones. Efecto Domino	102
Fig. # 31. Zona de influencia de la Estación Bulkmatic Hermosillo 2	106

ANTECEDENTES

Dentro de sus programas de expansión y desarrollo la Empresa Bulkmatic, tiene proyectado la construcción de una nueva Terminal de Logística con nueve espuelas y un ladero, como vías de servicio para operaciones de carga (Terminal de Logística Hermosillo 2), las cuales se conectarán al tramo ferroviario Hermosillo – Guaymas (sobre la Derivación a la Campana/Cemex) en el municipio de Hermosillo en el Estado de Sonora. En el croquis siguiente se muestra la planta del proyecto:

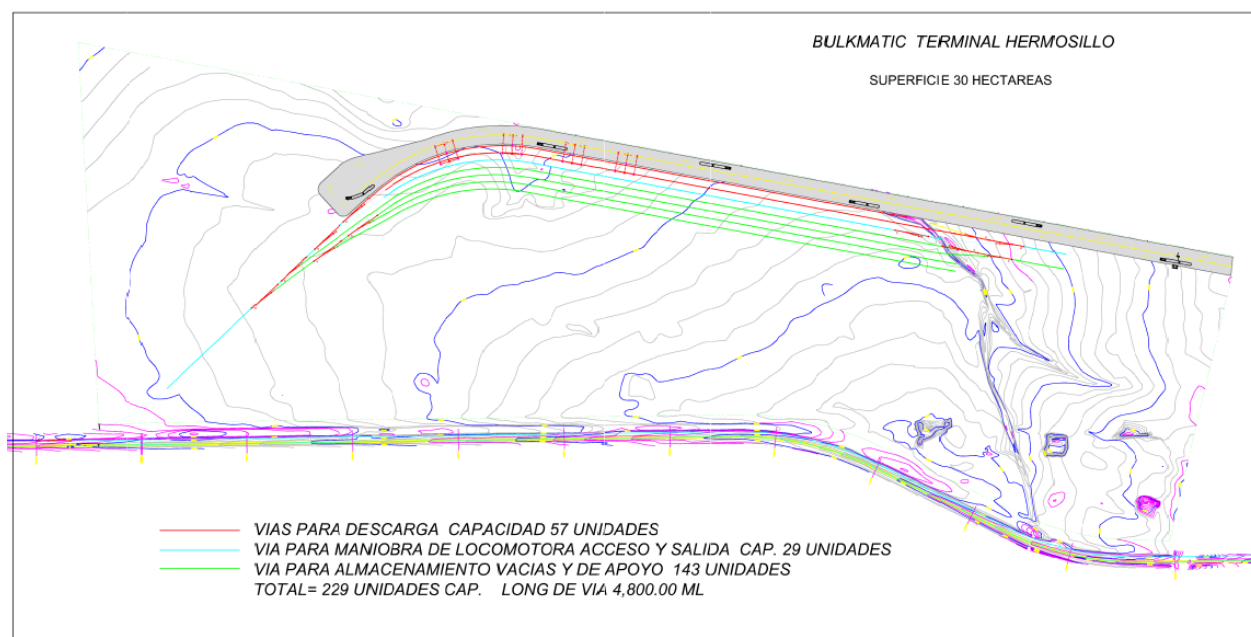


Fig. # 1. Localización del predio del proyecto.

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1. BASES DE DISEÑO DE LA INSTALACIÓN.

(Mencionar los 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)

Como criterios de diseño de las instalaciones, se tienen los siguientes:

- Estudio hidrológico de Simulación de Avenidas de un Arroyo que cruza el Predio de 30 hectáreas, para determinar la elevación y extensión del espejo de agua en las secciones transversales topográficas, para un evento de 5 años (NAMO) y 100 años (NAME).
- Diseño contra vientos de una torre de telecomunicaciones autosoportada, que dará servicio a la Terminal.
- Diseño contra vientos de las estructuras para las estaciones de trasvase de combustibles diésel, gasolina, turbosina y gas L.P.

Estudio hidrológico

Bulkmatic de México contrató un Estudio Hidráulico de Simulación de Avenidas de un Arroyo que cruza el Predio de 30 hectáreas, ubicado en las afueras de la Ciudad de Hermosillo, Sonora por la carretera a Sahuaripa. El análisis se enfoca en la evaluación de una simulación de avenidas en el arroyo sin nombre que cruza el predio, en base a las secciones transversales obtenidas de la topografía del terreno.

El objetivo principal de este estudio, es el de determinar la elevación y extensión del espejo de agua en las secciones transversales topográficas, para un evento de 5 años (NAMO) y 100 años (NAME), haciendo uso del software HEC-RAS (Ref. 5) que es para flujo permanente.

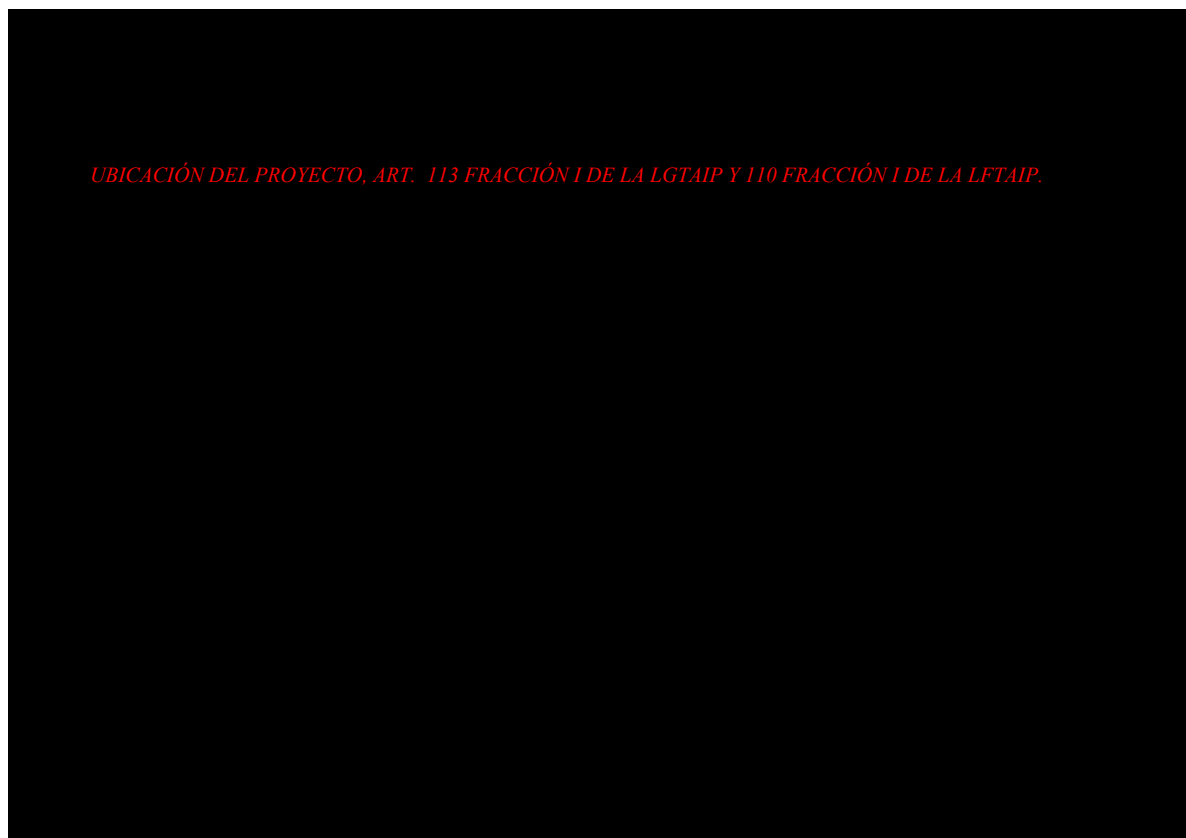


Fig. # 2. Localización del arroyo que pasa por el predio.

El procedimiento que se siguió fue el siguiente. Se define un nuevo arroyo y cada una de sus secciones transversales (que en este caso son las provenientes del levantamiento topográfico), después para cada sección se debe definir el número de Maning tanto para sus márgenes de 0.045, como para el centro del arroyo de 0.032, ya que es un arroyo natural. Seguidamente hay que definir las longitudes de flujo de sección a sección, tanto para las márgenes como para el centro del arroyo; por último, ha que definir la condición del análisis que en este caso fue para tirante normal, que se estima considerando la pendiente entre la sección más aguas abajo y las más aguas arriba levantadas, quedando de 0.005263. Como se mencionó anteriormente se consideraron dos escenarios de análisis, para 5 años con un gasto de $13.40 \text{ m}^3/\text{s}$ y para 100 años con un gasto de $39.72 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para la determinación del Nivel de Aguas Máximo Ordinario (N.A.M.O.) en cada una de las secciones topográficas, se utilizó el gasto máximo del evento de 5 años. Como los resultados arrojaron que con el NAMO se obtienen espejos de agua mayores a los 5 metros de ancho, la zona federal es de 10 metros a cada lado del NAMO.

Con el nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (N.A.M.E.) asociado al gasto del evento de 100 años, para la sección 0+000 se obtiene un tirante de 1.49 m y ancho de espejo del agua de 23.11 m; para la sección 0+380 estos valores son de 1.33 m y 40.0 m respectivamente. En general el tirante de las secciones varía entre 0.96 m y 1.68 m.

Para la determinación de la zona federal en las secciones donde se desborda el NAMO, se tomó la extensión de la sección transversal como límite del agua o cauce. La zona federal, sus cuadros de construcción, y niveles del espejo de agua, se observan en la fig.:

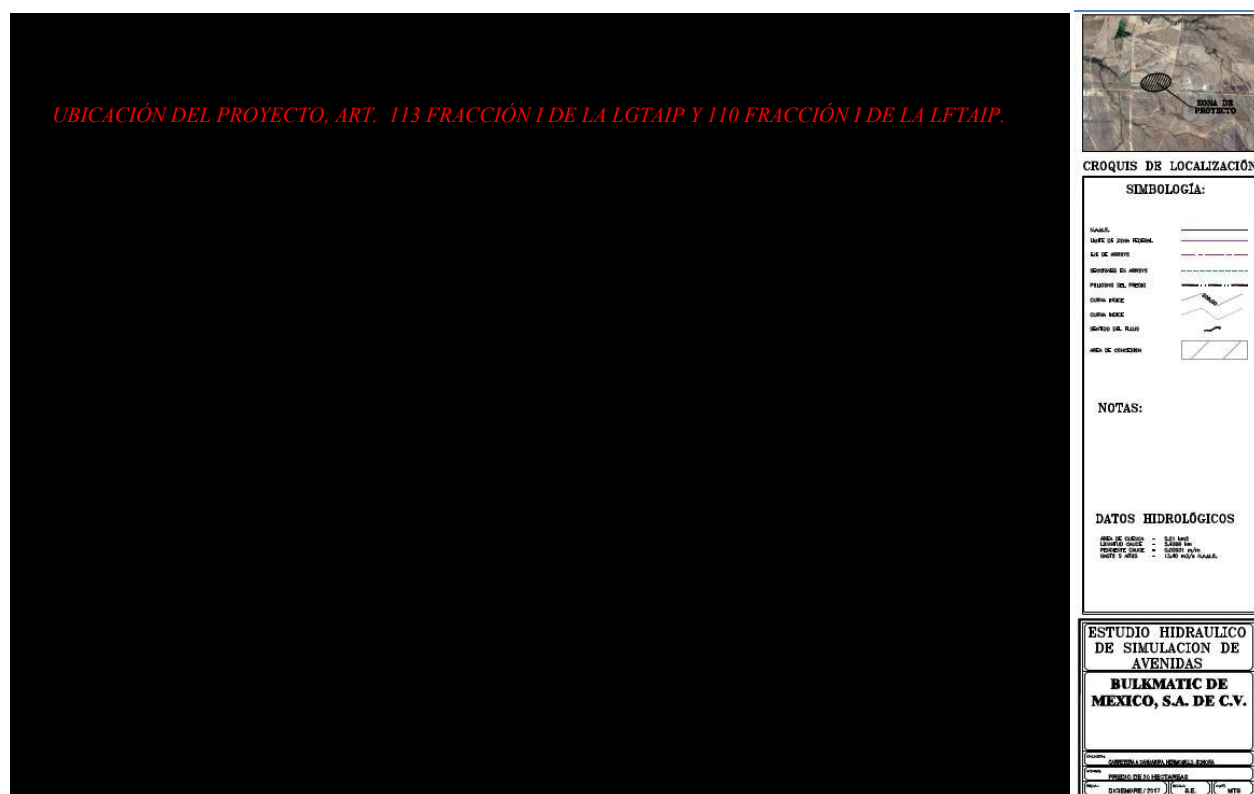


Fig. # 3. Niveles del espejo de agua y zona federal.

Torre de Telecomunicaciones

La Compañía **BULKMATIC DE MÉXICO** encomendó el desarrollo de la Ingeniería Estructural, para una torre Autosoportada Triangular Truncada de 30 m de altura la cual estará ubicada en la Terminal 2 de Hermosillo; dicha torre estará colocada a nivel de suelo, teniendo un espacio de torre de 15 m de ancho por 15 m de largo.

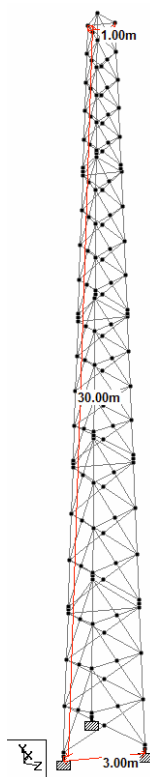


Fig. # 4. Torre de Telecomunicaciones

La torre tendrá forma triangular truncada de 30 m de altura con sección transversal variable, estructurada con miembros tubulares en sus piernas (ASTM-A 513) y angulares en su celosía (ASTM A 529 GR 50), conectados por medio de tornillos de alta resistencia (ASTM A-325) y placas soldadas tipo bridas (ASTM A-36), dicha estructura se fija a las columnas mediante anclas de 1" (ASTM A-1018); la base de la torre tiene una separación de 3.0 m y 1.00 m de separación en la cúspide. La cimentación es a base de pilas coladas en el lugar mismas que serán desplantadas a una profundidad de 7.70 m a partir del nivel de inicio de los sondeos de exploración.

La torre se analiza bajo las siguientes consideraciones:

Cargas Muertas: las cargas muertas o cargas permanentes como lo define el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal, se consideran como el peso propio de la estructura, instalaciones y todos los elementos que ocupan una posición permanente y tienen un peso que no cambia sustancialmente con el tiempo.

Cargas Vivas: Las cargas vivas o cargas variables como lo define el Reglamento de Construcciones del Distrito Federal se consideran como el peso que se produce por el uso y ocupación de las construcciones y que no tienen carácter de permanente.

Cargas de viento: Para el análisis y determinación de las fuerzas de viento y sus efectos se utilizó el **Método de Análisis Dinámico de Viento**, descrito en el Manual de Diseño por Viento de la Comisión Federal de Electricidad 2008.

La torre se analiza suponiendo que el viento puede actuar por lo menos en dos direcciones horizontales perpendiculares e indispensables entre sí.

Para calcular las fuerzas provocadas por la acción del viento se utilizó el método del Análisis Dinámico, en donde se afirma que la estructura es sensible a los efectos dinámicos del viento cuando se presentan fuerzas importantes provenientes de la interacción dinámica entre el viento y la estructura. El procedimiento descrito a continuación permite evaluar los empujes ocasionados por las presiones actuantes sobre estructuras prismáticas sensibles a efectos dinámicos producidos por la turbulencia del viento.

Estructuras para las estaciones de trasvase de combustibles

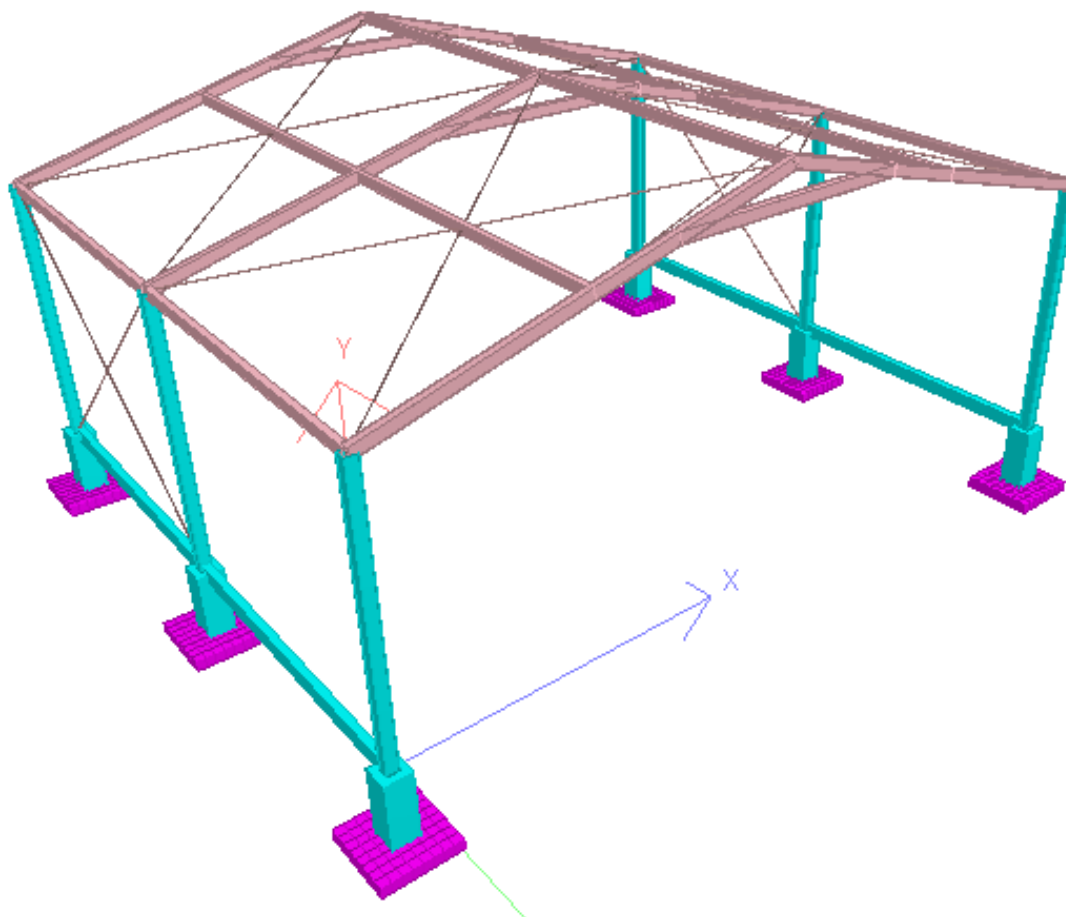


Fig. # 5. Diseño de estructuras para la Estaciones de Trasvase

Diseño

Todos los elementos de acero se diseñaron en base a las especificaciones que marca el manual de diseño AISC en su edición vigente para el diseño por última resistencia (LRFD); las combinaciones de carga se hicieron en base a lo marcado en el ASCE 7 10 para el diseño por última resistencia (LRFD); así mismo se propuso una cimentación con zapatas aisladas a una profundidad de desplante en dónde se asegure una capacidad de carga de por lo menos 1.00 kg/cm^2 .

Las normas y Reglamentos en los que se basa el diseño, son:

- a) Manual de diseño ACI 318 en su edición vigente.
- b) Manual de diseño del AISC en su edición vigente.

La Calidad de los materiales será:

- a) Concreto (cimentación) $F'c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- b) Acero estructural A-36 $Fy = 2\,530 \text{ kg/cm}^2$
- c) Acero calidad comercial (PTR) $Fy = 2\,110 \text{ kg/cm}^2$
- d) Acero A-500 °B (HSS) $Fy = 3\,234 \text{ kg/cm}^2$

Cargas de cubierta

Peso propio de cubierta = 18 kg/m^2

Carga Viva (cubierta con inclinación $>5^\circ$) = 40 kg/cm^2

*Nota: Se consideró la carga viva en lugar que la de nieve, ya que la carga por nieve es menor a la considerada para carga viva.

Carga de viento

En el caso de las Estructuras para las Estaciones de trasvase de combustibles diésel y gas L.P., también se toma en cuenta la velocidad del viento (ráfagas máximas presentadas en la Región), en el diseño de las mismas. Estas estructuras tienen varias funciones, como la de proveer y sostener el sistema de diluvio de la operación de trasvase de carro-tanque a auto-tanque, cubrir de las inclemencias del clima durante las actividades, etc. A continuación se muestra parte de la Memoria de Cálculo de la Estructura, donde se observa la parte de diseño contra el viento:

ANÁLISIS POR VIENTO

4.1.3	Clasificación según su importancia	Grupo	<u>B</u>	<u>?</u>
4.1.4	Clasificación según su respuesta al viento	Tipo	<u>1</u>	<u>?</u>

4.2 Velocidad básica de diseño, V_D

4.2.1	Categoría del terreno según rugosidad	<u>2</u>	<u>?</u>
4.2.2	Velocidad regional, V_R		
	Seleccione la velocidad regional a utilizar	<u>Periodo de Retorno Fijo</u>	

Ciudad	<u>Hermosillo, Son.</u>	<u>?</u>
Vel. Óptima VR	<u>140</u> km/h	<u>?</u>

4.2.3	Factor de exposición, F_{rz}	<u>Tabla 4.2.3</u>
-------	--------------------------------	--------------------

4.2.4	Factor de topografía, F_T	
	Sitio	<u>Normales</u>
	F_T	<u>1.00</u>

4.2.5	Presión Dinámica Base, q_z	
	msnm	<u>200</u> m
	Ω	<u>743</u>
	G	<u>0.97884</u>

H	<u>10</u> m	Numero de niveles	<u>1</u>
---	-------------	-------------------	----------

Altura (m)	F_{rz}	V_D Barlovento (km/h)	V_D Sotavento (km/h)	q_z (kg/m ²) Barlovento	q_z (kg/m ²) Sotavento
<u>10.41</u>	1.0052	120.62	120.62	68.4	68.4

I.1.1 Proyecto Civil.

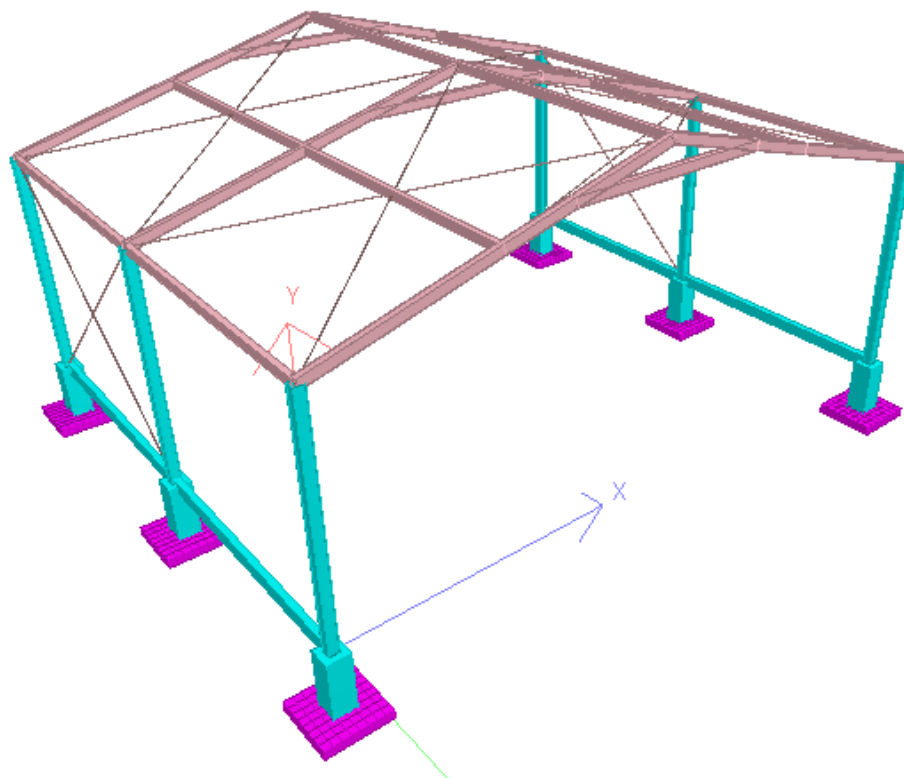
(Memoria técnica, descriptiva y justificativa del proyecto civil)

El presente proyecto involucra la construcción civil de techumbres para las Estaciones donde se realizará el trasvase de Gas L.P., gasolina, turbosina y diésel, la construcción de una fosa para contención de derrames durante las operaciones de trasvase, la construcción de una plancha para colocar y soportar el tanque de almacenamiento de agua contra incendio de 500 metros cúbicos, la preparación para la instalación de las vías internas de la terminal (9 vías), así como para la construcción civil del área de oficinas y una torre autosoportada de telecomunicaciones.

En este apartado se presenta la memoria técnica del Proyecto civil de:

- Estructuras de estaciones de trasvase de combustibles
- Fosa para contención de derrames de combustibles durante el trasvase
- Tanque de almacenamiento de agua contra incendios

Estructuras de estaciones de trasvase de combustibles (diésel, gasolina y gas L.P.)



Marcos Rígidos. Para el análisis y el diseño de la estructura se utilizó el software “STAAD Pro”, con el cual se obtuvieron relaciones de esfuerzos en cada uno de los elementos.

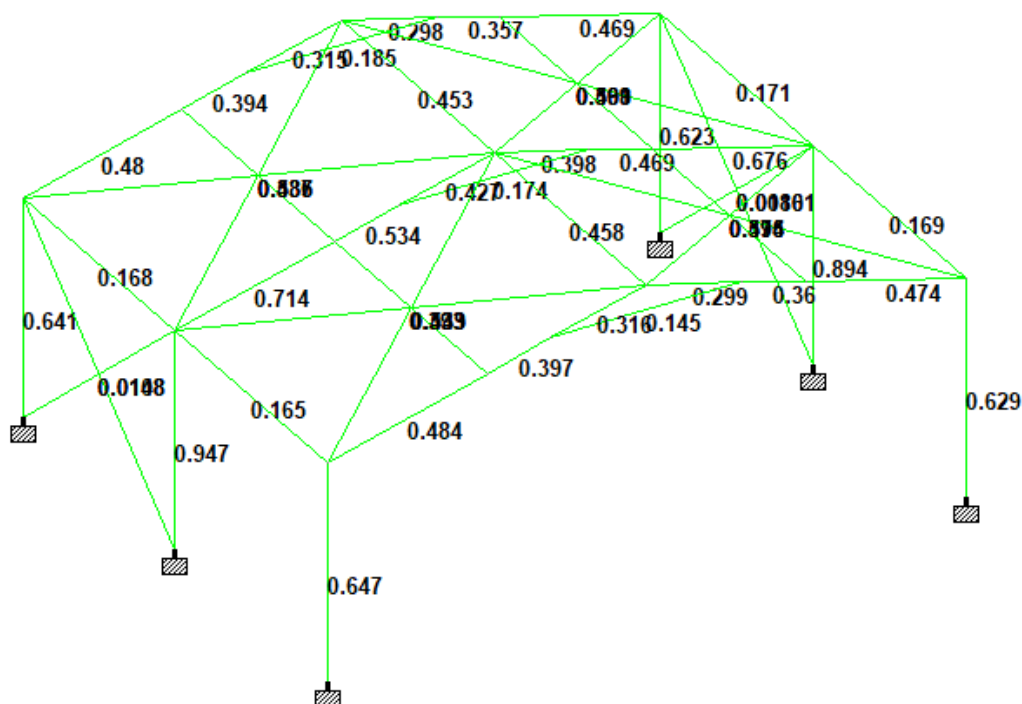


Fig. # 6. Relación de esfuerzos en todos los elementos con la carga más crítica

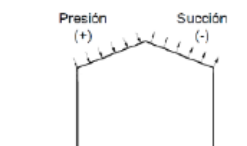
DISEÑO DE POLIN DE CUBIERTA

Cargas

Peso de la cubierta =	6.0	kg/m ²
Peso de colchoneta =	0.0	kg/m ²
Instalaciones =	0.0	kg/m ²
Peso del polín =	8.5	kg/m ²
Viva =	40.0	kg/m ²
Presión de viento =	78.0	kg/m ²
Coefficiente de presión =	-1.20	

Cargas por m2

Wd = 14.5 kg/m²
 Wl = 40.0 kg/m²
 Wv = -93.6 kg/m²
 Ws = -39.1 kg/m²

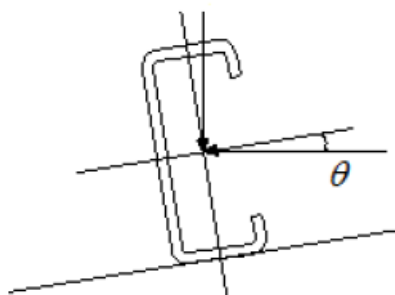


Combinación de cargas factorizadas

Wu1 =	20.3	kg/m ²	
Wu2 =	81.4	kg/m ²	
Wu3 =	34.6	kg/m ²	
Wu4 =	-112.4	kg/m ²	
Wu5 =	-136.7	kg/m ²	
Wu =	136.7	kg/m²	↑

Combinación de cargas de servicio

Ws1	=	14.5	kg/m ²	
Ws2	=	54.5	kg/m ²	
Ws3	=	-79.1	kg/m ²	
Ws4	=	-25.7	kg/m ²	
Ws5	=	-84.9	kg/m ²	
Ws	=	84.9	kg/m²	↑



$$\begin{aligned}\theta &= 15^\circ \\ \text{Sep} &= 1.1 \text{ m} \\ f_y &= 2111 \text{ kg/cm}^2 \\ L &= 9 \text{ m} \\ L_p &= 2.25 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}10\text{TH}12 \\ A &= 11.89 \text{ cm}^2 \\ S_x &= 90.1 \text{ cm}^3 \\ I_x &= 1144.29 \text{ cm}^4 \\ S_y &= 17.83 \text{ cm}^3 \\ I_y &= 114.92 \text{ cm}^4 \\ W_p &= 9.3 \text{ kg/ml}\end{aligned}$$

Diseño de Polín

$$M_u = 1522.76 \text{ kg-m}$$

$$M_{ux} = 1470.9 \text{ kg-m}$$

$$M_{nx} = 1711.6 \text{ kg-m}$$

$$\Delta x = 3.21 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\max} = 3.75 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$M_{uy} = 21.9 \text{ kg-m}$$

$$M_{ny} = 338.7 \text{ kg-m}$$

$$\Delta y = 0.03 \text{ cm}$$

$$\Delta_{\max} = 0.94 \text{ cm} \quad \text{OK}$$

$$\frac{M_{ux}}{M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{M_{ny}} = 0.92 < 1 \quad \text{OK}$$

Cimentación de las Estructuras

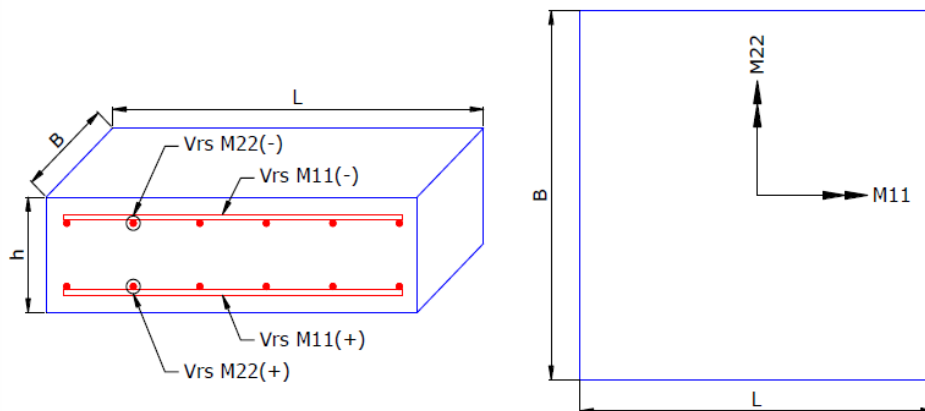
Para el análisis se utilizó el software "STAAD Pro" en dónde se consideró una carga permisible del suelo de 1.00 kg/cm^2 , el diseño se realizó por medio de hojas de cálculo en Excel basadas en el ACI 318 en su edición más vigente.

Las trabes de cimentación se analizaron con el software "STAAD Pro" y se diseñaron por medio de hojas de cálculo en Excel basadas en el ACI 318 en su edición más vigente.

Los pedestales se diseñaron y analizaron por medio del software "STAAD Pro".

DISEÑO DE REFUERZO DE ZAPATAS POR ANCHO UNITARIO

Proyecto: TECHUMBRE SL ZAPATA Z-1 Fecha: 19/12/2017



Dimensiones de la zapata			
bw	=	100.00	cm
h	=	30.00	cm
r	=	5.00	cm

Propiedades de los Materiales			
f'c	=	200	Kg/cm ²
fy	=	4200	Kg/cm ²
fye	=	4200	Kg/cm ²
Es	=	2040000	Kg/cm ²
β	=	0.850	

Momentos de diseño			
M11(+)	=	3322	Kg-m/m
M11(-)	=	0	Kg-m/m
Vmax	=	0	Kg/m
M22(+)	=	3322	Kg-m/m
M22(-)	=	0	Kg-m/m

Momentos de diseño			
M11(+)	=	3322	Kg-m/m
M11(-)	=	0	Kg-m/m
Vmax	=	0	Kg/m
M22(+)	=	3322	Kg-m/m
M22(-)	=	0	Kg-m/m

Refuerzo para M11(+)			
No. Varilla		Sep. (cm)	Area acero
4	@	20	6.33
d	=	23.10	cm
a	=	1.56	cm
Momento resistente			
φMn	=	5342	Kg-m/m OK

Espacio entre varillas			
S min	=	3.81	cm OK
S max	=	22.33	cm OK

Área de Acero Mínimo			
As min	=	5.40	cm ² OK

Área de Acero Máximo			
As max	=	35.34	cm ² OK

Ductilidad del elemento			
εs	=	0.0346	
La sección es dúctil y puede redistribuir momentos			

Refuerzo para M22(+)			
No. Varilla		Sep. (cm)	Area acero
4	@	20	6.33
d	=	23.10	cm
a	=	1.56	cm
Momento resistente			
φMn	=	5342	Kg-m/m OK

Espacio entre varillas			
S min	=	3.81	cm OK
S max	=	22.33	cm OK

Área de Acero Mínimo			
As min	=	5.40	cm ² OK

Área de Acero Máximo			
As max	=	35.34	cm ² OK

Ductilidad del elemento			
εs	=	0.0346	
La sección es dúctil y puede redistribuir momentos			

Fosa para contención de derrames de combustibles durante el trasvase

Para el presente proyecto “Terminal de Logística Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, S. de R.L. de C.V.”, se tiene contemplado colocar una fosa para contención de los posibles derrames de combustible (diésel o gasolina), con una capacidad para contener 120 metros cúbicos (la capacidad de un carro-tanque al 100 %).

Esta fosa de contención se localizará al norte de las vías; los derrames serán conducidos a la misma, mediante canaletas que irán desde las estaciones para combustibles líquidos (diésel y gasolina), en las cuales existe una charola fija que queda justo debajo de las válvulas de salida o descarga de los carros-tanque, y se conecta directamente con el sistema de canaletas que conducirán a la fosa.



Fig. # 7. Charola fija para derrames en estación de trasvase de diésel.

Criterios de Análisis y Diseño de la Fosa de contención de derrames de diésel.

El análisis y diseño estructural tiene la finalidad de encontrar las secciones adecuadas para la construcción de la fosa, que garanticen su propia estabilidad y/o funcionalidad. Para esto se toman como referencia las recomendaciones, criterios y comentarios editados por los manuales, reglamentos y especificaciones de diseño y construcción para

Asesoría y Servicios de Ingeniería en Control Ambiental, S.A. de C.V.

este tipo de obras vigentes a la fecha, del *ACI (American Concrete Institute)*, *ASCE (American Society of Civil Engineers)*, *RCDF (Reglamento de Construcciones del Distrito Federal)*.

De lo anterior, los análisis estructurales que se realicen para la fosa, serán bajo condiciones de carga permanentes: *carga muerta y carga viva*; y empujes y presiones: *rellenos y fluidos*. Dichos análisis estructurales nos arrojan los esfuerzos de trabajo críticos de cada uno de los elementos que conformarán la fosa. Permittiéndonos así, llevar a cabo la realización del diseño estructural en conjunto, verificando que no se excedan los estados límite de colapso y de servicio, correspondientes, dictados en los manuales antes descritos.

El Diseño estará basado sobre los siguientes Códigos o Estándares:

- Reglamento de Construcción del Distrito Federal; Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Edificaciones (**RCDF-NTC-05**)
- Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentarios, del American Concrete Institute (**ACI-318-08 y ACI 318R-08**)
- Manual de Cargas Mínimas de Diseño para Edificios y Otras Estructuras, del American Society of Civil Engineers (**ASCE/SEI 7-10**)

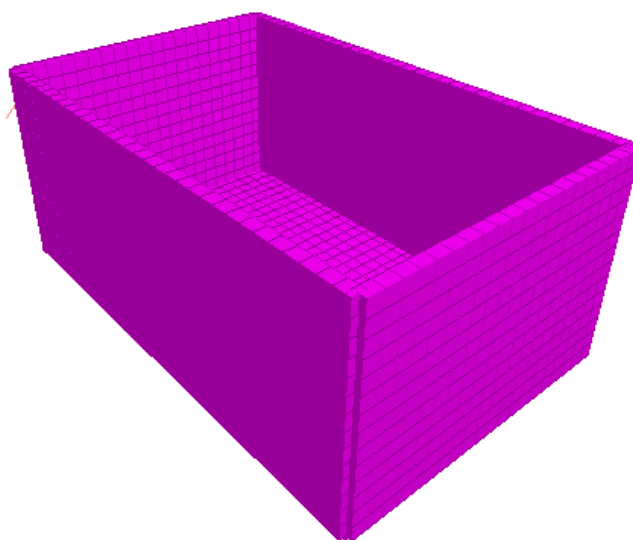


Fig. # 8. Modelo Estructural de la Fosa.

Base para el Tanque de Almacenamiento de Agua contra incendios

La cimentación del tanque es a base de una zapata corrida de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, reforzado bajo el perímetro del tanque, las dimensiones de la zapata son 1.20 metros de ancho y 0.30 metros de espesor reforzada con dos parrillas de acero con resistencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ cada una con varillas de $5/8" \text{ } \phi @ 0.20$ metros en ambos sentidos, a la zapata se integra un muro de 0.40 metros de ancho y 0.75 metros de altura, de concreto $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$, reforzado con varillas longitudinales tanto en su cara interior como en su cara exterior con varillas de acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ de $5/8"$ de $\phi @ 0.20$ metros de separación, unidas con anillos de varillas $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ de $3/8"$ de ϕ también separados $@ 0.20$ metros. La profundidad de desplante en este caso es de 0.70 metros, ya que a esa profundidad el suelo tiene la resistencia suficiente para resistir las cargas del tanque.

La unión del tanque a su cimentación es a base de 7 anclas de 38 mm de diámetro y 0.85 metros de largo con rosca en su parte superior, embebidas en el muro de la cimentación y sujetado al tanque con su respectiva tuerca.

Cimentación de tanque de 8.15 metros de diámetro considerando que la profundidad de desplante donde se encuentra el suelo apto para soportar las cargas vivas y muertas que le serán transmitidas es de 0.70 m.

La Cimentación del tanque de agua contra incendios, constará de:

- **Plantilla:** Plantilla de concreto pobre con un espesor de 0.05 m
- **Zapata corrida:**
 - Ancho: 1.20 m
 - Espesor: 0.30 m
 - Resistencia de concreto: $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$
- **Muro de contención:**
 - Ancho: 0.40 m
 - Altura: 0.95 m
 - Resistencia de concreto: $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

Armado: Acero

- **Rellenos:** Relleno con material de banco en el lado exterior de la cimentación hasta la altura del terreno natural y por la parte interior hasta 0.20 m. bajo la parte superior del muro, dejando una pendiente de 1% desde el centro hacia las orillas con una compactación de 95%
- **Sub-base.** Sub-base triturada de 2 ½" de diámetro compactada al 95% de su P.V.M. con un espesor de 0.15 m.
- **Riego de impregnación.** Riego de impregnación a razón de 1.5 l/m²
- **Riego de liga.** Riego de impregnación a razón de 0.6 l/m²
- **Carpeta asfáltica.** Carpeta asfáltica con un espesor de 0.05 m compactada
- **Anclas.** 6 anclas de 38 mm de diámetro x 850 mm de largo
- **Desagüe.** Colocación de 4 tubos de 1 ½" de diámetro para lagrimeo de cimentación.

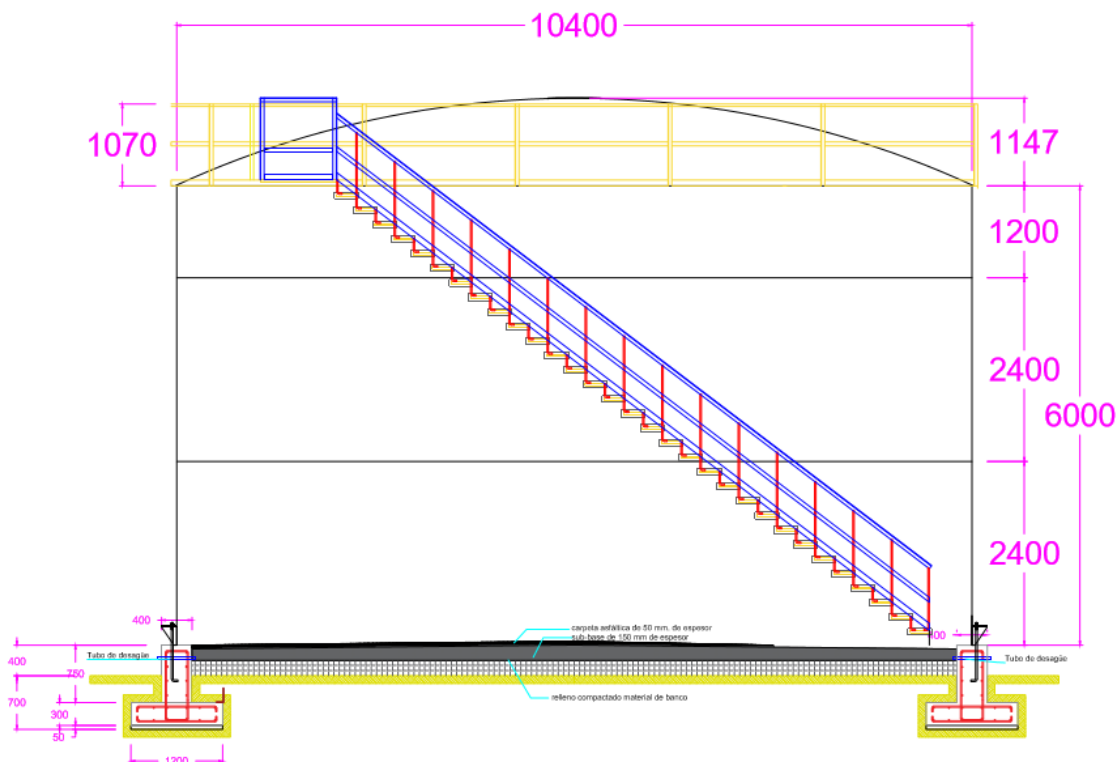


Fig. # 9. Dibujo tanque 500 m³ de agua contraincendios.

I.1.2 Proyecto Mecánico.

(Memoria técnica, descriptiva y justificativa del proyecto mecánico)

El proyecto de la nueva Terminal de Logística de Bulkmatic en Hermosillo, involucra la instalación y construcción de un tanque de almacenamiento de agua contra incendios, de una capacidad de 500 000 litros, así como el diseño y adquisición de los equipos de trasiego de materiales combustibles (transloaders) e instalación de manifolds.

Diseño mecánico del Tanque de almacenamiento de agua contra-incendios



Fig. # 10. Tanque de almacenamiento de agua contra incendio

Las dimensiones del tanque son diámetro 10.40 metros y de altura 6.00 metros dando una capacidad total de 510 m³ y una capacidad de operación de 459 m³. Las características del tanque según su diseño geométrico es cilíndrico de orientación vertical, el material con el que está construido es acero nacional tipo ASTM A-36 y con juntas soldadas; el Domo es auto soportado esto es: no tiene columnas en su interior esto ayuda a tener menos elementos estructurales sujetos a la corrosión.

Los espesores del tanque son los siguientes: en el fondo tiene 5/16", la envolvente cuenta con dos anillos de 2.40 metros de ancho y un tercer en la parte superior de 1.20 metros de ancho, todos con un espesor de 1/4" y el domo tiene un espesor de 1/4". Estos espesores se calcularon teniendo un factor de corrosión CA de 1/16".

Para su operación cuenta con barandal superior en el perímetro de la cúpula a base de postes de ángulo de 2" x 2", pasamanos de tubo de 1 1/4" de ϕ , y 2 guardas a base de solera una de 2" x 1/4" a media altura y la otra de 3" x 1/4" en su parte inferior, una escalera helicoidal con escalones electro forjados y pasamanos de tubo de 1 1/4" de ϕ , soportado con varilla cuadrada de 3/4" de ϕ , también con sus guardas similares al del barandal superior, lo que permite el acceso fácil y seguro al techo del mismo.

Cuenta con 2 boquillas de entrada hombre, una en la envolvente en su parte inferior (24" ϕ) y otra en el domo (20" ϕ); además tiene las boquillas de entrada de agua (3" ϕ) y salida de agua (8" ϕ), una de retorno del líquido (8" ϕ), una boquilla para verter demasías (3" ϕ) y una más para venteo del tanque (6" ϕ), además una boquilla para purga (3" ϕ); todas cumpliendo con las especificaciones del código API 650.

Para proteger el acero de la corrosión se le ha aplicado un recubrimiento de acuerdo a la norma NRF. 053 de Pemex, en su interior a base de RP-6 a dos capas con un espesor total de 12 milésimas promedio y en el exterior cuenta con una capa de RP-4 Modificado, luego una capa de enlace de RA-26 Modificado y una capa de acabado RA-28 Modificado, dando un espesor total promedio de 12 milésimas. Antes de aplicar el recubrimiento se le hizo un proceso de limpieza a base de sand blast a metal blanco.

A continuación se muestran algunos de los cálculos de diseño del tanque de almacenamiento de agua contraincendios.

CÁLCULO TECHO TIPO DOMO AUTOSOPORTADO

(S/API 650 Apartado (5.10.6))

Diámetro del tanque, D =	10.4 m	
radio r=	5.2 m	
radio r=	520 cm	
Cargas a considerar		
L=(carga viva) (según 5.2.1 punto f) del API 650) =	1 Kpa	
S _s ó S _b (carga de nieve) =	0 Kpa	
Siendo: P _e =	0	
Factor de corrosión C=	1/16 pulg	1.5875 mm
Para primer calculo se propone placa de	1/4 pulg	49.848 kg/m ²
accesorios como boquillas		400 kg
barandales		34 kg/ml
Radio de la cúpula, a = r _c = 1,2 x D=	12.48 m	
Altura de la cúpula: h = $a - \sqrt{a^2 - r^2}$	1.13 m	
Superficie del techo: 2 π x a x h =	88.61 m ²	

$$\alpha = \arcsen \left(\frac{D / 2}{1,2 D} \right) =$$

$$\alpha = \arcsen \left| \frac{5.20}{12.48} \right| = 24.624^\circ$$

Cálculo del peso total del techo

primero peso de placas	88.61 *	49.848 =	4,417.03 kg
barandales			1,110.87 kg
accesorios			400.00 kg
Peso total del techo			5,927.90 kg
$D_L = \frac{\text{PesoTecho}}{\pi \times r^2} = \frac{5,927.90}{3.1416 \times 27.04} = 69.78199308 \text{ kg/m}^2 = 0.68 \text{ kpa}$			

Según Apartado 5.2.2. punto e) del A.P.I. 650

1) $D_L + (L_s \text{ ó } S_s \text{ ó } S_b) + 0,4 P_e$

2) $D_L + P_e + 0,4(L_s \text{ ó } S_s \text{ ó } S_b)$

Siendo: P_e =

L=(carga viva) (según 5.2.1 punto f) del API 650) = 1 Kpa 1 a usar

S_s ó S_b (carga de nieve) = 0 Kpa

Resulta que ⇒

1) $D_L + (L_s \text{ ó } S_s \text{ ó } S_b) = 0,63 + (1 \text{ ó } 0)$ 1.68

2) $D_L + P_e + 0,4(L_s \text{ ó } S_s \text{ ó } S_b) = 0,63 + 0 + 0,4 \times (1 \text{ ó } 0)$ 1.08

Por tanto, T= 1.68 Kpa

C= factor de corrosión = 1.59 mm 1/16 pulg

$$E_{min} = \frac{r_c}{2,4} \times \sqrt{\frac{T}{2,2}} + C = \frac{12.48}{2.4} \times \frac{1.68}{2.2} + 1.59 = 6.13 \text{ mm}$$

Se adopta para el techo el espesor de **6.35 mm 1/4 pulg**

Cálculo de espesores

Envoltorio: Metodo de 1 pie para diámetros < 60 m
Fondo: Espesor mínimo mas Factor de tolerancia a la corrosión

Datos del Tanque

Volumen = 3,144.65 bls lts/barril 159 litros 499,999 m3 500.00 Peso del liquido 500.00 tn
D/H= 1.733333333 correcto

Capacidad Nominal 500.00 m3

Dimensiones propuestas

Diámetro D= 10.4 m
Altura H= 8.00 m
Volumen total V= 509.69 m3
Vs= 10%
Vo= 458.72 m3

Area de fondo 84.95 m2

Anchos de placa para anillos

A1= 2.40 m 2 anillos
A2= 1.20 m 1 anillo

Largo de placas L= 12.00 m

Datos para cálculo

Gravedad específica del fluido G= 1 para agua
Material de las placas A-36
Grupo I
Esfuerzo Max. Diseño Sd = 160 Mpa
Esfuerzo Max. Diseño St = 171 Mpa
Tolerancia a la corrosión en Paredes CA = 1.6 mm
Tolerancia a la corrosión en Piso CA.p = 1.6 mm

Se deben calcular los espesores según tres criterios y se deberá escoger el mayor de los tres

Espesores según tabla

Diámetro de Tanque	Espesor nominal
< 15	5
15-36	6
36-60	8
> 60	10

Fórmula para calcular el espesor de diseño

$$t_d = \frac{4.9D(H-0.3)G + CA}{S_d}$$

Fórmula para calcular el espesor de prueba

$$t_i = \frac{4.9D(H-0.3)}{S_t}$$

Hc= Volumen total = 509.69 6.00
Area de fondo 84.95

Numero de anillos 2.5

Diseño mecánico del Equipo/Sistema de Trasiego/trasvase para combustibles

El diésel, turbosina y gasolina se recibirán y descargarán por medio de manguera flexible con conexiones API y mirilla de flujo.

Cada uno de los sistemas realizará las siguientes funciones, como un sistema integral:

- Sistema de medición para la carga y descarga de Diesel, Turbosina y Gasolina.
- Medición del flujo en masa de la fase líquida mediante un patín de medición.
- Indicación de masa, volumen bruto y volumen corregido instantáneo y totalizado, cálculos de volumen corregido para información, utilizando la medición de densidad del medidor coriolis con calibración especial de densidad considerado.
- Bomba tipo de desplazamiento positivo de engrane.
- Eliminador de aire equipado con interruptor de bajo nivel .
- Registro y transmisión en tiempo real de los datos del flujo instantáneo y flujo histórico mediante protocolo Ethernet.
- Procesamiento y control del flujo másico mediante una válvula de control de flujo (2 pasos) operada por el computador de flujo (UCL), en donde se recibirán adicionalmente la señal del sensor de temperatura, indicación local de temperatura y presión.
- El Sistema cumple en su totalidad con las regulaciones API.
- Aprobados para áreas clasificadas Clase I, Div.1.

Especificaciones, Estándares y Normas aplicables al Diseño:

- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 1: Vocabulary
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 5: Section 6 - Measurement Of Liquid Hydrocarbons By Coriolis Meters
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 4: Proving Systems
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 5: Section 6: Measurement of Liquid Hydrocarbons by Coriolis Meters
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 7: Temperature Determination

- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 9: Density Determination
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 11: Physical Properties Data
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 12: Calculation of petroleum quantities
- API MPMS Manual Of Petroleum Measurement Standards, Chapter 18: Custody Transfer
- American Petroleum Institute (API) RP-505 : Classification, Electrical, Class I, Zone 0, 1, and 2
- American Petroleum Institute (API) RP-540 : Electrical Installation in Petroleum Processing Plants
- American Petroleum Institute (API) RP-551 : Process Measurement Instrumentation
- American Petroleum Institute (API) RP-552 : Signal Transmission Systems
- American Petroleum Institute (API) RP-554 : Process Control Systems
- American Petroleum Institute (API) RP-2350 : Overfill Protection for Storage Tanks
 - Instrument Society of America (ISA) S5.1: Classification, Electrical, Class I, Zone 0, 1 and
- American Society of Mechanical Engineer (ASME): ASME/ANSI B31.4 Pipeline transportation systems for liquid hydrocarbons and other liquids
- American Society of Mechanical Engineer (ASME): ASME/ANSI B31.3 Process Piping
- American Society of Mechanical Engineer (ASME): ASME boiler and pressure vessel code
- ASME Section II Materials specifications
- ASME Section V Non destructive examination
- ASME Section VIII Rules for construction of pressure vessels, Div. I
- ASME Section IX Welding Qualification
- ASME B 16.20

- ASME B 16.21
- ASME B 31.3 • ISO tables
- Welding and NDE (Non-destructive examination) to meet the requirements of ANSI B31
- AWS D1.1 Structural Welding code

Diseño Mecánico y eléctrico

- Todas las líneas principales de proceso así como las conexiones de venteo y dren serán terminadas a los límites del patín.
- Las conexiones a proceso serán con bridas para adaptarse con acompañamiento de bridas, sellos y espárragos.
- El sistema de medición de transferencia de custodia deberá ser diseñado en base a un montaje tipo skid, manufacturado, probado y embarcado como una unidad integrada completa y lista para operar.
- Cableado: Conduit • Caja de Conexiones: A prueba de explosión
- Glándulas : Doble sello
- Todos los equipos e instalaciones son provistos con conexión al sistema de tierras del skid.

Tecnología de medición Coriolis:

Los beneficios del medidor Coriolis en aplicaciones de medición para hidrocarburos ligeros y LPG son bastante conocidos. Los medidores másicos industriales han estado en operación desde mediados de los 70's y ahora se considera una tecnología madura.

Para esta aplicación en particular, tanto el diésel como la gasolina se consideran productos limpios. Sin embargo los medidores de flujo Coriolis tienen una mayor tolerancia a la inclusión de sólidos, agua y/o gases que los medidores de desplazamiento positivo o turbinas. Esta tolerancia contribuye de manera importante a mejorar la estabilidad en el largo plazo de los medidores, que se traduce en largos períodos de operación antes de tener que ser recalibrados.

Filtro tipo canasta con transmisor de presión diferencial:

El Sistema incorpora un filtro tipo canasta de acero fundido estándar para proteger al sistema de sólidos suspendidos, los cuáles pueden presentarse debido a las operaciones de mantenimiento, etc. La unidad es equipada con una malla estándar de acero inoxidable en una canasta de soporte. Ambos son removibles y se pueden limpiar para su re uso.

Eliminador de aire:

El medidor de flujo tipo coriolis detectará la presencia de aire y proveerá la alarma apropiada, pero el desempeño de este se verá afectado; remover el aire es un tema importante para poder garantizar el mejor desempeño del equipo, especialmente en aplicaciones de transferencia de custodia.

Transmisor de temperatura:

Desempeño con gran exactitud. Es un instrumento digital modular con muy buena estabilidad en el largo plazo y con funciones de autodiagnóstico que brinda mayor seguridad a los procesos.

Válvula de control de flujo a pasos:

La válvula de control de flujo requerida debe garantizar la carga adecuada de material (Rampa de aceleración y desaceleración), a través de la señal recibida del computador de flujo (UCL). Se considera una válvula de control de flujo Digital electro hidráulica.

Computador de Batcheo (UCL):

La función del computador de flujo es controlar la operación del sistema durante el proceso de carga y reportar el flujo medido por el medidor coriolis.

Corrección por temperatura:

Utilizando el dato de la medición de temperatura del sensor instalado en el patín, el computador de batcheo (UCL) corregirá el flujo de volumen actual en tiempo real de

acuerdo a las variaciones de temperatura de referencia. Sin considerar el error del transmisor de temperatura del sistema el cálculo coincidirá con el factor de corrección de acuerdo a las tablas API.

Válvula de Alivio:

En el caso de sistemas de tuberías con materiales líquidos, la expansión del fluido originado por el incremento en la temperatura puede llegar a ocasionar la ruptura del sistema. Para evitar este problema, se incluye una válvula de alivio para prevenir esta situación.

Válvulas de proceso On-Off:

Para aplicaciones de bloqueo ON-OFF estándares de entrada y salida, una válvula de bola de dos piezas será suministrada.

Monitor de conexión a tierra y Sensor de sobre llenado:

Monitor de sistema de conexión a tierra y conectividad a sensor de sobre llenado de auto tanque y pipa como permisivo para poder operar.

Tubería:

Toda la tubería será diseñada y ensamblada de acuerdo a los estándares americanos.

Tubería de proceso: A106 Gr.B. o equivalente

Bridas: ANSI B16.5 ANSI 300# RF ASTM A105N

Accesorios: ASME B16.9 ASTM A234 Gr.WPB

Tornillos Bridas: ASTM-A193-B7M

Tuercas: A194 Gr.2HM

Diseño: ASME B31.3 o 4 de acuerdo al cumplimiento normativo de las bridas y ASME VIII, División 1, Apéndice 2 para calcular los valores límite

Especificaciones de soldadura de acuerdo a ASME B16.9

Pruebas Tubería - Non Destructive Examination/Non Destructive Tests- Líneas principales de proceso:



100% Inspección visual todas las soldaduras

10% Radiografía para soldaduras

100% Pruebas hidrostáticas

Pruebas Tubería - Non Destructive Examination /Non Destructive Tests – Líneas de venteo y dren:

Drenes y venteo ubicados en la línea de proceso antes de la primer válvula de bloqueo

Las pruebas hidrostáticas se realizarán únicamente con drenes y venteos cerrados.

Bomba desplazamiento positivo:

Motor y bomba de desplazamiento positivo, 440VCA, 3F, 60 hz, CAP 400 Gal/min

Manguera – manguera para succión y descarga de gasolina y aceite o similar:

Ideal para usarse en aplicaciones de succión y descarga de combustibles. Gasolina, combustóleo, diésel, combustóleo, derivados del petróleo y aceites. Manguera que brinda seguridad y confianza.

Acoplador API:

Acoplador api, modelo J0451-052, de 4” o similar, 150 psi, con sellos de viton. Diseñado y construido con 5 Dedos o ganchos de sujeción. Presión de diseño de 150 psi Diseñado y fabricado siguiendo las recomendaciones de las normas API RP 1004

Detector de flama:

El Skid cuenta con un detector de flama como parte del sistema de alarma de gas y Fuego y paro por emergencia.

Detector de gas

El Skid esta cuenta con un detector de gas como parte del sistema de alarma de gas y Fuego y paro por emergencia.

Pruebas, inspección y aprobación:

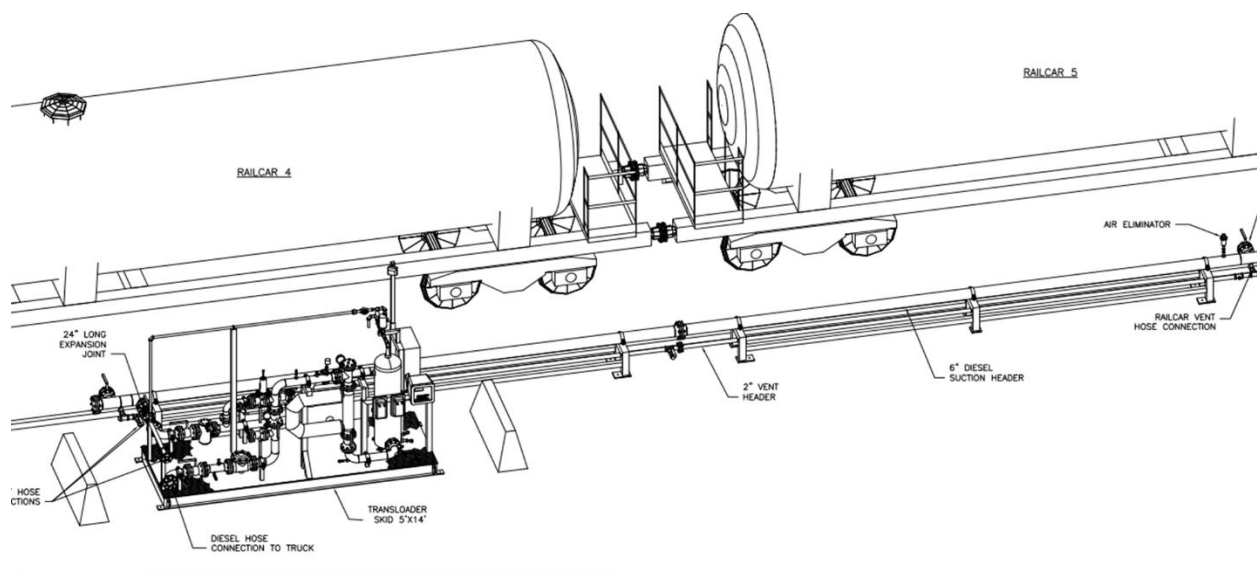
Todos los medidores coriolis Micromotion ELITE EMERSON son probados y calibrados con agua de manera estándar. Los centros de producción se encuentran homologados en su sistema de calibración con acreditación ISO/IEC 17025 con completa trazabilidad, ofrecen un $\pm 0.010\%$ de incertidumbre total para pruebas gravimétricas de flujo, lo que hace a nuestros medidores los mejores en su clase.



Fig. # 11. Transloaders para combustibles líquidos (Sistemas fijos).

Diseño mecánico del Manifold para Trasvase de combustibles

DENOMINACIÓN	MANIFOLD PARA GASOLINA Y DIESEL
LOCALIZACIÓN	EXTERIOR
RADRIOGRAFIA	10%
LIQUIDOS PENETRANTES	SI
CORROSION PERMISIBLE	1.6 MM
ESPESORES	TUBERIA 6" CED. STD. PARA LIQUIDO Y TUBERIA DE 2" CED STD PARA VAPOR
TUBO	A- 106 GR B
BRIDAS	A - 105 N
PLACA	A - 36
ESTRUCTURA	A - 36
ACCESORIOS	A - 234 WPB / A - 105
VALVULAS	A - 105 N
TORNILLOS	A - 193 - B7/ A 194 -2H GALVANIZADO
LIMPIEZA	CHORRO DE ARENA A METAL COMERCIAL SSPCSP6
RECUBRIMIENTO	PRIMARIO RP6 EPOXICO POLIAMIDA DE DOS COMPENTES MODIFICADOS
	ACABADO: RA26 EPOXICO CATALIZADO POLIAMIDA DE DOS COMPONENTES ALTOS
	SOLIDOS MODIFICADOS (COLOR BLANCO)



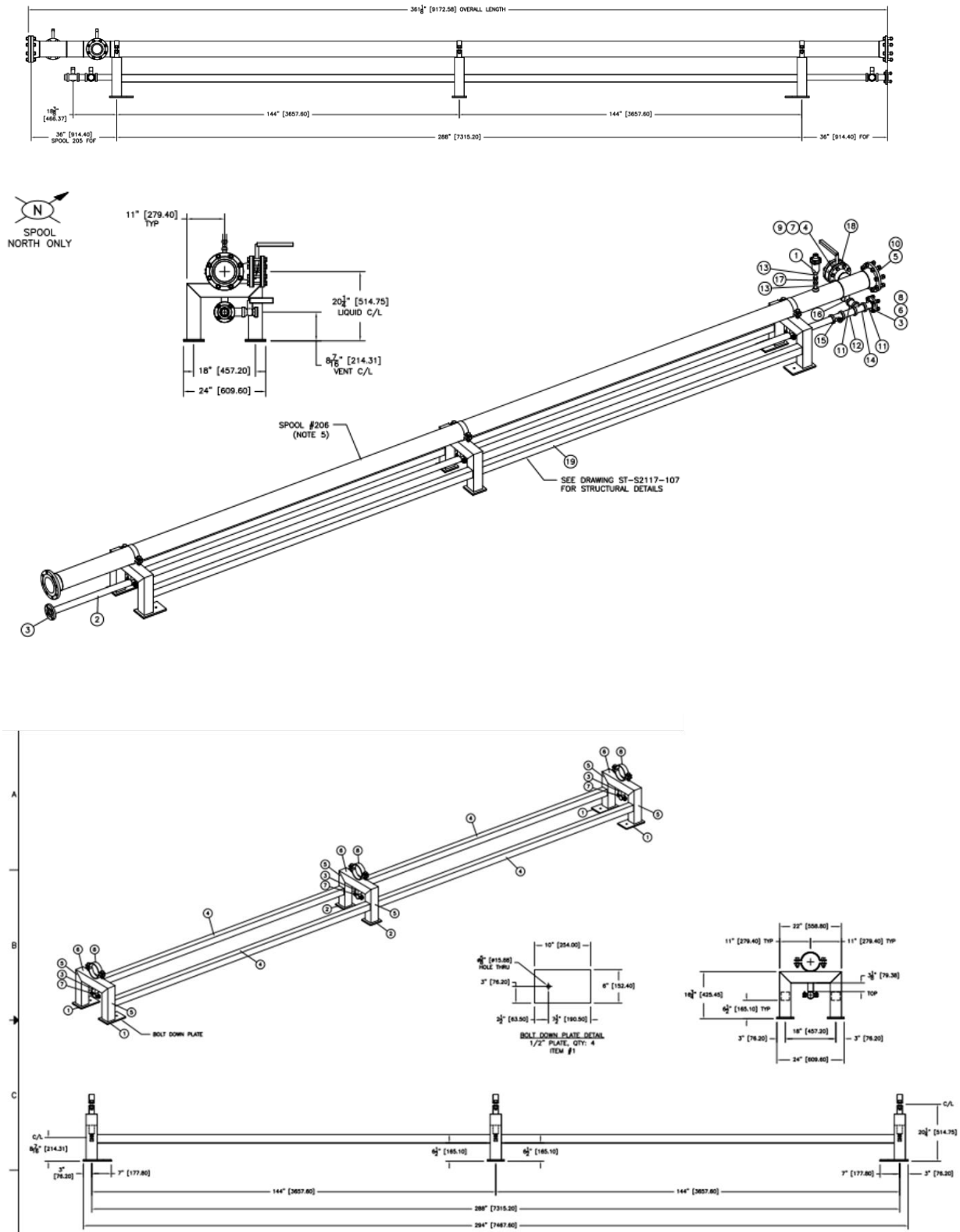


Fig. 12. Diagramas esquemáticos del Manifold.

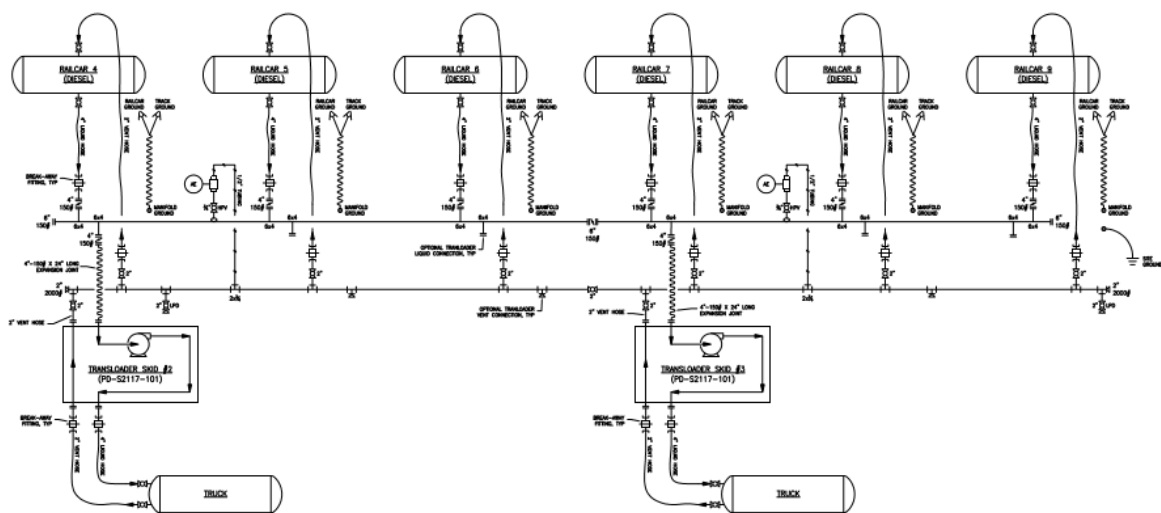


Fig. # 13. DTI del Manifold.

I.1.3 Proyecto Sistema contra-incendio.

(Memoria técnica, descriptiva y justificativa del proyecto sistema contra-incendio)

A continuación se describe la Memoria técnica del sistema contra-incendio con que contará la terminal Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, que en esta Terminal aparte de manejar materiales combustibles (gas L.P., gasolina, turbosina y diésel), también se manejarán productos químicos como isocianato, queroseno, aceite, asfalto, poliol, etc.

El diseño del sistema contra incendios de la Terminal Hermosillo 2 de Bulkmatic, tiene como fundamento los estándares de diseño e instalación de NFPA, FM GLOBAL y la ASEA.

NFPA de manera puntual no cuenta con un criterio para terminales ferroviarias que se dediquen al trasvase hidrocarburos. Esto se debe principalmente a que dichas actividades se llevan a cabo en áreas que se encuentran alejadas de los edificios principales, y que en este caso particular solo cuentan con un techo pero no con muros, es decir, son áreas abiertas. Más claro, no existe almacenamiento de petrolíferos como se describe en el capítulo 16 de la NFPA 30.

Sin embargo NFPA en sus estándares cuentan con un criterio de aspersión de agua-espuma contra incendio para cualquier actividad que contemple la manipulación de líquidos ignífugos. Es en este criterio en el que se basa el diseño del Sistema Contra Incendio de Bulkmatic Hermosillo, según la NFPA 16 -Installation of Foam-water Sprinkler / Instalación de Sistemas de Rociadores de Agua-Espuma, Edición 2015.

De este modo para líquidos inflamables, el sistema de Diluvio cumpliría con una densidad de 0.16 gpm/ft² sobre los 5,000 ft² más remotos, como lo indica el capítulo 7.3.2.1 Criterios de descarga.

7.3.2* Discharge Criteria.

7.3.2.1 The design discharge density shall be in accordance with the applicable occupancy standard for water or foam-water systems but in no case less than 0.16 gpm/ft² (6.5 mm/m²).

El espaciamiento de los rociadores será como lo indica el capítulo 7.3.7.2

7.3.7.2 Sprinkler Spacing.

(A) Sprinkler spacing shall not exceed 100 ft² (9.3 m²) per sprinkler or exceed 12 ft (3.7 m) spacing between sprinklers on a branch line or between branch lines. Except in buildings where the primary structural members are 25 ft (7.62 m) apart, the line-to-line distance shall be permitted to be 12 ft 6 in. (3.81 m) where the system has a density of ≥ 0.25 .

Cabe mencionar que las áreas designadas para el trasvase son de 2,518 ft², por lo tanto todos los rociadores bajo los techos de trasvase se consideraron dentro del cálculo hidráulico para el dimensionamiento correcto de la tubería.

Por acuerdo con Bulkmatic, la protección con rociadores bajo los techos de las áreas de trasvase serán sistemas tipo Pre-acción. Es decir, la válvula de alarma tipo diluvio permitirá el flujo de agua cuando reciba una señal de algún dispositivo de alarma como sería un detector de flama o bien estación manual.

Al abrirse la válvula de alarma tipo diluvio, el agua a presión inundará inmediatamente toda la tubería que alimenta a los rociadores abiertos. Todos los rociadores bajo los techos serán abiertos y descargarán aproximadamente 800 gpm sobre toda el área.

En caso de necesitar hidrantes para combatir el incendio, se tienen contemplados 250 gpm adicionales para uso de estaciones de mangueras o monitores, como lo indica el Capítulo 6.2.3.1 Duración.

6.2.3 Duration.

6.2.3.1* Water supplies shall be designed to meet the fixed fire protection demand plus 250 gpm (946 L/min) for inside and outside hose streams for at least 60 minutes, unless otherwise specified in the occupancy standards.

El tiempo de la descarga de espuma será de 10 minutos como lo indica el capítulo 7.3.3.1 Duración de la descarga.

7.3.3 Discharge Duration.

7.3.3.1 The foam solution shall be designed to discharge for a period of 10 minutes (based on the density as specified in 7.3.2.1) over the entire system area for deluge and spray foam-water systems and over the design area for wet pipe, dry pipe, and preaction foam-water systems.

De esta manera queda definida la demanda en flujo del sistema y por tanto el flujo nominal de la bomba requerida. En este caso, la bomba quedaría diseñada para poder suministrar un flujo nominal de 1,500 gpm a una presión de 145 psi.

La siguiente consideración en el diseño del sistema contra incendio se encuentra en los requerimientos de la ASEA.

NOM-006-ASEA-2017	TERMINAL HERMOSILLO
1. Suministro de Agua	El proyecto cuenta con dos Bombas aprobadas y listadas UL/FM de 1500 gpm operando a 145 psi y Tanque para uso exclusivo del sistema contra incendio. Dos bombas impulsadas por motor a diésel. El sistema cuenta con una bomba eléctrica tipo Jockey. Las bombas quedaran instaladas de acuerdo con NFPA 20.

2. Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio	Tanque de Almacenamiento de 500 m ³ (132,000 galones) construido por otros.
3. Cobertizo contra Incendio	Cuarto de Bombas con rociadores que contiene a las bombas contra incendio y sus controladores, en conformidad con NFPA 20.
4. Instrumentación y Dispositivos de Protección del Equipo de Bombeo	Las Bombas Contra Incendio cuentan con Tableros UL/FM independientes, señalizados al panel de control de alarmas, incluyendo la bomba jockey y su tablero.
5. Red de Agua Contra Incendio y Equipos de Aplicación	Tubería AWWA PVC C900 Clase 200 de 8-in que alimenta a los 8 sistemas de rociadores en modo pre-acción, 26 monitores y 15 estaciones de mangueras. La instalación quedara en conformidad con NFPA 24.
6. Equipo Generador y de Aplicación de Espuma	2 Tanques tipo Vejiga para Espuma AFFF al 3% con capacidad de 400 galones con Proporcionador de espuma.
7. Extintores	7 Extintores de Polvo Químico Seco de 9-kg de capacidad.
8. Sistema de Protección Contra Incendio en cuartos Cerrados	Este proyecto no tiene dentro de su alcance cuartos cerrados.

Cabe mencionar que las Oficinas Principales también cuentan con protección exterior a base de 1 monitor y 1 una estación de manguera.

El sistema de detección y alarma contra incendio está catalogado como un sistema de protección pasivo esto quiere decir que no juega un rol para la lucha contra el fuego, pero es fundamental para prevenir el incendio, evitar su propagación, alerta de manera temprana a los ocupantes y reduce las consecuencias devastadoras de un incendio sobre vidas y propiedades.

La siguiente consideración en el diseño del sistema de detección y alarma contra incendio se encuentra en los requerimientos de la ASEA:

9.3.9.1-ASEA	TERMINAL HERMOSILLO
1. Detector de fuego	El proyecto cuenta con detectores de fuego ópticos instalados en las áreas de trasvase, estos detectores activaran la campana de cada una de las áreas para alertar solamente el área.

2. Detector de gas combustible	Se instalara un detector de gas en las áreas de trasvase, este solamente activara la campana de cada área.
3. Alarmas audibles y visibles	El proyecto cuenta con campanas y sirenas a prueba de explosión instaladas en cada una de las áreas de trasvase.
4. Estaciones manuales de alarma	Se instalaran estaciones manuales tipo doble acción a prueba de explosión en cada una de las áreas esto con el fin de activar manualmente el sistema de sirenas de alarma general de la planta.
5. Procesadores	El proyecto cuenta con un panel de alarmas que recibirá todas las señales de alarma que le enviarán cada uno de los dispositivos y operara según la programación agregada.
6. Fuentes de alimentación	Se instalaran fuentes de alimentación en cada una de las áreas de trasvase y oficinas, esto con el fin de suministrar el voltaje de alimentación necesario para cada uno de los dispositivos instalados.
7. Tarjetas de entrada/salida	El tablero del sistema de alarma y detección de incendio contara con 4 tarjetas de lazo de comunicación que controlara cada una de las áreas de trasvase y oficinas principales así como monitoreo de tablero de bomba contra incendio.
8. Enlaces de comunicación y software	El tablero de alarma y detección de incendio tiene la opción de monitorear varios sitios a través de una conexión IP a través del software onixworks.

De esta manera se pretende cumplir con los lineamientos de NFPA y de la NOM-EM-003-ASEA, en cuanto a lo que corresponde a la Terminal de Bulkmatic en Hermosillo, Sonora.

Se anexan planos del diseño del sistema contra-incendio de la Terminal, para las estaciones de trasvase de combustibles. **(Ver anexo f)**

I.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

(Por línea de producción, reacciones principales y secundarias en donde intervienen materiales considerados de alto riesgo)

El presente proyecto consiste en la operación de una Terminal ferroviaria de logística para el trasvase de Diésel, turbosina, gasolina y Gas L.P. denominada **Hermosillo 2** donde no se realizará ningún proceso productivo, únicamente se recibirán materiales vía ferrocarril, estos materiales se trasvasarán ferro-tanques a pipas (auto-tanques) o auto-remolques (los cuales son propiedad de los clientes/ propietarios de los materiales, o de terceros subcontratados) para su transporte o traslado a las instalaciones de los clientes.

Es importante mencionar que no se tendrá almacenamiento, más que temporal en los mismos furgones o tanques de ferrocarril utilizados para el trasvase hasta realizar en tanto se realiza su vaciado (trasvase y transporte).

La operación de la Terminal se puede clasificar por clase o tipo de material de la siguiente manera:

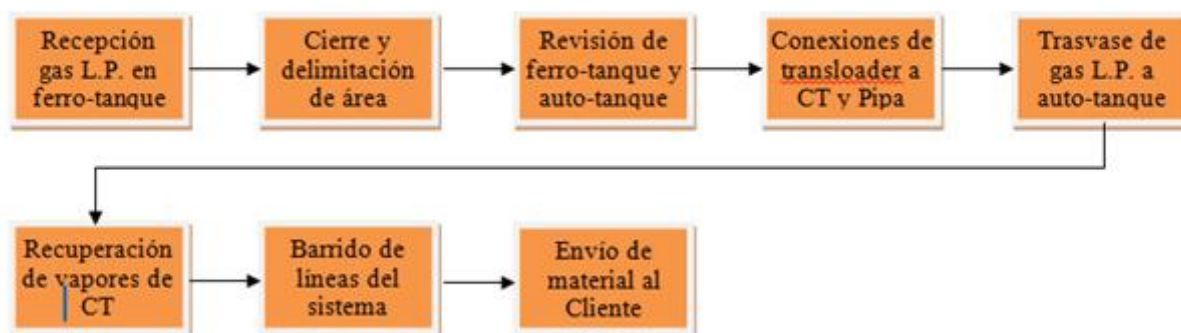
- ✓ Combustible Gas L.P.
- ✓ Combustibles líquidos (Diésel, turbosina y gasolina)
- ✓ Materiales/Sustancias químicas líquidas
- ✓ Manifold. Operación

1. Combustible Gas L.P.

Se llevará a cabo el manejo de combustibles como son: gasolina, turbosina, diésel, gas L.P, es decir, recibir los carros-tanque con combustibles en la Terminal para transvasarlos a los autos-tanque (pipas) del cliente o de terceros y enviarlos a los clientes.

Se muestra a continuación el diagrama de flujo general del proceso de trasvase de cada uno de los combustibles.

Diagrama de proceso Transvase de Gas L.P.



Recepción de gas L.P.

Esta operación consistirá en recibir los furgones o carros de ferrocarril con los materiales, para darles acomodo en la Terminal. En la Terminal se cuenta con 6 vías con una capacidad para acomodar 107 furgones (ferro-tanques, ferro-tolvas, etc.); una vez que llega el material (ferro-tanque) se pesará en la báscula que se localiza en el peine principal de acceso a la Terminal (este peso es únicamente para referencias comerciales, y se permite una variación de hasta 0.5%), para posteriormente ser ingresado a las vías dentro de la terminal. Se contará con un remolcador que se tiene para esta actividad.

Se estima para este material, que lo máximo que habrá de gas L.P. en un momento dado son 15 carros-tanque (CT) en la Terminal (en el momento que llegan). Estos 15 CT se vaciarán/trasvasarán aproximadamente en 5 días; por lo que la cantidad máxima de inventario es de 825 toneladas (cada CT es de 55 toneladas de capacidad).

Revisión de las condiciones del ferro-tanque y del auto-tanque.

Antes de dar inicio con las operaciones de trasvase, se verificarán las condiciones en general (y de seguridad principalmente revisando el estado de las válvulas, tapas, conexiones, llenado/nivel, así como las condiciones de presión y temperatura en las que viene el material) de los ferro-tanques, así como del auto-tanque/pipa; se cuenta para esto ya con procedimientos bien establecidos y check-list que llenarán los operarios con estas revisiones.

1. Se verificará que la matrícula del carro tanque coincida con la del formato orden de carga “OSI”.
2. Se revisará que los sellos físicos coincidan con la orden de carga, en caso de no coincidir se reporta al supervisor para que valide el motivo. Cortan sellos en caso de coincidir.
3. Se asegurará que las válvulas están cerradas e inspeccionan que no se tengan fugas en las válvulas. Sí existiese alguna fuga, se reporta al supervisor para tomar las medidas preventivas.
4. Validará que exista olor en el gas por medio de la toma de presión del carro tanque. Mercaptano es la sustancia que se le adiciona para que se pueda percibir olor cuando exista una fuga. Sí no existe olor, se pone en cuarentena el carro para que se reporte con el cliente.
5. Se tomarán lecturas de variables de carro tanque, y se reporta cualquier desviación al Supervisor:
 - a) Temperatura. - Es el primer punto a medir, para dejarlo al menos 3 minutos inmerso.
 - b) Presión. - Asegurar que esté en buenas condiciones el manómetro, se debe asegurar que quede bien conectado y sin fugas.
 - c) Nivel de vacío.- La lectura a utilizar es la que corresponda al producto que tiene el carro tanque (ej. GAS LP).

Nota: Toda esta información es importante para validar el volumen que se está recibiendo.

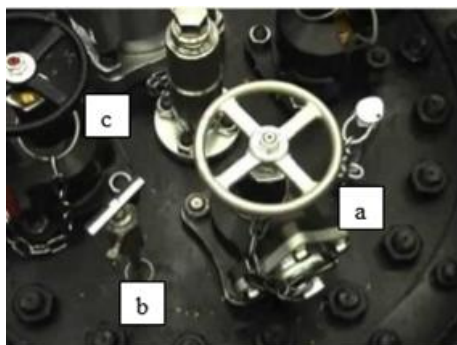


Fig. # 14. Instrumentación de Carro-tanque.

Conexiones de Transloader a CT y Pipa

Durante esta operación se realizará la colocación del transloader a CT y la Pipa que se va a llenar, realizando lo siguiente:

- Colocar calzas en transloader
- Ajustar acceso del pasillo en transloader a la parte superior de carro tanque (CT).
- Presión de N₂ suministro debe ser suficiente (50 psi).
- Trampa de líquido, purgarla antes de cada operación.

Indicador de nivel de líquido



Válvula de desfogue

- Coloca las tierras físicas al cuerpo del carro tanque donde se garantice puesta a tierra efectiva (Colocar la pinza directamente a la perilla de tierra o en su defecto al chasis del Carro Tanque).
- Colocar calzas de seguridad a carro tanque y bandera azul en inicio de vía.
- Sí el carro es nuevo, realizar los pasos del instructivo “Inspección de carro tanque nuevo”.
- Conectar los coples y sus mangueras de acuerdo a la configuración de operación que vaya a realizarse, seguir el procedimiento exacto según corresponda (llenado con recuperación, recuperación carro a carro o llenado sin recuperación).
- Asegurarse de seguir el orden de apertura como se describe en cada procedimiento.
- Ubicar auto-tanque en zona de carga y solicitar las llaves al conductor de la unidad.
- Verificar que la matrícula del auto tanque descrita en el formato orden de carga “OSI”, coincida con el auto tanque posicionado.
- Aterrizar auto tanque y colocar calzas de seguridad.

Trasvase de gas L.P.

Una vez conectado el sistema de trasvase (transloader), se abrirán las válvulas en el orden indicado en el procedimiento correspondiente; el trasvase se puede hacer como ya se mencionó llenado con recuperación, de carro a carro o llenado sin recuperación.

El llenado con recuperación, se refiere a trasvasar por gravedad líquido de carro-tanque a pipa y vapor de carro-tanque vacío a carro- tanque lleno con el equipo transloader (hasta dejar en un 2% del volumen/capacidad el CT).

El llenado con recuperación de carro a carro es el mismo procedimiento que el anterior, solamente no incluye trasvasar líquido por gravedad de carro-tanque lleno a pipa.

El llenado sin recuperación, se refiere a trasvasar el gas L.P. con la simple presión que trae el CT lleno, ya sea por diferencia de presión o con apoyo de un compresor.



Fig. 15. Transloader para combustible gas L.P.



Es importante señalar que el equipo de trasvase de gas L.P. funcionará con un compresor (con motor a prueba de explosión), y está completamente equipado con paro de emergencia local y a distancia de 1 km, 5 válvulas de seguridad, 3 de líquidos y 2 de vapor conectado a 2 sensores de gas y 2 de flama, válvulas de seguridad para cierre de emergencia para líquidos en las tomas del carro-tanque y tubería, trampa de líquidos en las líneas de gas vapor para evitar entre líquido a compresor con paro automático por alto nivel en el colector; además de que son automatizados. Todo el sistema de automatización funciona con nitrógeno, por lo que también cuentan con cilindros de N_2 para su funcionamiento.

Barrido de líneas del sistema de trasvase

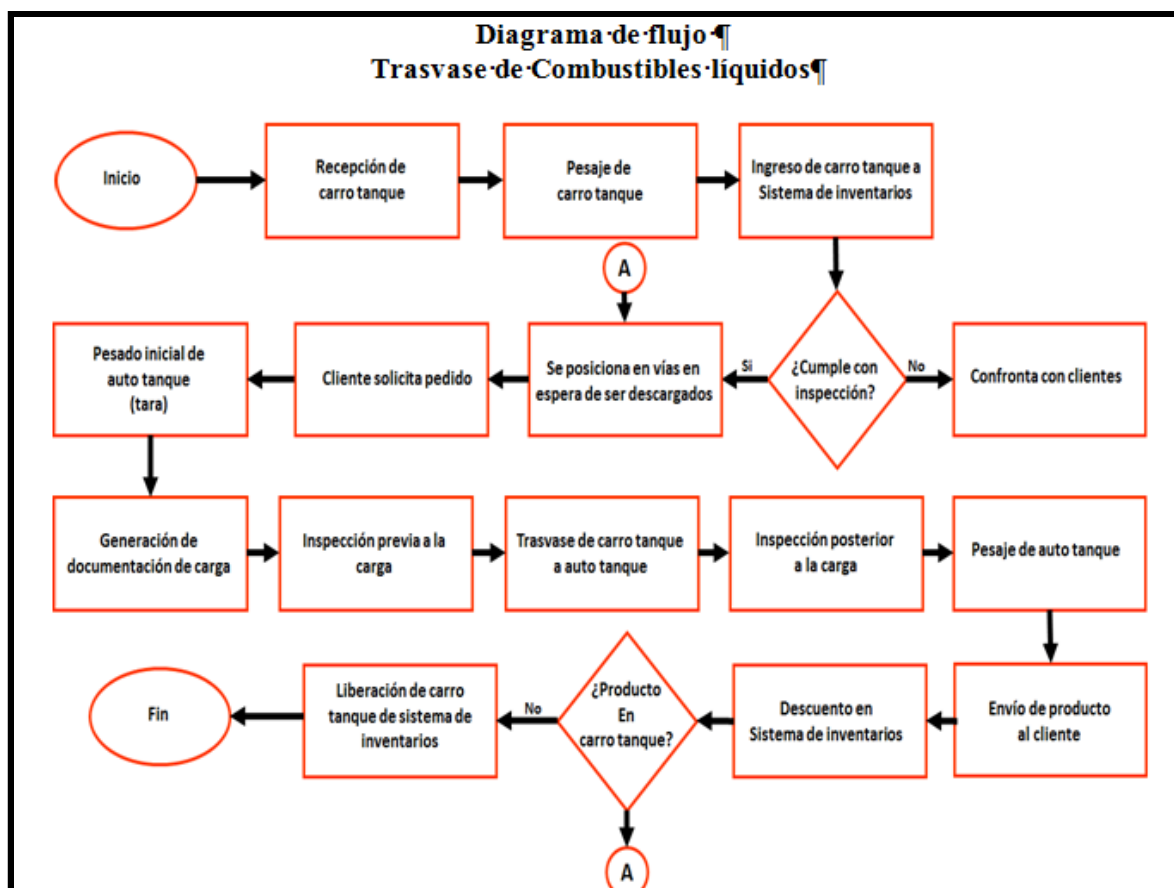
Cuando se termine con el llenado del auto-tanque y en caso de no haber un siguiente auto tanque en el día, se procederá a barrer las líneas de gas L.P. líquido, para que no se quede nada atrapado en el transloader y quede listo para otro llenado para el siguiente día de operación; posterior a este barrido se desconectará el sistema de trasvase, verificando que las válvulas tanto del CT como de la pipa/auto-tanque estén completamente cerradas, ya desconectado el sistema se retirarán las calzas de la pipa, se retirará el cordón con el cual se delimito el área para el trasvase, se desconectara el sistema de tierras y se procederá a retirar el auto-tanque del sitio.

Envío de material al cliente

El auto-tanque o pipa una vez cargada con el gas L.P., se pesará (previamente ya fue pesado en vacío para su tara) en la báscula que hay específicamente para esta operación, y saldrá de las instalaciones de la terminal con dirección a las instalaciones del cliente.

2.-Combustibles líquidos (Diésel, turbosina y gasolina)

El manejo de los combustibles líquidos (gasolina, diésel), se recibirán los ferro-tanques (CT) con combustibles en la Terminal para transvasarlos a los auto-tanques (pipas) del cliente o de terceros y enviarlos a los clientes.



El procedimiento de trasvase para los combustibles líquidos (diésel, turbosina y gasolina), es similar al del trasvase de gas L.P., lo único que cambia es el equipo

transloader que opera con bomba centrífuga o engrane a prueba de explosión y que se manejan a presión atmosférica, además este equipo cuenta con sistema scully para sensor de sobre-llenado y tierra física, cuenta con un másico tipo coriolis, cuenta los litros para programar cargas por litro.

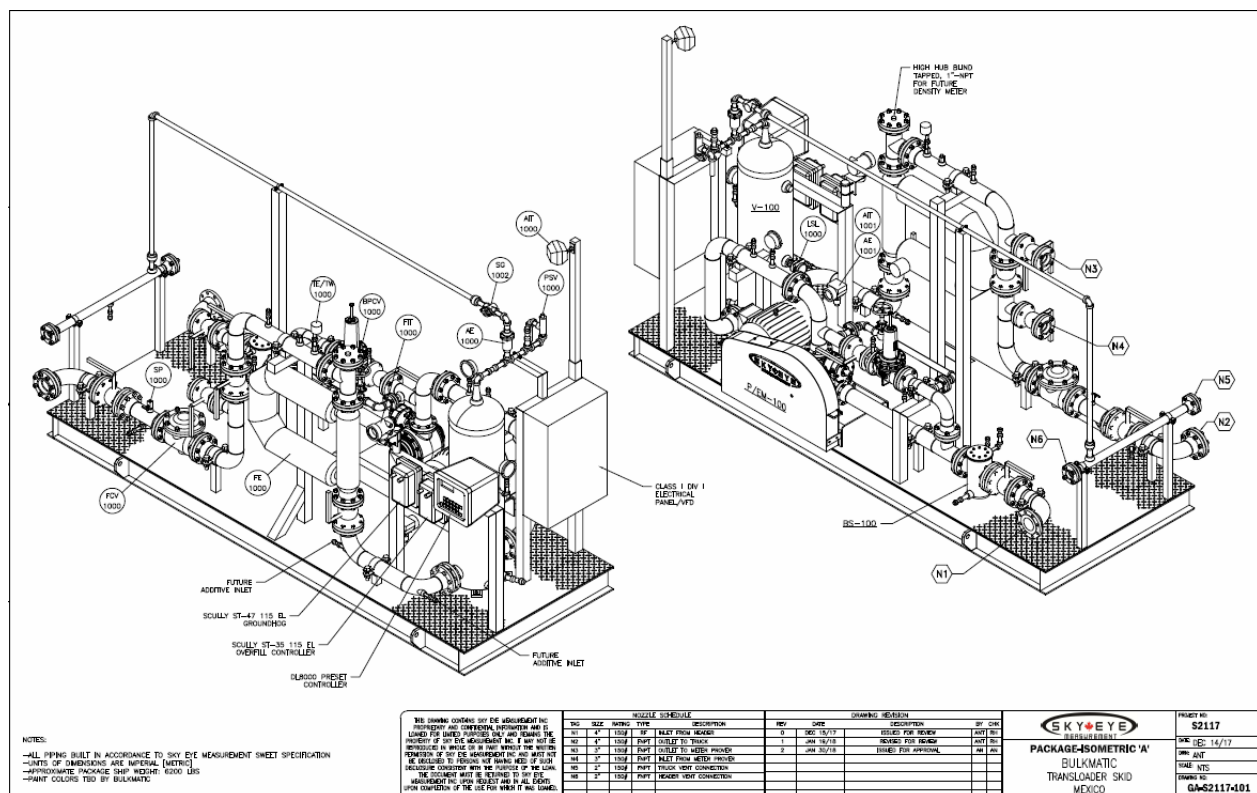


Fig. # 16. Equipo fijo para Trasvase de combustibles líquidos.

También se llevan a cabo las revisiones previas tanto de los CT y pipas, así como de las conexiones realizadas también para este tipo de operaciones. Se estima para estos materiales, lo máximo que habrá de gasolina son 8,000 ton.

Es importante señalar que tanto para el trasvase de gas L.P., como de los combustibles líquidos, se contará con estaciones equipadas con un sistema de diluvio en la parte superior, así como con detectores de gas, sistemas de paro automático y controles de paro automático de los sistemas transloader que traerá consigo el operador. En los transloader de diésel y gasolina se contará con extintores de espuma AFFF y monitores de agua con espuma AFFF.

En la figura siguiente se muestra una estación específica para trasvase de combustibles equipada.



Fig. # 27. Ejemplo de Estación equipada para trasvase de combustibles líquidos.

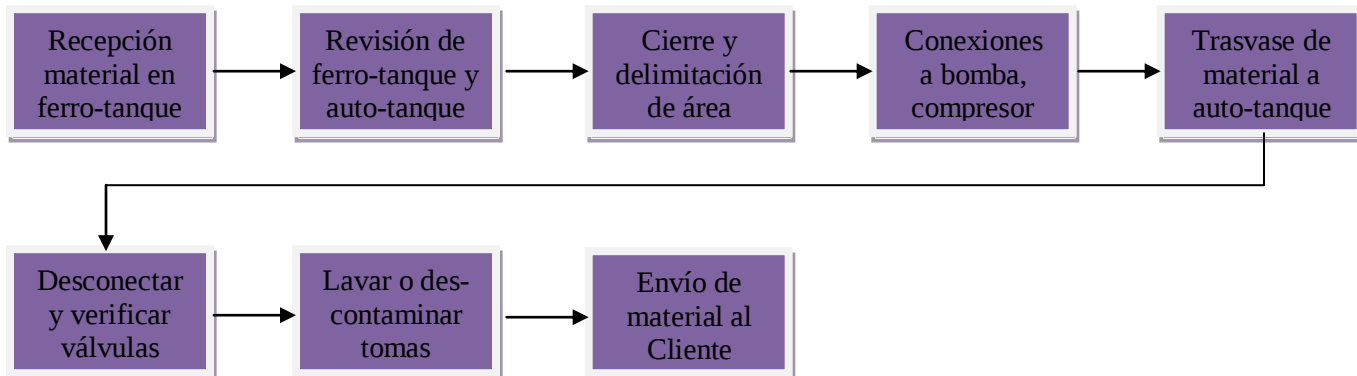


Fig. 18. Equipo Transloader fijo para trasvase de diésel, turbosina y gasolina

3. Materiales/sustancias químicas líquidas

En el caso de los materiales líquidos que se recibirán en la Terminal Hermosillo 2 (Poliol, Diisocianato de Difenilmetilo, Keroseno, Aceite automotriz), ninguno tendrá almacenamiento específico como tal, más que el almacenamiento y/o resguardo temporal que se hace en el carro-tanque hasta su vaciado/transvase completo (que puede ser de hasta 21 días, dependiendo del material de que se trate). Se reciben los materiales y directamente de los carros-tanque se transvasa a los autos-tanque (pipas) para su envío al cliente. El trasvase se puede hacer, en el caso de líquidos mediante:

- ✓ Trasvase de líquidos con bomba. Se utilizan bombas con motor a prueba de explosión
- ✓ Trasvase de líquidos con transloader. Equipo específico para trasvase de materiales líquidos.
- ✓ Trasvase de líquidos con aire a presión. Se utiliza compresor para desplazar líquidos
- ✓ Trasvase de líquidos con nitrógeno. Se utiliza presión de tanques de nitrógeno.



Recepción de materiales.

Esta operación consiste en recibir los furgones o carros de ferrocarril con los materiales, para darles acomodo en la terminal. En la terminal se contará con 9 vías con una capacidad para acomodar 150 furgones (carros-tanque, ferro-tolvas, etc.); una vez que llega el material (ferro-tanque) se pesa en la báscula que se localiza en la vía principal de

acceso a la Terminal (este peso es únicamente de referencia interna, y se permite una variación de hasta un 0.5%), para posteriormente ser ingresado a alguna de las 9 vías (de la vía 1 a la vía 9) de acuerdo al material de que se trate; se mueven dentro de la terminal con dos locomotoras que tiene ex profeso para esta actividad. Existe todo un procedimiento para el movimiento de furgones dentro de la terminal, para evitar posibles accidentes y por manejo de materiales e inventarios.

Revisión de las condiciones del ferro-tanque y del auto-tanque.

Antes de iniciar con las operaciones de trasvase, se verificarán las condiciones en general (y de seguridad principalmente revisando el estado de las válvulas, tapas, conexiones, llenado/nivel, así como las condiciones de presión y temperatura en las que viene el material) de los carros-tanque, así como del auto-tanque/pipa; para esto se contará con procedimientos bien establecidos y check list que llenarán los operarios con estas revisiones. En un momento dado, si no presentaran las condiciones adecuadas en cualquiera de los dos (ferro o auto-tanque) no se lleva a cabo la operación de trasvase, dando aviso de inmediato al cliente para que se tomen las medidas correspondientes.

Cierre y delimitación de las áreas.

Es muy importante delimitar y cerrar las áreas (de tránsito interno peatonal y vehicular, así como de furgones) cuando se trasvasan materiales peligrosos; esto se realizará acordonando un área de 50 metros aproximadamente en los andenes entre vías donde se va a llevar a cabo el trasvase y los dos andenes contiguos a éste.

Conexiones.

Se traslada el equipo transloader al área (frente al ferro-tanque donde se vaya a realizar la operación de trasvase), la bomba, el equipo compresor, o equipo y tubería para nitrógeno, dependiendo del equipo o sistema que se vaya a utilizar para el trasvase; procediendo a realizar todas las conexiones de las líneas, tomas, válvulas y accesorios, así como tierras físicas. Una vez que se tienen todas las conexiones se realiza una prueba para verificar el correcto funcionamiento de flujo y material principalmente.

Trasvase de materiales.

Se da inicio con el trasvase del material, esto es, se enciende la bomba, el compresor, el transloader y/o se incrementa la presión en el CT con equipo de nitrógeno, cuidando en todo momento las válvulas, las conexiones, y principalmente el indicador de nivel del auto-tanque. Normalmente los auto-tanques se llenan al 90 % de su capacidad en el caso de materiales peligrosos; por lo que una vez que alcanza este nivel se para el sistema de llenado. Cuando el trasvase se realiza con nitrógeno, se presuriza el carrotanque (CT) a 2 kg/cm^2 para que el líquido pueda fluir hacia el auto-tanque, cuidando en todo momento la presión en el CT (cuando no traen indicador de presión, se coloca uno para estar controlando en todo momento este parámetro).

Desconectar el sistema y verificar líneas, conexiones y válvulas.

Una vez que se termina el trasvase de material, se cierran las válvulas del ferro-tanque y auto-tanque (de acuerdo al procedimiento correspondiente), se despresurizan (cuando aplique) y se hace un barrido con aire o nitrógeno de las líneas para que no quede material atrapado en ellas, para posteriormente proceder a desconectar todo el sistema de trasvase. Una vez que se desconecta el sistema, se desaterriza y se desacordona la zona para el libre tránsito; se recoge el equipo utilizado y el auto-tanque se retira. Se lavan o descontaminan tomas y válvulas cuando aplique. Cuando se trasvasan materiales químicos, siempre se debe de limpiar y descontaminar las líneas y conexiones (pues se utilizan para trasvase de diferentes materiales); se dejan libres las válvulas del ferro-tanque y se verifica que estén perfectamente cerradas. El equipo de trasvase utilizado (compresor, bomba, transloader, nitrógeno, compresor de aire) se deja libre de material, para dejar limpio y listo para usarse con otro material.

Envío de material al cliente.

El auto-tanque una vez cargado con el material, se pesa (previamente ya fue pesado en vacío para su tara) en la báscula que hay específicamente para esta operación, y sale de las instalaciones de la terminal con dirección a las instalaciones del cliente.



Fig. # 19. Traspase de materiales peligrosos

4. Manifold. Operación

Los Manifold serán instalados a pie de vía, con la finalidad de eliminar durante la operación de traspase tiempos muertos por el cambio de carros-tanque vacíos y llenos.

Los manifold serán de una capacidad de 6 carros-tanque para gasolina regular, premium y Diesel, siendo expandible por lo que de acuerdo a las necesidades del mercado será dimensionado de una menor capacidad creciéndolo acorde a la necesidad.

Para su operación se considera abrir un solo carro-tanque a la vez, hasta que éste se termine se procederá a cerrar el carro-tanque y abrir otro carro tanque.

Se contará con 8 Estaciones para trasvase de combustibles (Con techumbre), tal y como se muestra a continuación:

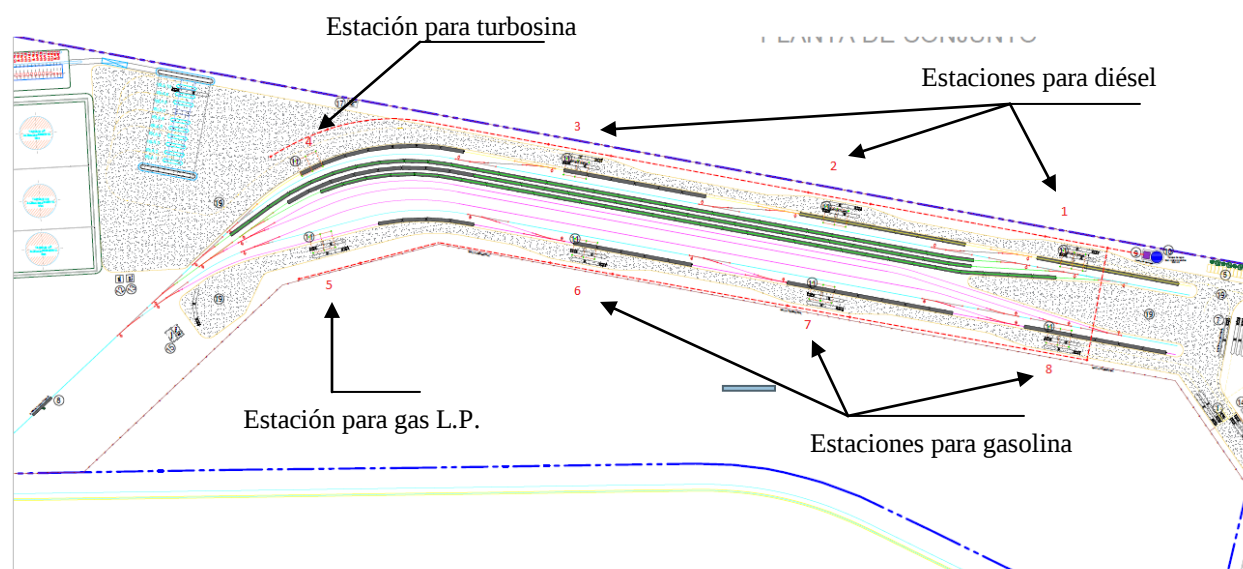


Fig. # 19. Ubicación Estaciones de Traslase de combustibles.

De estas 8 Estaciones para trasvase de combustibles, 3 se utilizarán para Diesel (Estaciones 1, 2 y 3), 3 se utilizarán para trasvase de Gasolinas (Estaciones 6, 7 y 8), 1 para Turbosina (Estación 4) y 1 para Gas L.P. (Estación 5).

Listar todas las materias primas, productos y subproductos manejados en el proceso, señalando aquellas que se encuentren en los listados de Actividades Altamente Riesgosas

Los insumos directos e indirectos que se utilizarán en la Terminal Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, son en este caso insumos indirectos, ya que no existirá ningún proceso de producción o manufactura, sino únicamente recepción y trasvase de los mismos, por lo que los insumos indirectos serán exclusivamente utilizados para que la terminal funcione u opere adecuadamente.

A continuación se mencionan los insumos indirectos:

Tabla No. 1. Insumos Directos e Indirectos

NOMBRE	CONSUMO MENSUAL	ALMACENAMIENTO	USO EN LA TERMINAL
Diésel	4 000 lt	No existe almacenamiento, se carga directo a equipos	Abastecimiento de remolcador
Nitrógeno	18 m ³	Cilindros alta presión 9 m ³ c/u	Trasvase gas LP
Energía eléctrica	15 000 kWh	No aplica	Funcionamiento terminal
Agua	1 500 m ³	Capacidad cisterna 1 500 m ³	Servicios terminal

Como no hay materias primas tampoco existen productos ni subproductos, puesto que, no hay ningún proceso de fabricación o manufactura. Aunque sí se le puede llamar productos y/o materiales que se manejarán a través de la Terminal; esto es, los productos o materiales que moverán propiedad de terceros, que les llegarán vía ferrocarril y se trasvasarán para ser enviados vía terrestre (pipa/auto-tanque) a los propietarios o clientes de Bulkmatic. Los materiales y volúmenes que se manejarán en la Terminal Hermosillo 2 serán:

Tabla No. 2. Materiales que se manejarán en la Terminal.

NOMBRE	VOLUMEN MENSUAL	ALMACENAMIENTO Y TRASVASE	EQUIPO DE SEGURIDAD
Gas L.P.	5 500 ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	Overol de algodón, casco, lentes, Arnés y línea de vida, botas dieléctricas y guantes de piel.
Gasolina	20 000 ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	
Diésel	11 000 ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	
Turbosina	2 500 ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	
Keroseno	2 400 ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	
Asfalto	2,400 Ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	
Aceite Mineral	2,400 Ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	

Tabla No. 2. Materiales que se manejarán en la Terminal.

NOMBRE	VOLUMEN MENSUAL	ALMACENAMIENTO Y TRASVASE	EQUIPO DE SEGURIDAD
Poliol	800 Ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	Sistema de Protección respiratorio motorizado, casco protector de cráneo y cara (salpicaduras), traje de mono poliéster contra químicos, guantes de Neopreno, Botas PVC, traje nivel A para control de derrames.
Isocianato	850 Ton	Ferro-tanque (CT) a auto -tanque (pipa)	

Cabe mencionar que los insumos a utilizar al iniciar actividades en la Terminal Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, ninguno se encuentra en los listados de Actividades Altamente Riesgosas (AAR); sin embargo, de los materiales (combustibles fósiles) que se recibirán para su trasiego, sí se encuentran listados el gas L.P. y la gasolina. En la tabla siguiente se muestran las cantidades de reporte y máximos de inventario de éstos.

Tabla No. 3. Materiales listados como Actividades Altamente Riesgosas

Nombre de la Sustancia/ Material	Estado físico	Listado actividad altamente riesgosa	Cantidad límite de Reporte (kg)	Cantidad * máxima de inventario (kg)
Gas L.P.	Gas	2º (I.E)	50 000	825 000
Gasolina	Líquido	2º (I.E)	1'192 500	8'000 000
Keroseno	Líquido	2º (I.E)	1'272 000	800 000

NOTAS:

- Aunque no existe almacenamiento como tal de estos materiales, se tomó como cantidad máxima de inventario el volumen de los carros-tanque con material que puede haber como máximo en un momento dado en la Terminal.
- La cantidad de carros-tanque que habrá en un momento dado en la Terminal de los materiales considerados como AAR (y que sería la cantidad máxima de inventario), son 15 carros-tanque en el caso del gas L.P., 100 de gasolina y 10 de keroseno; esto se presentará en el momento en que arriben o lleguen los materiales a la Terminal.

- En el caso del Keroseno, este no rebasa la cantidad límite de reporte por lo que no se analizará como Actividad Altamente Riesgosa, aunque sí se analizará en la interacción de riesgos.

Tabla No. 4. Cantidad mensual de carros-tanque a manejar en la Terminal.

SUSTANCIA	CARROS-TANQUE
Gas L.P.	50
Gasolina	200
Diésel	100
Keroseno	20
Turbosina	25
Asfalto	30
Aceite Mineral	15
Poliol	10
Isocianato	10

I.2.1 Hojas de Seguridad.

(Presentar hojas de datos de seguridad (HDS), de acuerdo a la NOM-114-STPS-1994, “Sistemas para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas en los centros de trabajo” de aquellas sustancias consideradas peligrosas que presenten alguna característica CRETI)

Ver en **Anexo # c)**, copia de las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales considerados peligrosos.

I.2.2 Almacenamiento.

(Listar 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)

Como se mencionó anteriormente, la terminal denominada Hermosillo 2 no contará con almacenamiento de los combustibles considerados como actividades altamente riesgosas; aunque sí de forma temporal (5 – 7 días) se puede quedar o estar un ferro-tanque en las instalaciones, desde su llegada hasta su vaciado/trasvasado. Las características de los ferros-tanque/carros-tanque (CT), se muestran a continuación:

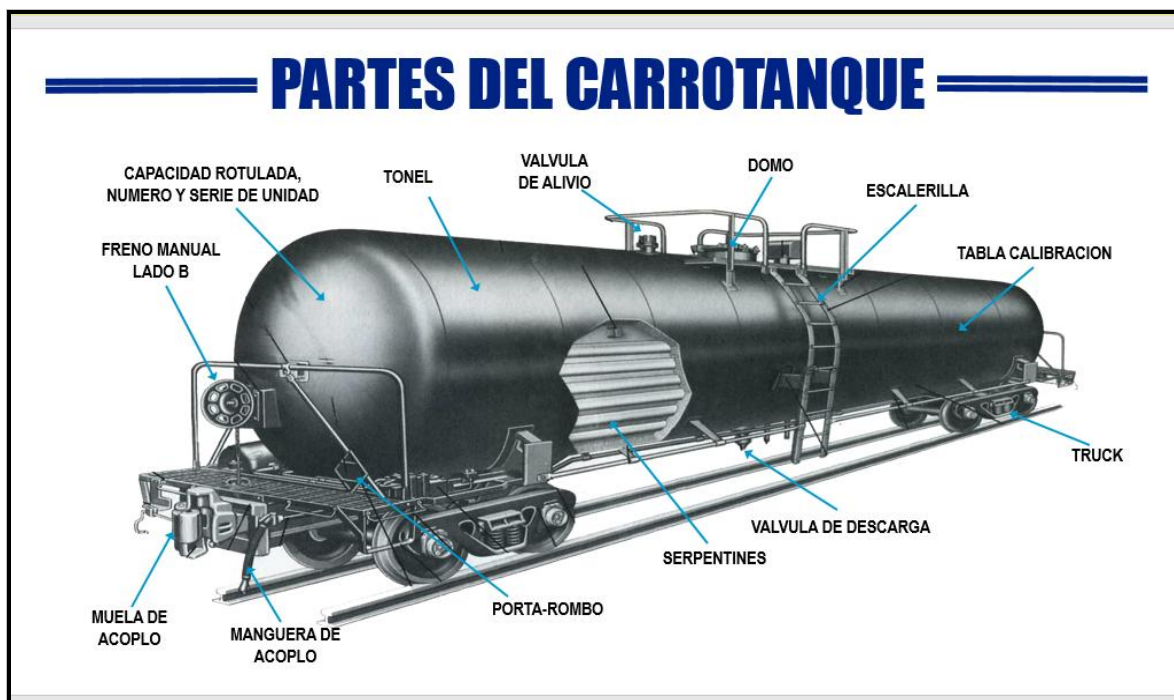
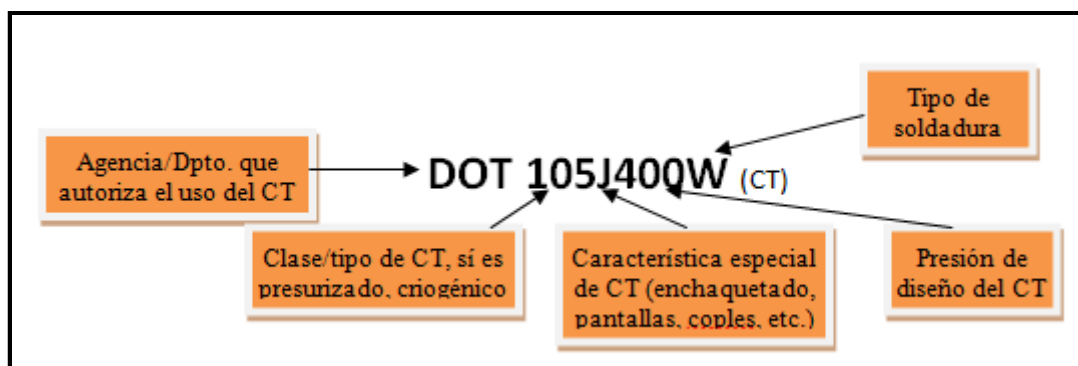
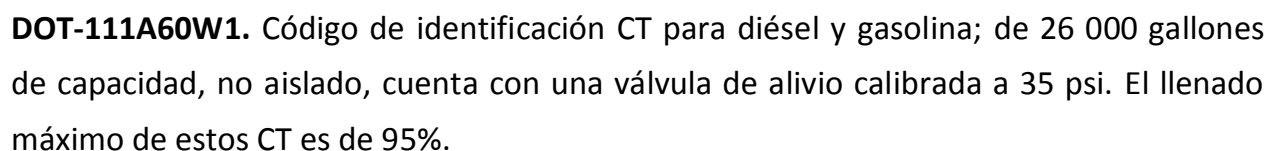


Fig. # 20. Carros-tanque para materiales peligrosos

Código de identificación del carro-tanque



DOT 105J400W. Utilizado para el transporte de gas L.P.; cuenta con protección térmica, protección de la parte superior, así como con válvulas de seguridad/alivio de presión calibradas a 300 psi; su capacidad es de 90 toneladas con un llenado máximo del 90 %.



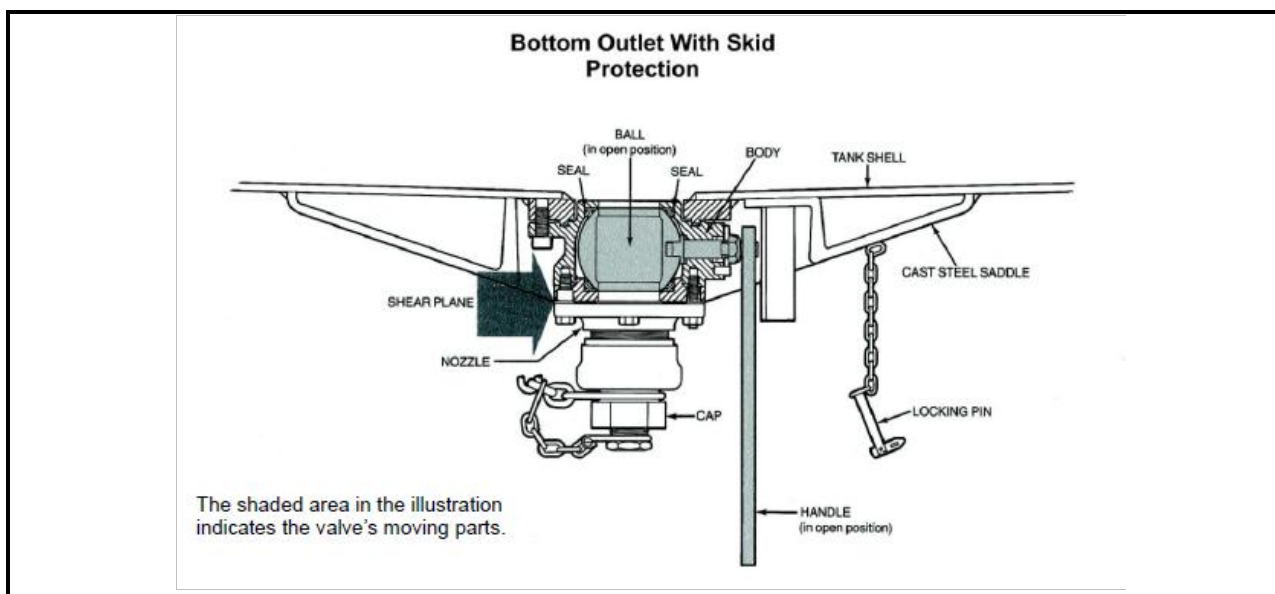


Fig. # 22. Toma de Descarga de CT.

I.2.3 Equipos de proceso y auxiliares.

(Describir equipos de proceso y auxiliares, especificando características, tiempo estimado de uso y localización)

Tabla No. 5. Listado de equipos de proceso y auxiliares.

No.	Equipo	Características	Marca	Tiempo estimado de uso	Ubicación
1	Motobomba contra incendio	1500 GPM – Diésel UL/FM	Por definir Ing detalle	Nuevo	Cuarto de Bombas
2	Tanque diésel bomba contra incendio	Capacidad 500 litros	Por definir Ing detalle	Nuevo	Cuarto de Bombas
3	Motobomba contra incendio	1500 GPM – Diésel UL/FM	Por definir Ing detalle	Nuevo	Cuarto de Bombas
4	Bomba Jockey		Por definir Ing detalle	Nuevo	Cuarto de Bombas
5	Monitores contra incendio	500 GPM Agua	Por definir Ing detalle	Nuevo	Vialidad de trasvase
6	Gabinets de manguera de contra incendio	250 GPM Agua	Por definir Ing detalle	Nuevo	Vialidad de trasvase
7	Sistema de rociadores	Rociadores abierto	Por definir Ing detalle	Nuevo	Estación de trasvase GLP 1 y 2
8	Detección de flama	Infrarrojo	Por definir Ing detalle	Nuevo	Estación de trasvase GLP 1 y 2

Tabla No. 5. Listado de equipos de proceso y auxiliares. Continuación

No.	Equipo	Características	Marca	Tiempo estimado de uso	Ubicación
9	Detector de gas inflamable	Sistema de detección de gas	Por definir Ing detalle	Nuevo	Estación de trasvase GLP 1 y 2
10	Sistema de notificación de alarmas (Notifier)	Panel de alarmas de control	Por definir Ing detalle	Nuevo	Oficinas
11	Planta de emergencia	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Subestación
12	Tanque diésel planta de emergencia	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Subestación
13	Transformador	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Subestación
14	Remolcador ferroviario	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Vías de ferrocarril
15	Transloader GLP	Compresor Corken 25 HP	EGSA	7 meses	Estación de trasvase GLP
16	Transloader Diésel/Gasolina	Sky Eye	Sky eye	Nuevo	Estación de trasvase Diésel/Gasolina/Turbosina
17	Transloader Diésel/Gasolina	Sky Eye	Skye eye	Nuevo	Estación de trasvase Diésel/Gasolina/Turbosina
18	Transloader Diésel/Gasolina	Bomba Blackmer 15 HP	Bulkmatic	Nuevo	Estación de trasvase Diésel/Gasolina/Turbosina
19	3 Manifold de gasolina	De 4" regular, 6 espacios carros tanque	Bulkmatic	Nuevo	Vías de ferrocarril 1 y 9
20	3 Manifold de diésel	De 4" regular, 6 espacios carros tanque	Bulkmatic	Nuevo	Vías de ferrocarril 1 y 9
21	Bascula ferroviaria	Capacidad 200 tons, 20.25 metros	Revuelta	Nuevo	Vía de ferrocarril 1
22	Báscula camionera	Capacidad 100 tons,	Revuelta	Nuevo	Vialidad de acceso
23	Antena de telecomunicaciones	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Oficinas

Tabla No. 5. Listado de equipos de proceso y auxiliares. Continuación

No.	Equipo	Características	Marca	Tiempo estimado de uso	Ubicación
24	Hidroneumático	1 HP	S/M	Nuevo	Cuarto de Bombas
25	Compresor Aire	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Portátil
26	Bomba de Trasvase Keroseno	Con protección contra incendio	Por definir	Nuevo	Portátil
27	Caldera	Por definir Ing detalle	Por definir Ing detalle	Nuevo	Vías de FFCC
28	Tanque de agua contra-incendios	510 m ³ de capacidad		Nuevo	Junto al cuarto de bombas

I.2.4 Pruebas de Verificación.

(Descripción de las condiciones en las que se realizan las pruebas hidrostáticas, radiografiado, medición de espesores, protección mecánica, protección anticorrosiva, de los tanques de almacenamiento, equipo de proceso, entre otros)

Para la operación de la terminal, puesto que únicamente se realizará el trasvase de materiales (combustibles), no se contará con almacenamiento por tanto no se tendrán tanques. A continuación se describen las pruebas que se les realizarán a los equipos de trasiego/trasvase para gas L.P. y combustibles líquidos, así como la verificación que se realizará de los carros-tanque, ya que los carros-tanque no son propiedad ni responsabilidad de Bulkmatic, pero sí la responsabilidad de verificar que se les realicen las pruebas correspondientes.

Equipo de trasvase para gas L.P.

Las tuberías de transporte de GLP instaladas en el sistema de trasiego son de acero al carbón A/SA-53B sin costura y cumplen con la NMX-B117-1990. Para predecir, detectar y evaluar oportunamente las disminuciones de espesores debajo de los límites permisibles que pueden afectar la integridad mecánica de las tuberías y equipos en general se efectuaran medición de espesores por ultrasonido.

Antes de realizar los trabajos de inspección se tomarán medidas de seguridad de acuerdo con el riesgo inherente, aplicando los procedimientos de seguridad con la gestión de permisos adecuados: apertura de líneas, trabajos en altura, espacios confinados, etc. Los datos obtenidos en la medición son registrados y analizados para obtener la velocidad de desgaste estadístico, fechas de próxima medición y probable retiro, con lo cual se estima cuando deben reemplazarse las piezas de acuerdo a su vida útil.

Para tuberías de Clase 2 (hidrocarburos, fuel gas, etc.) de acuerdo con API 570, el período entre las mediciones de espesor no debe exceder la mitad de la vida restante o los intervalos máximos recomendados en la Tabla 1 (10 años).

Los dispositivos de alivio serán probados y reparados por una Unidad de Verificación con experiencia en mantenimiento de válvulas con una frecuencia tal que permita verificar que las válvulas funcionan de manera confiable en las condiciones particulares del servicio.

Todas las válvulas de relevo de presión deben someterse a inspecciones periódicas en sitio, la cual garantizara, entre otras cosas, lo siguiente:

- Correcta instalación de la válvula de relevo
- Que no haya obstrucciones que eviten que las válvulas funcionen correctamente
- Verificar que la válvula no se encuentre relevando.
- Evaluar el estado físico general de sus partes visibles y de la tornillería.

Periódicamente, se removerán los dispositivos de alivio de presión para inspección en taller. La inspección, entre otros puntos, considera las siguientes actividades:

- Verificación de la existencia de la placa de identificación de la válvula
- Al retirar la válvula, se revisará la tubería de entrada/salida se inspeccionará para evaluar su grado de ensuciamiento; si la tubería está sucia se limpiará y de ser necesario se desmontará para inspección y limpieza.

- Revisión del estado físico de las partes visibles y evaluación de cualquier indicación de daño, mecánico o por corrosión.
- Prueba de la “presión de ajuste”.
- Prueba de hermeticidad.
- Las válvulas que no satisfagan las pruebas de “presión de ajuste” o de hermeticidad, o bien que presenten ensuciamiento o evidencias de corrosión o daño mecánico en sus componentes, deben someterse a inspección integral (desarmado de la válvula; revisión de corrosión, depósitos, incrustaciones y fragmentos de pieza para posterior limpieza; reparación -cuando aplique-)

Los intervalos de prueba e inspección para los dispositivos en los servicios de proceso típicos no deben exceder de 5 años y de 10 años para servicios limpios y no corrosivos.

Cuando se descubre que un dispositivo de alivio de la presión está muy sucio o atascado, el intervalo de inspección y prueba se reducirá el periodo de inspección a menos que una revisión muestre que el dispositivo funcionará de manera confiable en el intervalo actual. De igual manera se realizarán inspecciones y pruebas más frecuentes cuando los dispositivos se encuentren sujetos a vibración, cargas pulsantes, bajas diferencias entre presión de ajuste y de operación.

Todos los dispositivos de control, instrumentos y accesorios de las Estaciones de trasvase de gas L.P. (Indicadores, detectores de flama, detectores de gas, transmisores, sensores, etc.), se verificarán y calibrarán de forma periódica con una Unidad de Verificación Acreditada externa, de acuerdo con programa de verificación y mantenimiento que se implementará expofeso.

Carros-tanque

En el caso de los carros-tanque (ferros-tanque), las pruebas y revisiones se les realizan con una periodicidad de cada 10 años por parte de la Ferrovía, tal y como se puede apreciar en la siguiente fotografía que muestra la placa con los códigos de diseño y la periodicidad de pruebas al cuerpo y válvulas de alivio.



Fig. # 23. Placa de Diseño de Carro-tanque.

Sistema contra incendios

La inspección/prueba/mantenimiento se implementará de acuerdo con los procedimientos que cumplan los lineamientos normativos y de acuerdo con las instrucciones del fabricante/proveedor. Dichas tareas serán realizadas por personal capacitado.

Todo el sistema contra incendios (bombas, sistemas de rociadores, monitores, estaciones de manguera, tuberías de servicio, tanque, etc.) contará con un programa de revisión y mantenimiento preventivo, que consta de inspecciones, pruebas y/o mantenimientos semanales, mensuales, trimestrales, anuales, etc., de acuerdo con los requerimientos estipulados por el proveedor.

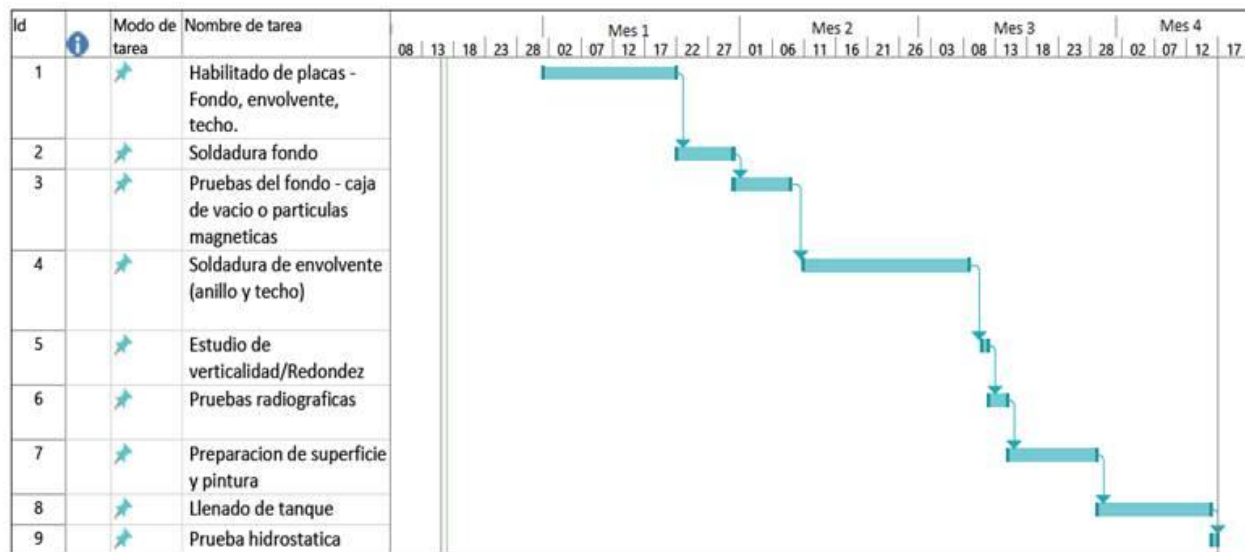
Por mencionar algunos puntos, los elementos que se inspeccionarán, probarán y/o darán mantenimiento son los siguientes:

- Sistema de rociadores: Válvula de control, dispositivos de alarma, tubos, conexiones, válvulas, rociadores, etc.

- Mangueras: conexión de mangueras, gabinetes, mangueras, boquilla de manguera, etc.
- Tubería de servicio: Hidrantes, boquillas monitoras, tubería, etc.
- Bomba contra incendio: Equipo de bombeo (lubricación, eje, alineación, filtro, etc.), transmisión mecánica, sistema eléctrico, equipo de motor diésel, sistema de lubricación, sistema de escape, sistema de baterías, etc.
- Tanques de almacenamiento: Nivel de agua, Exterior del tanque (estructura de soporte, pasarela, escalera, etc.), interior del tanque (placa antivortice, etc.).

Del tanque de almacenamiento de agua contra incendio, durante la construcción (2018) se le realizaron las pruebas hidrostáticas (presión de 3 psi), así como las pruebas de radiografiado (como lo muestra la tabla anterior), mismas que se le volverán a realizar en el plazo establecido por la Normatividad tal como la medición de espesores para conocer su vida útil. El recubrimiento (pintura) del tanque se realizará con pintura anticorrosiva para protección del mismo.

Tabla No. 6. Pruebas de Verificación del tanque de almacenamiento de agua.

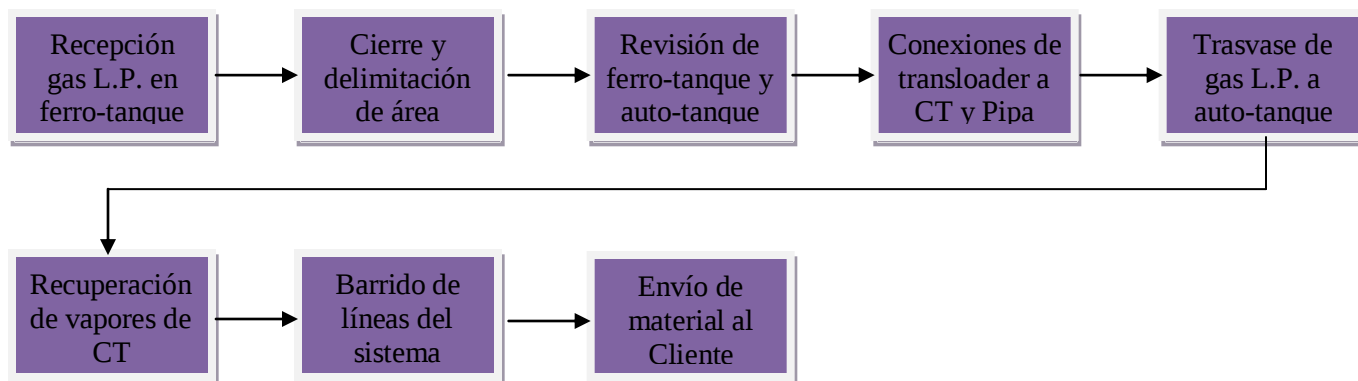


I.3 CONDICIONES DE OPERACIÓN

(Describir las condiciones de operación de la planta (flujo, temperaturas y presiones de diseño y operación), así como el estado físico de las sustancias)

Flujo

Las operaciones que se llevarán a cabo en la terminal una vez en operación, como ya se menciono, únicamente son recepción de materiales combustibles carros-tanque o ferros-tanque, y trasvase de estos materiales autos-tanque (pipas) para su traslado al cliente; en el siguiente diagrama de flujo se puede generalizar la operación de todos los materiales:



Es importante señalar que únicamente se implicará la operación de trasvase de los combustibles, por lo tanto no implica en ningún momento alguna operación con intercambio de propiedades (reacción química), alguna adición de otras sustancias, a los cuales aplique un **balance de materiales**.

Temperaturas y presiones de diseño y operación

En la terminal Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, los únicos equipos en donde se manejarán presiones y temperaturas diferentes a las del ambiente, son:

- Carros-tanque para LPG
- Carros-tanque para gasolina, turbosina y diésel
- Cilindros de gas nitrógeno

Carros-tanque para LPG

Los carros-tanque para transportar gas L.P. tienen una presión de diseño de **400 psi** (27-28 kg/cm²), no se cuenta con datos de la temperatura de diseño; y las presiones que se manejarán de trabajo o de operación son:

Presión de los carros-tanque (llenos al 90 %)..... **200 psi** (14 kg/cm²)

Presión de los carros-tanque después de su vaciado (2 %)..... **50 psi** (3 kg/cm²)

Temperatura de operación/trabajo (temperatura ambiente)... **10 – 30°C**

Carros-tanque para gasolina, turbosina y diésel

Los carros-tanque para transportar gasolina, turbosina y diésel tienen una presión de diseño de **30 psi** (2 kg/cm²), no se cuenta con datos de la temperatura de diseño; y las condiciones de trabajo o de operación que manejarán son a presión y temperatura ambiente. El trasvase de estos materiales se realiza con bombas (transloader) y equipo a prueba de explosión.

Cilindros de gas nitrógeno

El nitrógeno (N₂), se utiliza para presurizar los carros-tanque y realizar el trasvase de líquidos por diferencia de presiones, el nitrógeno se maneja en cilindros (contenedores metálicos) de 20 o 30 kilogramos, con las siguientes características o condiciones:

Temperatura de diseño = -142.2°C

Presión de diseño = 18.64 kg/cm²

Temperatura de operación = No se tienen dispositivos para su determinación

Presión de operación = 7 – 8 kg/cm²

Estado físico de las diversas sustancias

En la siguiente tabla, se especifica el estado físico de las diversas sustancias, en los carros-tanque, durante la operación de trasvase y en los autos-tanque:

Tabla No. 7. Estado Físico de las diversas corrientes.

MATERIAL O SUSTANCIA	OPERACIÓN O PROCESO	ESTADO FISICO DE LA CORRIENTE
Gas L.P.	Carro-tanque	Líquido
	Trasvase a auto-tanque	Líquido y gas
	Auto-tanque	Líquido
Gasolina	Carro-tanque, Trasvase, auto-tanque	Líquido
Diésel	Carro-tanque, Trasvase, auto-tanque	Líquido
Turbosina	Carro-tanque, Trasvase, auto-tanque	Líquido

Se adjuntan los DTÍ's de las operaciones y equipos de trasvase de gas L.P. y combustibles líquidos, de los carro-tanques y de los auto-tanques, en el **Anexo g**).

I.3.1 Especificación del cuarto de control.

(Especificar en forma detallada las bases de diseño para el cuarto de control)

La Terminal contará con un sistema de notificación de alarmas (PLC) instalado en el área de oficinas desde donde se tendrá monitoreado y detonará el plan de emergencia; desde ahí se podrá monitorear las 8 estaciones de trasvase y el sistema de contra incendios, detección de gas y fuego y estaciones manuales de emergencia.

La estación para trasvase de gas L.P. contará con un sistema de detección de flama y gas, cabe mencionar que los equipos transloader estarán conectados a su vez al sistema de alarmas y contra incendio; así mismo cada estación de trasvase tendrá su estación manual para notificar una emergencia, para el caso de las 3 estaciones de Diésel y 3 estaciones de Gasolina, se contará con una estación manual la cual estará conectada al sistema de alarmas; el área de oficinas también contará con una estación manual que estará conectada al sistema de alarmas.

Puesto que las operaciones de la terminal son físicas (trasvase de Gasolina, Diésel, Gas LP, Turbosina) la mayor parte de ellas son manuales; en el caso de los equipos de

trasvase de gas L.P. (transloaders) son semi-automatizados, pero con el tablero de control (PLC) instalado en el mismo cuerpo del transloader, por lo que los operadores tienen que estar cerca del equipo; cabe señalar que se cuenta con controles remotos de paro automático para los equipos de trasvase de gas L.P. (funcionan a 1 kilómetro de distancia), que traen los operadores (equipos de 2 personas para el caso de gas L.P.), y mediante los cuales pueden en cualquier momento activar el paro automático del equipo de trasvase/transloader o el paro de energía que des-energizar toda la vía.

Aunque no se tendrá como tal, un cuarto de control de emergencias, se tendrá una oficina de campo que hará las funciones del cuarto de control, donde se encontrará un Supervisor y/o documentador responsable de recibir la comunicación del área de materiales peligrosos para detonar el Plan de Emergencia.

La comunicación será realizada por medio de radio intrínseco los cuales cuentan con 3 canales de comunicación, tripulación, vigilancia y operaciones.

En esta área se cuenta con:

- Red telefónica
- Computadora e Internet para estar en comunicación con todos los departamentos
- Control de accesos de material peligroso del área de estacionamiento de pipas para acceder a vías.

I.3.2 Sistemas de aislamiento.

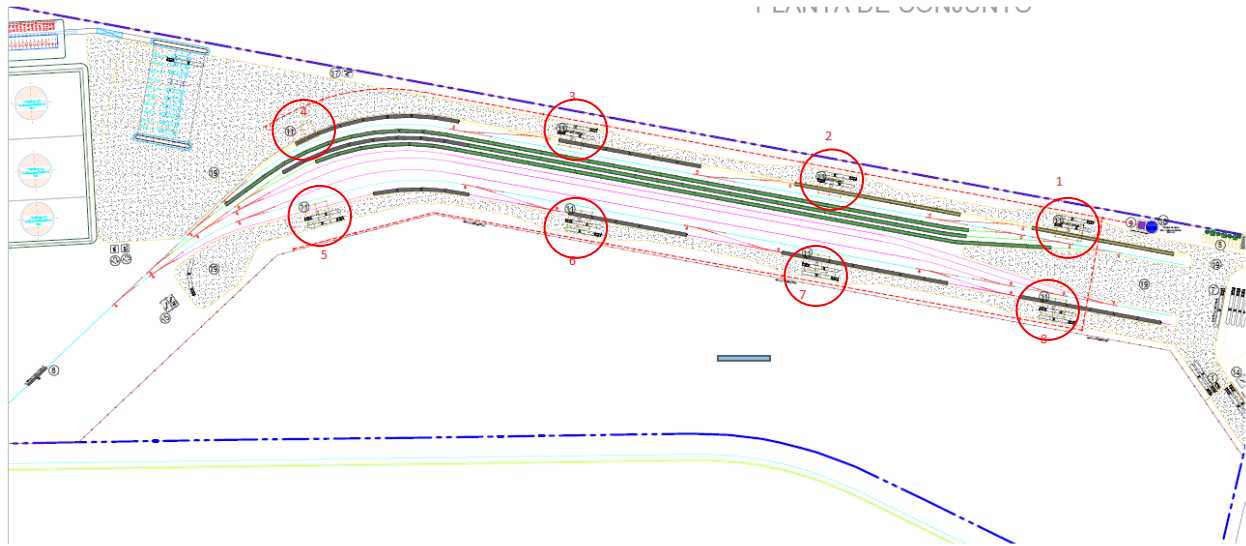
(Describir las bases de diseño de los sistemas de aislamiento de las diferentes áreas o equipos con riesgos potenciales de incendio, explosión, toxicidad y sistemas de contención para derrames, anexando planos de construcción de los mismos)

Como sistemas de aislamiento en la terminal Hermosillo 2 para trasvase de combustibles, se tendrán:

Todas las estaciones para trasvase de materiales combustibles (gas L.P., gasolina, turbosina y diésel), estarán separadas del resto pues serán estaciones específicas techadas y equipadas con un sistema de diluvio específico (ver su diseño en el punto I.1.3), además del sistema contra-incendio general de la terminal; por tanto estas áreas

Asesoría y Servicios de Ingeniería en Control Ambiental, S.A. de C.V.

quedan aisladas del resto de la instalaciones de la Terminal, ya que, además durante las operaciones de trasvase de estos materiales combustibles, se acordará un área alrededor de las estaciones descritas de 30 metros a la redonda, para evitar el paso de autos-tanque y personal al área.



Además de lo anterior y para evitar eventos en cadena (efecto domino) cada una de las estaciones de trasvase de combustibles contará con cañones y mangueras (hidrantes), que permitan enfriar en el caso de una eventualidad los carros-tanque aledaños al carro-tanque que se esté utilizando (trasvase).





Fig. # 24. Cañones y mangueras cerca de las Estaciones de trasvase.

Como ya se menciona en este mismo Estudio (primeros incisos), en las 7 Estaciones para trasvase de combustibles líquidos, se tendrán charolas fijas debajo de las conexiones/tomas del carro-tanque, para la contención de posibles derrames durante la operación de trasvase, conexión y desconexión de las tomas. Estas charolas estarán conectadas a un sistema de alcantarillas/canaletas que conducirán los derrames hacia la fosa de contención, la cual tendrá una capacidad de 120 metros cúbicos (carro-tanque al 100 %). Esto representa otra forma de aislamiento de las operaciones y actividades con materiales peligrosos, ya que, se delimita su campo de actuación.



Fig. # 25. Charolas para canalización de derrames hacia fosa de contención.

TERMINAL HERM PLANTA DE CON.

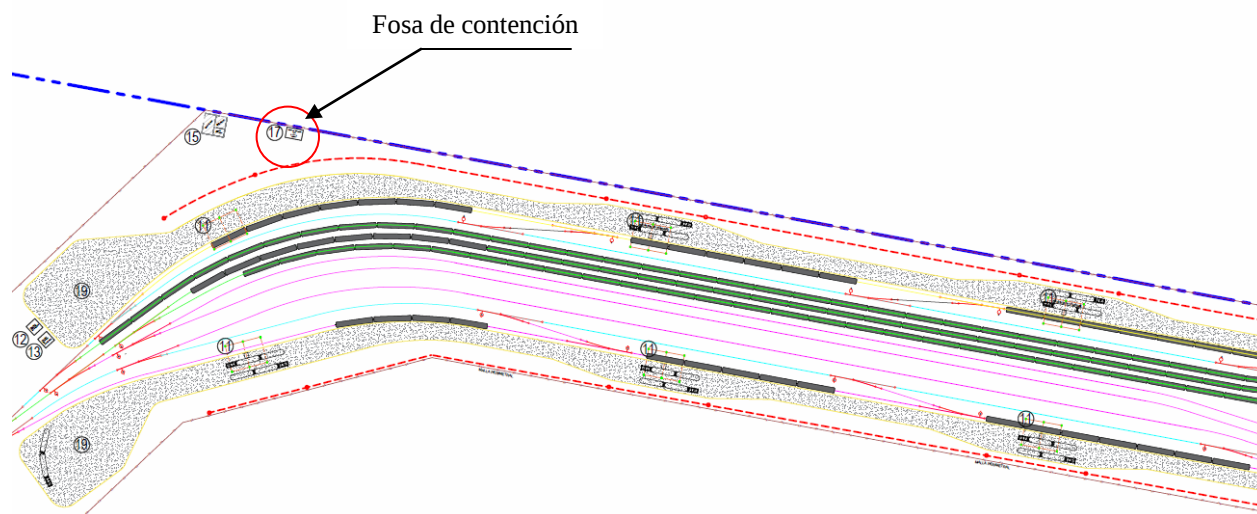


Fig. # 26. Localización de la fosa para contención de derrames.

I.4 ANALISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

I.4.1 Antecedentes de incidentes y accidentes

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

Aunque no se tiene conocimiento de algún antecedente de accidente/incidente en procesos similares, se mencionarán algunos accidentes con materiales combustibles; el primero que es realmente un trasvase/trasiego de combustible de una bodega a otra dentro de una embarcación; y el otro, un accidente de un carro-tanque conteniendo combustible embestido por un tren.

Antecedente 1

Emergencia ambiental por derrame de combustible en Cartagena.

Fuente: <https://www.colombia.com> (1/08/2011)

Cartagena activó el plan de contingencia por derrame de hidrocarburos en la Bahía de la ciudad, tras el accidente ocurrido con el bongo 'Marinse I' de propiedad de la empresa Petrocosta.

El hecho se registró en la mañana del viernes en el sector de Albornoz, cuando se realizaba una operación de trasiego de bodega a bodega, dentro de la barcaza, con combustible denominado IFO 380.

El Intermediate Fuel Oil 380 es un combustible marino que mezcla combustibles destilados y residuales, que generan uno intermedio, utilizado en calderas, motores estacionarios y grandes motores diesel.

Ante esto la misma compañía, asesorada por la empresa Varichem, organizó un grupo operativo en atención de la mitigación del derrame de hidrocarburos, conformado por las Autoridades Ambientales, Marítima, Clopad, CIOH y representantes de Ecopetrol, quienes establecieron un Centro de Comando desde donde se coordinan los apoyos requeridos.

Frente a este hecho, la Capitanía de Puerto de Cartagena iniciará las investigaciones del siniestro marítimo, y como Autoridad competente establecerá las responsabilidades por contaminación del medio marino y los impactos ambientales generados por el derrame.

Antecedente 2

Municipio: García, Nuevo León,

Planta: García Bulkmatic México

Accidente Pipa con gas L.P. contra Ferrocarril. 05-Dic-2016.

Fuente: Periódico El Horizonte (05-Dic-2016)

<http://www.elhorizonte.mx/local/explosión-por-choque-entre-tren-y-pipa-gas/1719913>



El aparatoso accidente ocurrió en el municipio de García. (Foto: Especial)



Fig. # 27. Accidentes con combustibles

El incidente se suscitó en el en la colonia Hacienda de San José en el Municipio de García, localizado en el Estado de Nuevo León; según comentario de vecinos del lugar: -se escuchó una fuerte explosión- cuando un tracto-camión que transportaba dos pipas que contenían 45 mil litros cada una gas L.P., fue impactado por el tren de carga, el cual transportaba también combustible; según testigos, el operador de la pipa no respetó el señalamiento de alto total en las vías por lo que se registró el percance con el tren

Asesoría y Servicios de Ingeniería en Control Ambiental, S.A. de C.V.

provocando una explosión, lo que inicio la evacuación de cerca de 2,500 casas de los vecinos de la colonia Valle de San José, así como los parques acuático y centenario por personal de Protección Civil y Bomberos, pues se temía una explosión en cadena en el accidente se reportó una persona herida.

Los hechos ocurrieron después de las 14:00 horas del día 05 de diciembre de 2016; el chofer de la pipa fue trasladado al hospital Universitario para ser atendido, según paramédicos de la Cruz Roja el lesionado presentaba quemaduras de segundo y tercer grado en el 90% de todo el cuerpo.

I.4.2 Metodologías de identificación y jerarquización de riesgos.

(Identificar los riesgos en cada una de las áreas que conforman el proyecto, mediante la utilización de alguna metodología, por ejemplo: Análisis de Riesgo y Operabilidad (Haz-Op); Análisis de Modo Falla y efecto (FMEA) con Árbol de Eventos; Árbol de Fallas, o alguna otra con características similares a las anteriores y/o la combinación de éstas, debiéndose aplicar la metodología de acuerdo a las especificaciones propias de la misma. En caso de modificar dicha aplicación, deberá sustentarse técnicamente)

Se utilizó para este proyecto la metodología Haz-Op, ya que esta nos sirve para identificar problemas de seguridad en una planta, y también es útil para mejorar la operabilidad de la misma. Aunque las instalaciones de la Terminal Hermosillo 2 serán completamente nuevas, se tiene el antecedente de que otras instalaciones (Terminales de Logística) de la misma empresa ya se encuentran operando, por lo que se toma la experiencia que se tiene en éstas para la aplicación eficaz de la metodología.

El equipo de trabajo para la metodología Haz-Op para este proyecto, se conformó de la siguiente manera:

Personal de Bulkmatic de México:

- Ing. Daniel Ceceña Lizarraga – Gerente Operaciones
- Ing. Arlet Alicia Tepexpa Pérez – Medio Ambiente Bulkmatic
- Ing. Bernardino Aranda – Seguridad Terminal Salinas Victoria 1



Personal Externo (Consultor):

- Ing. Ramón Sánchez López – Coordinador
- Ing. Lidia Delgadillo Sánchez – Ingeniero Ambiental

A continuación se presentan las hojas de trabajo de las sesiones Haz-Op.

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LINEA:	Sistema de trasvase de Gas L.P.

FECHA:	19 enero de 2018
--------	------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Presión	Más	Mayor presión en la tubería de gas líquido (Transloader)	-Que el Carro-Tanque llegue con alta presión (>200 psi) -Mala operación del operador en compresión	-Fuga del producto por ruptura de tubería -Exceso de flujo	-Disparo de válvula de alivio (2 válvulas) -Paro automático del motor del compresor -Válvula exceso de flujo (CT)	-Programas de revisión y mantto. preventivo a instrumentos y accesorios
		Mayor presión en tubería de descarga (vapor)	-Mala operación (error humano)	-Fuga de gas L.P. por conexiones de manguera a tubería -Exceso de flujo	-Trampa de líquido -Detector de fugas de gas -Paro automático -Válvula exceso de flujo (CT)	-Programas de revisión y mantto. preventivo de líneas y equipo
		Mayor presión en mangueras de transferencia de gas (líquido-vapor)	-Dejar líquido atrapado al termino (mala operación) -Falla de la instrumentación	-Fuga de gas L.P. por conexiones de manguera a tubería	-Detector de gas -Disparo de válvula de alivio por alta presión (2 válvulas)	-Purgar manualmente -Asegurar que se tienen válvulas de seguridad en todas las líneas (1 x cada válv. Normal)
		Mayor presión en la pipa	-Mala operación (error) -Falla instrumentación (presión y temp.) de pipa -Indicador Descalibrado	-Fuga del producto y ruptura de la pipa (explosión) -Exceso de flujo	-Disparo de la válvula de alivio (2 válvulas) -Activación de la válvula de exceso de flujo.	Ninguna
		Mayor presión en el sistema (200 - 250 psi)	-Mala operación del operador	-Fuga del producto -Desconexión	-Activación del detector de gas -Activación paro automático de compresor	Ninguna
		Mayor presión de aceite en compresor	-Incremento en la temperatura -Mala operación -Falta de mantenimiento del compresor	-Daño al compresor -Obstrucción	Ninguna	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LINEA:	Sistema de trasvase de Gas L.P.

FECHA:	19 enero de 2018
--------	------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Presión	Más	Mayor presión de Gas N ₂	-Mala operación (No regular bien la presión) -Daño al sistema de regulación -Daño posible por sobre presión de las válvulas.	-Restricción por medio de las válvulas -Daño a la válvula de cierre de emergencia -Daño de válvula de alivio -Fuga de nitrógeno en la línea de instrumentación -Sobre presión en la tubería de N ₂ con fuga por sello	-Activación de paro automático por alta presión en tubería de líquido -Activación de la válvula de seguridad de la línea líquido -Activación de la válvula de seguridad en el compresor	-Procedimientos de Operación de los diferentes sistemas neumáticos -Regular la presión de N ₂ de acuerdo al PSI marcado del sistema.
	Menos	Menor presión en la tubería de líquido (gas L.P.)	-Que el Carro-tanque llegue con baja presión	Ninguna	Ninguna	Ninguna
		Menor presión en tubería de vapor (gas L.P.)	-Condensación por baja temperatura -Fuga del Material -CT llegue con baja presión	-Daño en válvula de succión del compresor	-Trampa de líquido -Detector de fugas de gas -Paro automático	Ninguna
		Menor presión en mangueras de transferencia	-CT llegue con baja presión -Condensación por baja temperatura -Fuga del Material -Ruptura de mangueras	-Mal empaque -Fuga del producto en conexiones de mangueras a tubería por daño en el empaque.	-Válvulas de regulador -Activación del Detector de gas -Activación de válvulas de alivio	-Contar con válvulas de alivio en las líneas
		Menor presión en la pipa	-Mala operación del Pipero	Exceso de flujo (x diferencia de presión de carro-tanque a pipa)	-Válvula de exceso de flujo (Vapor-líquido, y de carro-tanque a pipa)	Ninguna
		Menor presión de Gas N ₂	-Fuga en el aire de instrumento -El cilindro no tiene N ₂	-Cierre de válvulas de alivio -Sobre presión de tuberías líquido y vapor, con posible fuga de gas por sellos y conexiones	-Paro automático en el compresor -Disparo de la válvula de alivio	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LINEA:	Sistema de trasvase de Gas L.P.

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Presión	Menos	Menor presión de aceite en compresor	-Fuga de aceite en compresor -Baja Viscosidad de aceite	Daño compresor	Paro por baja presión de aceite	Ninguna
Temperatura	Más	Mayor temperatura en la tubería de descarga y mangueras	-Alta temp. ambiente (Ver mayor presión) -Carro-tanque a mayor temperatura y presión	-Mayor presión (ver mayor presión) -Incrementar en los tiempos de operación(trasvase)	-Paro Automático por alta temperatura en tubería de descarga	Ninguna
		Mayor temperatura en pipa	-Alta temp. ambiente -CT se encuentra a mayor temperatura y presión -Incendio en área cercana	-Incremento más rápido de la presión de la pipa -Incremento en los tiempos de operación de transvase	Ninguna	Ninguna
		Mayor temperatura en el motor (compresor)	-Falla de ventilación -Caída en la tensión de voltaje -Mal mantenimiento	-Daño embobinado baleros (motor) -Sobrecalentamiento de cables de alimentación	Ninguna	Ninguna
		Mayor temperatura en el PLC y en el drive	-Temperatura ambiente -Falla en los ventiladores (drive)	Daño al equipo (PLC, Drive)	Ninguna	Ninguna
	Menos	Menor temperatura en la tubería de descarga y mangueras	-Temperatura ambiente (Ver mayor presión) -CT a menor temperatura -Menor presión	-Mayor utilización del equipo de compresión -Menor Presión (Ver nodo menor presión)	Ninguna	Ninguna
		Menor temperatura en pipa	-Temperatura ambiente (Ver mayor presión) -CT a menor temperatura -Menor presión (Ver nodo menor presión)	-Mayor utilización del equipo de compresión -Menor Presión (Ver nodo menor presión) -Paro del compresor por condensación del vapor	-Sensor por alto nivel de liquido	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LÍNEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LÍNEA:	Sistema de trasvase de Gas L.P.

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Temperatura	Menos	Menor temperatura en motor (compresor)	Temperatura ambiente	Ninguna	Ninguna	Ninguna
		Menor temp. en el PLC y en drive	Temperatura ambiente	Ninguna	Ninguna	Ninguna
		Menor temp. en la Línea de vapor, tubería compresor	Temperatura ambiente	Gas líquido en compresor con posible daño a equipo	-Paro de compresor por baja temperatura en línea de vapor	Ninguna
Flujo		Mayor flujo en tubería de líquido	Únicamente ocurrirá si falla el sistema de restricción de válvulas de exceso de flujo en CT y pipas que protegen al sistema de trasvase de gas L.P. (transloader)			
		Mayor flujo en tubería de vapor				
	Más	Mayor flujo de gas en la pipa	Mala operación: -Apertura de válvulas -Falla de válvulas -Ruptura de tuberías	-Combustión del producto (deflagración) -Paro de flujo	-Restricción de válvulas por exceso de flujo en CT	Ninguna
		Mayor flujo de gas en CT	Mala operación : -Apertura de válvulas -Falla de válvulas -Ruptura de tuberías	-Combustión del producto (deflagración) -Paro de flujo	-Restricción de válvulas por exceso de flujo en CT	Ninguna
		Mayor flujo de succión de vapor en compresor	-Falla sistema de restricción -Mala Operación de válvulas en pipa o CT	-Daños en la válvula de succión	Válvula de exceso de flujo en Compresor	Ninguna
	Menos	Menor flujo de gas en la pipa	-Válvula de cierre de emergencia en la tubería de líquido parcialmente abierta -Mala operación -Igualación de presión	-Diferencia de presión, con un sobre esfuerzo de los equipos (compresor) -Sobrepresión por restricciones sin fuga	-Disparo o activación de la Válvula de alivio (gas L.P. líquido) -Paro por alta presión (transloader)	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LINEA:	Sistema de trasvase de Gas L.P.

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Flujo	Menos	Menor flujo en carro tanque (CT)	-Válvula de cierre de emergencia en la tubería de líquido parcialmente abierta -Mala operación -Igualación de presión -Daño al equipo compresor	-Diferencia de presión, lo que provoca un sobre esfuerzo del compresor -Sobrepresión por restricciones sin fuga	-Disparo o activación de la Válvula de alivio (gas L.P. líquido) -Paro por alta presión (transloader)	Ninguna
		Menor flujo de vapor en el compresor	-Recuperación de vapor -Mala operación de válv. -Cierre de válvulas de emergencia (succión de vapor)	-Daño al equipo compresor	-Paro por diferencias de succión o descarga (Transloder) o baja succión	Ninguna
	Inverso	Flujo Inverso en tubería de vapor	-Conectar By Pass de tubería para regresar a carro-tanque, por exceso de llenado de la pipa -Incorrecta colocación o posición del By pass	-Retrabajo, retraso en operación -Tener un flujo inverso en la tubería del líquido	Ninguna	Ninguna
		Flujo inverso en la tubería de líquido	Mayor presión en la pipa que en el carro tanque, llenando por gravedad	-Retrabajo, retraso tiempo -Tener un flujo inverso en la tubería del líquido	Ninguna	Ninguna
	Otro que	Línea de líquido con vapor	-Barrido de manguera (efecto de purga) -Carro tanque vacío -Mala operación de conexión de manguera	-Retraso de tiempo de llenado -Tiempo muerto	Ninguna	Ninguna
		Línea de vapor con líquido	-Mala conexión de manguera -Descenso de temperatura	-Retroceso líquido inundando trampa de líquidos (Ver baja temp. en tubería) -Daño al equipo compresor	-Paro por alto nivel de líquido en trampa -Paro por baja temperatura	Ninguna



PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LINEA:	Almacenamiento temporal de Gas L.P. en Carro-tanque (CT)

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Presión	Más	Mayor presión en CT de origen	-Llenado de CT de origen -Incremento en temperatura ambiente -Incendio (fuente de calor cercano) -Daño físico interno a CT	-Emisión de gas L.P. controlada	-Disparo válvula de alivio de presión (250 psi)	-Rotación de CT (control de máximos inventarios) de LPG -Asegurar control de inventarios
	Menos	Menor presión en CT	-Condición de origen de llenado de CT -Fuga de producto en válvula de C.T. -Válvula de Carro tanque abierta	-Correcto llenado -Emisión de vapores controlada	Ninguna	-Plan de atención a emergencias -Asegurarse de la verificación y cumplimiento de las Condiciones de CT -Check list
	Inverso	Presión de vacío en CT	No se puede presentar	---	---	---
Temperatura	Más	Mayor temperatura en CT (> 35°C)	-Mayor presión (ver mayor presión) -Incendio en áreas cercanas -Condiciones de llenado (es decir a mayor temp.)	Emisión controlada de vapores gas L.P.	-Disparo válvula de alivio de presión (250 psi)	Ninguna
	Menos	Menor temperatura en CT	-Fuga de producto y/o efecto de condición de llenado -Condiciones de llenado de CT -Condiciones físicas del carro-tanque	-Fuga de vapores de gas L.P. -Condiciones ideales para operación	Ninguna	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Gas L.P.
UNIDAD/LINEA:	Almacenamiento temporal de Gas L.P. en Carro-tanque (CT)

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Nivel	Más	Mayor nivel en CT	-Mal llenado de origen (90%) -Mala operación en recirculación de vapores -Falla del indicador de nivel	-No tiene espacio suficiente para almacenar la presión de vapor (el CT) -Emisión por disparo de válvula de alivio -Emisión de líquido por válvula de seguridad (posible formación de nube explosiva)	-Disparo de válvula de alivio de presión	Ninguna
	Menos	Menor nivel en CT (<1%)	-Condiciones de presión de CT vacío lo permiten -Válvula abierta	-Emisión de LPG	-Sistema de inventarios (que ante una desviación se ponga el CT en cuarentena)	Ninguna
	No	No hay nivel de LPG en CT	-Error de logística de origen -Fisura o ruptura de tanque	-Fuga de producto por fisura en tanque	Ninguna	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Combustibles líquidos (diésel, gasolina y turbosina)
UNIDAD/LINEA:	Trasvase de combustibles líquidos (diésel, gasolina y turbosina)

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Flujo	Más	Mayor flujo de CT a pipa	-Desconexión en líneas de descarga. -Sobrepresión en la tubería al realizar la descarga -Falla de equipo de bombeo -Conato de incendio cercano	-Derrame de producto (gasolina, diésel, turbosina) -Sobre llenado de pipa -Incendio	-Paro por alto nivel en pipa -Bomba diseño que previene se colapse en CT	Ninguna
	Menos	Menor flujo de CT a pipa	-Mala operación de válvulas -Perdidas de eficiencia de la bomba -No hay producto en CT -Taponamiento en filtro	-Daño motor -Retrabajo -Mayor presión	-Paro motor al incrementarse el consumo de voltaje (sobre-carga de energía eléctrica)	Ninguna
	No	No existe flujo de CT-pipa	-Cavitación de la bomba -Carro-tanque vacío	-Retraso en operaciones -Sobre esfuerzo del equipo	-Sistema de arranque protegido (No opera)	Ninguna
	Inverso	No se presenta	-Mala operación de conexiones	-Daño a motor -Retrabajo	-Paro de motor al incrementar la energía eléctrica	Ninguna
Temperatura	Más	Mayor temperatura al momento de realizar el trasvase	-Temp. ambiente elevada -Conato de incendio en áreas cercanas	-Generación de vapores de gasolina	-Sistema de recuperación de vapores en bomba y pipa -Disparo de válvula de alivio	Ninguna
	Menos	Menor temperatura en la descarga	-Temperatura ambiente	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Presión	Más	Mayor presión en CT o pipa	-Incremento de temperatura (Ver nodo de mayor temperatura) -Válvula de recuperación de vapores cerrada por mala operación	-Fuga por ruptura de tubería o conexiones -Liberación de vapores controlada -Sobrepresión en pipa	-Apertura de la válvula de alivio en pipa	Ninguna
	Inverso	Presión de vacío	No se da	---	---	---

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Combustibles líquidos (diésel, gasolina y turbosina)
UNIDAD/LINEA:	Trasvase de combustibles líquidos (diésel, gasolina y turbosina)

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Nivel	Más	Mayor Nivel de combustible líquido en la pipa.	-Falta de supervisión por el operador -Falla el fluxómetro del transloader -Mal documentada la pipa -Daño en válvula de cierre	-Derrame de material /producto (gasolina, diésel, turbosina)	-Sensor por alto nivel de la pipa, para la bomba -Fosa de contención de derrames	Ninguna
	Menos	Menor nivel de combustible líquido en carro tanque	-Falla de un fluxómetro -Mala operación -Fuga del producto en pipa o CT	-Derrame del producto (gasolina, diésel, turbosina) -Retrabajo	Ninguna	-Programas de calibración y mantto. preventivo a dispositivos de control
	No	No hay nivel de combustible líquido en CT	-Mala operación (no se verifica el nivel del carro tanque) -Se terminó producto del CT -Fuga de producto por válvula abierta	-Calentamiento de motor de la bomba, sí se opera por periodos prolongados -Incremento de la temperatura en la tubería -Derrame de producto (gasolina, diésel, turbosina)	Ninguna	-Capacitación constante del personal
Sustancia	Otro que...	Realizar el trasvase de otro material en vez de (gasolina, diésel)	-No se sigue el procedimiento de carga -No se carga con OSI -Confusión de número/matricula de CT -Error de programación	-Contaminación de producto -Posible reacción por incompatibilidad del producto -Daño equipo	Ninguna	-Inspección del remanente en Pipa y CT (en el caso del diesel)
	Además de.....	Además de transvasar (remanente de otros materiales en pipa)	-No se sigue el procedimiento de carga -Confusión de número/matricula de CT -Error de programación	-Contaminación de producto -Posible reacción por incompatibilidad del material -Daño equipo	Ninguna	-Inspección del remanente en Pipa y CT (en el caso del diesel)

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Combustibles líquidos (diésel, gasolina y turbosina)
UNIDAD/LINEA:	Almacenamiento Temporal de diésel, gasolina y turbosina en CT

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Presión	Más	Mayor presión en CT	-Incremento de la temperatura ambiente -Llenado de CT de origen -Incendio (fuente de calor cercano) -Daño físico interno en CT	-Emisión controlada de vapores de gasolina	-Disparo válvula de alivio de presión (60 psi)	Ninguna
	Menos	Menor presión en CT	-Condición de origen de llenado de CT -Fuga de producto en válvula de CT -Válvula de Carro tanque abierta	-Correcto llenado -Emisión controlada de vapores de gasolina	Ninguna	-Asegurarse de la verificación y cumplimiento de las Condiciones de CT -Check list
	Inverso	Presión de vacío en CT	No se puede presentar	---	---	---
Temperatura	Más	Mayor temperatura en CT (> 35°C)	-Mayor presión (ver mayor presión) -Incendio en áreas cercanas -Condiciones de llenado (es decir a mayor temp.)	-Emisión controlada de vapores de gasolina	-Disparo válvula de alivio de presión (60 psi)	Ninguna
	Menos	Menor temperatura en CT	-Fuga de producto y/o efecto de condición de llenado -Condiciones de llenado de CT -Condiciones físicas del carro-tanque	-Fuga de vapores de gasolina -Condiciones ideales para operación	Ninguna	Ninguna

PLANTA:	Terminal Hermosillo 2
LINEA:	Manejo de Combustibles líquidos (diésel, gasolina y turbosina)
UNIDAD/LINEA:	Almacenamiento Temporal de diésel, gasolina y turbosina en CT

FECHA:	19 enero de 2018
--------	-------------------------

PARAMETRO	PALABRA GUIA	DESVIACION	CAUSAS POSIBLES	CONSECUENCIAS	REACCION SISTEMA	ACCIONES REQUERIDAS
Nivel	Más	Mayor nivel en CT	-Válvula abierta -Mal cálculo de volumetría por el Proveedor -Falla del indicador de nivel	-Fuga o derrame de material (diésel, gasolina o turbosina) -Emisión de líquido por válvula de alivio (posible formación de nube explosiva)	-Disparo de válvula de alivio de presión -Sistema de inventario. (ante una desviación se pone el CT en cuarentena)	Ninguna
	Menos	Menor nivel en CT	-Válvula abierta -Mal cálculo de volumetría por el Proveedor	-Fuga o derrame de material (diésel, gasolina o turbosina) -Reclamación del Cliente	Ninguna	Ninguna
	No	No hay nivel de gasolina en CT	-Error de logística de origen -Se embarco un CT vacío	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Los eventos identificados mediante la metodología Haz-Op, asociados con accidentes de toxicidad y explosión, los materiales y sustancias de riesgo y las líneas de proceso mencionadas se presentan a continuación:

NODO/LINEA: Sistema de trasvase de Gas L.P.

- A. Fuga de gas L.P. por ruptura de tubería (mayor presión en tubería Líquido/gas)
- B. Fuga de gas L.P. por ruptura de mangueras (mayor presión en líneas)
- C. Fuga de gas L.P. por ruptura/desconexión de manguera (mayor presión Pipa)
- D. Explosión de auto-tanque con gas L.P. por incremento de la presión y temperatura
- E. Fuga de producto (LPG) por sellos/accesorios, desconexión de línea (mayor presión en el sistema de trasvase)
- F. Fuga de gas L.P. por sobrepresión en sellos y mangueras de líneas (menor presión de nitrógeno)
- G. Deflagración de gas L.P. por incremento del flujo en la Pipa o CT
- H. Explosión de Carro-tanque (CT) con gas L.P. por incremento de la temperatura y presión, a causa de un incendio cercano

NODO/LINEA: Almacenamiento Temporal de LPG en Carro-tanque (CT)

- I. Fuga de producto (gas L.P.) por válvula abierta en CT
- J. Fuga de producto (gas L.P.) por fisura en CT (efecto de menor temperatura)
- K. Emisión de gas L.P. líquido por válvula de seguridad (mayor nivel en CT), con posible formación de nubes explosivas
- L. Fuga de gas L.P. por fisura en el pipa

NODO/LINEA: Traslase de combustibles líquidos

- M. Derrame de gasolina por desconexión de manguera al incrementarse el flujo durante el trasvase de combustibles
- N. Posible fuga de gasolina en conexiones por incremento de temperatura en la descarga, debido a una mala operación
- O. Explosión de Carro-tanque (CT) con combustible (gasolina) por incremento de la temperatura y presión, a causa de un incendio cercano

- P. Fuga de material (gasolina) por ruptura de tubería o conexiones, al incrementar la presión en CT o Pipa
- Q. Derrame de gasolina (incremento de nivel en la Pipa) por mala operación
- R. Derrame de gasolina (válvula abierta en la Pipa) por mala operación
- S. Posible reacción de gasolina al mezclarlo con un producto incompatible por error en trasvase o por remanentes en Pipa

NODO/LINEA: Almacenamiento Temporal de diésel o gasolina en CT

- T. Fuga de vapores de gasolina al dispararse la válvula de alivio por incremento de la presión
- U. Derrame de gasolina (válvula abierta en la Pipa) por mala operación
- V. Emisión de gasolina por válvula de seguridad (mayor nivel en CT), con posible formación de nubes explosivas
- W. Fuga de gasolina por fisura en el Carro-tanque

Para la jerarquización de riesgos se podrá utilizar: Matriz de Riesgos, o metodologías cuantitativas de identificación de riesgos, o bien aplicar criterios de peligrosidad de los materiales en función de los gastos, condiciones de operación y/o características CRETI, o algún otro método que justifique técnicamente dicha jerarquización.

Cada uno de los riesgos que se identificaron mediante el análisis de los sistemas y procesos a través del Haz-Op, a continuación son evaluados de manera semicuantitativa, utilizando una **Matriz Semicuantitativa** (Frecuencia VS Gravedad) definida de la manera siguiente:

FRECUENCIA: La frecuencia la vamos a definir como la periodicidad con que pueden ocurrir los eventos, en virtud de que no se tienen antecedentes de que hayan ocurrido hasta ahora:

- (1)..... Remotos. Evento que es posible que ocurra, pero que a la fecha no existe ningún registro.
- (2)..... Ocasionales. Ocurre una vez en un periodo entre 5 y 10 años.
- (3)..... Probables. Ocurre una vez en un periodo entre 3 y 5 años.
- (4)..... Frecuentes. Ocurre una vez en un periodo entre 1 y 3 años.

GRAVEDAD: La gravedad la definimos en virtud de la afectación que se pudiera ocasionar y quedo como sigue:

- (1)..... Marginal. Evento que únicamente afecta a la planta
- (2)..... Importante. Evento visible que provoca queja de vecinos
- (3)..... Grave. Evento que provoca queja grave de vecinos y daño considerable en la planta
- (4)..... Catastrófico. Evento que requiere evacuación de la planta y áreas vecinas

El criterio bajo el cual se consideraron los eventos a simular fueron que se encontrarán de 4 hacia arriba (Riesgo Medio y Alto) de acuerdo a la siguiente matriz:

Matriz Semicuantitativa de Riesgo

F R E C U E N C I A	4	8	12	16
	3	6	9	12
	2	4	6	8
	1	2	3	4
G R A V E D A D				

Tabla No. 9. Índices de Riesgo de la Matriz.

Índice de riesgo	Jerarquización / Aceptación	Descripción
	Riesgo No tolerable (Región Roja)	Los riesgos de este tipo deben provocar acciones inmediatas para implantar las recomendaciones generadas en el análisis de riesgos. El costo no debe ser una limitación y el hacer nada no es una opción aceptable. Estos riesgos representan situaciones de emergencia y deben establecerse Controles Temporales Inmediatos. Las acciones deben reducirlos a una región de Riesgo ALARP y en el mejor de los casos, hasta riesgo tolerable.
	Riesgo ALARP (As low as reasonably practicable) (Región Amarilla)	Tan bajo como sea razonablemente practico. Los riesgos que se ubiquen en esta región deben estudiarse a detalle mediante análisis de tipo costo beneficio para que pueda tomarse una decisión en cuanto a que se tolere el riesgo o se implanten recomendaciones que permitan reducirlos a la región de riesgo tolerable.
	Riesgo Tolerable (Región verde)	El riesgo es de bajo impacto y es tolerable, aunque pudieran tomarse acciones para reducirlo. Se debe continuar con las medidas preventivas que permiten mantener estos niveles de riesgo en valores tolerables.

Los Riesgos (eventos) a considerar son las consecuencias resultantes del análisis Haz-Op, que se mencionaron en el punto anterior de este capítulo y que van de la A a la W; mismas que se representan en la siguiente matriz semicuantitativa, considerando la frecuencia y gravedad de cada uno de los diferentes eventos:

Tabla No. 10. **MATRIZ SEMICUANTITATIVA DE RIESGOS.**
Bulkmatic Terminal Hermosillo 2

F R E C U E N C I A	E			
			I, U	
			A, B, D, F, M, N, Q, R, S, V	C, G, H, J, K, L, O, P, W
G R A V E D A D				

II. DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE PROTECCION EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Determinar los radios potenciales de afectación, a través de la aplicación de modelos matemáticos de simulación, para los evento(s) máximo(s) probable(s) de riesgo y evento(s) catastrófico(s), identificados en el punto I.4.2

Los eventos que se modelarán según los criterios establecidos y resultantes de la Matriz Cuantitativa de Riesgos son:

LINEA: Traslase de Gas L.P.

- C.** Fuga de gas L.P. por ruptura/desconexión de manguera (mayor presión Pipa)
- E.** Fuga de producto (gas L.P.) por sellos/accesorios, desconexión de la línea (mayor presión en el sistema de trasvase)
- G.** Deflagración de gas L.P. incremento del flujo en la Pipa
- H.** Explosión de Carro-tanque (CT) con gas L.P. por incremento de la temperatura y presión, a causa de un incendio cercano

LINEA: Almacenamiento Temporal de LPG en Carro-tanque (CT)

- I.** Fuga de producto (gas L.P.) por válvula abierta en CT
- J.** Fuga de producto (gas L.P.) por fisura en CT (efecto de menor temperatura)
- K.** Emisión de gas L.P. líquido por válvula de seguridad (mayor nivel en CT), con posible formación de nubes explosivas
- L.** Fuga de gas L.P. por fisura en el pipa

LINEA: Traslase de combustibles líquidos (gasolina)

- O.** Explosión de Carro-tanque (CT) con combustible (gasolina) por incremento de la temperatura y presión, a causa de un incendio cercano
- P.** Fuga de material (combustible gasolina) por ruptura de tubería o conexiones, al incrementar la presión en CT o Pipa

LINEA: Almacenamiento Temporal de gasolina y diésel en Carro-tanque (CT)

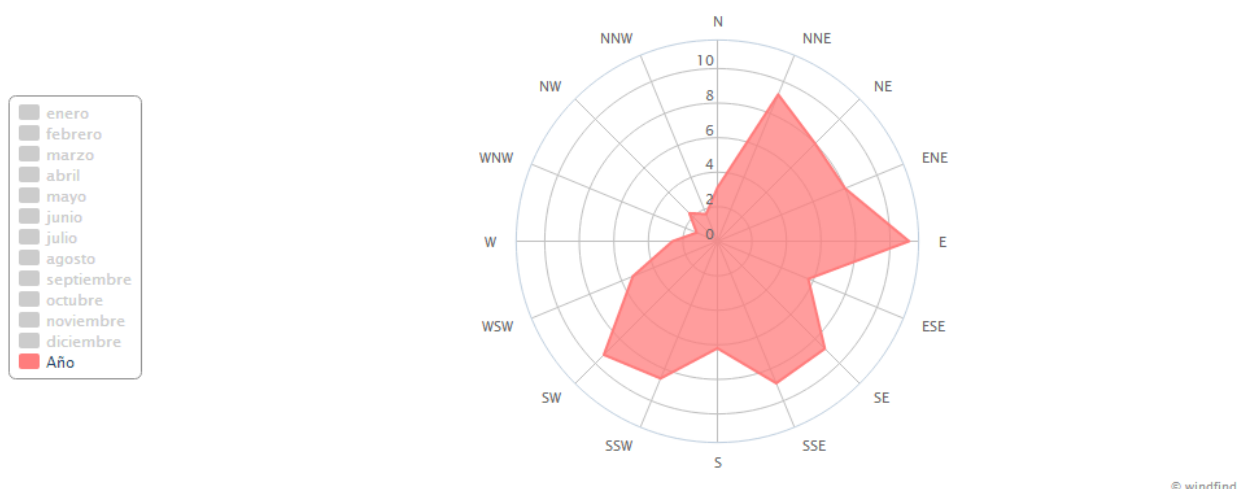
- U.** Derrame de gasolina (válvula abierta en la Pipa) por mala operación
- W.** Fuga de gasolina por fisura en el Carro-tanque

A continuación se muestran algunas de las consideraciones tomadas en cuenta a la hora de la simulación:

ESTADÍSTICAS

Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 03/2011 - 12/2018 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local. Puedes solicitar los datos brutos del viento y del tiempo en formato Excel en la página de solicitud de datos meteorológicos históricos.

Distribución de la dirección del viento en %



Descripción

Estas son las estadísticas del viento, de las olas y del tiempo para Hermosillo Aeropuerto en Sonora, México. Windfinder se especializa en

Find more spots like this

Mira nuestro mapa de lugares para encontrar tu informe de viento y meteorología entre nuestras 21000 estaciones de medición registradas.

Fig. # 28. Dirección del viento (Rosa de vientos).

Fuente: [Meteored.mx/Histórico del Clima en Hermosillo, Sonora](https://meteored.mx/Histórico%20del%20Clima%20en%20Hermosillo,%20Sonora).

Los siguientes datos se tomaron promedio de los años 2017 y 2018 (página www.meteored.mx/hermosillo/historico), como datos meteorológicos utilizados para los modelos de simulación del presente Estudio de Riesgo. Estación Meteorológica localizada en el Aeropuerto de la ciudad de Hermosillo, Sonora.

Velocidad del Viento

7.85 km/h = 2.18 m/s

Temperatura promedio

26°C. La temperatura más alta que se ha registrado en estos 3 últimos años es de 49°C en el mes de junio de 2016.

Humedad Relativa

30 % primer semestre y 55 % segundo semestre (Media 2018)

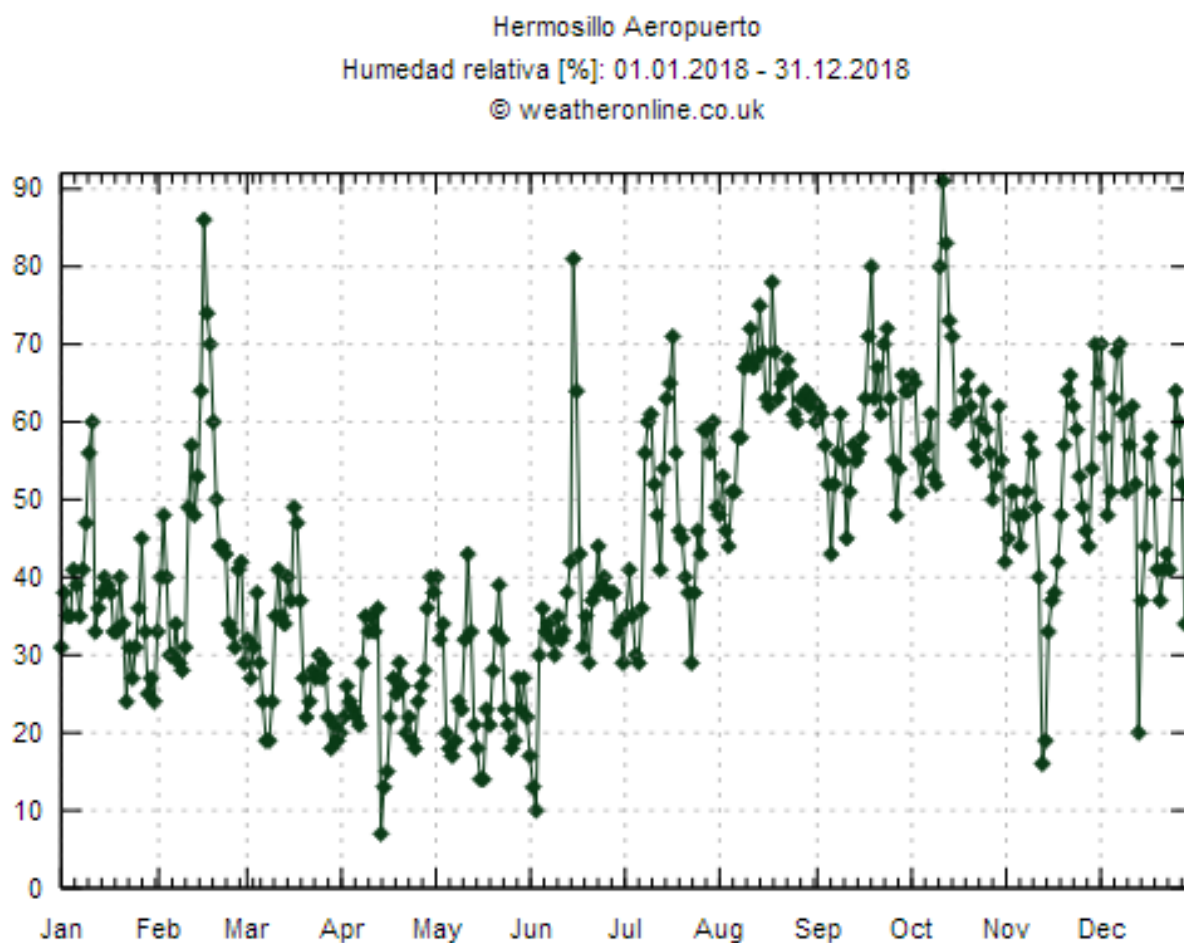


Fig. # 29. Humedad Relativa (2018). Hermosillo

Las características y resultados de cada uno de los eventos, se presentan a continuación:

Fuga de gas L.P. por ruptura/desconexión de manguera (mayor presión). Niveles de Toxicidad. (Eventos **C, E, J, K, L y M**)

Al presentarse una fuga de gas L.P., se pueden presentar niveles/concentraciones tóxicas que pueden afectar al personal que se encuentre en el área y zonas aledañas; por lo tanto se modela mediante el SCRI modelo SLAB “Emisión de chorro horizontal” (SCRI Modelos Versión 4), para saber a qué distancias se alcanzarán las concentraciones IDLH = 2 100 ppm (Zona de Alto riesgo) y TLV = 1 000 ppm (Zona de Amortiguamiento).

Tabla No. 11. Fuga de gas L.P. Toxicidad.

	Nivel de Toxicidad	RADIO (metros)
RESULTADOS OBTENIDOS	2 100 ppm (IDLH)	543.34
	1 000 ppm (TLV)	923.26
MODELO/PROGRAMA UTILIZADO	SCRI modelo SLAB “Emisión de chorro horizontal” (SCRI Modelos Versión 4)	
CONSIDERACIONES Y CRITERIOS	- Se modela como Propano, debido a que el software no contiene la información del gas L.P., y dado que es el compuesto que tiene en mayor porcentaje. - El gasto de emisión (kg/s) que se ingresa al modelo, se estimo mediante SCRI Emisiones Versión 1.2 (tubería conectada a tanque); considerando un tiempo de 2 minutos de fuga del material. - Se consideran las condiciones meteorológicas promedio que se han presentado en la zona, de acuerdo a los últimos 2 años. Estabilidad D, velocidad del viento 2.18 m/s, humedad del 55 %, temperatura ambiente de 26°C y dirección del viento predominante Este (90°).	

Fuga de gas L.P. por ruptura/desconexión de manguera (mayor presión). Niveles de inflamabilidad/explosividad. (Eventos **C, J**)

1. Primeramente se simula una fuga de gas L.P. por la línea trasvase (por ruptura o desconexión de la línea), para saber si se alcanzan los niveles de explosividad del gas L.P. (1.8 – 9.3 % en volumen). Se utiliza el SCRI modelo SLAB “Emisión de chorro horizontal (SCRI Modelos Versión 4).
2. Puesto que si se alcanzan los niveles de explosividad, se considera la formación de una nube explosiva con el material liberado en la fuga, y se simula la explosión de ésta para conocer los daños ocasionados, considerando la zona de alto riesgo para una sobre-presión de 1.0 psi (lb/plg²) y la zona de amortiguamiento a una sobre-presión de 0.5 psi (lb/plg²). La sobre-presión de 10 psi se considera el daño a equipos e instalaciones.

Tabla No. 12. Nube Explosiva de gas L.P. Explosión.

RESULTADOS OBTENIDOS	Sobre-presión	RADIO (metros)
	10 psi	43.87
	1 psi	204.38
	0.5 psi	347.42
MODELO/PROGRAMA UTILIZADO	SCRI modelo Equivalencia de TNT “Sobre-presión provocada por nubes explosivas” (SCRI Modelos Versión 4)	
CONSIDERACIONES Y CRITERIOS	• El peso/masa de gas que se considera para este modelo, es el gasto de emisión por el tiempo considerado de 2 minutos de fuga del material, que corresponde a 4 915.20 kg. • Se consideran las condiciones meteorológicas promedio que se han presentado en la zona, de acuerdo a los últimos 2 años. Estabilidad D, velocidad del viento 2.18 m/s, humedad del 55 %, temperatura ambiente de 26°C y dirección del viento predominante Este (90°).	

Explosión de Carro-tanque (CT) con gas L.P. por incremento de la temperatura y presión (BLEVE), a causa de un incendio cercano (Evento **H, G**)

Se consideró para este evento un carro-tanque conteniendo el 90 % de su capacidad de gas L.P. Se desea conocer los daños ocasionados en caso de este evento de incendio, para una radiación de 5 kW/m² como zona de alto riesgo y para una radiación de 1.4 kW/m² como zona de exclusión o amortiguamiento. La radiación de 40 kW/m² como daño a instalaciones y equipo.

Tabla No. 13. Incendio de Carro-tanque con gas L.P.

RESULTADOS OBTENIDOS	Radiación	RADIO (metros)
	40 kW/m ²	174.58
	5 kW/m ²	616.91
	1.4 kW/m ²	1 158.08
MODELO/PROGRAMA UTILIZADO	SCRI Fuego 2 Versión 1.2 modelo "Bola de Fuego"	
CONSIDERACIONES Y CRITERIOS	- Para este modelo, se consideró el volumen o cantidad máxima de gas L.P. que contiene un carro-tanque lleno (90 %). - Se consideran las condiciones meteorológicas promedio que se han presentado en la zona, de acuerdo a los últimos 2 años. Estabilidad D, velocidad del viento 2.18 m/s, humedad del 55 %, temperatura ambiente de 26°C y dirección del viento predominante Este (90°).	

Fuga de gasolina por ruptura de tubería o conexiones, al incrementar la presión en CT o Pipa. Toxicidad (Evento **P, U y W**)

Al presentarse una fuga de gasolina, se pueden presentar niveles/concentraciones tóxicas que pueden afectar al personal que se encuentre en el área y zonas aledañas; por lo tanto se modela mediante el SCRI modelo SLAB “Emisión de chorro horizontal” (SCRI Modelos Versión 4), para saber a qué distancias se alcanzarán las concentraciones IDLH = 5 000 ppm (Zona de Alto riesgo) y TLV = 500 ppm (Zona de Amortiguamiento).

Tabla No. 14. Fuga de gasolina. Toxicidad.

RESULTADOS OBTENIDOS	Nivel de Toxicidad	RADIO (metros)
	5 000 ppm (IDLH)	166.96
	500 ppm (TLV)	418.94
MODELO/PROGRAMA UTILIZADO	SCRI modelo SLAB “Emisión de chorro horizontal” (SCRI Modelos Versión 4)	
CONSIDERACIONES Y CRITERIOS	- Se modela como Isooctano, debido a que el software no contiene la información de la gasolina, y dado que es el compuesto que tiene en mayor porcentaje. - El gasto de emisión (kg/s) que se ingresa al modelo, se estimo mediante SCRI Emisiones Versión 1.2 (tubería conectada a tanque); considerando un tiempo de 2 minutos de fuga del material. - Se consideran las condiciones meteorológicas promedio que se han presentado en la zona, de acuerdo a los últimos 2 años. Estabilidad D, velocidad del viento 2.18 m/s, humedad del 55 %, temperatura ambiente de 26°C y dirección del viento predominante Este (90°).	

Fuga de gasolina por ruptura/desconexión de manguera (mayor presión). Niveles de inflamabilidad/explosividad. (Evento **P, U y W)**

1. Primeramente se simula una fuga de gasolina por la línea trasvase (por ruptura o desconexión de la línea), para saber si se alcanzan los niveles de explosividad (1.3 – 7.1 % en volumen). Se utiliza el SCRI modelo SLAB “Emisión de chorro horizontal (SCRI Modelos Versión 4).
2. Puesto que sí se alcanzan los niveles de explosividad, se considera la formación de una nube explosiva con el material liberado en la fuga, y se simula la explosión de ésta para conocer los daños ocasionados, considerando la zona de alto riesgo para una sobre-presión de 1.0 psi (lb/plg²) y la zona de amortiguamiento a una sobre-presión de 0.5 psi (lb/plg²). La sobre-presión de 10 psi se considera el daño a equipo e instalaciones.

Tabla No. 15. Nube Explosiva de gasolina. Explosión.

RESULTADOS OBTENIDOS	Sobre-presión	RADIO (metros)
	10 psi	77.19
	1 psi	359.62
	0.5 psi	611.29
MODELO/PROGRAMA UTILIZADO	SCRI modelo Equivalencia de TNT “Sobre-presión provocada por nubes explosivas” (SCRI Modelos Versión 4)	
CONSIDERACIONES Y CRITERIOS	• El peso/masa de gasolina que se considera para este modelo, es el gasto de emisión por el tiempo considerado de 2 minutos de fuga del material, que corresponde a 2 820 kg. • Se consideran las condiciones meteorológicas promedio que se han presentado en la zona, de acuerdo a los últimos 2 años. Estabilidad D, velocidad del viento 2.18 m/s, humedad del 55 %, temperatura ambiente de 26°C y dirección del viento predominante Este (90°).	

Explosión de Carro-tanque (CT) con gasolina por incremento de la temperatura y presión (BLEVE), a causa de un incendio cercano (Evento O)

Se consideró para este evento un carro-tanque conteniendo el 90 % de su capacidad de gasolina (llenado máximo). Se desea conocer los daños ocasionados en caso de este evento de incendio, para una radiación de 5 kW/m² como zona de alto riesgo y para una radiación de 1.4 kW/m² como zona de exclusión o amortiguamiento. La radiación de 40 kW/m² como daño a instalaciones y equipo.

Tabla No. 16. Incendio de Carro-tanque con gasolina

RESULTADOS OBTENIDOS	Radiación	RADIO (metros)
	40 kW/m ²	186.89
	5 kW/m ²	676.87
	1.4 kW/m ²	1 272.49
MODELO/PROGRAMA UTILIZADO	SCRI Fuego 2 Versión 1.2 modelo "Bola de Fuego"	
CONSIDERACIONES Y CRITERIOS	- Para este modelo, se consideró el volumen o cantidad máxima de gasolina que contiene un carro-tanque lleno (90 %). - Se consideran las condiciones meteorológicas promedio que se han presentado en la zona, de acuerdo a los últimos 2 años. Estabilidad D, velocidad del viento 2.18 m/s, humedad del 55 %, temperatura ambiente de 26°C y dirección del viento predominante Este (90°).	

En el **anexo # V.1.1)** se presentan los radios de las zonas de alto riesgo y amortiguamiento obtenidas, mediante la aplicación de los modelos matemáticos.

Así mismo, en el **anexo e)** se muestran todas las memorias de cálculo obtenidas de los modelos matemáticos aplicados, para todos y cada uno de los eventos y sustancias,

mismas que contienen los datos que se ingresan al modelo, así como los resultados arrojados. En el **anexo b)** se muestran las memorias de cálculo de los volúmenes, gastos de emisión y tiempos ingresados en los modelos matemáticos.

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

*Realizar un análisis y evaluación de posibles interacciones de riesgo con otras áreas, equipos, ductos, o instalaciones que se encuentren dentro de la Zona de Alto Riesgo, considerando la posibilidad de un efecto domino, para lo cual deberá determinar los radios potenciales de afectación de acuerdo al **punto II.1**; de igual manera, deberá indicar las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia de dicha interacción. Asimismo, deberá determinar y justificar la compatibilidad del proyecto con la infraestructura existente.*

Como posibles interacciones de riesgo que se tendrían en caso de suscitarse algún evento de incendio y/o explosión, de cualquiera de los combustibles analizados en el punto anterior (II.1), serían únicamente los carros-tanque (CT) aledaños que contendrán combustibles, esto es los enganchados al poniente y oriente sobre la vía # 9 (en el caso del gas L.P., al oriente; en el caso de la gasolina los enganchados al poniente), así como los carros-tanque de las vías # 7 y # 8 (vías contiguas o aledañas a la vía # 9 que es donde se localizarán las estaciones de trasvase para gasolina y gas L.P.); la separación entre vías es de 5 metros. Lo anterior, ya que, los radios de afectación de alto riesgo no alcanzarán a afectar zonas o áreas fuera de las instalaciones de la Terminal, tal y como puede observarse en los diagramas de pétalos anexos al Estudio.

Se detectan dos posibles eventos como interacciones de riesgo, los cuales son:

1. Al presentarse una explosión de alguno de los combustibles (gas L.P. o gasolina), los carros-tanque contiguos/aledaños pueden sufrir daños en su estructura mecánica y ser desplazados unos metros (16 – 20 psi de sobre-presión).
2. Al presentarse un incendio (BLEVE) con alguno de los materiales combustibles (gas L.P. o gasolina), la alta radiación $60 - 80 \text{ kW/m}^2$ puede causar debilitamiento de las paredes de los carros-tanque contiguos y cercanos, y por ende el calentamiento del material dentro de los mismos con el consecuente evento de similares características al primero.

En el primer caso, se tiene lo siguiente:

Explosión de gas L.P., se tendrá una sobre-presión de 16 a 20 psig a una distancia de entre 30 y 35 metros, por lo que el CT ubicado al norte conteniendo material (también gas L.P. o gasolina) sufriría un daño mecánico provocando fisuras y por ende fugas de material vaporizado (se modelará la fuga por fisura en CT conteniendo gas L.P.); de igual manera el CT localizado en la vía # 7 y # 8 que puede contener alguno de los materiales químicos como poliol o isocianato; ya que el espacio entre vías es de 5 metros. (Igualmente se modelará la fuga por fisura en carro-tanque conteniendo poliol o isocianato).

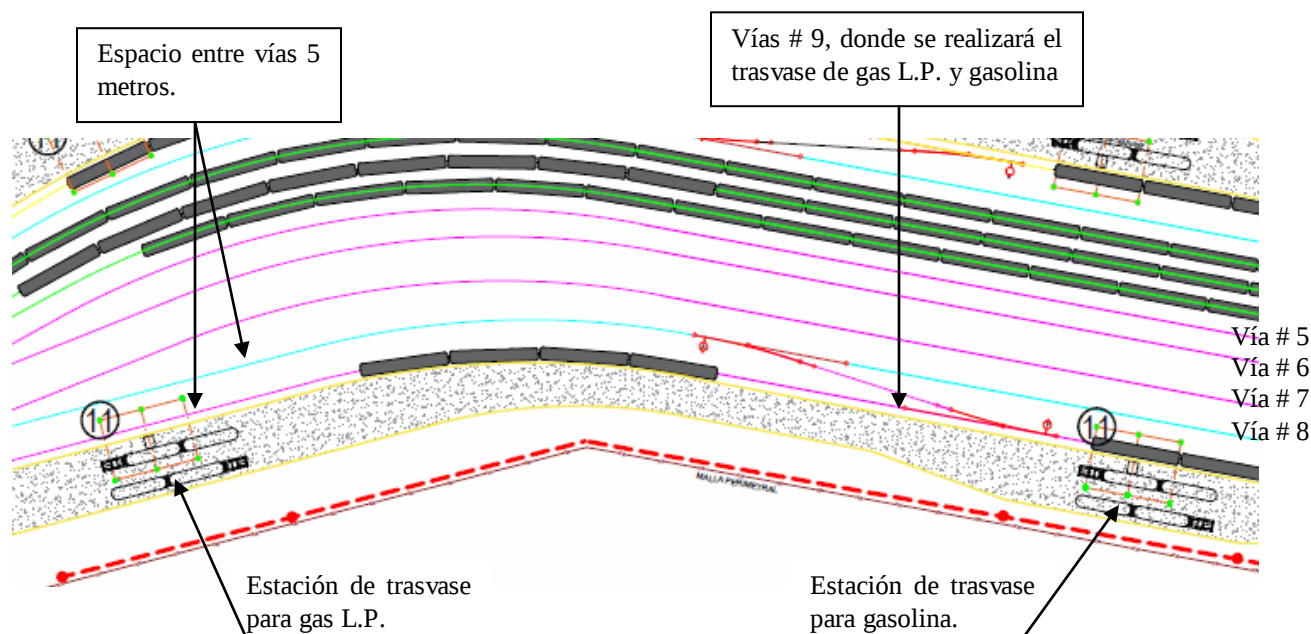


Fig. # 30. Ubicación Estaciones. Efecto Domino.

Material	Radio para una sobre-presión de 16-20 psig
Gas L.P.	30 – 35 metros
Gasolina	50 – 60 metros

En la tabla anterior se muestran las distancias (radios) en los cuales se presentarán las sobre-presiones de interés, para que se pueda dar la interacción mencionada; por lo que se concluye que se puede dar en los 2 casos.

En el segundo caso de interacción, tenemos lo siguiente:

Material	Radio para una radiación a nivel de piso de 60 – 80 kW/m ²
Gas L.P.	De 50 - 100 metros aprox.
Gasolina	De 45 - 110 metros aprox.

Por lo tanto, en caso de presentarse un incendio (BLEVE) con cualquiera de los materiales combustibles (gas L.P. o gasolina), se puede dar un evento en cadena de características similares al primero, ya que se causará debilitamiento de las paredes de los carros-tanque contiguos y cercanos, y por ende el calentamiento del material dentro de los mismos. Los radios de afectación por incendio en un CT con gasolina o gas L.P., ya se conocen, por lo que únicamente se modelará el evento o los eventos en caso de fuga por fisura en CT de gas L.P., gasolina y queroseno para ver las concentraciones de toxicidad y de explosividad por efecto domino.

Eventos a modelar, por efecto de interacción o efecto domino con los eventos posibles de gas L.P., gasolina y keroseno:

1. Fuga por fisura en CT conteniendo gas L.P., para ver las concentraciones de toxicidad y de inflamabilidad
2. Fuga por fisura en carro-tanque conteniendo gasolina, para ver las concentraciones de toxicidad y de inflamabilidad
3. Fuga por fisura en carro-tanque conteniendo queroseno, para ver las concentraciones de toxicidad y de inflamabilidad

En la tabla siguiente se muestran los resultados obtenidos de las simulaciones mediante los modelos matemáticos aplicados, para los eventos identificados como efecto domino o de interacción con otras áreas y/o equipos (carros-tanque).

Tabla No. 17. Radios de afectación por Interacción con otras áreas (efecto domino).

EVENTO	RIESGO	ZONA DE ALTO RIESGO		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO	
		UMBRAL	RADIO (metros)	UMBRAL	RADIO (metros)
1. Fuga de gas L.P. por fisura en carro-tanque	TOXICIDAD	2 100 ppm (IDLH)	173.14	1 000 ppm (TLV)	292.68
	Niveles de Explosividad	9.3% (LSE) 1.8% (LIE)	14.63 41.89	---	---
	EXPLOSION (Nube Explosiva)	1.0 psi	109.79	0.5 psi	186.63
2. Fuga de gasolina por fisura en carro-tanque	TOXICIDAD	5 000 ppm (IDLH)	51.03	500 ppm (TLV)	87.66
	Niveles de Explosividad	7.1% (LSE) 1.3% (LIE)	---- 43.46	---	---
	EXPLOSION (Nube Explosiva)	1.0 psi	166.44	0.5 psi	282.93
3. Fuga de queroseno por fisura en carro-tanque	TOXICIDAD	1 100 ppm (IDLH)	58.78	100 ppm (TLV)	277.63
	Niveles de Explosividad	3.7% (LSE) 0.6% (LIE)	---- 45.61	---	---
	EXPLOSION (Nube Explosiva)	1.0 psi	165.81	0.5 psi	281.84

En el **anexo # h)** se muestran las memorias de cálculo de los modelos matemáticos de simulación.

Medidas preventivas que se tomarán para evitar la interacción o efecto domino

Es importante señalar que para efectos de limitar o minimizar el efecto domino (interacción únicamente entre las áreas de la misma Terminal), que pueda causar alguno de los eventos simulados en el punto II.1, se tendrán las siguientes medidas de prevención y seguridad en la instalación.

- ✓ Se tendrá en todo momento y como parte del sistema contra incendio, un sistema de diluvio específico en las estaciones para trasvase de combustibles, así mismo se contará con monitores con espuma AFFF al 3%.
- ✓ Detectores de gas y flama en las estaciones de trasvase combustibles, que alerten para poder parar y revisar la operación en caso de cualquier fuga en el sistema.
- ✓ Una medida importante, es que se contará con cañones y/o mangueras específicos y dirigidos hacia las Vías contiguas o aledañas, que permitan enfriar en el caso de una eventualidad los carros-tanque aledaños al carro-tanque que se esté utilizando (trasvase); se contarán con cañones y mangueras a lo largo de toda de la Vía # 1 y # 9 (que cubre todas las estaciones de trasvase). Esta medida evitará que los materiales dentro de los CT se calienten y eleven su presión, tratando de minimizar en lo posible esta sucesión de eventos en cadena.

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

*Con apoyo de la información del diagnóstico ambiental realizado en el **Capítulo IV de la MIA**, deberá identificar y describir los componentes ambientales y asentamientos humanos que pueden ser afectados por los eventos de riesgo identificados, considerando las zonas de alto riesgo y amortiguamiento determinadas en el **punto II.1**.*

Para analizar el uso de suelo actual en la cercanía a la Terminal de trasvase Hermosillo 2 se delimitó el área de influencia de 1 500 metros, de acuerdo a las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento determinadas en el presente Estudio de Riesgo Ambiental, las cuales se superpusieron al mapa de uso de suelo y vegetación elaborado, a partir de la carta de uso de suelo y vegetación de INEGI escala 1:250000 serie y con apoyo de imagen de satélite, como parte del MIA.

El área de influencia se determinó a partir de las modelaciones hechas en el ERA quedando los siguientes radios máximos:

- Un radio de 676.87 metros para la zona de Alto Riesgo.
- Un radio de 1 272.49 metros para la zona de amortiguamiento.



Fig. # 31. Zona de Influencia (de alto riesgo y de amortiguamiento) de la Terminal Bulkmatic Hermosillo 2.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes usos de suelo y vegetación que existen dentro de la zona de influencia de la Terminal de trasvase Bulkmatic Hermosillo 2.

Tabla No. 18. Usos de Suelo y Vegetación dentro de la zona de alto riesgo de la Terminal Bulkmatic Hermosillo 2.

VEGETACIÓN Y CORRIENTES DE AGUA
Mezquital xerófilo (vegetación natural)
Pastizal Inducido (Vegetación natural)
Vegetación secundaria /Mezquital (Vegetación natural)
Arroyos intermitentes
INFRAESTRUCTURA
Zona de instalaciones de CFE (subestación Hermosillo 5 ciclo combinado)
Rancho Pecuario
Vías de comunicación terrestre (carreteras, vías férreas y libramiento)
Líneas de alta tensión de CFE

La vegetación natural (comunidades vegetales) predominante en el área de afectación es el mezquital xerófilo, la cual presenta un importante grado de alteración o disturbio por lo está considerada por el INEGI como vegetación secundaria. En esta comunidad vegetal no se encontró reportes ni evidencia de existencia de especies vegetales ni animales (vertebrados) registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ni es una zona que este considerada a nivel nacional ni local, como prioritaria para la conservación según la información oficial disponible, por lo que en caso remoto de un accidente que provocará un incendio, la vegetación afectada no representa un valor excepcional o prioritario, por lo que el impacto a la biodiversidad sería bajo.

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

III.1 RECOMENDACIONES TECNICO – OPERATIVAS

Indicar claramente las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de riesgos, así como de la evaluación de los mismos, señaladas en los puntos I.4.2 y II.1.

Recomendaciones Haz-op

- Establecer y mantener Programas de revisión y mantenimiento preventivo a instrumentos y accesorios.
- Contar con Programas de revisión y mantenimiento preventivo de Líneas y equipo en general.
- Asegurar que se tienen válvulas de corte en los equipos.
- Contar con un Procedimiento que indique que hacer para manejo de fallas de operación de los equipos de trasvase, para evitar una situación o escenario de emergencia.
- Asegurar se cuente con un sistema que permita controlar los inventarios mínimos y máximos de materiales.
- Contar y mantener un Plan de atención a emergencias específico para el trasvase de combustibles.
- Asegurarse de la verificación de las Condiciones de CT en la terminal (antes de iniciar su vaciado).
- Establecer y mantener una Programa de Capacitación constante para el personal operativo, sobre la operación propiamente, así como de los riesgos intrínsecos de los materiales y su manejo adecuado.

Recomendaciones Generales

- Contar con un programa continuo de análisis de riesgos de la planta (mediante cualquier metodología: Árbol de fallas, Qué pasa sí?, Haz-op, etc., principalmente cuando se manejen nuevos materiales, se trabaja con nuevos equipos o se modifican las condiciones y equipamiento en materia de seguridad.

- Establecer todas las instrucciones en los procedimientos de operación incluyendo condiciones anormales y cómo actuar.
- Es importante que el personal operativo y de supervisión de campo que realiza las operaciones de trasvase de materiales combustibles, esté completamente capacitado tanto en las operaciones que lleva a cabo normalmente, como en la prevención, seguridad y ataque de cualquier contingencia/emergencia.
- Involucramiento de la Gerencia y Dirección general en materia de seguridad y ambiental, a grado tal de no existir presiones de tipo económico, o de cualquier otro tipo que puedan dejar de lado la seguridad.
- Dentro de los programas de entrenamiento en seguridad, se deberá incluir a administrativos, proveedores y contratistas.

III.1.1 Sistemas de seguridad

Describir a detalle los equipos, dispositivos y sistemas de seguridad con que contará la instalación, considerados para la prevención, control y atención de eventos extraordinarios.

Específicamente para las estaciones de trasvase en la Terminal Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, se contará con los siguientes sistemas de seguridad y prevención:

- 1) El proyecto contará con 2 bombas probadas y listadas UL/FM de 1,500 gpm operando a 145 psi. Una bomba impulsada por motor eléctrico, además de una bomba impulsada por motor a diésel. El sistema cuenta con una bomba jockey. Las bombas quedarán instaladas de acuerdo con NFPA-20.
- 2) Tanque de almacenamiento de agua del sistema contra incendio, con capacidad nominal de 510 m³.
- 3) Cuarto de bombas con sistema de rociadores (4) que contiene las bombas contra incendio y sus controladores, en conformidad con NFPA-20.
- 4) Las bombas contarán con tableros UL/FM independientes, señalizados el panel de control de alarmas, incluyendo bomba jockey y su tablero.
- 5) Red de agua contra incendio. Tubería AWWA PVC C900 Clase 200 de 8" que alimentará a los 2 sistemas de rociadores de modo pre-acción, 8 monitores y 4 estaciones de mangueras. La instalación será de conformidad con NFPA 24.

- 6) 5 de 8 monitores cuentan con eductores en línea abastecidos por agente AFFF al 3% en contenedores de 200 litros (para las estaciones de trasvase de diésel y gasolina).
- 7) La protección con rociadores bajo los techos de las áreas de trasvase de combustibles serán sistemas tipo pre-acción, es decir, la válvula de alarma tipo diluvio permitirá el flujo de agua cuando reciba una señal de algún dispositivo de alarma como sería un detector de flama o bien estación manual. Todos los rociadores bajo los techos serán abiertos y descargarán aproximadamente 1,200 gpm sobre toda el área (cada aspersor es de 0.30 gpm/ft²).
- 8) El proyecto cuenta con detectores de flama infrarrojos instalados en todas las estaciones de trasvase de combustibles, estos detectores activarán el sistema de diluvio y sistema de alarma.
- 9) Se instalarán detectores de gas en estación de trasvase # 5 de gas L.P.
- 10) Sistema de Alarmas audibles y visibles. El proyecto cuenta con campanas y sirenas instaladas en cada una de las áreas de trasvase.
- 11) Estaciones manuales de alarma. Se instalarán estaciones manuales tipo doble acción en cada una de las estaciones, esto con el fin de activar manualmente el sistema de alarma.
- 12) Procesadores. El proyecto cuenta con un panel de alarmas que recibirá todas las señales de alarma que le enviarán cada uno de los dispositivos y operará según la programación agregada.
- 13) Se contará con una planta de emergencia de capacidad de 350 kW, para suministro de energía eléctrica a los equipos y sistemas principales de la Terminal, en caso de un evento de emergencia.
- 14) Tarjetas de entrada/salida. El tablero del sistema de alarma y detección de incendio contará con 4 tarjetas de lazo de comunicación que controlará cada una de las áreas de trasvase y oficinas principales, así como el monitoreo de tablero de bomba contra incendio.
- 15) Enlaces de comunicación y software. El tablero del sistema de alarma y detección de incendio tiene la opción de monitorear varios sitios a través de una conexión IP mediante el software Onixworks.

- 16) Las Vías ferroviarias # 1 y # 9 estarán completamente aterrizadas (Vías donde se localizarán las Estaciones para trasvase de combustibles).
- 17) Se contará con una fosa para contención de derrames con capacidad para contener 120,000 litros de combustible (capacidad de un carro-tanque al 100%), para las estaciones de trasvase de combustibles líquidos.
- 18) En las estaciones de trasvase para combustibles líquidos (excepto la # 5) se contará con charolas fijas de inoxidable, para conducir los posibles derrames hacia un sistema de canaletas que llevarán hasta la fosa de contención; así mismo en este punto (localización de charola) el tramo de vía se encuentra ahogado en concreto para evitar infiltraciones.
- 19) La instalación eléctrica e iluminación, en las estaciones de trasvase de combustibles será a prueba de explosión.
- 20) Se contará con sistemas de paro de emergencia para desenergizar las Plogas en la vías # 1 y # 9 (en estas vías se localizarán las estaciones de trasvase de combustibles).
- 21) Los sistemas de trasvase de combustible gas L.P. contarán con válvulas automáticas de cierre de emergencia.
- 22) Los compresores y sistemas de trasvase contarán con dispositivo de alivio por sobrepresión y de igual forma cuentan con una trampa de líquidos con flotador mecánico; en el caso de los transloaders para gas L.P.
- 23) Los transloaders de gas L.P. contarán con sistemas de paro automático por alta temperatura y presión en descarga, así como por baja presión en la succión.
- 24) Los carros-tanque (en el caso de gas L.P. y gasolina) también cuentan con válvulas de alivio para alta presión.
- 25) Los autos-tanque de gas L.P. cuentan con válvulas de alivio por alta presión.
- 26) Los carros-tanque y autos-tanque de gas L.P. cuentan con válvulas de exceso de flujo.
- 27) Las pipas de diésel y gasolina cuentan con sistema de protección de sobrellenado.
- 28) Se contará con una válvula solenoide para corte de flujo en el sistema de trasvase de gasolina y diésel.
- 29) Se contará con Paros por emergencia local fijos en todos los transloaders.

- 30) Se contará con pararrayos colocados en 3 superpostes (que cubren toda el área de vías/operaciones), pararrayos en la antena de telecomunicaciones que cubre el área de oficinas, además cada estación de trasvase cuenta con un sistema de pararrayos.
- 31) Se contará con equipos autónomos para 30 minutos cada uno, así como trajes completos de bombero.
- 32) Se contará con kit de brigada de primeros auxilios completo (incluyendo maletín, camilla, collarín, férulas, sujetadores, etc.).
- 33) Se contará asimismo, con sistema de barricadas para aislar las vialidades durante el proceso de trasvase de los materiales combustibles.
- 34) Se contará con Controles remoto de paro automático de los transloaders de gas L.P., mismos que pueden parar a distancia.
- 35) Se contará con extintor de AFFF y PQS en las áreas de trasvase de gasolina y diésel.
- 36) Se contará con kit para derrames de líquidos combustibles.
- 37) En las áreas de trasvase de combustibles, se tendrán regaderas y lavaojos.
- 38) Eliminador de Aire transloader fijo “Skid” para Gasolina y Diesel: Prevención error en medición evitando un sobre llenado.
- 39) Válvula de dos pasos en transloader fijo “Skid” para Gasolina y Diesel: Rampa de aceleración y desaceleración de carga previniendo estática.
- 40) Sensor por bajo nivel en transloader fijo “Skid” para Gasolina y Diesel: evitando operar el equipo con bajo flujo evitando un sobre calentamiento de la bomba, cavitación y posible ruptura de sellos.
- 41) Sensor de Gas y fuego integrado al equipo.
- 42) Válvula de alivio en carro tanque de GLP, Diesel y Gasolina evitando una bleve con una apertura de válvula en caso de incremento de presión/Temperatura por arriba de lo permitido.

III.1.2 Medidas Preventivas

Indicar las medidas preventivas, incluidos los programas de mantenimiento e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicarán durante la operación normal del proyecto, para evitar el deterioro del ambiente, además de aquellas medidas orientadas a la restauración de la zona afectada en caso de accidente.

Medidas Preventivas

Las seguridad en la Terminal denominada Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, tendrán por objeto la aplicación y desarrollo de actividades necesarias para la prevención de riesgos derivados del trabajo.

- ✓ Cuando se realice el trasvase de combustibles gas L.P., diésel, turbosina y gasolina se tomarán las siguientes medidas encaminadas a la seguridad y prevención de accidentes e incidentes:
 - Aterrizaje de carros-tanque, transloaders y autos-tanque/pipas.
 - Colocación de bandera azul en carro-tanque. El procedimiento de bandera azul, se refiere al movimiento de carros-tanque en las vías internas de la terminal, y quiere decir que en la locomotora o remolcador, no pueden realizar movimientos en la vía donde se localiza carro-tanque con la bandera azul.
 - Se bloqueará vialidad de paso de oriente a poniente y viceversa que pase por la estación de trasvase en uso, delimitando el área 30 metros a la redonda, mientras se realiza el trasvase.
 - Obligatorio el uso de equipo de protección personal (EPP) siempre, que consiste en: overol de algodón, casco, lentes, arnés y línea de vida, botas dieléctricas y guantes de piel.
 - No se permitirá el uso de equipos que pueda generar estática en las áreas de trasvase.
 - La comunicación se realizará con equipos intrínsecos.
 - Por turno habrá un supervisor de operaciones para asegurar el cumplimiento a los procedimientos de operación.
 - Las operaciones de trasvase de combustibles será realizado por personal previamente capacitado.
 - Se realizará Check list previo a cada operación de trasvase de combustibles, que incluye revisión de condiciones de auto-tanque.
 - Se contarán con procedimientos específicos para cada una de las operaciones de trasvase de los materiales combustibles, los cuales incluyan responsabilidades, medidas de seguridad, etc.

- ✓ Además se contará con procedimientos específicos para trabajos considerados peligrosos, donde se establecerán los permisos, el equipo de protección personal mínimo, cómo y en dónde se podrán llevar a cabo, bajo qué condiciones, etc.; las actividades/trabajos para los cuales se tendrán estos procedimientos, son:
 - Realización de trabajos peligrosos
 - Espacios confinados
 - Trabajos en altura
 - Trabajos de soldadura

- ✓ Se dará conocer el documento de “Lineamientos para el ingreso a las terminales Bulkmatic de México”, para todos los contratistas, proveedores, clientes, visitantes, etc.; que consiste básicamente en:
 - Los proveedores, subcontratistas y/o visitantes, se obligan a realizar sus labores dentro de las instalaciones de Hermosillo 2 Bulkmatic, en riguroso cumplimiento a las disposiciones legales y normatividad aplicable. Acatar en cualquier momento, todos los lineamientos, especificaciones, reglamentos, políticas y, en general cualquier disposición legal que Bulkmatic de México tenga o pudiera tener en lo futuro dentro de sus instalaciones.
 - Contar con zapatos con casquillo, casco dieléctrico, chaleco con reflejantes, así como el equipo de seguridad específico para sus actividades a desempeñar. (lentes, casco, zapato de seguridad, chaleco reflejante, cuando aplique overol de algodón o tipo nomex).
 - Está prohibido fumar dentro de las instalaciones, así como ingerir bebidas alcohólicas.
 - Se debe reportar en vigilancia lo que se ingresa y lo que se retira; así como portar el gafete que se proporcione.
 - Sí se va a ingresar con vehículo, contar con licencia y póliza de seguro vigente, extintor en unidad y circular con luces encendidas, la cual será verificado por el

vigilante. Dentro de las instalaciones, la velocidad máxima permitida es de 10 km/h.

- Antes de iniciar sus labores deberán tomar la plática de seguridad, impartida por el Supervisor de seguridad o Jefe de área donde se desarrollen los trabajos, el vigilante validará esta situación, en caso de no llevarse a cabo, no se permitirá la realización de los trabajos.
 - La desviación de estas medidas de seguridad será motivo para no permitir el acceso, o causa suficiente para el retiro inmediato de nuestras instalaciones.
- ✓ La realización de simulacros, es otra medida encaminada a la prevención y atención de emergencias, se tiene una planeación para llevar a cabo estas actividades llevándose como mínimo dos veces por año; los simulacros que se llevan a cabo son:
- De operaciones contra incendio
 - Simulacro de evacuación, búsqueda y rescate
 - Y, Simulacro de primeros auxilios

Cabe mencionar que, una vez que se inicien las operaciones del presente proyecto, se realizarán al menos 2 o 3 simulacros anuales, donde intervengan los materiales combustibles simulando los eventos considerados dentro del presente estudio, considerando los áreas de afectación, es decir, las zonas de más alto riesgo, zonas de seguridad o amortiguamiento, actuación de las principales brigadas; de tal manera que se vean las deficiencias y/o faltantes en cuanto a equipamiento, capacitación, etc.

- ✓ Programas de mantenimiento preventivo. La terminal Hermosillo 2 contará con planes de mantenimiento preventivo para todos los equipos e instalaciones, que involucra a toda la instalación: lo que abarca desde:
- Mantenimiento mecánico
 - Sistema contra incendio
 - Dispositivos Indicadores
 - Sistema de bombas

- Sistema de rociadores
- Sistema de columnas y mangueras
- Tubería contra incendios
- Sistemas de fallas de la unidad de control

El programa o plan de mantenimiento principal se llevará en el SISTEMA NAV de la compañía, y estarán el total de equipos y maquinaria, con fechas programadas, así mismo se describirá el mantenimiento a realizar y que se realizó, incluirá las horas de operación de los equipos, así como sí tipo de mantenimiento realizado es decir; correctivo, preventivo o urgente así como el motivo; a continuación se muestra un ejemplo de cómo se pretende realizar este programa:

Tabla No. 19. Programa de Mantenimiento. Ejemplo

[illegible]

Estos mantenimientos van desde la inspección, poner a prueba sistemas de seguridad de algunos equipos mecánicos como aperturas de válvulas, prueba de gasto de bombas, manómetros, pruebas hidrostáticas a mangueras, barrido de tubería, revisión de conectores, revisión de soportaría, inspección de mangueras, boquillas entre otras. Sin dejar de mencionar el mantenimiento eléctrico el cual es el conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos; de igual manera se tendrá un plan para el mantenimiento del sistema eléctrico dentro del cual se programan actividades desde la limpieza de tableros, barras conectoras, ajuste de tornillos, revisión de fusibles, de conexiones de tierra, medición de voltaje, de niveles de aceite al transformador, además de diversas pruebas como son las de resistencia, aislamiento, revisión de iluminación, etc., hasta cambio de piezas o corrección de una fuga o piezas que puedan optimizar el funcionamiento.

Aunado a lo anterior, se contará con programas específicos para el sistema contra incendio el cual abarca desde revisión de fusibles, lámparas hasta pruebas de energía primaria, limpieza al sistema de tableros de voltaje, revisión a los sistemas de rociadores, tornillos, detectores de humo, revisión a los sistemas de alimentación/ dispositivos de agua, revisión de puertas de emergencia, etc.

- ✓ Planes de Emergencia. El presente proyecto contará de manera inmediata un Plan de Contingencias; documento realizado con el fin de identificar y catalogar todos los elementos necesarios que permitan dar una respuesta adecuada a un caso de emergencia, estableciendo responsabilidades y tareas específicas para cada una de las personas que conforman las brigadas de emergencias y el resto del personal de la compañía, definiendo responsabilidades y tareas específicas para servir como un instrumento guía, para dar esa respuesta de acuerdo a lo establecido en la Ley de Protección Civil del Estado de Sonora.

Por lo que, tomando en cuenta la magnitud del daño que pudiera provocar la ocurrencia de un siniestro en un centro de trabajo, está en relación directa con la presencia de una serie de factores como son las características del sitio donde está localizado, las instalaciones y procesos utilizados, las condiciones meteorológicas y geológicas existentes en el área, las poblaciones potencialmente expuestas, las medidas que se tengan contra la emergencia, tomando en consideración la necesidad de prevenir y contrarrestar el probable impacto.

Por otro lado, las acciones de respuesta ante un caso de emergencia estarán siempre en función de factores tales como el grado de afectación de la eventualidad, la capacidad de respuesta que tenga el personal de la empresa, la naturaleza de evento, además de considerar el riesgo presente por las sustancias manejadas sin dejar de mencionar riesgo ambiental.

Las situaciones de emergencia ambiental que ameritan generalmente la elaboración de un plan de contingencias comprenden incendios, derrames de líquidos peligrosos, fugas de gases tóxicos y explosiones; por consiguiente, es necesario establecer las características de ubicación y magnitud de los riesgos como pueden darse en las instalaciones de una planta, teniendo en mente que debe prevenirse la contingencia a pesar de que ésta puede no presentarse nunca.

Por lo que el presente Plan de contingencias contará con objetivos específicos como:

- Dar cumplimiento a la normatividad del Estado de Sonora y el Municipio de Hermosillo en materia de Protección Civil.
- Definir, establecer y operar procedimientos que ayuden a minimizar el riesgo de generar siniestros debidos a situaciones controlables por la empresa.
- Establecer acciones preventivas y de auxilio destinadas a proteger la integridad física de las personas que concurren en las instalaciones, proteger los bienes e información vital del centro de trabajo, su entorno y el medio ambiente ante la ocurrencia de un siniestro.

- Contar con planes, procedimientos recursos materiales y humanos para dar respuesta a las posibles contingencias que se susciten en el lugar de trabajo.
 - Programar los 2 simulacros anuales de la empresa, así como establecer programas de capacitación y adiestramiento, tanto a los integrantes de las brigadas del centro de trabajo como al personal en general para la prevención, combate y control de emergencias de la planta productiva.
 - Establecer los procedimientos de recuperación después de terminada la emergencia; y mantener las buenas relaciones públicas con las diferentes empresas y vecinos.
 - Realizar recorridos en las instalaciones para localizar los puntos vulnerables y de riesgos prevalecientes.
 - Desarrollar una calendarización de solución a los hallazgos encontrados en el recorrido de seguridad a las instalaciones.
 - Examinar rutas pre-establecidas de evacuación y determinar si su uso es apropiado.
 - Propiciar un ambiente de seguridad con la comunidad y empresas aledañas al centro de trabajo.
 - Actualizar y revisar periódicamente el Plan de Contingencias de la empresa.
- ✓ Medidas de restauración y mitigación. En el plan de Prevención de Contingencias/Atención a Emergencias que se implementará, también se incluirán las actividades y medidas tendientes a la restauración de las áreas y zonas afectadas (en caso de algún evento), en el apartado de recuperación después de terminada la emergencia, así como el retorno a condiciones normales de operación, donde se describan las acciones de:
- Limpieza y retiro de escombros interna y externa si fuera el caso
 - Disposición adecuada de todos los residuos que se generen de la limpieza
 - Reacomodo y restauración o reposición de maquinaria, equipo e instalaciones
 - Recuento de los daños en el exterior, para su restauración en coordinación con la autoridad competente.
 - Reposición de los equipos y sistemas de emergencia que se hayan dañado



- Evaluación del daño total causado por el evento, y en su caso, la reingeniería de las instalaciones con las adecuaciones y mejoras correspondientes.

IV. RESUMEN

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Del presente Estudio de Riesgo modalidad “Análisis de Riesgos”, del proyecto Terminal de trasvase de combustibles Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, se concluye que:

- La Terminal de Logística Hermosillo 2 de Bulkmatic de México, realizará Actividades consideradas Altamente Riesgosas, pues manejará dentro de sus instalaciones los materiales combustibles gas L.P. y gasolina, que son materiales altamente inflamables, además de tóxicos.
- Los volúmenes que se manejarán en la Terminal de estos materiales, implican aún mayor riesgo, ya que, son volúmenes altos los que en un momento determinado se tendrán en la planta, 825 toneladas en el caso del gas L.P. y 8 000 toneladas de gasolina; esto es, en el momento en que arriban o llegan los materiales a la terminal (15 carros-tanque de gas L.P. y 100 carros-tanque de gasolina).
- Los eventos de riesgo identificados relacionados con estos materiales combustibles son de daños considerables, tanto a instalaciones como para el personal que en un momento dado se encuentre en las instalaciones (radios de afectación que van desde los 200 metros en un evento de explosión, hasta los 600 – 700 metros en un evento de incendio de un carro-tanque).
- Pueden presentarse eventos en cadena (efecto domino) con los mismos materiales combustibles (gas L.P., gasolina, queroseno, diésel, turbosina), sí suceden eventos mayores (Explosión y/o incendio de combustibles) ya que, se tendrán sobrepresiones de 16 – 20 psig entre 30 y 35 metros de distancia que pueden causar daño en los carros-tanque aledaños; así mismo se tendrán radiaciones de 60 – 80 kW/m² a distancias de entre 50 y 110 metros del primer evento, este calor de radiación también dañará la estructura de los carros-tanque, y puesto que la separación entre vías es de 5 metros entre sí y de 25 metros entre carros-tanque.

Las fortalezas del proyecto que pueden contrarrestar lo anterior se pueden resumir en:

- ✓ Los combustibles llegan en carros-tanque de 110 – 115 m³ de capacidad, equivalentes a 55 toneladas en el caso de gas L.P, y de 80 toneladas aproximadamente en el caso de la gasolina. Estos carros-tanque cumplen medidas muy estrictas de seguridad en su diseño, construcción y mantenimiento.
- ✓ Los equipos de trasvase para combustibles (transloaders), estarán diseñados también con altas medidas de seguridad, ya que, contarán con sistemas de paro automático por alta presión, por alta temperatura, paro por alto nivel de líquido (en el caso de gas L.P.), alarmas por alta presión, paro automático por niveles de explosividad, alarmas por alta vibración en el compresor del transloader, válvulas de alivio calibradas a 250 psig en el caso del gas L.P., y a 30 psig en el caso de gasolina, válvulas check, válvulas de no retroceso, todas las líneas/tuberías tienen instaladas válvulas de emergencia, etc.; lo que hace muy difícil que suceda o se presente alguna situación de emergencia durante las operaciones de trasvase.
- ✓ Estos equipos de trasvase para combustibles líquidos ya serán semifijos (su movimiento será menor); por lo que habrá menos conexiones de tuberías o líneas que se realicen en forma manual, ya con los manifolds instalados.
- ✓ Estos materiales no durarán más de una semana dentro de la terminal, por lo que el almacenamiento temporal es mínimo.
- ✓ De los eventos que se identificaron y se modelaron, ninguno alcanza los centros de población más cercanos a la instalación; además de que el sistema ambiental identificado para el proyecto no presenta ninguna especie de interés en cuanto a flora o fauna, por lo que el daño en los alrededores no sería de consideraciones catastróficas.
- ✓ El aislamiento de las estaciones en donde se realizará el trasvase de los combustibles, ayudará también a minimizar el riesgo, pues se tendrán sistemas de diluvio, sistemas de detección de gases, detectores de flama, delimitación de áreas, así como mangueras y cañones a ambos extremos de las estaciones.
- ✓ Además de lo anterior, y específicamente para prevenir el efecto domino con los mismos materiales combustibles durante la presentación de algún evento, se

tendrán dentro del sistema contra incendios, cañones y estaciones de mangueras (hidrantes) dirigidos hacia los carros-tanque más próximos al carro-tanque en que se esté trabajando.

- ✓ Se contará con un Programa de Capacitación y Adiestramiento para el personal involucrado con el manejo de combustibles, que abarcará la implementación del Plan de Emergencias, manejo de materiales combustibles, manejo de equipo de seguridad y de emergencia para atacar situaciones de emergencia, uso de los equipos de seguridad y de emergencia, así como manejo adecuado propiamente de los equipos propios para el trasvase.
- ✓ Se contará con procedimientos de operación y mantenimiento para todas las operaciones de la Terminal, así como supervisión en todo momento durante las actividades de trasvase de materiales combustibles.
- ✓ El Plan de Emergencias o contingencias, que establezca la terminal contendrá todos los procedimientos de actuación (incluyendo el qué hacer en caso de situaciones anormales), en caso de cualquier incidente con los materiales combustibles, personal responsable, brigadas, así como las actividades a realizar para contrarrestar las posibles causas de los eventos detectados en el presente estudio.

Por todo lo anterior, finalmente se concluye que el presente proyecto “Terminal de Logística (trasvase de combustibles) Hermosillo 2 de Bulkmatic de México”, es una actividad altamente riesgosa dado el riesgo intrínseco elevado que conlleva el manejo de los materiales combustibles gas L.P. y gasolina, pero que con la aplicación de las medidas de prevención y seguridad mencionadas y revisadas en el diseño del Proyecto, las recomendaciones derivadas del presente estudio, y la correcta y adecuada aplicación de los planes de Seguridad y de Atención a Emergencias, disminuyen las probabilidades de ocurrencia de los eventos de riesgo identificados.

IV.2 HACER UN RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL

Señalando desviaciones encontradas y posibles áreas de afectación

Propiamente como desviaciones detectadas en el estudio y análisis del presente proyecto en materia de riesgo ambiental, no se observo ninguna, ya que, todos los estudios y diseños que se evaluaron y analizaron cumplen con los más altos estándares y Normas de diseño en la materia.

Las posibles áreas de afectación en caso de suscitarse algún evento de riesgo, la mayoría se quedará dentro de las instalaciones de la Terminal, aunque habrá algunas afectaciones con la única planta vecina en la colindancia oriente (Planta CFE), sin ser de consecuencias graves, pues prácticamente serán las zonas de amortiguamiento.

Es importante señalar que no representa un riesgo para la Comunidad vecina cercana (no hay asentamientos humanos dentro de la zona de influencia del proyecto) en caso de que se presentará un accidente (incendio o explosión), ni para el sistema ambiental identificado en el estudio de impacto ambiental.

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO

Sustancias involucradas. Tabla No. 20

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm ³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
Propano - Butano	74-98-6 106-97-8	0.509	80.47	0.03	5	10 - 14	Cedula 80 sin costura	Carro-tanque a Pipa
Gasolina	8006-61-9	0.75	31.33	0.03	5	1 - 2	Cedula 40 sin costura	Carro-tanque a Pipa

* De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC, *International Union Pure Applied Chemistry*).

** De acuerdo con el *Chemical Abstract Service* (CAS)

Antecedentes de Accidentes e Incidentes. Tabla No. 21

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2011	Cartagena, Colombia	Embarcación	Combustible IFO-380	Derrame de gasolina en el trasiego de comb. de una bodega a otra	Aunque se desconoce la causa, se cree fue un descuido en el manejo de las válvulas	Daño ambiental en aguas de la costa de Colombia	Acciones inmediatas para descontaminación de las aguas
2016	García, N.L. México	Cruce de vía de ferrocarril	Gas L.P.	Explosión de gas L.P. al impactarse pipa con tren	No respeto la pipa el alto total en vías de ferrocarril	Lesiones 90% cuerpo chofer, Ningún daño ambiental	Atención médica y limpieza de lugar

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales. Tabla No. 22

No. de Falla	No. de Evento	Falla	Accidente hipotético					Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente ambiental afectado
			Fuga	Derrame	Incendio	Explosión	Unidad o equipo		
C	C	Ruptura de línea de gas L.P.	X			X	Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
E	E	Fuga por sellos línea de gas LP	X				Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
G	G	Deflagración de gas LP x aumento flujo				X	Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
H	H	Explosión de CT con gas LP por > presión			X		Equipo de trasvase	Haz-op	Contaminación del aire
I	I	Fuga de LPG por válvula abierta en CT	X				Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
J	J	Fuga de gas LP por fisura en CT	X			X	Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
K	K	Emisión de LPG líquido por válvula de seguridad	X				Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
L	L	Fuga de LPG por fisura en la pipa	X				Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
O	O	Explosión de CT con gasolina por > temp.			X		Equipo de trasvase	Haz-op	Contaminación del aire
P	P	Fuga de gasolina por ruptura de tubería	X			X	Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
U	U	Fuga de gasolina por válvula abierta en CT	X			X	Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno
W	W	Fuga de gasolina por fisura en CT	X			X	Equipo de trasvase	Haz-op	Ninguno

Estimación de consecuencias. Tabla No. 23

No. de Falla	No. de Evento	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada		Estado físico	Efectos potenciales					Programa de simulación empleado	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		Distancia (m)	Distancia (m)
C, E, J, K, L, M	C, E, J, K, L, M		X	40.96	Kg/s	gas					X	SCRI Modelos Versión 4 "Emisión de chorro horizontal"	543.34	923.26
C, J	C, J	X		4 915.20	kg	gas				X		SCRI Modelos Versión 4 "Sobre-presión provocada por nubes explosivas"	204.38	347.42
H, G	H, G	X		55 000	kg	gas		G				SCRI Fuego 2 Versión 1.2 mod. "Bola de Fuego"	616.91	1 158.08
O	O	X		80 000	kg	líquido		G				SCRI Fuego 2 Versión 1.2 mod. "Bola de Fuego"	676.87	1 272.49
P, U y W	P, U y W		X	23.5	kg/s	líquido					X	SCRI Modelos Versión 4 "Emisión de chorro horizontal"	166.96	418.94
P, U y W	P, U y W	X		2 820	kg	líquido				X		SCRI Modelos Versión 4 "Sobre-presión provocada por nubes explosivas"	359.62	611.29

Criterios utilizados. Tabla No. 24

No. de Falla	No. de Evento	Toxicidad				Explosividad		Radiación térmica		Otros Criterios
		IDLH*	TLV**	Velocidad del viento	Estabilidad atmosférica					
C, E, J, K, L, M	C, E, J, K, L, M	2 100 ppm	1 000 ppm	2.18 m/s	D					---
C, J	C, J			2.18 m/s	D	1.0 psi	0.5 psi			LIE 1.8% LSE 9.3%
H, G	H, G			2.18 m/s	D			5 kW/m ²	1.4 kW/m ²	
O	O			2.18 m/s	D			5 kW/m ²	1.4 kW/m ²	
P, U y W	P, U y W	5 000 ppm	500 ppm	2.18 m/s	D					---
P, U y W	P, U y W			2.18 m/s	D	1.0 psi	0.5 psi			LIE 1.3% LSE 7.1%

*IDLH: Inminentemente peligrosa para la vida y la salud

**TLV_g: Valor Umbral Límite

EFFECTOS POTENCIALES:

(C) Catastrófico: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con un nivel de peligro (por ejemplo, gases tóxicos o inflamables, radiación térmica o explosión causada por sobrepresión) que puede causar efectos ecológicos adversos irreversibles o grave desequilibrio al ecosistema. Un efecto ecológico adverso irreversible es aquel que no puede ser asimilado por los procesos naturales, o solo después de muy largo tiempo, causando pérdida o disminución de un componente ambiental sensible (por ejemplo, especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tipos de vegetación amenazada, entre otros).

(G) Grave: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos temporales. Un efecto ecológico adverso temporal es aquel que permanece un tiempo determinado, y disminuye la calidad o funcionalidad de un componente ambiental, siendo factible de atenuar con acciones de restauración o compensación.

(S) Significativo: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos recuperables. Un efecto ecológico adverso recuperable es aquel que puede eliminarse o remplazarse por la acción natural o humana, no afectando la dinámica natural del ecosistema o del componente ambiental.

(R) Reparable: Este evento puede afectar áreas externas a los terrenos de la instalación con suficiente nivel de peligro para causar efectos ecológicos adversos reversibles. Un efecto ecológico adverso reversible es aquel que puede ser asimilado por los procesos naturales a corto plazo.

(N) Ninguno: Este evento no alcanza áreas externas a los terrenos de la instalación.

LSE: Límite superior de inflamabilidad de la sustancia

LIE: Límite inferior de inflamabilidad