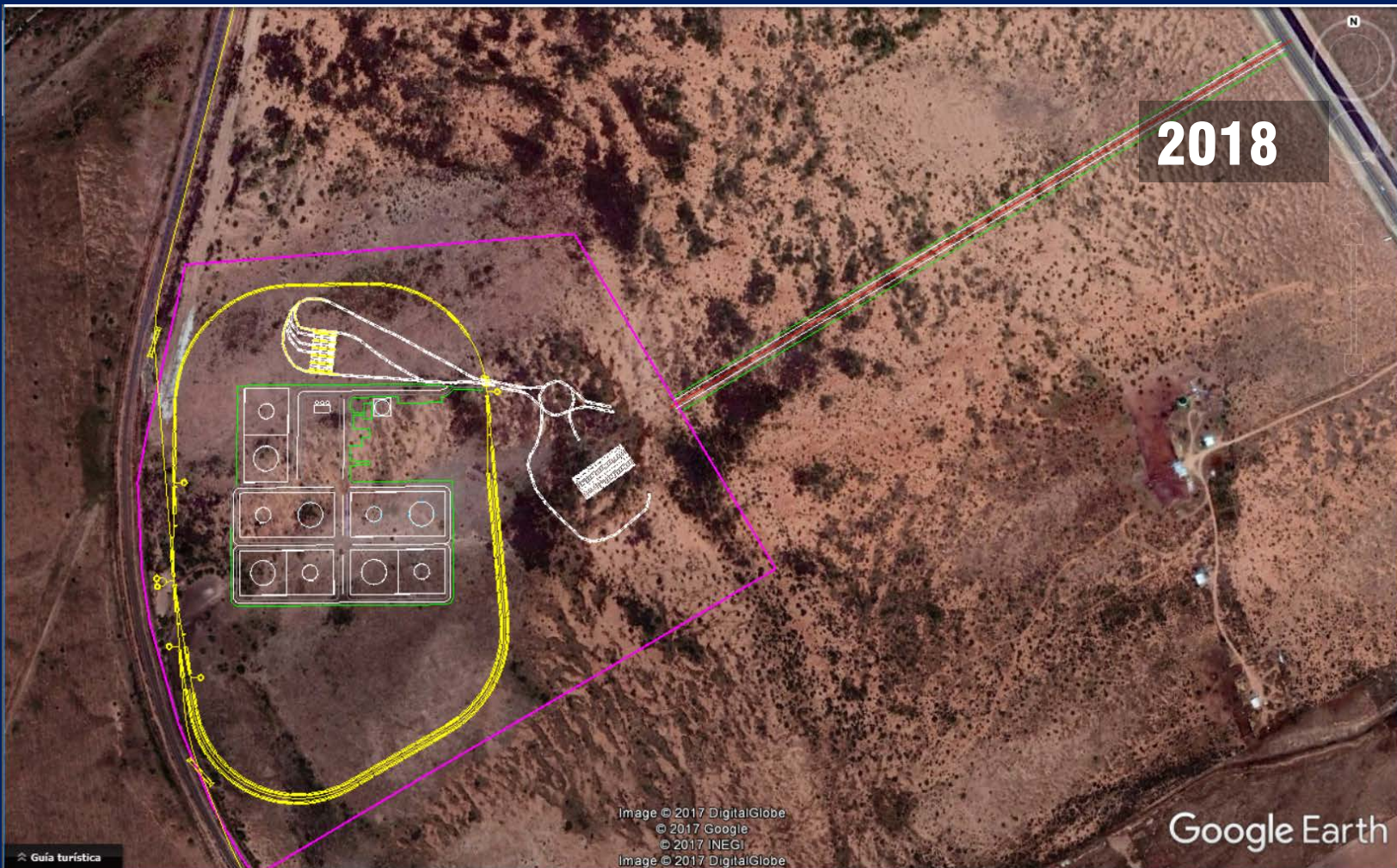


ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO

ALMACÉN DE PETROLÍFEROS DE CHIHUAHUA S.A. DE C.V



**“TERMINAL DE RECIBO, ALMACENAMIENTO Y
ENTREGA DE PETROLÍFEROS “CHIHUAHUA””**

*Km 202 de la Carr. Chihuahua – Delicias; Col. Agrícola,
Municipio de Chihuahua; Estado de Chihuahua*

Capítulo I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

Abril 2018

ÍNDICE

CAPITULO I. 1

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.	1
I.1. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A FENÓMENOS NATURALES.	1
I.1.1 RIESGOS GEOLÓGICOS.	1
I.1.2 RIESGOS HIDROMETEORO LÓGICOS. (INTEMPERISMO SEVEROS).	11
I.2. BASES DE DISEÑO	19
I.2.1 BASES DE DISEÑO PROYECTO CIVIL.	21
I.2.2 CRITERIOS DE DISEÑO PROYECTO CIVIL.	27
I.2.3 CRITERIOS DE DISEÑO DE INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL.	33
I.2.4 CRITERIOS DE DISEÑO PROYECTO ELÉCTRICO.	38
I.2.5 CRITERIOS DE DISEÑO DE SISTEMA DE TUBERÍAS.	39
I.2.6 CRITERIOS DE DISEÑO DE SEGURIDAD.	41
I.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.	43
I.3.1 PROYECTO CIVIL Y MECANICO.	43
I.3.2 PROYECTO CONTROL E INSTRUMENTACIÓN.	49
I.3.3 PROYECTO SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA.	99
I.3.4 PROYECTO SISTEMA DE TUBERÍAS.	106
I.3.5 PROYECTO SISTEMA CONTRA INCENDIO.	111
I.4 OPERACIÓN.	134
I.4.1 LAS OPERACIONES QUE SE LLEVARAN A CABO EN LA PLANTA SE DESCRIBEN A CONTINUACIÓN:	134
I.4.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE LAS OPERACIONES BÁSICAS PARA LA RECEPCIÓN, TRASIEGO, ALMACENAJE Y DESPACHO DE PETROLÍFEROS.	138
I.4.3 HOJAS DE SEGURIDAD.	139
I.4.4 ALMACENAMIENTO	140
I.4.5 EQUIPOS DE PROCESO Y AUXILIARES.	143
I.5 CONDICIONES DE OPERACIÓN.	145
I.5.1 TEMPERATURAS Y PRESIONES DE DISEÑO Y OPERACIÓN.	145
I.5.2 ESTADO FÍSICO DE LAS DIVERSAS CORRIENTES DEL PROCESO.	145
I.5.3 CARACTERÍSTICAS DEL RÉGIMEN OPERATIVO DE LA INSTALACIÓN (CONTINUO, INTERMITENTE O POR LOTES).	145
I.5.4 DIAGRAMAS DE TUBERÍA E INSTRUMENTACIÓN (DTI'S) CON BASE EN LA INGENIERÍA DE DETALLE Y CON LA SIMBOLOGÍA CORRESPONDIENTE.	145
I.5.5 ESPECIFICACIÓN DEL CUARTO DE CONTROL.	146
I.5.6 SISTEMAS DE AISLAMIENTO.	149
I.6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.	150
I.6.1 ANTECEDENTES DE INCIDENTES OCURRIDOS EN LA OPERACIÓN DE LAS INSTALACIONES O DE PROCESOS SIMILARES.	150
I.6.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES.	153
I.6.3 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN Y JERARQUIZACIÓN	156
I.6.3.1 ANÁLISIS PRELIMINAR DE RIESGOS (APR).	157
I.6.3.2 HAZOP (HAZARD AND OPERABILITY ANALYSIS).	164
I.6.4 ANÁLISIS CUALITATIVO DE LA MAGNITUD DE LOS RIESGOS.	177
I.6.4.1 MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.	177
I.6.4.2 JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS	181
I.7 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS.	185

CAPITULO I.

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

Indicar los criterios de diseño y normas utilizadas para el proyecto con base a las características del sitio y a la susceptibilidad de la zona a fenómenos naturales y efectos meteorológicos adversos, indicando el análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables (Terremotos o sismicidad, corrimientos de tierra, derrumbes o hundimientos, inundaciones, vulcanología, fallas geológicas, fracturas geológicas, deslizamientos, entre otros).

La identificación de los riesgos potenciales asociados a fenómenos naturales del tipo geológico o hidrometeorológico a los que potencialmente pudiese estar expuesta la planta de Almacenamiento para Distribución, se obtuvo a partir de los datos generados en el Atlas de Riesgo Nacional con datos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

I.1. Susceptibilidad de la Zona a fenómenos naturales.

De acuerdo a la ubicación del predio y el Atlas de Riesgos Naturales del Municipio de Chihuahua en el SA delimitado para el proyecto su vulnerabilidad a los riesgos y fenómenos naturales es conforme a lo siguiente.

I.1.1 Riesgos Geológicos.

Sismicidad.

La República Mexicana está situada en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada dentro del área conocida como el Cinturón Circumpacífico donde se concentra la mayor actividad sísmica del planeta.

La alta sismicidad en el país, es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales que corren a lo largo de varios estados aunque estas últimas menos peligrosas. La Placa Norteamericana se separa de la del Pacífico pero roza con la del Caribe y choca contra las de Rivera y Cocos, de aquí la incidencia de sismos.

Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Michoacán, Colima y Jalisco son los estados con mayor sismicidad en la República Mexicana debido a la interacción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera que subducen con las de Norteamérica y del Caribe sobre la costa del Pacífico frente a estos estados, también por esta misma acción son afectados los estados de Veracruz, Tlaxcala, Morelos, Puebla, Nuevo León, Sonora, Baja California, Baja California Sur y el Distrito Federal.

Otra división del país está dada por Regiones Sísmicas, Penisísmicas y Asísmicas. Las Zonas sísmicas están localizadas al sur y suroeste de la República, abarca los estados de México, Colima, Michoacán, Guerrero, Morelos, Oaxaca, sur de Veracruz, Chiapas, Jalisco, Puebla y Distrito Federal; las Zonas penisísmicas abarcan la Sierra Madre Occidental, las llanuras de Sonora, Sinaloa, Nayarit, así como la región transversal que va del sur de Durango al centro de Veracruz y, las Zonas asísmicas se sitúan en la parte norte y noreste de México, en casi toda la península de Baja California y en la península de Yucatán.

Para fines de diseño sísmico, el territorio de la república mexicana se encuentra clasificado en cuatro (4) zonas. Estas cuatro zonas denominadas como A, B, C y D representan las regiones de menor a mayor riesgo sísmico respectivamente, y se han definido básicamente en función de la sismicidad propia de cada región.

De acuerdo a la página web del Atlas de Riesgos del municipio de Chihuahua¹, este se localiza en una zona en la que no ha habido actividad sísmica de relevancia en los últimos 80 años. Aunado a esto, no existe una cantidad relevante de edificaciones con altura superior a los tres niveles y la mayoría de los edificios que se encuentran en estas circunstancias no tienen la suficiente edad como para considerar que sus estructuras estén ya debilitadas.

El Instituto de Geofísica Servicio Sismológico Nacional reporto que en el 2013 se suscitaron una serie de sismos en la región, siendo el más mayor en la escala de Richter el del 23 de septiembre del 2013 localizado a 54 km al suroeste de la Cd. de Delicias, en el estado de Chihuahua.

El sismo, ocurrido a las 07:16 hora (hora del centro de México), fue sentido en la capital del estado, así como Delicias y Santa Gertrudis entre otras comunidades. Las coordenadas del epicentro son 27.79 latitud N y 105.78 longitud W y la profundidad es de 3.00 km.²

Fig. 1 Epicentro del sismo registrado en la región, 5.4 en la escala de Richter.



¹ <http://www.municipium.mx/atlasderiesgos/municipiochihuahua/sismos.php>

² <http://www.ssn.unam.mx/jsp/reportesEspeciales/SismoChihuahua2013.pdf>

La placa tectónica Norteamericana, donde se encuentra la República Mexicana, interactúa con las placas del Pacífico, Rivera y Cocos, lo que provoca gran deformación de las mismas; originando la aparición de fallas y fracturas, incluso en regiones alejadas de los límites entre placas, tal es el caso del estado de Chihuahua. Este estado presenta gran cantidad de fallamiento activo. A partir del 27 de agosto del presente año se empezó a registrar gran actividad sísmica en esa región, desde entonces el SSN ha reportado 57 sismos, de estos los mayores a 4.0 se enlistan a continuación.

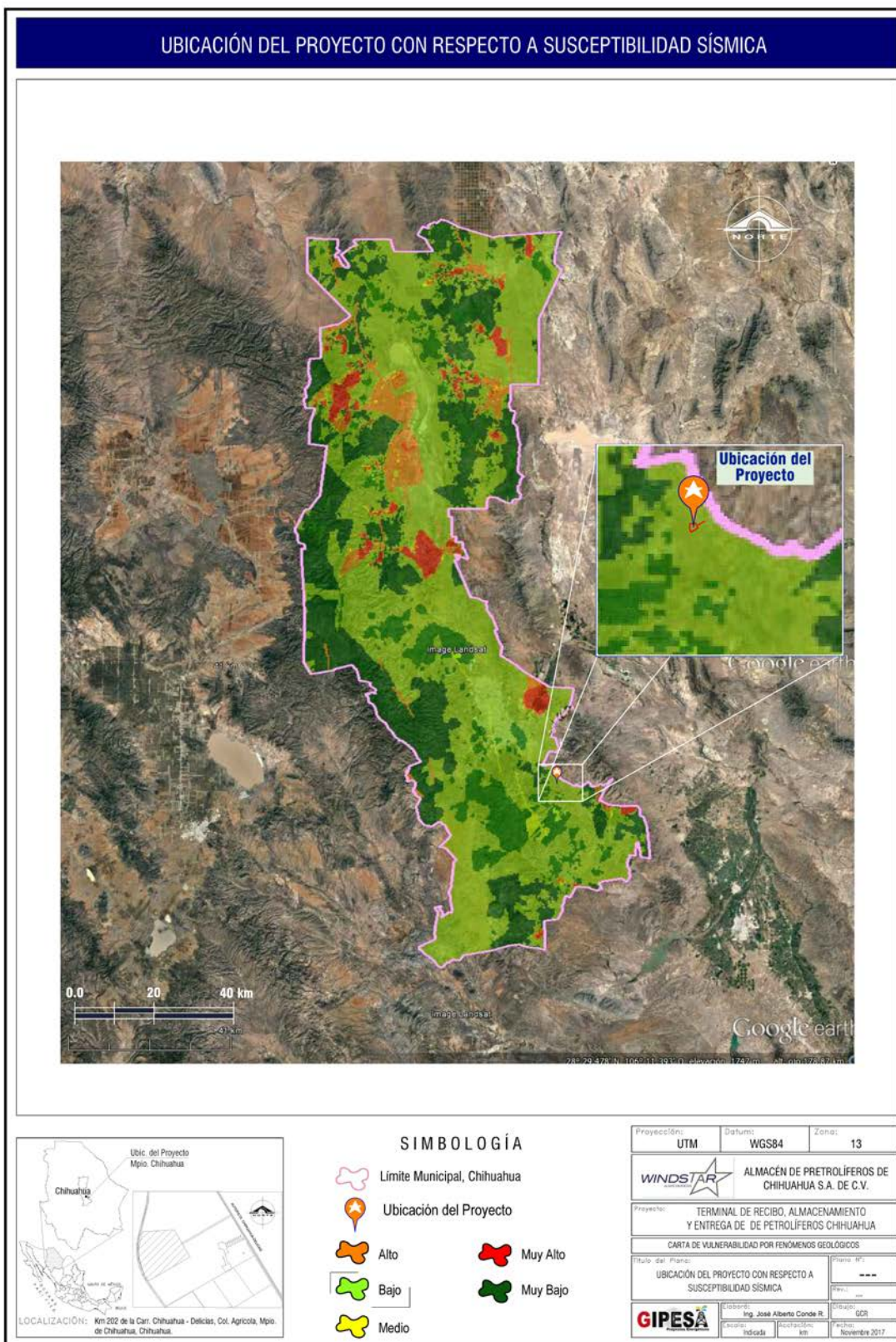
Bajo estos criterios, se considera que en el municipio de Chihuahua el riesgo derivado de sismicidad es muy bajo.

Según la carta de regionalización sísmica el predio en estudio se encuentra ubicado dentro de la REGION B.

Erupciones Volcánicas.

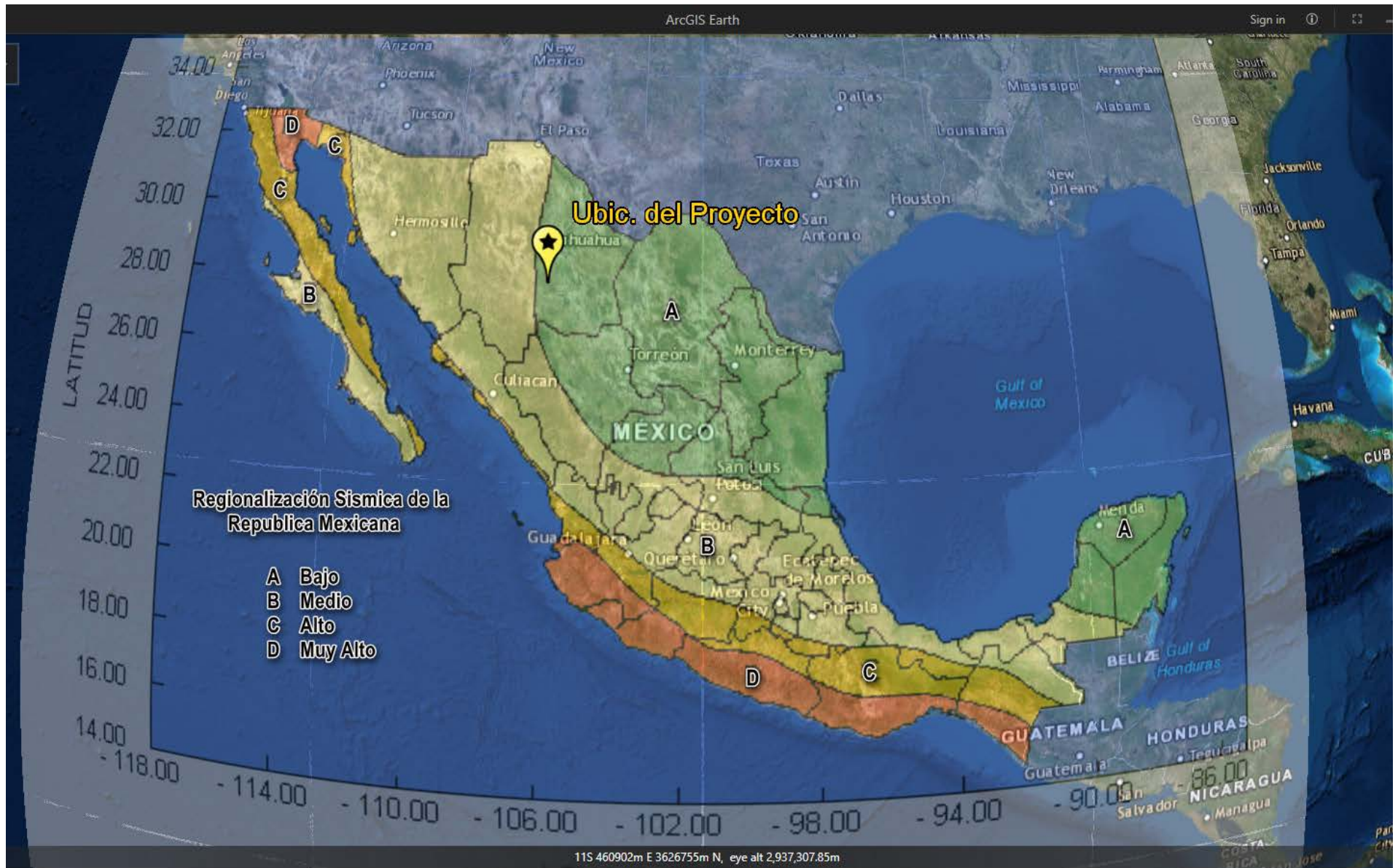
El municipio de Chihuahua se localiza en una zona de poca actividad sísmica. Dentro del territorio municipal sólo se tiene registro de un volcán, el Huérfano, sin embargo, el último evento de vulcanismo que se registra en la zona data del periodo Cretácico, aproximadamente hace 100 millones de años, por lo que se considera que el peligro de vulcanismo en la región es mínimo.

Fig. 2 Ubicación del sitio del proyecto con respecto a susceptibilidad de sismo de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Fig. 3 Ubicación del sitio del proyecto de acuerdo a las regiones sísmicas de México.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Inestabilidad de laderas.

Las laderas inestables son aquellas en las que existen factores como una pendiente mayor de 30°, ausencia de vegetación o infiltración de agua, entre otros. Las laderas en estas condiciones son propicias para que se presenten **derrumbes** (también conocidos como caídos o desgajamientos), **deslizamientos** (también conocidos como deslaves), y **flujos** de material.

Los derrumbes o caídos son procesos en los que se produce una ruptura brusca de bloques rocosos que caen libremente y a alta velocidad desde la parte superior de una ladera. El material que cae lo hace rodando o incluso desplazándose en el aire. Se originan cuando las pendientes de las laderas son muy pronunciadas o cuando en la parte superior de las mismas existen rocas fracturadas por los efectos del intemperismo (que es el proceso por el cual las rocas expuestas a la atmósfera sufren una degradación que altera su consistencia, su volumen o su forma, entre otras características, lo que facilita que se rompan). Algunos agentes exógenos, tales como sismos o vibraciones, pueden desencadenar este proceso.

Los deslizamientos son los desplazamientos de roca o detritos (fragmentos de roca), que se producen cuando masas de tierra superficiales que se encuentran inestables se mueven por efecto de la gravedad. Se desencadenan como consecuencia de actividad sísmica, volcánica o por que el suelo está saturado de agua, y en algunos casos por la combinación de estos factores.

Finalmente, los flujos son fenómenos que tienen lugar cuando la lluvia u otros procesos hidráulicos, como los deshielos, producen corrientes de agua que acarrearán tierra suelta o incluso rocas.

A través del análisis de imágenes y videos aéreos realizados con drones especializados, se observaron algunos flujos en el cerro El Coronel. Sin embargo, las condiciones pluviales en el territorio municipal de Chihuahua no condicionan en forma importante la generación de este fenómeno en particular.

No obstante, en las laderas de los cerros Grande y El Coronel se observan condiciones que podrían propiciar derrumbes o deslizamientos. En dichas laderas se observa una cantidad relevante de rocas fracturadas, escasez de vegetación, pendientes pronunciadas y rocas que están perdiendo sustentación por efectos de la erosión. Adicionalmente, los asentamientos humanos y sus consecuentes construcciones producen variaciones físicas en el relieve de las laderas, lo que acentúa el peligro de estos fenómenos.

Fig. 4 Ubicación del sitio del proyecto con respecto de inestabilidad de laderas de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Hundimientos.

Son depresiones en el terreno, originadas principalmente por colapso, producto de la disolución de los carbonatos, que son el componente principal de las rocas que afloran en la región. Cuando estas rocas entran en contacto con el agua tienden a disolverse formando cavidades en la superficie (dolinas, úvalas y poljés) y en el interior de las estructuras plegadas llegan a formar cavidades. Ejemplo de este fenómeno son las grutas Nombre de Dios, a poca distancia del municipio, con dirección al norte. En el territorio municipal de Chihuahua hay cuevas y quevedas de menores dimensiones.

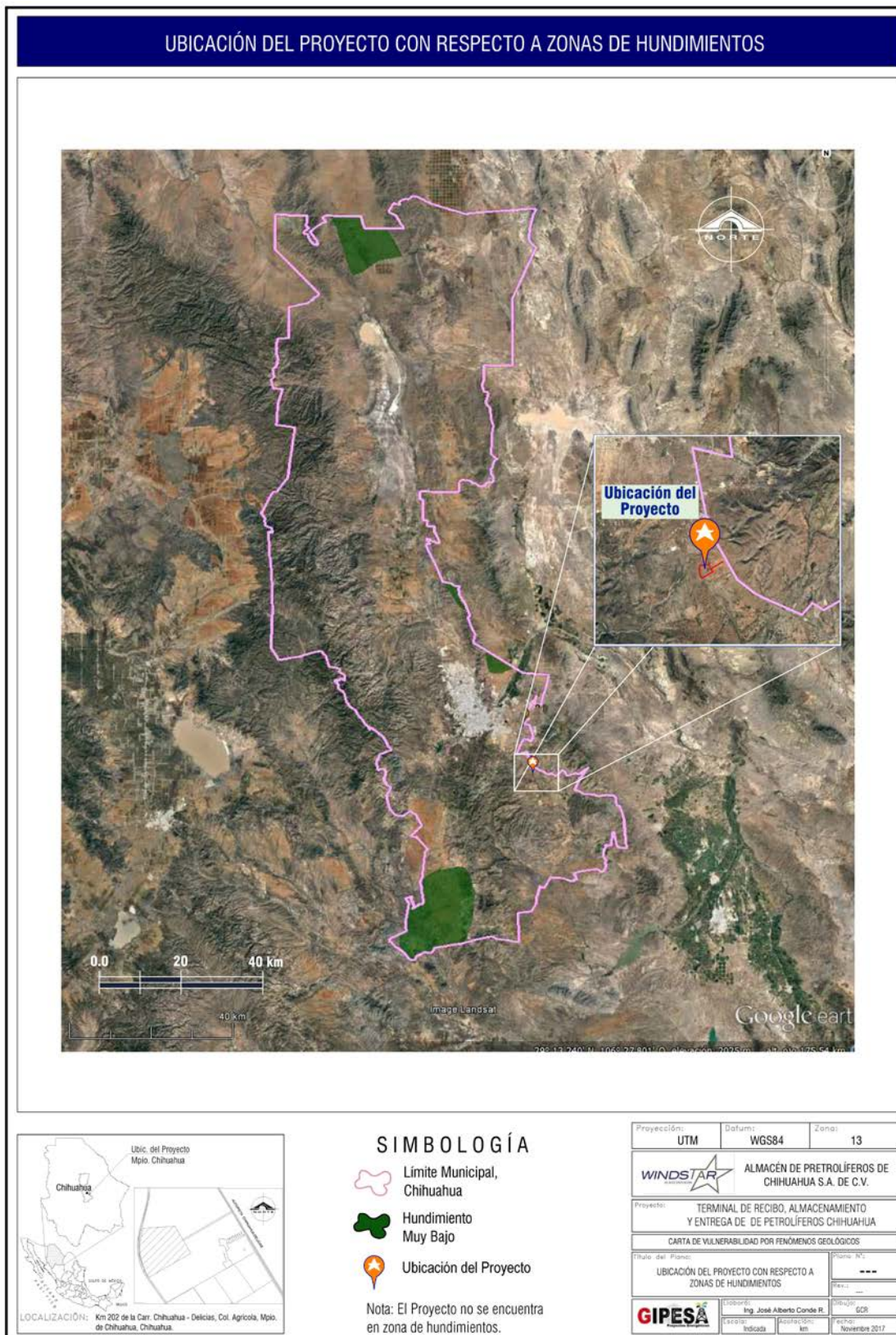
Agrietamientos.

En el municipio se hallaron evidencias de algunos puntos con agrietamiento superficial de suelos en la parte noreste del Municipio (en localidades cercanas a la Laguna Ojo Laguna) y en las inmediaciones de la ciudad en zonas próximas a las elevaciones en el área conurbada, siendo muchas veces poco perceptibles. Al norte del municipio cerca de El Faro y el Sauce, se identificaron una serie de grietas que se presume se originan en temporada de secas cuando el nivel de la laguna baja y se da un proceso de expansión-reducción edáfica que da lugar a pequeños agrietamientos del suelo.

Subsidencia.

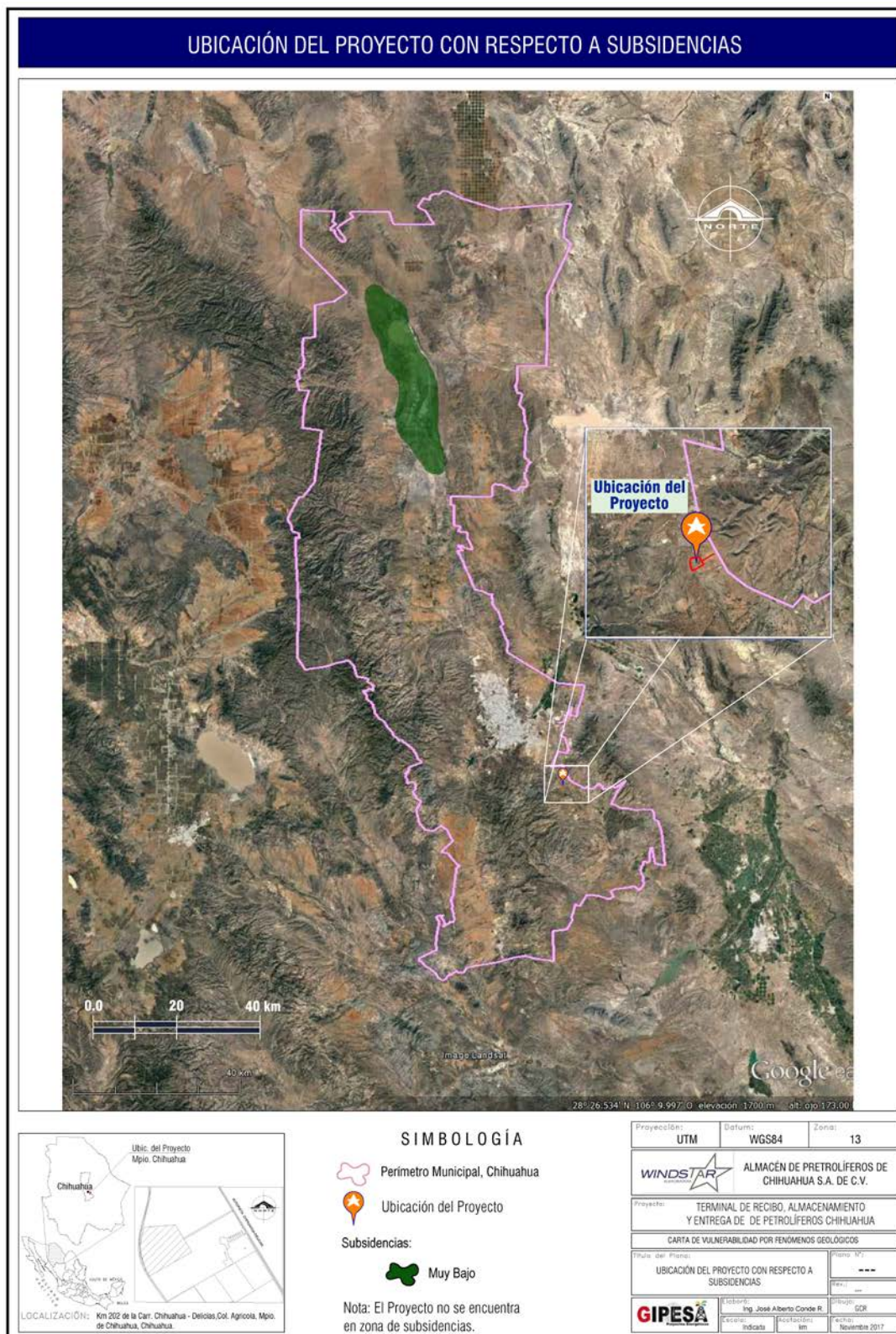
El término genérico de subsidencia hace referencia al hundimiento paulatino de la corteza terrestre, continental o submarina. La subsidencia terrestre, es un fenómeno que implica el asentamiento de la superficie terrestre en un área extensa debido a varios factores que pueden ser naturales o causados por el impacto de diversas actividades humanas, como la sobreexplotación de acuíferos. En el municipio de Chihuahua no hay evidencias, reportes o estudios que dejen ver la existencia de subsidencia.

Fig. 5 Ubicación del sitio del proyecto con respecto de hundimientos de laderas de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua”
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Fig. 6 Ubicación del sitio del proyecto con respecto de subsidencias de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

I.1.2 Riesgos Hidrometeoro lógicos. (Intemperismo severos).

Ciclones tropicales.

Los ciclones tropicales son las tormentas más violentas que puede experimentar un marino; en aguas de las Antillas se denominan huracanes; al este de la India y en aguas del Japón se conocen con el nombre de tifones, en el Océano Índico (bahía de Bengala), ciclones; cerca de las costas australianas willy-willies y por las de Filipinas, baguios, Técnicamente son todos ciclones tropicales..."; en América es normal referirse a ellos, con los nombres de huracanes (que es la etapa más intensa de un ciclón) o ciclones tropicales.

Para clasificar a los ciclones tropicales y huracanes, se utiliza la escala Saffir-Simpson. Es una escala que Clasifica los huracanes según la Intensidad del viento, desarrollada en 1969 por el ingeniero civil Herbert Saffir y el director del Centro Nacional de Huracanes de Estados Unidos, Bob Simpson. Los parámetros para asignar una categoría se incluyen en la Fig. siguiente.

Fig. 7 Clasificación de Huracanes y sus potenciales efectos.

Tipo	Etapa y/o Categoría	Presión en Milibares (mb)	Vientos Máximos en Nudos	Vientos máximos en Km/h	Marea de Tormenta en m
Depresión Tropical	Depresión Tropical		< 34	62	
Tormenta Tropical	Tormenta Tropical		34 – 63	63 – 117	
Huracán	H. 1	> 980	64 – 82	118 – 152	1.22 – 1.524
Huracán	H. 2	965 - 980	83 – 95	153 – 176	1.83 – 2.44
Huracán	H. 3	945 - 965	96 – 112	177 – 208	2.74 – 3.66
Huracán	H. 4	920 - 945	113 - 135	209 – 250	3.96 – 5.47
Huracán	H. 5	< 920	> 135	> 250	> 5.48
H. 1 Sin daños en las estructuras de los edificios.					
Daños básicamente en casas flotantes no amarradas, arbustos y árboles.					
Inundaciones en zonas costeras y daños de poco alcance en puertos.					
H. 2 Daños en tejados, puertas y ventanas.					
Importantes daños en la vegetación, casas móviles, etc.					
Inundaciones en puertos así como ruptura de pequeños amarres.					
H. 3 Daños estructurales en edificios pequeños.					
Destrucción de casas móviles.					
Las inundaciones destruyen edificaciones pequeñas en zonas costeras y objetos a la deriva pueden causar daños en edificios mayores.					
Posibilidad de inundaciones tierra adentro.					
H. 4 Daños generalizados en estructuras protectoras, desplome de tejados en edificios pequeños.					
Alta erosión de bancales y playas.					
Inundaciones en terrenos interiores.					
H. 5 Destrucción de tejados completa en algunos edificios.					
Las inundaciones pueden llegar a las plantas bajas de los edificios cercanos a la costa.					
Puede ser requerida la evacuación masiva de áreas residenciales.					

En México, entre los meses de mayo a noviembre, se presentan en promedio 23 ciclones tropicales con vientos mayores a 63 km/h. Del orden de 14 ciclones tropicales ocurren en el océano Pacífico y 9 en el Golfo de México y el mar Caribe. De ellos 4 inciden cada año sobre territorio nacional o se acercan a menos de 100 km, 2 desde el Pacífico y 2 desde el Atlántico.

Con base en las zonas de ingreso, se infiere que en los estados de Baja California Sur, Michoacán, Sinaloa, Sonora y Tamaulipas sucede mayor ocurrencia de penetración (2 a 4 años). Debido a existencia de importantes centros de población asentados a lo largo de sus costas, se ha estimado que las personas expuestas a este fenómeno son aproximadamente 4 000 000 (el 40% de la población total de estos estados, ubicada en 31 municipios costeros).³

De acuerdo a datos de National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), en el océano Pacífico se han presentado las siguientes tormentas y Huracanes:

Fig. 8 Susceptibilidad del estado de Chihuahua a que se presenten huracanes.

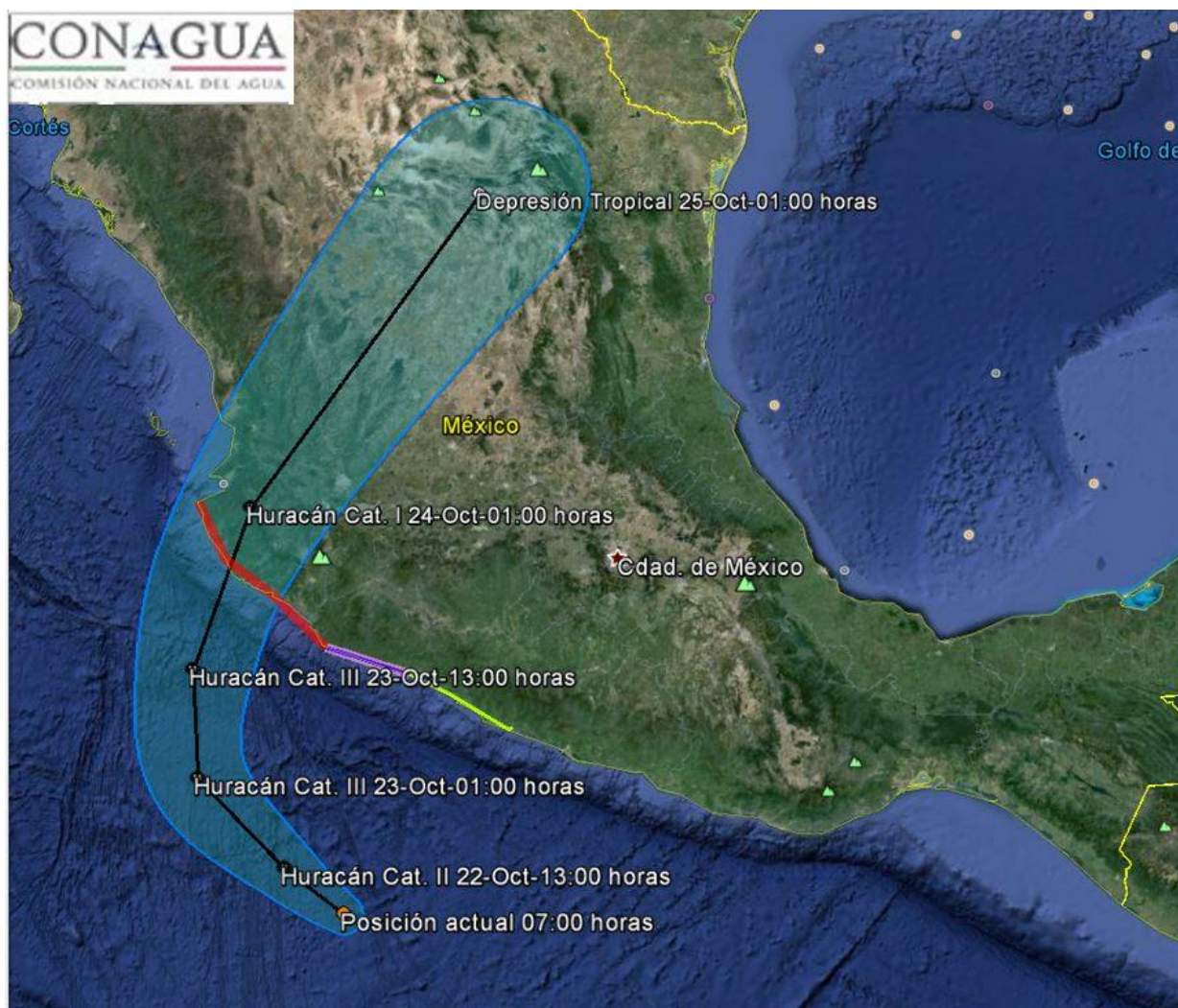


³ http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=53&Itemid=176

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Por su ubicación y altitud sobre el nivel del mar, el municipio de Chihuahua la susceptibilidad de que sea afectado por estos fenómenos naturales es muy baja, sin embargo en 2015 el Huracán Patricia, en la mayoría de los municipios de la entidad genero lluvias, granizo, rachas de viento y nieve en las partes altas.

Fig. 9 Trayectoria del huracán Patricia sobre el territorio mexicano.

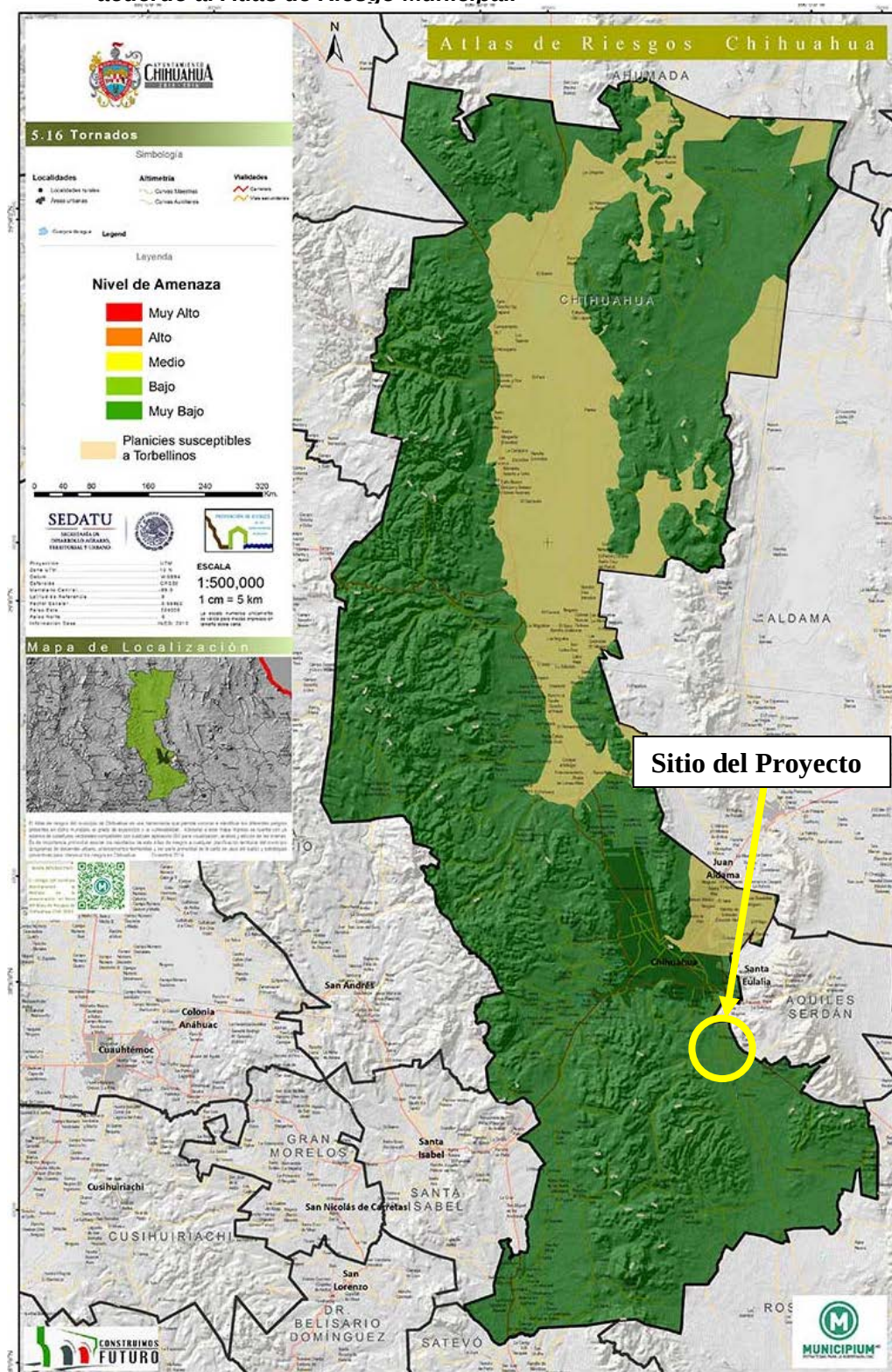


Tornados.

Un tornado es la perturbación atmosférica más violenta en forma de vórtice que tiene lugar en el planeta. Se trata de un remolino de viento con forma de embudo cuyo extremo inferior está conectado con la superficie de la Tierra y el superior con una nube cumuliforme. La velocidad de rotación de los vientos de un tornado puede alcanzar los 180 kilómetros por hora (aunque algunos textos refieren tornados con velocidades angulares mucho mayores). Sus diámetros generalmente no rebasan los 75 metros, pero observan un desplazamiento a velocidades que suelen superar los 60 km/h. Se producen de distintos modos, pero los más intensos resultan de la confrontación de masas de aire de distinta temperatura, humedad y densidad.

Aunque los tornados ocurren con mayor frecuencia en el territorio de los Estados Unidos de América, en varias zonas del territorio mexicano se han llegado a observar tornados peligrosos. En el norte del municipio de Chihuahua tuvo lugar un tornado en julio del 2013, que incluso provocó una declaratoria de desastre por parte de las autoridades federales de protección civil

Fig. 10 Ubicación del sitio del proyecto con respecto de afectaciones por tornados de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



Inundaciones pluviales, fluviales, costeras y lacustres.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Las inundaciones se pueden producir como consecuencia de lluvias intensas o continuas que sobrepasan la capacidad de retención e infiltración del suelo, o como resultado de desbordamiento de cuerpos de agua como presas o ríos. Aunque el municipio de Chihuahua se localiza en una de las regiones semiáridas del país, hay que considerar que cuenta con algunas presas, ríos y arroyos que se encuentran inmersos o cercanos a centros poblacionales y que por tanto hacen que el tema de las inundaciones deba ser analizado con atención.

En el municipio de Chihuahua las inundaciones se pueden llegar a producir en las zonas aledañas a los ríos que cruzan la ciudad, particularmente en la temporada de lluvias. Con la ayuda de drones equipados con cámaras, se hizo un reconocimiento aéreo de los cauces urbanos para revisar las condiciones en las que se encuentran. Paralelamente, con la ayuda de software especializado, se hicieron simulaciones y cálculos sobre el comportamiento del agua en inundaciones hipotéticas, todo esto en distintos escenarios de tiempo, denominados "periodos de retorno", y que van de algunos pocos años hasta plazos de 200 años.

Las inundaciones no solamente pueden producir daños económicos en las unidades de producción agrícola, sino que incluso pueden comprometer seriamente el patrimonio y aún la salud de las personas en determinadas zonas.

Específicamente para el SA delimitado las afectaciones por inundación se presentan hacia el límite oeste con algunas superficies que presentan riesgos muy bajo, medio y alto, la superficie o las inmediaciones del predio se tienen riesgos de inundaciones.

Heladas.

México es afectado año con año por diferentes fenómenos de origen meteorológico, algunos impactan a la población en forma impetuosa como los huracanes; pero otros, como es el caso de las heladas, dejan sentir lentamente su presencia destructiva y causan graves daños.

Las heladas tienen lugar cuando la temperatura disminuye por debajo de los cero grados centígrados durante periodos prolongados. Las heladas que ocurren en Chihuahua aparecen repentinamente durante los meses de noviembre a febrero y son provocadas por masas de aire frío que se desplazan cerca de la superficie del terreno.

El fenómeno de la helada puede provocar pérdidas a la agricultura y afectar a la población de las zonas rurales y ciudades; sus inclemencias la sufren, sobre todo, las personas que habitan en casas frágiles o que son indigentes.

Las heladas provocan pérdidas en las actividades agrícolas, pero también son peligrosas porque comprometen la salud e incluso la vida de personas de grupos vulnerables.

Las heladas que ocurren en Chihuahua aparecen repentinamente durante los meses de noviembre a febrero y son provocadas por masas de aire frío que se desplazan cerca de la superficie del terreno.

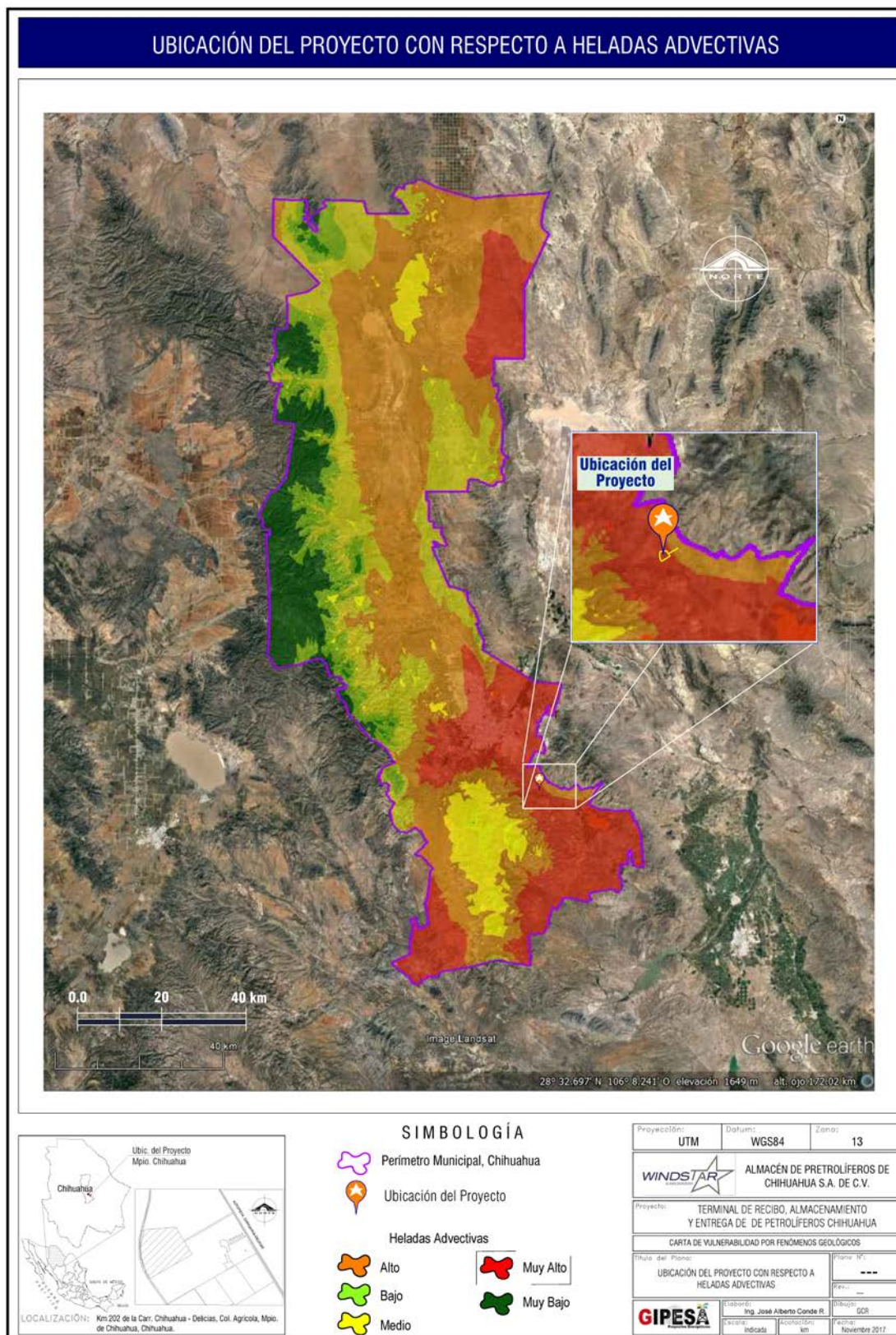
Heladas por advección.

Esta clase de heladas se forma cuando llegan grandes masas de aire frío de origen continental a una región hasta de 100 km², ubicada en las partes bajas de las montañas, en las cañadas o en valles. Se presentan indistintamente en el día o noche. Ellas van acompañadas de vientos moderados a fuertes (velocidades mayores de 15 km/h) y durante ellas no existe inversión térmica (inciso. Los cultivos se enfrían por contacto y los daños que sufren dependen de su naturaleza y etapa en que se encuentre su desarrollo.

Los daños en los cultivos se deben al continuo movimiento de aire frío sobre ellos, por lo que es muy difícil protegerlos contra esta clase de helada.

En el SA delimitado para el proyecto se tiene alto riesgo de presentarse este tipo de heladas.

Fig. 11 Ubicación del sitio del proyecto con respecto de afectaciones por heladas advectivas de acuerdo al Atlas de Riesgo Municipal.



“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

I.2. Bases de Diseño

Como se ha manifestado en la MIA presentada el presente proyecto tiene como objeto la recepción, almacenamiento y entrega de Gasolina Regula, Gasolina Premium y Diésel (Petróíferos).

La capacidad de almacenamiento de las instalaciones será de **20'670,000 litros**, equivalente a 130,000 Barriles, desglosado de la siguiente manera: 55,000 Barriles para gasolina regular, 55,000 Barriles para diésel y 20,000 Barriles para gasolina Premium.

La recepción se realizará mediante de Carrotanques (ferrocarril).

El almacenamiento se realizará en dos fases descarga a tanques primarios y trasiego a tanques verticales.

La entrega se realizará mediante el trasiego de tanques verticales a garzas de llenado de autotanques.

Bajo este contexto la norma que rige el diseño y la construcción del proyecto es la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016, ***“Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petróíferos”***, cuyo dictamen sobre el diseño se presenta en el Anexo 1, mismo que fue realizado por un Tercero debidamente acreditado.

Asimismo, el diseño y se construcción se realizará considerando las siguientes normas:

NOM-001-SEDE-2012 – Instalaciones Eléctricas (Utilización)

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

API 2610 - Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities.

API 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage; American Petroleum Institute.

API 2015 - Requirements for Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks.

API 1632 - Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems.

Appendix II-F - Protected Aboveground Tanks for Motor Vehicle Fuel-Dispensing Stations Outside Buildings; Uniform Fire Code.

ASTM A-307 - Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60,000 PSI Tensile Strength bolts, carbon steel.

ASTM A-216 - Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service.

*“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petróíferos “Chihuahua””
Almacén de Petróíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Ley de Hidrocarburos.

NFPA 10 - Estándar para Extintores de fuego portátiles.

NFPA 11 - Espumas de baja, media y alta expansión.

NFPA 80 - Standard for Fire Doors and Fire Windows; National Fire Protection Association.

NFPA 90A - Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems; National Fire Protection Association.

NFPA 101 - Código de Seguridad Humana.

NFPA 780 - Standard for the installation of Lightning Protection Systems.

R893-89 - Recommended Practice for External Corrosion Protection of Shop Fabricated Aboveground Tank Floors; Steel Tanks Institute.

R892-91 - Recommended Practice for Corrosion Protection of Underground Piping Networks Associated With Liquid Storage And Dispensing Systems; Steel Tanks Institute.

R891-91 - Recommended Practice for Hold down Strap Isolation; Steel Tanks Institute.

RP011-01 - Recommended Practice for Anchoring Of Steel Underground Storage Tanks; Steel Tanks Institute.

RP-400 - Recommended Procedure for Testing of Electrical Continuity of Fuel-Dispensing Hanging Hardware; Petroleum Equipment Institute.

SWRI 93-01 - Testing Requirements for Protected Aboveground Flammable Liquid Fuel Storage Tanks; Southwest Research Institute.

UL 79 - Power-Operated Pumps for Petroleum Dispensing Products; Underwriters Laboratories Inc.

UL 87 - Power-Operated Dispensing Devices for Petroleum Products; Underwriters Laboratories Inc.

UL 525 - Standard for Safety for Flame Arresters; Underwriters Laboratories Inc.

UL 2244 - Aboveground Flammable Liquid Tank Systems; Underwriters Laboratories Inc.

No se requirieron diseños específicos o distintos a los establecidos en la norma anteriormente citada, toda vez que, de acuerdo a la ubicación geográfica de la planta, en la región la presencia de intemperismo severos corresponde a sequias o altas temperaturas y la susceptibilidad a sismos o deslizamientos es baja, de manera que no se tienen otros factores extraordinarios que se deben considerar para el diseño y construcción.

1.2.1 Bases de Diseño Proyecto Civil.

El objeto del presente documento es definir las cargas y establecer las guías y lineamientos básicos para el desarrollo de la Ingeniería de Detalle Civil Estructural para suministrar un diseño seguro de la Planta antes mencionada.

Criterios de Diseño.

El análisis y diseño de las estructuras y cimentaciones, se debe realizar de manera que las instalaciones sean capaces de soportar los efectos de las acciones permanentes, variables y accidentales, para esto se debe analizar y diseñar con los elementos mecánicos mayores que resulten de las combinaciones de carga que se indican en el numeral 10.2 y cumpliendo con los estados límite de servicio.

Estructuras de Concreto.

Para efecto de diseño por sismo de estructuras de concreto, el factor de combinación que se usará para las fuerzas sísmicas, será 1.4, de acuerdo a lo indicado en la nota "c" del apartado 9.2.1 (Resistencia requerida) del ACI 318S-08.

Estructuras de Acero.

El diseño de las Estructuras de Acero debe realizarse conforme a las recomendaciones de los códigos: AISC "American Institute of Steel Construction", ASD "Manual of Steel Construction-Allowable Stress Design 14th ed.", AWS "American Welding Society"

Tanto los edificios como los cobertizos serán diseñados y construidos para soportar todas las cargas de diseño, incluyendo las cargas muertas, sin exceder los esfuerzos permisibles. Las combinaciones de diseño y factores de reducción, deben ser conforme a lo indicado en el numeral 10.2 "Combinaciones de Carga" de estas bases de diseño

Estados límite de servicio.

Se debe revisar que las respuestas de las estructuras, (deformaciones, desplazamientos totales y relativos tomando en cuenta las interconexiones entre equipos, agrietamiento y vibraciones) o daños que pudieran presentarse tanto de las estructuras como de las cimentaciones, no excedan los límites establecidos para soportar dichos efectos. Considerando las acciones permanentes, variables y accidentales con las combinaciones que apliquen y actúen sobre la estructura.

Desplazamiento.

Deformación Considerada.

Deformación Considerada.	Elemento	Carga	Valor Límite
Desplazamiento horizontal relativo entre dos Niveles sucesivos de la estructura.	Estructura	CM + CV	$h / 250$
Desplazamiento vertical en el centro De trabes, en el que se incluyan efectos a largo plazo.	Trabes	CM + CV	$(L / 240) + 5 \text{ mm}$
<u>En estructuras de acero (metálicas).</u>			
Desplazamiento horizontal relativo entre dos Niveles sucesivos de la estructura.	Estructura	CM + CV	$h / 500$
Desplazamiento relativo entre niveles consecutivo de edificio. Causados por las fuerzas de diseño por viento.	Estructura	CM + CV + V	$0.005h$

h = diferencia de elevaciones entre dos pisos consecutivos

L = Claro del miembro estructural.

Estados límite de falla.

Se considera como estado límite de falla cualquier a cualquier acción que corresponda al agotamiento de la capacidad de carga de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyéndola cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga.

Las estructuras deben dimensionarse de modo que la resistencia de diseño de toda sección con respecto a cada elemento mecánico que en ella actúe, sea igual o mayor que el valor de diseño de dicho elemento. Las resistencias de diseño deben incluir los correspondientes factores de resistencia.

Diseño por sismo.

Las estructuras se deben analizar y diseñar para resistir la acción del sismo y sus combinaciones de carga. La acción de sismo se debe determinar usando los criterios y procedimientos especificados en la sección Diseño por Sismo, del Manual de Diseño de Obras Civiles (MDOC), de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Edición 2008.

Diseño por viento.

Las estructuras se deben analizar y diseñar para resistir la acción del viento y sus combinaciones de carga. La acción de viento se debe determinar usando los criterios y procedimientos especificados en la sección Diseño por Viento, del Manual de Diseño de Obras Civiles (MDOC), de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) Edición 2008.

Códigos y Reglamentos.

Estructuras de Concreto:

- a) American Concrete Institute (ACI-318-08)
- b) Reglamento de Construcciones del DF. Quinta Edición.
- c) NRF-138-PEMEX-2012 Diseño de Estructuras de Concreto Terrestre.
- d) NRF-137-PEMEX-2012 Diseño de Estructuras de Acero Terrestre.

Estructuras de Acero:

- a) Manual de Construcción en Acero, Instituto Mexicano De la construcción en Acero (IMCA).
- b) AISC Steel Construction Manual, Thirteen Edition. Allowable Strength Design (ASD).
- c) American Institute of Steel Construction.
- d) Structural Welding Code A. W. S. D1.1 Edition 2004 de la American Welding Society.

Diseño por Viento.

- a) Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Viento.
- b) Comisión Federal de Electricidad. Edición 2008.

Diseño por Sismo.

- a) Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo.
- b) Comisión Federal de Electricidad. Edición 2008.

Soportes de Concreto para tubería:

- a) NRF-139-PEMEX-2012

Cimentaciones.

Los tipos de cimentaciones aplicables al proyecto, así como sus profundidades de desplante deben quedar determinados por indicaciones dadas en el estudio de mecánica de suelos, en cuanto a capacidad de carga a diferentes profundidades de desplante.

El diseño de estas estructuras debe ser tal que las presiones afectadas por sus respectivos factores de carga que se transmitan al terreno a través de éstas, no rebasen la capacidad de carga obtenida en el estudio de mecánica de suelos (**EMS**).

El Nivel de las sobre-elevaciones, en su Tope superior de Concreto (NTC) de losas de piso, dados y cimentaciones, será como se indica a continuación.

- a) Nivel Superior de la Cimentación (NTC) de Equipo: Tanques, bombas, compresores, equipos paquete, 30 cms de sobre-elevación del nivel de piso terminado (NPT)

- b) Bases de Columnas de Acero (dados) 30 cms. (NTC). de sobre-elevación del nivel de piso terminado (NPT)

Fosas.

Las fosas formadas por muros y losa de concreto reforzado, se debe analizar y diseñar para la acción de los empujes externos e internos por separado, sin superponerlos. Para evitar fugas o filtraciones de aguas freáticas al interior de la fosa, deben colocarse bandas de PVC en las juntas de colado que se especifiquen en el diseño de la fosa

Cargas para diseño estructural.

Carga muerta. (CM).

Son las cargas que gravitan permanentemente sobre la estructura. Dentro de estas cargas están el peso total de la estructura, tales como marcos, techos, pisos muros, plataformas, equipo, etc. Para la evaluación de las cargas muertas se emplearán las dimensiones especificadas de los elementos constructivos y los pesos unitarios de los materiales.

Carga viva. (CV).

Son las cargas que gravitan en forma variable, es decir en forma no permanente sobre la estructura. Dentro de estas cargas están el peso del personal, material almacenado temporalmente, herramientas, etc.

En el área ocupada por equipos no se considerará carga viva.

Las cargas vivas en ningún caso serán menores a las cargas vivas mínimas de diseño que se indican a continuación:

Cargas Vivas Unitarias (Kg/m ²)		
	Carga Viva Máxima	Carga Viva Reducida
Cubiertas y Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	100	70
Cubiertas y Azoteas con pendiente mayor de 5 %	40	20
Entre pisos de edificios de oficinas	250	180
Plataformas de Operación	500	400
Escaleras	500	400

Carga debida a la presión lateral del suelo: Para las estructuras enterradas, tales como fosas, cisternas, muros de retención.

Carga de equipo en operación (Cop)

Son las que corresponden al peso de equipos vacíos más el peso de los líquidos o sólidos que contendrán durante su funcionamiento normal.

Carga de equipo en prueba hidrostática (CM_H).

Corresponde al peso de equipo vacío más el peso del agua necesaria para probarlos. Este peso lo debe definir el fabricante del equipo.

Parámetros y cargas por Viento. (V).

Las Estructuras serán diseñadas para resistir las presiones debidas a las fuerzas de viento en cualquier dirección del viento, de acuerdo con los lineamientos que se indican en el Manual de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Edición 2008.

Estructura del Grupo	"A"
Categoría del Terreno	3 (Dato de Doc. P-I-ID-002)
Velocidad Regional	193 Km/hr (Dato de Doc. P-I-ID-002)
Presión Dinámica de Base "qz"	$qz = 0.0048 GV^2_D$
Factor de Corrección por temperatura y por altura Con respecto al nivel del mar. "G"	$G = \frac{0.392 \Omega}{273 + T}$

Ω es la presión barométrica, en mm de Hg =	741 mm de Hg (Tabla 4.2.5)
T es la temperatura ambiental, en °C	24.6 °C (Apéndice "C" MDOC)
Por lo que "G"	0.976= 0.97

$$V_D = \text{Velocidad de Diseño} = F_T \times F_{RZ} \times V_R$$

F_T = Factor que depende de la topografía local. $F_T = 1$ (Tabla 4.2.4)

F_{RZ} = Factor de Exposición, que toma en cuenta el efecto de las características de exposición local

$F_{RZ} = "c"$ si $z < 10$ m

$F_{RZ} = c (z/10)^\alpha$ si $10 < z < \delta$

$F_{RZ} = c (\delta/10)^\alpha$ si $z > \delta$

Donde "z" es la altura por encima del terreno natural, a la cual se desea conocer la velocidad de diseño, en m

" α " es el exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura, adimensional. $\alpha = 0.156$ (Tabla 4.2.3)

" δ " es la altura medida a partir del nivel del terreno de desplante, por encima de la cual la variación de la velocidad del viento no es importante y puede suponerse constante a esta altura se le conoce como altura gradiente.

$\delta = 390$ (Tabla 4.2.3).

"c" es el coeficiente de escala de rugosidad, adimensional
 $c = 0.881$ (Tabla 4.2.3).

Elevación (m)	Frz	FT	V _D (km/h)	qz (Kg/m ²)
10	0.881	1.0	170	135
20	0.982	1.0	190	169

Carga por Sismo. (CS).

Las fuerzas por sismo se determinarán de acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles. Diseño por Sismo. De la Comisión Federal de Electricidad. Edición 2008

Estructura del Grupo "A".
Zona Sísmica "B"

Espectro de Diseño:

- a₀ aceleración máxima del terreno = 8 cm/seg.
- Ta Límite inferior de la meseta del espectro de diseño 0.114 s
- Tb Límite superior de la meseta del espectro de diseño 0.6 s
- Tc Período de inicio de la rama descendente en que los desplazamientos espectrales tienden correctamente al desplazamiento del terreno. *
- Ze Es el amortiguamiento del modo fundamental de la Estructura. En interacción con el suelo. 5 %
- B Factor de amortiguamiento. Para un amortiguamiento de 5 % $\beta = 1.0$
- r parámetro que controla la caída de las ordenadas espectrales= 0.5 para suelo firme.

El EMS, menciona en el Capítulo VII que los datos proporcionados corresponden a un espectro de diseño transparente, el cual considera la totalidad del peligro sísmico. Por lo que habrá que tomar en cuenta el tipo de estructura, la importancia estructural y para el estado límite de colapso, las reducciones por ductilidad y sobrerresistencia.

1.2.2 Criterios de Diseño Proyecto Civil.

Sistema de Unidades a Usar

Todas las unidades a utilizar para diseño deberán estar referenciadas al sistema internacional (SI). Los resultados que se obtengan en el sistema internacional podrán establecerse en su equivalencia en el sistema ingles encerrados entre paréntesis.

CONCEPTO	SISTEMA INTERNACIONAL
Longitud	m
Masa	Kg
Velocidad	m/s, m/min, km/hr
Tiempo	s, min, hr
Temperatura	°C
Volumen	m ³
Presión	Pa, bar
Flujo volumétrico	m ³ /s, m ³ /min, m ³ /hr
Flujo másico	kg/s, kg/hr
Viscosidad dinámica	Pa-s

Rendimiento.

No. de días por año: 365

No. de días de operación por semana: 7

No. Turnos de Operación: 3

Horas de operación por día: 24 Hrs

Horas de operación efectiva de descarga: 48.0 Hrs (2 veces por semana)

Capacidad de Bombeo.

Trasiego y Llenado de Auto tanques

Flujo de Diseño: 1.89 m³/min (500 GPM)

Flujo Normal: 1.89 m³/min (500.0 GPM)

Flujo Mínimo: De acuerdo a la capacidad del flujo mínimo de la bomba a seleccionar.

Capacidad de Carro-Tanque y No. de Tanques a Descargar

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS	
DENOMINACION DOT	DOT-111A100W1	
VOLUMEN NOMINAL	113.35 m ³	29,947 Gals
% DE LLENADO MAXIMO	95.0 %	
VOLUMEN DE OPN. MAXIMO	107.68 m ³	28,445 Gals
No. Carro Tanques	75	

Número y Posición de Descarga y Llenado

Posicion Producto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Isla	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	3
Gasolina Regular	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Gasolina Premium	X	X	X	X								
Diésel Automotriz	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Flexibilidad

El área de descarga y carga deberá seguir operando bajo las siguientes condiciones anormales.

Falla de Energía Eléctrica: Si (x) No ()

Especificación de los Productos

Concepto / Producto	Gasolina Regular (Pemex magna)	Gasolina Premium (Pemex Premium)	Diésel Automotriz (Pemex Diésel)
FORMULA QUIMICA	DE C5H12 A C9H20	DE C5H12 A C9H20	NO DISPONIBLE
ESTADO FISICO	LIQUIDO	LIQUIDO	LIQUIDO
CLASIFICACION DOT	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CLASE 3 LIQUIDO INFLAMABLE	CL. 3 LIQ. INF., DIVISION 3.3
TEMP. DE INFLAMACION °C	21	21	45 min
TEMP. DE AUTOIGNICION	APROX. 250	APROX. 250	NO DISPONIBLE
LIMITE SUP DE INFLAMABIL. %	7.1	7.1	NO DISPONIBLE
LIMITE INF DE INFLAMABIL. %	1.3	1.3	NO DISPONIBLE
DENSIDAD RELATIVA	0.680 – 0.760	0.680 – 0.760	0.815 – 0.840
VISCOSIDAD (Pa-s)	.0006 (0.6 cp)	.0006 (0.6 cp)	0.007 (7 cp)
PRESION DE VAPOR (kPa)	53.8 – 79.2 (7.8-11.5 psia)	53.8 – 79.2 (7.8-11.5 psia)	0.689 -4.13 (0.1-0.6 psia)
DENSIDAD RELATIVA VAPOR	3 - 4	3 - 4	NO DISPONIBLE
PUNTO DE EBULLICION °C	38.8	38.8	NO DISPONIBLE
SOLUBILIDAD EN AGUA	NO	NO	NO

Referencia: Hojas de Datos de Seguridad para Substancias, de la Gerencia de Seguridad Industrial de PEMEX-Refinación, para combustibles resto del país. (HDSS: PR-107/04, PR-105/04, 301/04).

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Velocidad Recomendada.

El dimensionamiento de las tuberías de las bombas de productos destilados deberá considerar una velocidad máxima de 1.22 m/s (4.0 ft/s) a la succión de bombas y una velocidad máxima de 2.13 m/s (7.0 ft/s) a la descarga de las bombas.

Presión de Diseño-

Será la presión máxima de operación más 205.83 kPa (30.0 psig) o la presión máxima de operación más el 10 %, lo que resulte mayor. (Criterio de diseño generalmente considerado en prácticas comunes de Ingeniería establecidas durante el desarrollo de los trabajos relacionados con Ingeniería de proyectos).

Temperatura de Diseño

Será la temperatura máxima de operación, más 25 °C (45 °F).

Recuperación de Vapores

En el área de llenado de auto tanques se instalará un sistema y un cabezal de recuperación de vapores que interconecte por medio de conexiones flexibles a cada uno del auto tanques durante el llenado de cada uno de ellos.

Disponibilidad y condiciones de los servicios auxiliares

El consumo de agua de servicios auxiliares requeridos por el proyecto será definido durante el desarrollo de la ingeniería de detalle. El suministro del agua de servicios y de agua contra incendio, se realizará a través del pozo que alimenta el TV-4000 de agua contra incendio y agua de servicio.

Tratamiento de efluentes

Drenaje aceitoso

La Planta de Tratamiento de Aguas Aceitosas recibirá por gravedad el drenaje aceitoso de la TAR, el agua recuperada deberá cumplir con los límites máximos permisibles de contaminantes señalados en la NOM-001-ECOL-1996, la cual clasifica como apto para su descarga a embalses artificiales para uso en riego agrícola al menos se indique otra cosa en la ingeniería de detalle.

El tratamiento de aguas-aceitosas debe contar con un sistema integral tipo paquete. Para el tratamiento del drenaje aceitoso. Los drenajes aceitosos provenientes de la TAR, llegan a un cárcamo regulador y después al pre separador de aceite tipo API, donde el agua recuperada pasara a un paquete para una mejor separación, después de haber sido tratada podrá utilizarse para riego al menos que se indique otra cosa en la ingeniería de detalle.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

La capacidad del tanque de hidrocarburos recuperados, será definida en la ingeniería de detalle. Los combustibles que se recuperen en el sistema de tratamiento aceitoso, se manejarán con una bomba que pueda enviar su descarga hacia un tanque horizontal con una capacidad que se definirá en la ingeniería de detalle.

En la descarga de la bomba de agua recuperada, se deberá tomar una muestra para analizarla y en caso de que el agua no cumpla con los requerimientos indicados por la Comisión Nacional del Agua, se tiene la opción de regresar y volver a tratar en el mismo separador.

Tomando en cuenta las necesidades del proceso, el sistema paquete de tratamiento de drenaje aceitoso deberá diseñarse con base en un flujo nominal de 5 l/s, considerando las siguientes condiciones para definir y calcular la planta de Tratamiento de Aguas Aceitosas.

- ◆ Derrame total de producto (hidrocarburos) de un Auto - tanque de 20,000 litros en 20 minutos.
- ◆ Lavado y arrastre del producto con agua mediante tres mangueras de 1 ½" Φ, manejando un flujo de 60 GPM por cada manguera en un tiempo de 40 minutos.

Bajo estas consideraciones el responsable de calcular y diseñar la planta de tratamiento de aguas aceitosas, que constará de:

- ◆ Desarenador y malla de retención
- ◆ Cárcamo regulador de 52 m³
- ◆ 1 bomba de 110 GPM (BA-1073)
- ◆ Pre-separador API, con los siguientes equipos y/o elementos:
- ◆ Tubos medias cañas.
- ◆ 1 bomba de 80 GPM de engranes internos para aceite (bajo contenido de agua).
- ◆ 1 bomba de 80 GPM para agua (bajo contenido de aceite).
- ◆ Separador de agua aceitosa de 5 l/s, que constará de:
- ◆ 2 bombas: una para agua y otra para aceite
- ◆ Un tanque receptor de aceite recuperado

El aceite recuperado será manejado mediante auto tanques. El manejo del aceite recuperado del tanque de almacenamiento a auto tanque se debe realizar mediante una bomba. Se debe considerar que el auto tanque colectará el aceite recuperado cada mes.

El responsable de elaborar la ingeniería de detalle debe desarrollar la ingeniería necesaria para poder proceder al suministro de los equipos de bombeo requeridos para el sistema de drenajes aceitosos.

Drenaje Pluvial:

El agua pluvial libre de hidrocarburos se descargará, bajo previo análisis y control con válvulas de bloqueo candadeadas hacia unos registros de captación, para que de ahí y de ser posible, por medio de cuencas y considerando la permeabilidad del terreno, para que por filtración se recarguen los mantos acuíferos en el área de la zona ecológica.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Drenaje Sanitario:

Este sistema de recolección, captará las aportaciones de todos los muebles, lavabos y regaderas, canalizando su corriente, hacia una unidad de tratamiento aeróbico del tipo paquete. Deberán manejarse en forma independiente las descargas de aguas sanitarias, dentro de los edificios, pero saldrán en un colector común hacia una Unidad tipo paquete de tratamiento adecuado, para cada una de las descargas mencionadas. Los cálculos en la ingeniería de detalle evaluarán, diseñarán y adecuarán definiendo el diseño óptimo.

Criterios de Control de Proceso

Para este tipo de Terminal, solo aplica lo mencionado en telemedición de tanques y lo indicado en requerimientos de medición.

Normatividad Aplicable

La ingeniería básica y de detalle hasta antes de procura se desarrollará en cumplimiento estricto a la normatividad de PEMEX vigente en seguida indicada.

NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016, Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo.

Incluye la NOTA Aclaratoria a la Norma Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016, Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-Arranque, Operación y Mantenimiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo, publicada el 24 de noviembre de 2016. DOF: 07/08/2017

Referencias de normas nacionales e internacionales:

NOM-001-SEDE-2012 – Instalaciones Eléctricas (Utilización)

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.

Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes

API 2610 - Design, Construction, Operation, Maintenance, and Inspection of Terminal & Tank Facilities.

API 650 - Welded Steel Tanks for Oil Storage; American Petroleum Institute.

API 2015 - Requirements for Safe Entry and Cleaning of Petroleum Storage Tanks.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

API 1632 - Cathodic Protection of Underground Petroleum Storage Tanks and Piping Systems.
Appendix II-F - Protected Aboveground Tanks for Motor Vehicle Fuel-Dispensing Stations Outside Buildings; Uniform Fire Code.
ASTM A-307 - Standard Specification for Carbon Steel Bolts and Studs, 60,000 PSI Tensile Strength bolts, carbon steel.
ASTM A-216 - Standard Specification for Steel Castings, Carbon, Suitable for Fusion Welding, for High-Temperature Service.
Ley de Hidrocarburos.
NFPA 10 - Estándar para Extintores de fuego portátiles.
NFPA 11 - Espumas de baja, media y alta expansión.
NFPA 80 - Standard for Fire Doors and Fire Windows; National Fire Protection Association.
NFPA 90A - Standard for the Installation of Air-Conditioning and Ventilating Systems; National Fire Protection Association.
NFPA 101 - Código de Seguridad Humana.
NFPA 780 - Standard for the installation of Lightning Protection Systems.
.R893-89 - Recommended Practice for External Corrosion Protection of Shop Fabricated Aboveground Tank Floors; Steel Tanks Institute.
R892-91 - Recommended Practice for Corrosion Protection of Underground Piping Networks Associated With Liquid Storage And Dispensing Systems; Steel Tanks Institute.
R891-91 - Recommended Practice for Hold down Strap Isolation; Steel Tanks Institute.
RP011-01 - Recommended Practice for Anchoring Of Steel Underground Storage Tanks; Steel Tanks Institute.
RP-400 - Recommended Procedure for Testing of Electrical Continuity of Fuel-Dispensing Hanging Hardware; Petroleum Equipment Institute.
SWRI 93-01 - Testing Requirements for Protected Aboveground Flammable Liquid Fuel Storage Tanks; Southwest Research Institute.
UL 79 - Power-Operated Pumps for Petroleum Dispensing Products; Underwriters Laboratories Inc.
UL 87 - Power-Operated Dispensing Devices for Petroleum Products; Underwriters Laboratories Inc.
UL 525 - Standard for Safety for Flame Arresters; Underwriters Laboratories Inc.
UL 2244 - Aboveground Flammable Liquid Tank Systems; Underwriters Laboratories Inc.

1.2.3 Criterios de Diseño de Instrumentación y Control.

Estas bases y criterios de diseño servirán como guía para fijar los lineamientos que se deberán aplicar en el diseño y desarrollo de la Ingeniería Básica y de Detalle de Instrumentación y Control previa a la procura de los instrumentos y sistemas de control involucrados en la terminal de recibo, almacenamiento y entrega de petrolíferos, a localizarse en Hermosillo, Sonora.

La selección y aplicación de la instrumentación deberá determinarse de acuerdo al requerimiento de medición y control del proceso así como de las variables involucradas en el mismo, las cuales están representadas en los DTI's (Diagramas de Tubería e Instrumentación).

Los requerimientos, definiciones, convenciones y conceptos presentados en este documento, obedecen a las necesidades operativas de WINDSTAR o sea del personal encargado de la operación de la planta, buscando como objetivo final una operación confiable, segura y funcional.

Idioma

Toda la documentación, que se genere durante el desarrollo de la ingeniería básica e ingeniería de detalle como son: diagramas, especificaciones, hojas de datos, descripciones, memorias de cálculo, desplegados en pantalla, reportes, etc., se deberán elaborar y/o configurar en idioma Español.

Los manuales de instalación, operación y mantenimiento de la instrumentación en general, así como de los sistemas de control y sistemas de protección a ser suministrado por el proveedor deberán ser en idioma Español.

Los catálogos e información técnica del proveedor podrán ser en idioma inglés.

Sistema De Unidades

Las unidades de ingeniería que deberán aplicar en la instrumentación para la medición de las diferentes variables de proceso, así como las que se muestren en indicadores locales y mediciones configuradas o desplegadas en las estaciones de operación del Sistema de Control son las siguientes:

Variable	Unidades
Temperatura	Grados Celsius (°C)
Presión	Kilogramos por centímetro cuadrado manométricos (kg/cm ² g) Milímetros de agua (mm de H ₂ O) a 4 °C Kilogramos por centímetro cuadrado absolutos (kg/cm ² a) Kilogramos por centímetro cuadrado (kg/cm ² diferencial)
Nivel	Por ciento (%) Milímetros (mm) Metros (m)
Flujo, unidades volumétricas	
Líquido de proceso	Metros cúbicos por hora a 15 °C (m ³ /h) o barriles por día a 60 °F (BPD).
Químicos	Litros por hora (l/h)
Agua	Metros cúbicos por hora a 15 °C (m ³ /h) o litros por minuto (l/m)
Gases / Vapores	Metros cúbicos por hora en condiciones normales a 0 °C y 1.033 kg/cm ² (Nm ³ /h) o pies cúbicos por día a 68 °F (SCFD) (Display en el Sistema de Control: MMSCFD)
Flujo, unidades de masa	
Líquido de proceso	Kilogramos por hora (kg/h) o Barriles por día (BPD)
Vapor y Agua de alimentación a rehervidor	Kilogramos por hora (kg/h)

Las escalas en indicadores locales como son manómetros y termómetros podrán contener escalas duales, en unidades métricas y en unidades Inglesas (kg/cm² y lb/inch² en manómetros y, °C y °F en termómetros). Los indicadores electrónicos digitales tendrán escalas de lectura directa en unidades de ingeniería, con desplegado digital que deberá ser configurable.

Códigos y Normas

El diseño se deberá efectuar aplicando los Códigos y Normas internacionales, así como las Normas Nacionales aplicables, que se indican a continuación.

Normas Oficiales Mexicanas

NOM-008-SCFI-2002	Sistema general de unidades de medida
NOM-001-SEDE-2012	Instalaciones eléctricas (utilización)

Normas Mexicanas

NMX-Z-055-1997	Metrología-Vocabulario de términos fundamentales y generales
NMX-J-534-ANCE-2008	Metrología – Vocabulario de términos fundamentales y generales

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Normas Internacionales

IEC (International Electrotechnical Commission)

IEC-60534-1	Industrial-process control valves- part1: Control valve terminology and general considerations,
IEC 60534-2-1	Industrial-process control valves – Part 2-1: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow under installed conditions
IEC 60534-2-5	Industrial-process control valves – Part 2-5: Flow capacity – Sizing equations for fluid flow through multistage control valves with interstage recovery
IEC 60534-3-1	Industrial-process control valves – Part 3-1: Dimensions Face-to-face dimensions for flanged, two-way, globe-type, straight pattern and centre-to-face dimensions for flanged, two-way, globe-type, angle pattern control valves
IEC 60534-3-2	Industrial-process control valves – Part 3-2: Dimensions – Face-to-face dimensions for rotary control valves except butterfly valves
IEC 60534-4	Industrial-process control valves – Part 4: Inspection and routine testing
IEC 60534-5	Industrial-process control valves – Part 5: Marking
IEC 60534-7	Industrial-process control valves – Part 7: Control valve data sheet
IEC 60534-8-3	Industrial-process control valves – Part 8: Noise considerations – Section 3: Control valve aerodynamic noise prediction method
IEC 60534-8-4	Industrial-process control valves – Part 8: Noise considerations – Section 4: Prediction of noise generated by hydrodynamic flow
IEC 61326-1	Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements
IEC 61508	Functional Safety: Safety-Related-System

API (American Petroleum Institute)

API MPMS 14.3	Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 14, Section 3, “Orifice Metering of Natural Gas and Other Related Hydrocarbon Fluids” (AGA Report No. 3 ANSI/API 2530)
API RP 520	Sizing, Selection, and Installation of Pressure Relieving Devices in Refineries
API RP 521	Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems
API RP 526	Flanged Steel Safety-relief Valves
API RP 527	Commercial Seat Tightness of Safety Relief Valves with Metal-to Metal Seats
API RP 551	Process Measurement Instrumentation
API RP 555	Process Analyzer
API RP 550	Manual on installation of refinery instruments and control systems
API Std. 598	Valve Inspection and Test
API 607	Fire Test for Soft seated quarter turn valves
API 6D	Pipeline Valves
API 6FA	Fire Test for Valves
API Std. 2000	Venting Atmospherizing and Low-Pressure Storage Tanks
API Std. 2530	Manual of Petroleum Measurement Standards, Chapter 14 – Natural Gas Fluids Measurement, Section 3, Orifice Metering of Natural Gas and Other Related Hydrocarbons

“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

ASME (American Society of Mechanical Engineers)

ASME B1.20	Pipe Threads, general purpose ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section I –Power Boilers
ASME B 16.10	Face to face and end to end dimension valves
ASME B16.5	Pipe Flanges and Flanged Fittings
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section I –Power Boilers	
ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII – Pressure Vessels	
ASME B31.1	Code for Pressure Piping, Power Piping
ASME B31.3	Code for Pressure Piping, Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping
ASME B40.1	Gauges Pressure Indicating Dial type
ASME B16.36	Orifice Flanges

ASTM (American Society for Testing and Materials)

ASTM E230	Standard Temperature EMF (Electromotive Force) Tables for Standardized Thermocouples

CFR (Code of Federal Regulations)

29 CFR1910.95 Part 1910 OSHA	(Occupational Safety and Health) Standards, Subpart G, Occupational Health and Environmental Control, Section 95, Occupational Noise Exposure
29 CFR1910.119 Process	Safety Management of Highly Hazardous Chemical.FCI (Fluid Controls Institute, Inc.)

ISO (International Organization for Standardization)

ISO 10790 (1999)	Measurement of fluid flow in closed conduits guidance to the selection, installation and use of Coriolis meter (mass flow, density and volume flow measurements)
ISO 5210	Industrial valves – Multi-turn valve actuator attachments

NACE(National Association of Corrosion Engineers)

NACE MR0175/ISO 15156 1003	Petroleum and natural gas industries – Materials for use in H ₂ S – containing Environments in oil and gas production – Part 1 TC 1-2005: General principles for selection of cracking-resistant materials) – Part 2 TC 1-2005: Cracking-resistant carbon and low alloy steels, and the use of cast irons – Part 3 TC 2-2005: Cracking-resistant CRAs (corrosion-resistant alloys) and other alloys
NACE MR0103	Materials Resistant to Sulfide Stress Cracking in Corrosive Petroleum Refining Environments

ISA (International Society of Automation)

ISA MC96.1	Temperature Measurement Thermocouples (ANSI MC96.1)
ISA 5.1	Instrument Symbols and Identification
ISA 5.2	Binary Logic Diagrams for Process Operations
ISA 5.3	Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems
ISA 5.4	Instrument Loop Diagrams
ISA 18.1	Annunciator Sequences and Specifications
ISA 20	Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments Primary Elements and Control Valves
ISA 75.01	Flow Equations for Sizing Control Valves
ISA 75.030	Face-to-Face Dimensions for Flanged Globe-Style Control Valve Bodies
ISA 75.04	Face-to-Face Dimensions for Flangeless Control Valves
ISA 75.16	Face-to-Face Dimensions for Flanged Globe-Style Control Valve Bodies (ANSI classes 900, 1500 and 2500)
ISA 20	Specification Forms for Process Measurement and Control Instruments Primary Elements and Control Valves
ISA 75.01	Flow Equations for Sizing Control Valves
ISA 75.030	Face-to-Face Dimensions for Flanged Globe-Style Control Valve Bodies
ISA 75.04	Face-to-Face Dimensions for Flangeless Control Valves
ISA 75.16	Face-to-Face Dimensions for Flanged Globe-Style Control Valve Bodies (ANSI classes 900, 1500 and 2500)
ISA RP75.17	Control Valve Aerodynamic Noise Prediction
ISA 75.22	Face-to-Centerline Dimensions for Flanged Globe-Style Angle Control Valve Bodies
ISA 84.01	Application of Safety Instrumented System for the Process Industries.
ISA 84.00.01 Parts 1-3	Safety Instrumented Systems for the Process Industry Sector

FCI (Fluid Controls Institute, Inc.)

FCI 70-2	American National Standard for Control Valve Seat Leakage (formerly ANSI B16.104)
FCI 84-1	Metric Definition of the Valve Flow Coefficient Cv

NFPA (National Fire Protection Association)

NFPA 70	National Electrical Code
NFPA 496	Purged Enclosures for Electrical Equipment

1.2.4 Criterios de Diseño Proyecto Electrico.

Estas bases de diseño, tienen como finalidad establecer los criterios técnicos y normativos para el desarrollo de la ingeniería de detalle, para **Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega De Petrolíferos**, en el km 7 de la carretera san pedro - Zamora en Hermosillo, son. para ello las instalaciones eléctricas requeridas, las características técnicas de los materiales y equipos a utilizar, y en general, se deberá cumplir con los lineamientos de la norma oficial mexicana de emergencia NOM-EM-003-ASEA-2016, “especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, pre-arranque, operación y mantenimiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos”, en lo que al diseño de las instalaciones eléctricas se refiere. y a las Normas Oficiales Mexicanas y extranjeras, aplicables a la especialidad y al tipo de obra a ejecutar, y con especial observancia cuando se manejan productos derivados del petróleo. para ello el diseño, el cálculo y especificaciones particulares de los equipos y materiales que se deban elaborar, para este proyecto, serán con cabal apego a dicha normatividad.

NOM-EM-003-ASEA-2016	“ESPECIFICACIONES Y CRITERIOS TÉCNICOS DE SEGURIDAD INDUSTRIAL, SEGURIDAD OPERATIVA Y PROTECCIÓN AL MEDIO AMBIENTE PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, PRE-ARRANQUE, OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES TERRESTRES DE ALMACENAMIENTO DE PETROLÍFEROS”,
NOM-001-SEDE-2012	INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)
NOM-007-ENER-2014	EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA SISTEMAS DE ALUMBRADO EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES. (NOTA: APLICAR SÓLO PARA SISTEMAS DE CONTROL DE ALUMBRADO).
NOM-016-ENER-2010	EFICIENCIA ENERGÉTICA DE MOTORES DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICOS DE INDUCCIÓN, TIPO JAULA DE ARDILLA, DE USO GENERAL, EN POTENCIA NOMINAL DE 0.746 A 343 KW. LÍMITES, MÉTODOS DE PRUEBA Y MARCADO.
NOM-008-SCFI-2002	SISTEMA GENERAL DE UNIDADES DE MEDIDA.
NOM-013-ENER-2013	EFICIENCIA ENERGETICA EN SISTEMAS DE ALUMBRADO PARA VIALIDADES Y EXTERIORES DE EDIFICIOS
NOM-022-STPS-2013	ELECTRICIDAD ESTÁTICA EN LOS CENTROS DE TRABAJO – CONDICIONES DE SEGURIDAD E HIGIENE.
NOM-025-STPS-2013	CONDICIONES DE ILUMINACION EN LOS CENTROS DE TRABAJO
NMX-J-098-ANCE-1999	SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA – SUMINISTRO – TENSIONES ELÉCTRICAS NORMALIZADAS.
NMX-J-351-ANCE-2008	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y POTENCIA TIPO SECO - ESPECIFICACIONES
NMX-J-534-ANCE-2008	TUBOS (CONDUIT) DE ACERO TIPO PESADO PARA LA PROTECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS Y SUS ACCESORIOS – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA
NMX-J-535-ANCE-2008	TUBOS (CONDUIT) DE ACERO TIPO SEMIPESADO PARA LA PROTECCIÓN DE CONDUCTORES ELÉCTRICOS Y SUS ACCESORIOS-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE PRUEBA.
NMX-J-549-ANCE-2005	SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA TORMENTAS ELÉCTRICAS - ESPECIFICACIONES, MATERIALES Y MÉTODOS DE MEDICIÓN
NMX-J-136-ANCE-2007	ABREVIATURAS Y SIMBOLOS PARA DIAGRMAS, PLANOS Y EQUIPOS ELECTRICOS.
API-RP-STD-500-2012	AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE (AREAS PELIGROSAS)
IEEE-STD 80-2000	INSTITUTO DE INGENIEROS E.E., (PROCEDIMIENTO CALCULO DE TIERRAS)
NFPA-RP-497-2008	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (AREAS PELIGROSAS)
NFPA-STD-780-2011	NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (PARARRAYOS)
NEMA MG-01-2003	MOTORES Y GENERADORES

“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

1.2.5 Criterios de Diseño de Sistema de Tuberías.

El diseño, construcción y pruebas de la tubería debe cumplir con los requerimientos del código ASME B31.3.

El diseño mecánico de las tuberías se regirá por los criterios genéricos establecidos en los códigos ANSI, ASTM, ASME, API, NFPA

Los arreglos de tubería se diseñarán de tal forma que se evite tener interferencias para el mantenimiento, operación o inspección y se realizarán en base a las condiciones de diseño y servicio de la tubería, cumpliendo los parámetros siguientes:

- ◆ La presión de diseño nunca será menor que la presión de operación presente por condiciones severas de presión (interna o externa) y temperatura resultante de la operación normal.
- ◆ Las condiciones más severas de presión y temperatura coincidentes, será aquella que resulte de las condiciones del mayor espesor requerido y el rango más alto de trabajo de los componentes del sistema de tuberías.
- ◆ Cualquier sistema de tuberías que pueda bloquearse al aislarlo de su válvula de alivio, será diseñada, para la máxima presión que desarrolle para esta condición.
- ◆ La temperatura de diseño es tal que representa la condición más severa.
- ◆ El diseño de las tuberías deberá contemplar los efectos del proceso y ambientales, sea por expansión de los fluidos o enfriamiento. Considerando los efectos de contracción y expansión térmica (restricción de movimiento, gradientes de temperatura, expansión, soportes, anclajes y movimientos en los extremos).
- ◆ También se incluirán los efectos dinámicos (impacto, viento, sismos, vibración, reacciones por descarga, efectos de cargas, cargas vivas, cargas muertas)
- ◆ El número de ciclos o variaciones no excederá de 7 000 durante la vida del sistema de tubería.
- ◆ Para el diseño de tuberías se tomarán en consideración las Propiedades físicas y químicas de las sustancias y grados de riesgo de las mismas.
- ◆ Se tomarán en consideración la compatibilidad entre componentes de tubería y resistencia mecánica de estos en las transiciones y cambios de material.
- ◆ Constructabilidad y facilidad de operación y mantenimiento
- ◆ Efectos ambientales que inciden en la tubería.

Los arreglos de tubería deben permitir desmontar el equipo para inspección y mantenimiento o cambio del mismo, sin tener que utilizar apoyos adicionales.

La tubería de servicios se diseñará con válvulas de bloqueo en las derivaciones (válvula raíz) de las líneas hacia las estaciones de servicio.

En Los arreglos mecánicos de tubería como en el sistema de bombeo se utilizarán procedimientos y tecnología reciente que garantice resultados confiables, y que éstos reduzcan los tiempos durante el diseño aplicando las Normas, Códigos y Estándares nacionales contenidos en la NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-201 última edición.

Los arreglos de la tubería de venteo y de las válvulas de alivio de presión deben cumplir con lo siguiente:

- a) Las válvulas de alivio de presión se localizarán en los puntos más altos en la trayectoria de las tuberías.

Se diseñará conexiones para venteo en los puntos más altos “atrapados” de todas las tuberías, de acuerdo a lo siguiente:

Con válvula, cuando así se requiera para fines de operación.

Con tapón y sin válvula, cuando solo sea para fines de prueba hidrostática (los tapones deben sellarse con soldadura después de la prueba).

Se deben suministrar conexiones con rango de trabajo clase 600 o menor, para venteo y drenaje con válvula de bloqueo simple, en los puntos más altos y bajos de todas las tuberías superficiales y aéreas.

1.2.6 Criterios de Diseño de Seguridad.

Este documento tiene el propósito de establecer y mostrar los criterios y bases de diseño que deben ser aplicados durante el desarrollo de la ingeniería de detalle en el diseño de los sistemas de protección contra incendio, sistemas de gas y fuego, así como los sistemas y/o equipos de seguridad que han sido considerados con la finalidad de proteger las instalaciones, sistemas y equipos, que forman parte de las Instalaciones de la Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos.

Requerimientos Técnicos y Normativos

Para el diseño de la Ingeniería de Detalle de los Sistemas de Seguridad se aplicarán las siguientes normas, códigos y estándares:

Normatividad Nacional	
NOM-EM-003-ASEA-2016	Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre Arranque, Operación y Mantenimiento de las Instalaciones Terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de Seguridad-Prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
Códigos Extranjeros	
NFPA 11	Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam.
NFPA 14	Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
NFPA 15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.
NFPA 16	Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems.
NFPA 20	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
NFPA 22	Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.
NFPA 24	Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.
NFPA 25	Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
NFPA 30	Flammable and combustible liquids code.

Las instalaciones que forman parte del alcance de este proyecto, manejan sustancias tóxicas, inflamables y combustibles, por lo cual es necesario que se cuente con sistemas de seguridad, que ayuden a prevenir y atender emergencias para preservar la integridad del personal, instalaciones y el entorno.

Los sistemas de seguridad tienen como propósito principal, minimizar o reducir los efectos y/o daños al personal, las instalaciones y el entorno, asociados a los peligros que pueden presentarse provenientes de alguna fuga, fuego o derrame de material.

Estos sistemas de seguridad consisten en:

- Protección y combate contra incendio a base de agua
- Protección y combate contra incendio a base de espuma
- Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego
- Protección y combate contra incendio a base de extintores portátiles y en carretilla
- Estaciones de regaderas y lavajeros
- Letreros y señalizaciones

1.3 Descripción del Proyecto..

1.3.1 Proyecto Civil y Mecanico.

Sección de Descarga de Carros Tanques de Gasolinas y Diésel Automotriz.

Para la descarga por medio de Carros Tanques se aprovechará la infraestructura de un sistema de vías de ferrocarril, mismo que fue autorizado mediante el oficio, **ASEA/UGSIVC/DGQC/11048/2017** de fecha 08 de Agosto del 2017.

Este sistema esta compuesto por tres vías, de las cuales dos se destinaraan para descargar los petrolíferos (Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel Automotriz) y una exclusiva de estacionamiento de carros tanques de LPG, esta última bajo el control y operación de la Terminal de LPG de WINDSTAR., **consideramos pertinente aclarar que en el caso de los Carrotanques de Gas L.P. únicamente son estacionados para su posterior remolque al área de operación de la planta de Gas, no se realiza ninguna operación que involucre el trasiego de Gas L.P.**

El sistema de Vías contara con 21 posiciones para descargar cualquiera de los productos a manejar.

Esta descarga del Carro - Tanques de trasvase a los Tanques Primarios se efectuará por medio de mangueras flexibles y se canalizará a un sistema de tuberías que recolectará y enviará por gravedad a los tanques subterráneos primarios de Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel Automotriz de capacidad de 150 m³ cada uno.

Tanques Primarios.

Estará compuesta por tres tanques primarios del tipo cilíndrico horizontal de doble contención o pared, los que se colocaran en una fosa de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Cada tanque tendrá una capacidad de recibo de 88 m³.

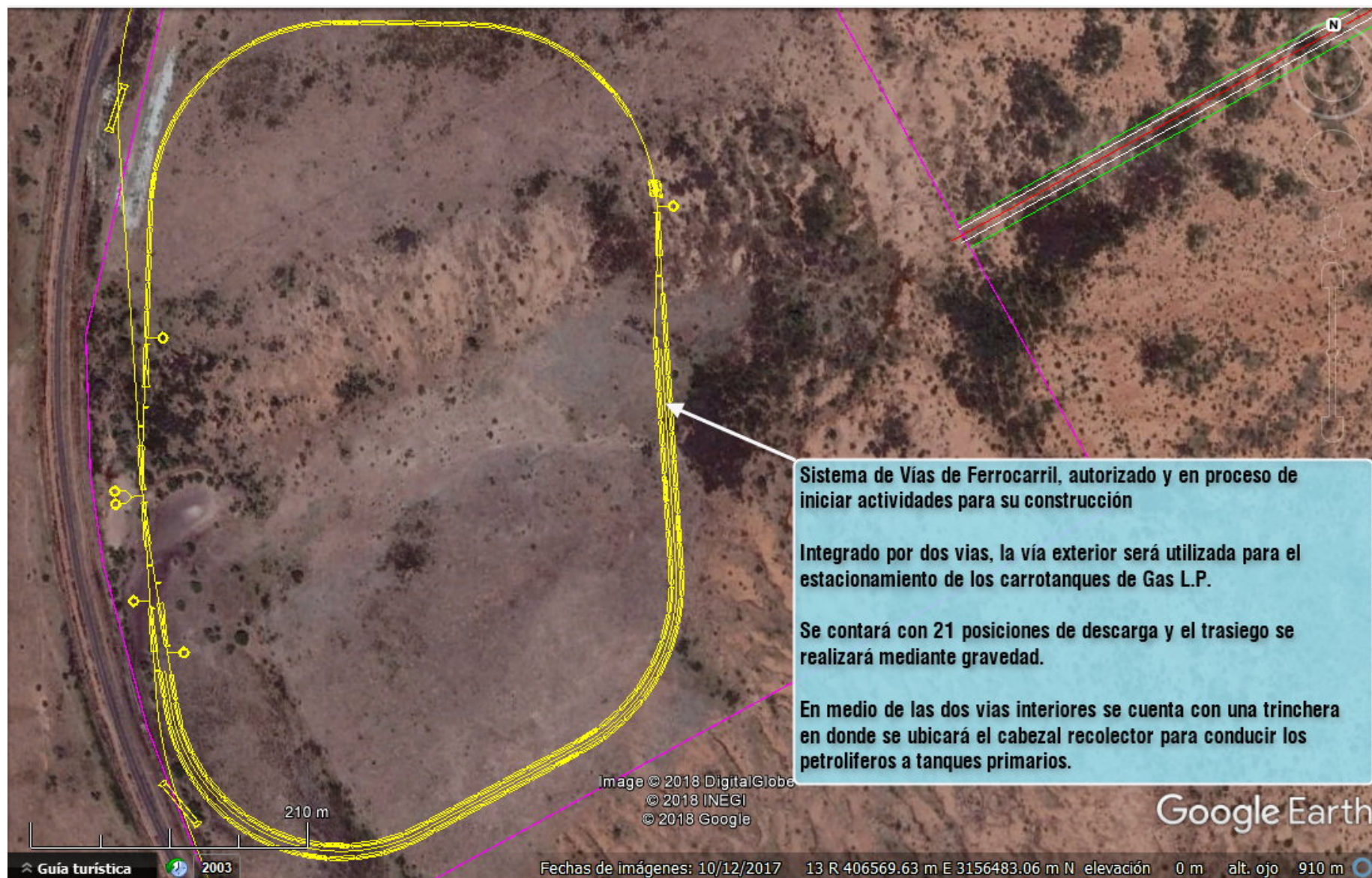
Cada tanque contendrá tres bombas del tipo vertical para el transvase del producto al área de Tanques de Almacenamiento de Combustibles. La capacidad de transferencia de flujo de cada una de las bombas será de 1.89 m³/min (500 gpm).

Entre las áreas de tanques primarios y de almacenamiento se instalarán tres patines de medición de flujo, uno para cada producto y para transferencia de custodia.

El medidor de flujo será del tipo másico, medición continua y para servicio de hidrocarburos. Intervalo de medición de 1.5 a 2.3 m³/min (400 a 600 gpm) y presión de trabajo máxima de 150 psig, a una temperatura de proceso de 30 a 60 C.

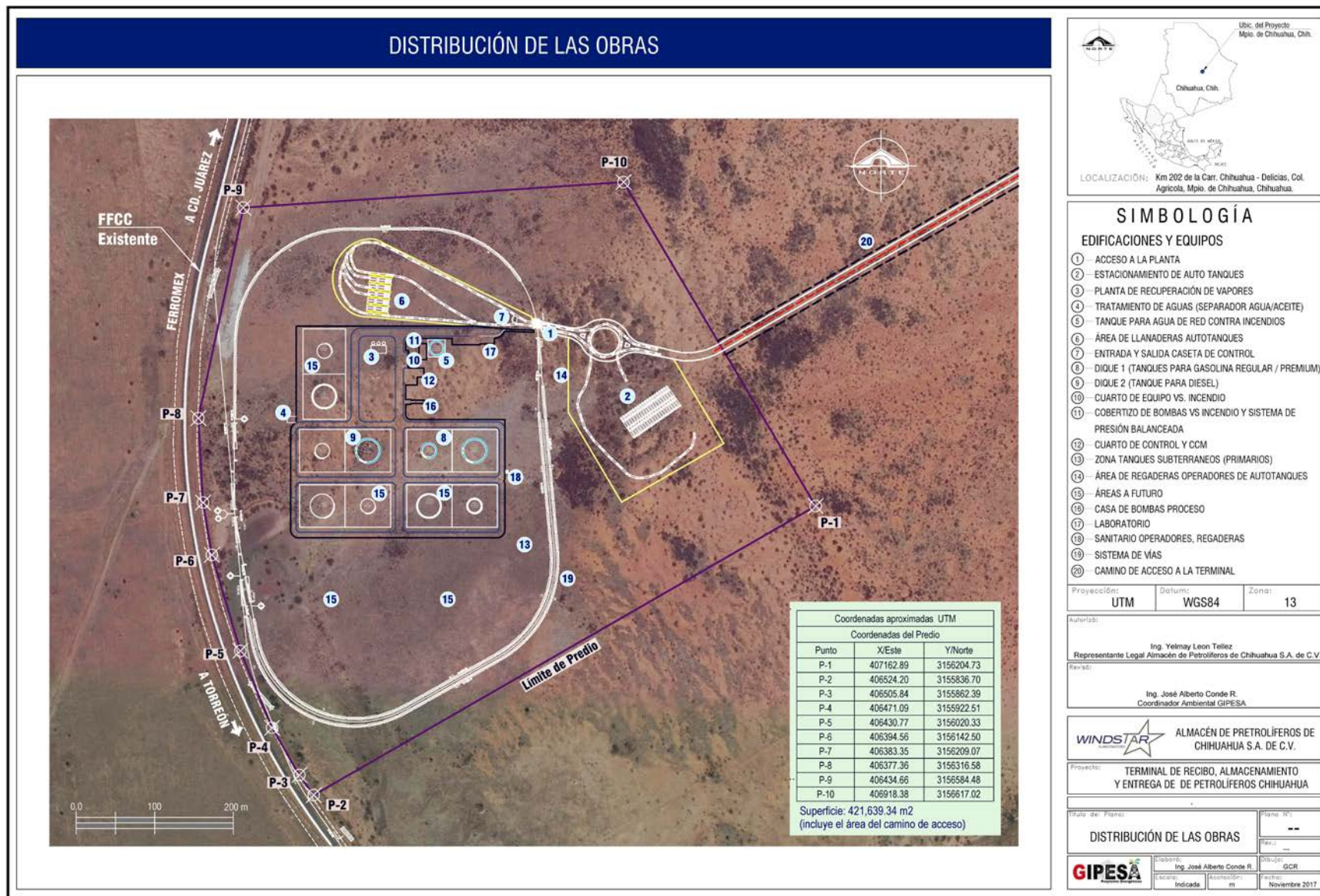
El medidor deberá tener la característica de poder calibrarse en campo. El transmisor deberá desplegar simultáneamente las salidas de flujo másico, volumétrico, flujo total, densidad, temperatura y ganancia en forma local.

Fig. 12 Sistema de Vías proceso de construcción, y que será utilizado para la recepción de los Carrotanques y descarga de petrolíferos.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Fig. 13 Arreglo arquitectónico del área de traasiego y almacenamiento.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Sección de Almacenamiento de Gasolinas y Diésel Automotriz

La Terminal contará con una capacidad nominal de almacenamiento de 130 MBLs de productos combustibles, distribuidos en tres tanques de las siguientes características:

No.	Clave	Fluido almacenado	Gravedad Específica	Material	Capacidad Barriles	Membrana Tipo	Techo Tipo
1	TV-100	Gasolina Regular	0.750	A-283-C	55,000	Interna Flotante	Domo Geodésico
2	TV-200	Gasolina Premium	0.750	A-283-C	20,000	Interna Flotante	Domo Geodésico
3	TV-300	Diésel Automotriz	0.850	A-283-C	55,000	Sin Membrana	Fijo Cónico

En cada uno de los tanques se contemplarán instrumentos de nivel y temperatura, los cuales se encontrarán unidos a través de un lazo de comunicación que concentre sus señales a una unidad de control instalada en un gabinete ubicado en el cuarto de control. En la parte superior del tanque se instalará el medidor de nivel de producto y agua, así como el tubo guía en donde se instalará la sonda promediadora de temperatura, ambos forman parte del sistema denominado como tele medición de tanques. Este subsistema obtiene como información primaria los niveles de producto, agua y densidad, así como la temperatura de producto de cada tanque de almacenamiento.

Las tuberías de alimentación y de descarga de los tanques al concluir las operaciones de carga y descarga permanecerán empacadas, por lo que es factible que se presente el fenómeno de expansión térmica por efecto de la radiación solar, como práctica operativa para proteger la sobrepresión que esto genera, se instalarán válvulas de relevo de $\frac{3}{4}$ " x 1" que "bypasean" corriente abajo cada una de las válvulas MOV's y las válvulas de compuerta a prueba de fuego a la entrada y salida de los tanques.

Se tendrán válvulas MOV's a la entrada y salida de cada tanque localizadas a pie de dique. Cada válvula motorizada contará con un selector de operación manual/fuera/auto, una perilla de operación local para apertura/cierre de la válvula, actuador e interruptores de posición, tarjeta de comunicaciones y bloqueo de alimentación eléctrica. Los actuadores eléctricos de las MOV's se encontrarán unidos a través de un lazo de comunicación que concentrara sus señales a una unidad de control local denominada estación maestra de control de válvulas motorizadas que se instalara en el gabinete ubicado en el cuarto de control.

Las señales del subsistema de cada tanque se deberán integrar a través de un lazo de comunicación que concentre sus señales en una Unidad de Adquisición y Procesamiento de Datos. Este equipo deberá ubicarse en Oficinas Administrativas.

Para el tanque de diésel automotriz se deberá considerar una válvula presión – vacío con arrestador de flama.

Dependiendo de la capacidad de almacenamiento de los tanques será el número de salidas para purgas. Las purgas serán enviadas a los registros aceitosos, los cuales serán encauzados a la red de drenaje aceitoso de la Terminal para su tratamiento.

Sección de Bombas de Llenaderas de Auto tanques de Gasolinas y Diésel

Los equipos que componen este sistema son seis bombas: una para gasolina regular, una para gasolina Premium, una bomba de relevo dual para cada servicio, una de operación y una de relevo, con capacidad cada una de 1.89 m³/min (500 GPM). Cada una de estas bombas tiene arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores.

BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTAL	FLUIDO	FLUJO VOLUMETRICO
BA – 401 A/B	Gasolina Regular	1.89 m ³ /min (500 gpm)
BA – 403 A/R	Gasolina Premium	1.89 m ³ /min (500 gpm)
BA – 402 A/R	Gasolina Regular / Premium	1.89 m ³ /min (500 gpm)

Se tendrá una bomba para cada posición de llenado de auto tanques. Cuando termine una carga de auto tanque, se deberá mantener en operación la bomba por un tiempo determinado, de manera que si se inicia el llenado de otro auto tanque dentro de un tiempo corto (que será determinado durante la configuración del sistema de control) e independiente de si sea en otra posición (isla) para que no haya necesidad de arrancar y parar la bomba cada vez que se inicia y termina la carga de un auto tanque.

La presión de descarga de las bombas se leerá a través de indicadores locales a la descarga de cada bomba.

En los cabezales de descarga de cada uno de los combustibles tendrán instrumentos para medición y monitoreo de la presión de operación (transmisor indicador de presión e indicador de presión).

Sección de llenaderas de Auto tanques de Gasolinas y Diésel

La Terminal contará con tres islas y tres brazos de llenado de productos, a través de las cuales se llevará a cabo el despacho de auto - tanques. Las tres llenaderas deben suministrarse con la instrumentación propia para la medición de temperatura y del producto, en lo que se denomina “patín de medición”, el cual se conforma de válvula de bloqueo, filtro tipo canasta, medidor de flujo, válvula de Control de flujo del tipo electrohidráulica VOS, sensor de temperatura, unidad de control local, monitor de (Monitor óptico de protección de sobrellenado) prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra. Así mismo se deben considerar tomas de calibración para el medidor y de manera general se deben considerar que las purgas de los filtros tengan válvulas candadeadas, las cuales se utilizarán en las pruebas de arranque y puesta en operación de la terminal y posteriormente permanecerán bloqueadas en la operación normal.

La Unidad de Control Local (UCL) o predeterminador de llenado (preset) será el equipo encargado de controlar la carga y registrar todas las variables del patín de medición en cada posición de llenado. Todas las UCL's son sencillas.

Como parte de las estaciones de medición dentro del equipo paquete se tendrán los instrumentos de temperatura (TE/TI) que enviarán la señal a la Unidad de Control Local para cada brazo de llenado, mediante estos instrumentos se realiza la corrección del volumen de los combustibles.

Se contará además con un medidor de flujo para cada una de las islas de llenado, el flujo está determinado por la curva de operación de las bombas de llenaderas. Durante el proceso de llenado si se cumplen todos los permisivos de la UCL, de cada sistema de llenado mandara a abrir la válvula operada por solenoide VOS para controlar el flujo de llenado del auto-tanque. Así mismo cada una de las islas tiene una línea con válvula accionada eléctricamente, conexión rápida y manguera para la conexión de los auto-tanques al cabezal de recuperación de vapores, además cuenta con un sistema de protección a través de una PSV.

1.3.2 Proyecto Control e Instrumentación.

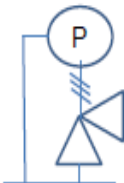
Identificación

La instrumentación en documentos de instrumentación será representada e identificada de acuerdo a los criterios que se describen en los siguientes apartados.

Simbología

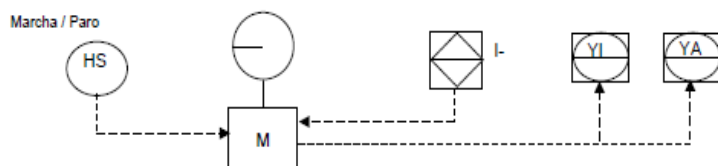
La simbología que se implementará en los DTI's y documentos a desarrollar en la ingeniería de instrumentación y control, será la establecida en el estándar de la ISA 5.1 "Instrument Symbols and Identification" y del estándar ISA S5.3 "Graphic Symbols for Distributed Control/Shared Display Instrumentation, Logic and Computer Systems".

Simbología Básica

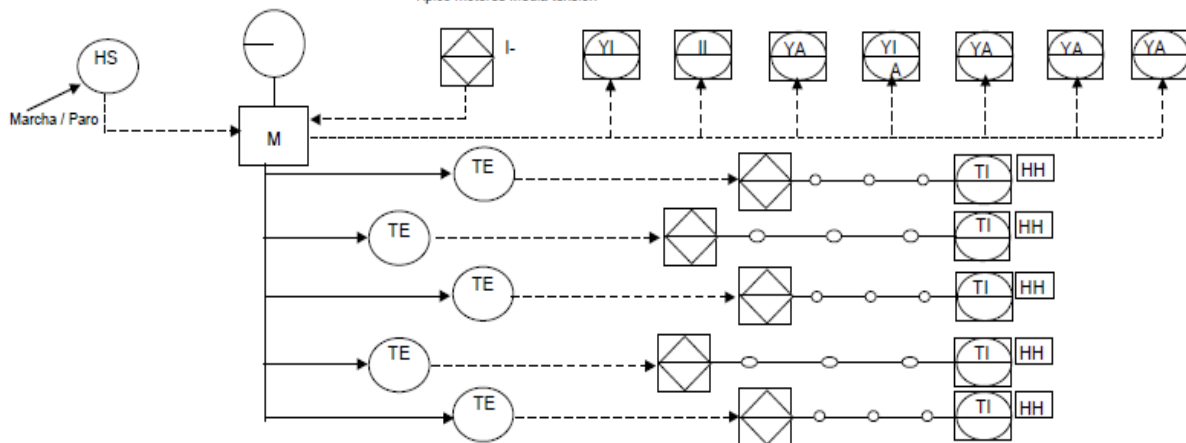
Instrumento de campo		Instrumento de SCD de planta	
Instrumento de campo Montado en panel local		Instrumento de SCD de Unidad paquete	
Instrumento de campo Montado en panel local de Unidad paquete		Instrumento/Enclavamiento del SIS de planta	
		Instrumento/Enclavamiento del SIS de unidad paquete	
Valvula de seguridad (Pilotada)			

Típicos Motores

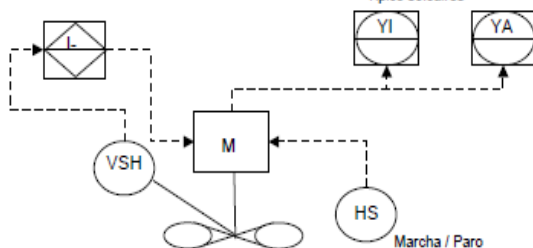
Tipico motores baja tension



Tipico motores Media tension



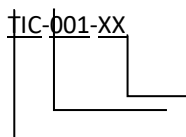
Tipico soloaires



Identificación de Instrumentos

Deberá asignarse la identificación de los instrumentos de control con una numeración acorde con la numeración del proyecto.

El Número de identificación del instrumento ("tag") estará conformado por:



Sub número consistente de un dígito
Nº consecutivo
Letra de identificación de acuerdo
con la ISA

Ejemplo: Instrumento LIT-1310-1, para un transmisor indicador de nivel con la secuencia de números 1310-1.

Todos los instrumentos suministrados en equipos paquete deberán apegarse al mismo procedimiento de identificación, es decir, la identificación asignada por el proveedor deberá estar de acuerdo con la numeración del proyecto.

Función de los Instrumentos

Los instrumentos de acuerdo a su función deberán estar identificados de la siguiente manera:

VARIABLE	TIPO	DESCRIPCION
Corriente	II	INDICADOR DE CORRIENTE SCD
Flujo	FAH	ALARMA POR ALTO FLUJO
Flujo	FAL	ALARMA POR BAJO FLUJO
Flujo	FALL	ALARMA MUY BAJO FLUJO
Flujo	FCV	VALVULA REGULADORA DE PRESION
Flujo	FE	PLACA DE ORIFICIO
Flujo	FG	MIRILLA
Flujo	FI	INDICADOR SCD
Flujo	FI	INDICADOR LOCAL
Flujo	FIC	CONTROLADOR SCD
Flujo	FO	ORIFICIO DE RESTRICCION
Flujo	FSH	INTERRUPTOR ALTO FLUJO
Flujo	FSL	INTERRUPTOR MUY BAJO FLUJO
Flujo	FT	TRANSMISOR ELECTR. DE FLUJO POR P.D.
Flujo	FT	MEDIDOR DE FLUJO TIPO CORIOLIS
Flujo	FV	VALVULA DE CONTROL
Flujo	FY	VALVULA SOLENOIDE
Flujo	FY	FUNCION SCD
Llama	BE	DETECTOR DE FLAMA
Llama	BS	INTERRUPTOR DE FLAMA
Llama	BL	ALARMA LOCAL DE AUSENCIA DE FLAMA
Llama	BA	ALARMA SCD
Manual	HA	ALARMA SCD
Manual	HIC	CONTROLADOR SCD
Manual	HS	PULSADOR SCD
Manual	HS	PULSADOR LOCAL
Manual	HV	VALVULA DE CONTROL
Misceláneos	MS	PULSADOR BY PASS DE MANTENIMIENTO
Misceláneos	XA	ALARMA (UNIDAD PAQUETE)
Misceláneos	XIC	CONTROLADOR SCD
Misceláneos	XK	FUNCION SCD (RAMPA)
Misceláneos	XL	INDICADOR SCD
Misceláneos	XS	ESTADO

VARIABLE	TIPO	DESCRIPCION
Motores	TE	TEMPERATURA COJINETE
Motores	TE	TEMPERATURA DEVANADO
Motores	VAH	ALARMA SCD
Motores	VSH	INTERRUPTOR VIBRACION (AEROS)
Motores	YA	FALLO PROTECCIONES
Motores	YA----A	FALLO TENSION C.C.
Motores	YA----B	FALLO TENSION 400 V
Motores	YA----C	FALLO PRESION SF6
Motores	YI	ESTADO MOTOR
Motores	YI----A	INTERRUPTOR INSERTADO
Motores	YS	PARADA DE EMERGENCIA
Motores	YS----A	MARCHA - PARO MOTOR
Multivariable	LSH	NIVEL ALTO SELLO BOMBA
Multivariable	LSL	NIVEL BAJO SELLO BOMBA
Multivariable	PSL	BAJA PRESION SELLO BOMBA
Multivariable	UA	INDICACION SCD SELLO BOMBA
Multivariable	US	ALARMA COMUN SELLO BOMBA
Multivariable	UV	VALVULA DE CONTROL
Nivel	LAH	ALARMA ALTO NIVEL
Nivel	LAHH	ALARMA MUY ALTO NIVEL
Nivel	LAL	ALARMA DE BAJO NIVEL
Nivel	LALL	ALARMA DE MUY BAJO NIVEL
Nivel	LCV	VALVULA REGULADORA DE PRESION
Nivel	LG	NIVEL DE VIDRIO
Nivel	LG	NIVEL MAGNÉTICO
Nivel	LI	INDICADOR SCD
Nivel	LI	INDICADOR LOCAL
Nivel	LIC	CONTROLADOR SCD
Nivel	LSLL	INTERRUPTOR TIPO FLOTADOR
Nivel	LT	TRANSMISOR ELECTR. DE NIVEL POR P.D.
Nivel	LT	TRANSMISOR DE NIVEL TIPO DESPLAZADOR
Nivel	LV	VALVULA DE CONTROL
Nivel	LY	VALVULA SOLENOIDE
Nivel	LY	FUNCION SCD
Posición	ZA	ALARMA SCD
Posición	ZE	SENSOR POSICION
Posición	ZI	INDICADOR DE POSICION
Posición	ZS	ALARMA SENSOR DE POSICION
Posición	ZT	TRANSMISOR DE POSICION
Potencia	JA	ALARMA SCD
Potencia	JC	CONTROLADOR SCD
Potencia	JI	ESTADO TIRISTOR (SCD)
Potencia	JS	PARADA REMOTA (TIRISTOR)

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
 Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

VARIABLE	TIPO	DESCRIPCION
Presión	PAH	ALARMA ALTA PRESIÓN
Presión	PAL	ALARMA BAJA PRESIÓN
Presión	PCV	VALVULA REGULADORA DE PRESION
Presión	PDAH	ALARMA ALTA PRESIÓN DIF.
Presión	PDAHH	ALARMA MUY ALTA PRESIÓN DIF.
Presión	PDAL	ALARMA BAJA PRESIÓN DIF.
Presión	PDALL	ALARMA MUY BAJA PRESIÓN DIF.
Presión	PDI	INDICADOR SCD
Presión	PDI	INDICADOR LOCAL
Presión	PDIC	CONTROLADOR SCD
Presión	PDSH	INTERRUPTOR ALTA PRESIÓN DIF.
Presión	PDSHH	INTERRUPTOR MUY ALTA PRESIÓN DIF.
Presión	PDSL	INTERRUPTOR BAJA PRESIÓN DIF.
Presión	PDSLL	INTERRUPTOR MUY BAJA PRESIÓN DIF.
Presión	PDT	TRANSMISOR PRESIÓN DIFERENCIAL
Presión	PDV	VALVULA DE CONTROL
Presión	PDY	VALVULA SOLENOIDE
Presión	PDY	FUNCION SCD
Presión	PI	INDICADOR SCD
Presión	PI	INDICADOR LOCAL
Presión	PI	MANÓMETRO
Presión	PIC	CONTROLADOR SCD
Presión	PK	FUNCION SCD (RAMPA)
Presión	PSH	INTERRUPTOR ALTA PRESIÓN
Presión	PSL	INTERRUPTOR BAJA PRESIÓN
Presión	PSV	VALVULA DE SEGURIDAD
Presión	PT	TRANSMISOR ELECTR. DE PRESIÓN
Presión	PV	VALVULA DE CONTROL
Presión	PY	VALVULA SOLENOIDE
Presión	PY	FUNCION SCD
Temperatura	TAH	ALARMA ALTA TEMPERATURA
Temperatura	TAHH	ALARMA MUY ALTA TEMPERATURA
Temperatura	TAL	ALARMA BAJA TEMPERATURA
Temperatura	TALL	ALARMA MUY BAJA TEMPERATURA
Temperatura	TCV	VALVULA REGULADORA DE PRESION
Temperatura	TDAH	ALARMA ALTA TEMPERATURA DIF.
Temperatura	TDC	CONTROLADOR SCD
Temperatura	TDT	TRANSMISOR ELECTR. TEMPERATURA DIF.
Temperatura	TDY	FUNCION SCD
Temperatura	TE	TERMOPAR
Temperatura	TI	INDICADOR SCD
Temperatura	TI	TERMÓMETRO
Temperatura	TIC	CONTROLADOR SCD
Temperatura	TSHH	INTERRUPTOR MUY ALTA TEMPERATURA

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
 Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

VARIABLE	TIPO	DESCRIPCION
Temperatura	TSLL	INTERRUPTOR MUY BAJA TEMPERATURA
Temperatura	TT	TRANSMISOR DE TEMPERATURA REMOTO
Temperatura	TT	TRANSMISOR DE TEMPERATURA INTEGRAL
Temperatura	TV	VALVULA DE CONTROL
Temperatura	TXAH	ALARMA ALTA TEMPERATURA
Temperatura	TXE	TERMOSKIN
Temperatura	TXI	DCS INDICATION
Temperatura	TXT	TRANSMISOR ELECTR. TEMPERATURA
Temperatura	TY	VALVULA SOLENOIDE
Temperatura	TY	FUNCION SCD
Válvula On Off	XV	VALVULA ON-OFF
Válvula On Off	XV	VALVULA DE CONTROL
Válvula On Off	XY	VALVULA SOLENOIDE
Válvula On Off	ZLC	INDICADOR SCD
Válvula On Off	ZLH	INDICADOR SCD
Válvula On Off	ZLL	INDICADOR SCD
Válvula On Off	ZSC	FINAL CARRERA INTERMEDIO
Válvula On Off	ZSH	FINAL CARRERA ABIERTO
Válvula On Off	ZSL	FINAL CARRERA CERRADO
Velocidad	SI	INDICADOR SCD
Velocidad	SIC	CONTROLADOR SCD
Velocidad	ST	TRANSMISOR DE VELOCIDAD
Velocidad	SY	FUNCION SCD
Velocidad	UA	FALLO EN TIRISTOR
Velocidad	JY	ESTADO TIRISTOR
Vibración	VAH	ALARMA VIBRACION ALTA
Vibración	VAHH	DISPARO VIBRACION MUY ALTA
Vibración	VE	SENSOR VIBRACION
Vibración	VE	KEYPHASOR
Vibración	VI	INDICADOR SCD VIBRACION
Vibración	VSH	INTERRUPTOR VIBRACION ALTA
Vibración	VSHH	INTERRUPTOR VIBRACION MUY ALTA
Vibración	VT	TRANSMISOR VIBRACION
Vibración	VXE	SENSOR VIBRACION EJE X
Vibración	VXT	TRANSMISOR VIBRACION
Vibración	VYE	SENSOR VIBRACION EJE Y
Vibración	VYT	TRANSMISOR VIBRACION

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

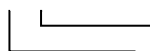
Placa de Identificación

Todos los instrumentos contarán con una placa de acero inoxidable en la que esté grabada en forma permanente, el número de identificación o TAG del instrumento. Esta placa debe estar fija o sujetarse en un lugar visible del instrumento. Además de la identificación mediante la placa referida anteriormente, el instrumento se marcará según se define en las requisiciones de cada uno de los instrumentos.

Identificación de Lazos

La asignación de la identificación de los lazos de control se hará con el mismo procedimiento que se utilice en la asignación de la numeración de los instrumentos, es decir, usando mismo número secuencial asignado al instrumento de la siguiente forma con alguna variante para evitar duplicidades:

T-001



Nº consecutivo
Función del lazo

Función del lazo – Número secuencial de tres dígitos

Ejemplo: Lazo T-080 para un lazo de temperatura con número consecutivo 080.

El mismo número puede usarse para lazos con diferentes variables (ejemplo: T-080 y P-080).

Cada lazo del Sistema de Control debe tener una designación numérica única para categorías de presión, temperatura, flujo, nivel y misceláneos (sistemas similares). Si un instrumento es común para dos lazos, puede tener su propio número o puede estar numerado como parte de uno de los lazos.

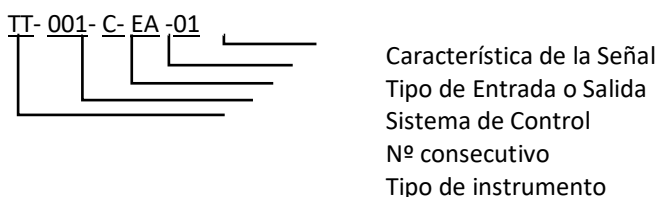
Lazos de Control

VARIABLE	LAZO	DESCRIPCION
Motores	MT	SEÑALES E INSTRUMENTACION RELATIVA A MOTORES
Flujo	F	INSTRUMENTACION DE FLUJO
Manual	H	LAZOS DE ACTUACION MANUAL
Motores	MT	MARCHA - PARO MOTOR
Multivariable	U	LAZOS CON ENTRADAS MULTIPLES DE DISTINTAS VARIABLES
Nivel	L	INSTRUMENTACION DE NIVEL
Posicion	Z	TRANSMISORES DE POSICION
Potencia	J	INSTRUMENTACION PARA MEDIDA DE POTENCIA

VARIABLE	LAZO	DESCRIPCION
Presion	P	INSTRUMENTACION DE PRESION
Temperatura	T	INSTRUMENTACION DE TEMPERATURA
Velocidad	S	TRANSMISORES DE VELOCIDAD
Vibracion	V	INSTRUMENTACION VIBRACION

Identificación de Señales

La asignación de la identificación de las señales de instrumentación se hará con el mismo procedimiento que se utilice en la asignación de la identificación de instrumentos, es decir usando la misma función en el tipo de instrumento y el mismo número secuencial asignado adicionando la clave del Sistema de Control, tipo de entrada/salida al Sistema de Control y el tipo de señal y su procedencia de la siguiente forma:



(Identificación del instrumento)-Sistema de Control + Tipo E/S + Característica de señal

La identificación del instrumento se integra de acuerdo a lo establecido en el punto 3.2 quedando de la siguiente forma:

Función del instrumento - Nº consecutivo

Sistema de control de procedencia

La segunda sección para la formación de la identificación de las señales es el Sistema de Control que procesara la señal cuando se trate de entradas, o del sistema de procedencia cuando se trate de salidas.

La clave del Sistema de Control que se asignara a la identificación de las señales es la siguiente:

Sistema	Clave
Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC)	C
Sistema de Gas y Fuego (SGyF)	F
Sistema de Control de Equipos Paquete	U

Tipo de entrada/salida

Tipo de Entrada	Clave
Analógica	EA
Analógica Redundante	EA...R
Digital	ED

Tipo de Salida	Clave
Analógica	SA
Analógica Redundante	SA...R
Digital	SD

Característica de la Señal

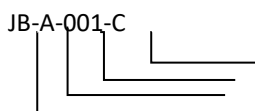
Característica de Señal	Clave
4-20 mA + HART EA alimentada por su sistema	01
4-20 mA + HART EA con alimentación independiente	02
Pulsos /Frecuencia	03
Contacto libre de potencial	04
Contacto Final de carrera inductivo	05
Salida de 24VCD a relevador	06
Salida de 24VCD a solenoide	07
Salida de 120 VCA a solenoide	08
TC, RTD	09
Comunicación en Serie	CS

Ejemplo: Señal TT-1310-CEA01 Indica una señal del lazo de temperatura del tanque de almacenamiento de diesel con número consecutivo 1310, Entrada analógica procedente del Sistema de Control Distribuido de 4-20 mA + protocolo HART.

Todas las señales involucradas en el proyecto seguirán el mismo procedimiento de identificación.

Identificación de Cajas de Conexiones

La identificación a las cajas de conexionado que se instalarán en la Terminal de almacenamiento se realizará involucrando en la identificación, la función que tiene como agrupador de cables, es decir, el tipo de señal que agrupe (analógicas, o digitales), así como el área del proceso de donde procedan los cables señales. La forma de identificarlas será:



Sistema de Control (según 3.4.1)
Nº consecutivo
Tipo de Señal (Analógica o Digital)
Asignación de caja de conexiones "JB"

Unidad de proceso-JB-Tipo Señal (A o D)-Nº Consecutivo + Sistema de Control Identificación de Cables

La identificación a los cables de instrumentación se implementará incluyendo en la identificación la procedencia del cable, es decir, si el cableado inicia de un instrumento a una caja de conexionado, la identificación del cable será la que tiene el instrumento adicionando el tipo de cable y cedula del mismo, de siguiente forma:

TE-1310-12PA-16AWG

En el caso del cableado que inicia en una caja de conexión, la identificación del cable se hará utilizando el número de la caja de conexión cambiando JB por MC y el tipo de cable y cedula que se utilizará, de la siguiente forma:

MC-A-001-C-4PA-16AWG

Instrumentación Electrónica Analógica

Los instrumentos que se seleccionen serán electrónicos en forma general hasta donde sea posible. Transmisores y transductores inteligentes con señal de 4 a 20 mA con HART se seleccionarán en proyecto y se aplicarán en todos aquellos servicios para los cuales estén disponibles. Cuando esto no sea posible, se deben usar transmisores y transductores que manejen señales de 4-20 mA CD.

Todos los instrumentos electrónicos instalados en campo, siempre que sea posible, emplearán un sistema de transmisión a dos hilos alimentados con 24 VCD desde su sistema.

Los transmisores tendrán la facilidad para realizar ajustes externos en la calibración, la precisión será como mínimo de $\pm 0.25\%$ del rango de calibración y una carga de impedancia externa mínimo de 600Ω para una alimentación de 24 VCD.

Las partes en contacto con el fluido de proceso de los transmisores de presión y presión diferencial serán como mínimo de acero Inoxidable 316, y admitirán una sobrepresión mínima del 150% del span, la rangeabilidad mínima será de 10:1

Instrumentación Electrónica con Salidas Discretas

Las señales discretas de entrada procedentes de sensores de campo tales como Interruptores de Presión, Presión Diferencial, Temperatura, Condición de Estado de motores y válvulas, etc., se realizarán mediante contactos conmutables SPDT libres de potencial, cuya alimentación será a 24 VCD desde las tarjetas de E/S del Sistema de Control, en el caso de no tener contactos secos (libres de potencial) se utilizarán relevadores de interposición, evitando con ello entradas al Sistema de Control de señales con valor de tensión cuya fuente proviene de otros equipos.

Los interruptores de posición en válvulas serán preferentemente de tipo micro con contactos SPDT cuya alimentación será a 24 VCD desde las tarjetas de E/S del Sistema de Control.

Las salidas discretas a válvulas solenoides se realizan desde las tarjetas E/S del Sistema de Control siendo alimentadas a 24 VCD desde las fuentes de alimentación del Sistema.

Las salidas discretas del Sistema de Control para paro y arranque de motores a través del CCM, serán también del tipo contacto libre de tensión, siendo alimentadas a 24 VCD desde las fuentes de alimentación del Sistema.

Sistemas de Control de la Planta

La planta contará con dos sistemas de control dedicados, cuya operación será independiente una de la otra. Estos contarán con controladores y estaciones de operación, para control y monitoreo en el cuarto de Control. Los sistemas de control son los siguientes:

- ◆ Sistema Digital de Monitoreo y Control.
- ◆ Interface con el Operador
- ◆ Sistema de Gas y Fuego.
- ◆ Sistema de paro por Emergencia (SPPE)

Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMD)

El Sistema de Control será electrónico y digital, basado en el concepto de Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC), y ejecutará el control del proceso de una manera segura y efectiva.

Todos los componentes del Sistema de Control de la terminal de recibo, almacenamiento y entrega de petrolíferos, estarán unidos por una comunicación redundante a través de una red de comunicación.

El sistema será específicamente diseñado para control de procesos y se operará y configurará sin conocimientos específicos de lenguajes de ordenador.

El Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC) contará con una estación de operación para monitorear y controlar las variables de proceso en tiempo real, ejecutar control modulante, regulatorio y secuencial, así como control supervisorio, control gerencial y adquisición de datos.

El Sistema de Control deberá ser capaz de controlar de manera independiente las variables involucradas en cada una de las Unidades de Proceso.

La consola de supervisión del SDMC se instalará en el Cuarto de Monitoreo.

El sistema tendrá tarjetas de interfase que comuniquen a éste con la red. El software requerido para establecer esta comunicación será OPC (OLE for Process Control).

Los cables de conexión entre los dispositivos, deberán ser FTP para red Ethernet con conectores RJ-45.

Interfase con el Operador

La interfase con los operadores será por medio de consola con pantallas y teclado. El Sistema Digital de Monitoreo y Control contará con impresoras que permiten al operador tener un registro alfanumérico de la información presentada en pantalla y para la edición de informes y mensajes de alarma.

El Sistema de Control suministrado tendrá un nivel de seguridad adecuado a los requerimientos del proceso y a la documentación del proyecto.

El sistema tendrá una consola de operación, misma que se instalará en el cuarto de control de la terminal de recibo, almacenamiento y entrega de petrolíferos.

Esta consola contendrá:

- Módulo de operación para control y monitoreo del Sistema Digital de Monitoreo y Control considerando las áreas que conforman la terminal y su área de Almacenamiento. En este módulo se instalará una estación de trabajo con doble monitor y estará previsto espacio para instalar teléfono secretarial.
- Módulo de operación con monitor para la estación de ingeniería de los Sistemas de Control.

El sistema dispondrá de un sistema de alimentación que será redundante en fuentes de alimentación, estando conectadas ambas fuentes a la vez, de tal forma que si una falla la redundante es capaz de alimentar el sistema correspondiente. El sistema obtendrá su alimentación del sistema de alimentación ininterrumpida de la terminal.

Los monitores del módulo de operación, tendrán capacidad para el despliegado de gráficos dinámicos de las diferentes Unidades de proceso involucradas.

El sistema incluirá desplegados de alarmas, tendencias e instrucciones al operador, etc.

El arreglo de todo el cableado en el cuarto de control local se realizará en piso falso o sótano, identificable mediante referencias en cada cable, además accesible para mantenimientos.

El Sistema de Control contará con un sistema de diagnóstico, que permita localizar con rapidez y certeza el módulo, tarjeta y/o accesorio con falla.

La capacidad del Sistema de Control, cumplirá con los requerimientos del 80% de saturación en tarjetas de E/S y el porcentaje de saturación en el canal de comunicación no excederá del 50% de su capacidad total.

En el caso de falla de disco duro, éste podrá ser remplazando en caliente (Hot Swapped) por uno nuevo y el sistema deberá reemplazar los datos perdidos en forma automática sin necesidad de reiniciar.

Confiabilidad.

El SDMC contará una disponibilidad del 99.9% del hardware y software.

Redundancia en el SDMC.

Se considerará redundancia en los siguientes aspectos:

- ◆ Redundancia en el control y comunicación de datos.
- ◆ Redundancia en los módulos de Interfaces de Comunicación.

- ◆ Fuentes de alimentación.
- ◆ Servidores.

En caso de falla de un dispositivo con redundancia, la transferencia hacia el otro dispositivo será automática e inmediata alertando al operador a través de la interfaz con el usuario, tanto en pantalla como por mensaje en la impresora, almacenándose en el registro histórico.

Autodiagnóstico del SDMC

El Sistema de Control tendrá rutinas para que en forma automática verifique la operación correcta y confiable, así como el estado de todos los componentes que lo integran.

El sistema contendrá, como mínimo, los aspectos que se comentan a continuación:

- a) Detección en tiempo real de cualquier condición anormal o de falla e indicarla en pantalla, a través de desplegados de autodiagnóstico dedicados a esta función. Estos desplegados de autodiagnóstico suministran la información referente al estado de operación y funcionalidad de:
 - ◆ Todos los componentes de la red de comunicaciones.
 - ◆ Los módulos y/o tarjetas de todos y cada uno de los componentes que integran el Sistema de Control.
 - ◆ Los periféricos.
- b) Los desplegados de autodiagnóstico se generarán por cualquiera de las siguientes condiciones:
 - ◆ En caso de condición anormal o falla de cualquier componente que integre al sistema, la red de comunicaciones y los periféricos.
 - ◆ En cualquier momento a solicitud del usuario para verificar el estado del sistema.
- c) Las rutinas de autodiagnóstico realizarán las siguientes funciones como mínimo:
 - ◆ Monitoreo continuo de la operación y estado de cada componente que integra el Sistema Digital de Monitoreo y Control, la red de comunicaciones y los dispositivos periféricos.
 - ◆ Generar Alarma para el operador en caso de cambios en la operación y estado de cada componente que integra al sistema, la red de comunicaciones y los dispositivos periféricos.
 - ◆ Generar reportes de estos cambios (almacenamiento de datos en el registro histórico).
 - ◆ Despliegue en pantalla, del estatus que tienen los componentes que integran el sistema, la red de comunicaciones y los periféricos, desde un nivel general hasta un nivel de unidad o tarjeta electrónica.

Red de Comunicaciones

La red de comunicaciones cumplirá con las siguientes especificaciones:

En Comunicación interna:

- ◆ Tipo de red: LAN (local area network).
- ◆ Interconexión tipo “Arquitectura abierta”.
- ◆ Detección y corrección de errores.
- ◆ Redundancia: 1:1.

En Comunicación externa:

- ◆ Tipo de red: WAN y LAN (red interna entre sistemas de control incluidos en este proyecto).
- ◆ Interconexión: Arquitectura abierta.
- ◆ Protocolo de comunicación: TCP/IP.
- ◆ Interfaz de comunicación Ethernet.

Sistema de Gas y Fuego (SGF)

El Sistema Gas y Fuego será electrónico, integrado por gabinetes y consola tipo TFT, además integrará las alarmas del sistema.

El Sistema de Control estará integrado por una unidad de control, módulos de entrada/salida, comunicaciones digitales, circuitos de control y alarma, altavoces, estaciones manuales remotas, sensores de gas, fuego y humo.

Para mayor referencia del Sistema del Gas y Fuego ver numeral 3. “Bases de Diseño de Seguridad”, de este documento.

Sistema de paro por Emergencia (SPPE)

Considerando la protección y seguridad del personal, del equipo, de las instalaciones y al medio ambiente, se requiere diseñar un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) que permita de manera controlada e independiente al control principal de la Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos, paros de emergencia parciales o totales, avisos preventivos, alarmas e interacciones con el Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC) y de equipos paquete.

El Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) estará diseñado para control y supervisión de la seguridad de la Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos, integrado por patines de medición de tanques primarios, área de tanques de almacenamiento, patines de medición del área de autotankers y área de recuperación de vapores

El Sistema Instrumentado de Seguridad estará constituido por un software y hardware confiables, con un diseño de estado sólido y experiencia probada en campo en aplicaciones de seguridad y estará integrado por un Sistema Electrónico Programable de Seguridad (PLC/controlador) dedicado para la función específica de seguridad.

Cada procesador estará diseñado a falla segura en caso de pérdida de energía o bien cuando falle el sistema o alguno de sus componentes clave, asimismo contará con un sistema de auto diagnóstico que permita alertar al operador de alguna anomalía en los módulos y componentes.

La lógica interna de cada CPU incorporará rutinas de diagnóstico y de prueba automática en línea y detección de fallas para determinar el estado de cada módulo dentro del sistema, el procesador estará certificado por TÜV.

Funciones del SPPE.

El SPPE estará diseñado para las siguientes funciones:

- ◆ El sistema realizará el paro parcial o total de la unidad de proceso al detectar condiciones de riesgo durante la operación de la Terminal de recibo y almacenamiento o unidad que ponga en peligro las instalaciones, al personal que allí labore o al medio ambiente.
- ◆ El Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) integrado por un PLC/controlador y por los instrumentos de campo para detección estará diseñado para tomar acciones de apertura o cierre de válvulas de corte rápidos, disparos de motores, válvulas de corte, etc.
- ◆ La función de los instrumentos para seguridad o protección será dedicada, por lo que no serán los mismos que los utilizados para control. Para el caso del mismo servicio para ambos sistemas, se deben utilizar sensores, transmisores y elementos finales de control, independientes.
- ◆ El SPPE contará con una interfase (hardware y software) con el Sistema de Gas y Fuego SGyF, de tal manera que cuando por detección de una mezcla explosiva ó gas tóxico, la lógica del sistema de seguridad alarme y/o obligue automáticamente a un paro parcial de cualquiera de los equipos pertenecientes a la Unidad de proceso.

Procesadores (CPU) del SPPE

El procesador estará constituido por un microprocesador, memoria RAM internamente duplicada con comparación de hardware en cada ciclo de lectura para detectar transitorios y fallas permanentes. Cada procesador será mecánicamente y eléctricamente aislado de otras.

La memoria de programa deberá estar disponible en memoria no volátil.

El reemplazo en caliente de los módulos procesadores no debe requerir de interrupción del proceso o de reinicialización del sistema.

El procesador de control podrá correr programas independientes en forma simultánea. Los programas pueden comprender una mezcla de lógica de escaleras, de escalonamiento, salida ASCII, matemática de punto flotante, secuencia de eventos y bloques de función histórica de proceso.

Requerimientos de Entradas y Salidas

Las entradas y salidas del y hacia el proceso serán eléctricamente aisladas de tal modo que se eviten problemas de ruido (en la tierra).

El aislamiento cumplirá con lo establecido en IEC 61010 para 300 V.

Todas las entradas y salidas del proceso cumplirán con la exactitud referida en la norma IEC. Los módulos E/S de señales analógicas tendrán una conversión de analógica a digital o digital a analógica de 12 bits o mejor. La exactitud será de por lo menos $\pm 0.25\%$ de la escala total sobre el rango entero de operación.

Los módulos E/S contarán con los diagnósticos y protecciones por canal de corto circuito y/o sobrecorriente y circuito abierto.

Cada uno de los canales de los módulos de E/S aportarán información referente a la calidad de las señales que reciben; esta información reflejará el estado individual de cada canal de entradas y salidas de la siguiente manera: bueno, malo, cuestionable, no disponible. El programa de configuración tendrá bloques de funciones que permitan que la información de calidad sea usada en el esquema de control.

Comunicación

El Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) contará con capacidad en comunicaciones para interconectarse con una amplia variedad de plataformas abiertas de Interface Máquina-Humano (HMI), Sistemas de Control y redes de comunicación.

Diseño a Falla Segura

El Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) estará diseñado a falla segura ante una condición peligrosa, es decir, ante alguna falla interna del Sistema de Control incluyendo tarjetas y fallas de cable se puede generar un paro de emergencia con la finalidad de mantener la seguridad e integridad del proceso. Este criterio de seguridad en el diseño se aplicará a los circuitos de entradas/salidas, los componentes de interfase y el sistema de alimentación eléctrica.

Autodiagnóstico del SPPE

Todos los circuitos del sistema incorporarán autodiagnósticos en línea, con la finalidad de detectar cualquier falla potencial (módulos de lógica, de entradas/salidas) que pudiera poner en riesgo la seguridad de la unidad de planta. Las capacidades de diagnóstico del sistema podrán ser verificadas a través de análisis de modos de falla y efectos, así como pruebas con simulaciones de falla.

Todos los módulos de entradas/salidas reportarán información al módulo de control del diagnóstico que permita indicar al operador cualquier anomalía que se pueda presentar y que sea causa de riesgo. Como mínimo, la información de diagnóstico a ser reportada será:

- ◆ Temperatura anormal en el interior del módulo.
- ◆ Alimentación a los módulos fuera de tolerancia.
- ◆ Carencia de alimentación a los módulos.
- ◆ Falla en memorias RAM y ROM.
- ◆ Falla del circuito de redundancia.
- ◆ Prueba de lectura de salida.
- ◆ Fallas en el alambrado de campo.
- ◆ Fallas/errores de comunicación.
- ◆ Fallas de interfaces E/S.

El firmware de cada CPU tendrá incorporadas rutinas de diagnóstico y de prueba automática en línea, así como detección de fallas con objeto de determinar el estado de cada módulo como componente dentro del sistema.

Seguridad en el Controlador del SPPE

El controlador estará diseñado para detectar fallas en el CPU, ROM, RAM y en los circuitos de entradas/salidas, además deberá disponer de memoria RAM dual para detectar todos los modos de falla de ROM conocidos.

Redundancia en el SPPE

El Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) tendrá un diseño tolerante a fallas, así como niveles opcionales de redundancia. Esto permitirá diferentes niveles de redundancias para diferentes áreas del mismo sistema. En todas las arquitecturas redundantes se tendrán la posibilidad de reparar en línea un módulo con falla sin necesidad de desenergizar dicho módulo.

Fuentes de Alimentación

La alimentación eléctrica a módulos se realizará en buses de energía separados, donde cada módulo se alimentará de cualquiera de los buses. Los buses se alimentarán separadamente de fuentes de alimentación. Si una fuente de alimentación falla, los módulos se ajustarán para alimentarse del bus redundante.

El equipo redundante deberá ser alimentado con fuentes de alimentación independientes.

Comunicaciones

El Sistema Electrónico Programable de Seguridad tendrá capacidad de comunicarse con el Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC) principalmente, así como con otros sistemas de control de la Terminal de Recibo y Almacenamiento y con sistemas de información. Esta característica permitirá a algunos dispositivos la facilidad de leer variables en el Sistema Electrónico Programable de Seguridad. El sistema tendrá restringida la facilidad de escritura, quedando ésta reducida a la estación de ingeniería del SPPE.

Requerimientos de Diseño del SPPE

Este sistema ejecutará la lógica apropiada para generar las salidas correctas y prevenir la ocurrencia del riesgo del peligro, así como mitigar sus efectos y llevar a condiciones seguras las instalaciones.

Conexión de los Instrumentos al Proceso

En general, las conexiones mecánicas de los instrumentos al equipo de procesos, tubería o recipientes, se realizarán a través de una válvula primaria de aislamiento salvo que sean de conexión directa o de montaje en línea. Además de la válvula primaria de aislamiento (instalada junto al equipo de proceso), el instrumento se instalará con las válvulas adicionales, derivaciones ("manifolds"), drenajes, venteos, etc. junto al mismo. La válvula primaria de aislamiento será especificada de acuerdo con la Especificación de Tuberías.

La válvula de aislamiento será doble cuando la presión de la línea o equipo de procesos sea mayor o igual a 20 bar. Las válvulas de derivación ("manifolds") de los instrumentos no se considerarán como válvulas de aislamiento.

Se instalarán conexiones a tomas de proceso por separado para cada instrumento, excepto en las configuraciones de lógica 2oo3.

Las conexiones de proceso para instrumentos instalados en línea o de conexión directa a equipos de proceso, estarán de acuerdo con la Especificación de Tuberías. Salvo casos especiales, los instrumentos de indicación local se instalarán a una distancia no mayor de un metro desde la toma de procesos y los transmisores se instalarán a una distancia no mayor de 15 metros.

Todos los instrumentos como transmisores e interruptores serán instalados sobre soportes individuales, contruidos en tubos de acero galvanizado de 2" de diámetro cédula 40, fijados con abrazaderas. La altura y forma del soporte deberá estar acorde con el sitio de instalación del instrumento y éste último deberá quedar a 1.50 metros de altura con respecto al piso o plataforma desde donde se accederá al mismo.

Los instrumentos se instalarán en sitios donde no estén sometidos a fuertes vibraciones, esfuerzos mecánicos permanentes y niveles de temperaturas que interfieran con su correcta operación.

Los instrumentos se instalarán en lugares de fácil acceso, donde se permita su mantenimiento y desmontaje para calibraciones o reemplazos.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V."*

Las tuberías de proceso mantendrán una orientación e inclinación tal que elimine cualquier posibilidad de creación de bolsas de aire o sifón.

Alimentación Eléctrica

Para el suministro de potencia a los instrumentos o equipos de control que requieren alimentación eléctrica externa (fuera del SCD), ésta se obtendrá de la SFI del sistema (su tensión nominal es 120 VCA).

Para los Sistemas de Control de la Terminal de recibo, almacenamiento y entrega de petrolíferos, la alimentación provendrá de un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI) redundante.

Los equipos que conforman el Sistema de Control, generarán sus propias alimentaciones internas para su Bastidor de módulos ("Rack") E/S mediante fuentes de alimentación redundantes y respaldo con baterías (IPS o "Instruments Power Supply").

La alimentación eléctrica a los instrumentos y sistemas de instrumentación será como sigue:

- 24 VCD para los instrumentos, suministrados desde los Sistemas de Control de la Planta.
- 120 VCA 60 Hz, una fase, suministrado desde un sistema de fuerza ininterrumpible (SFI) para:
 - a. Instrumentos especiales.
 - b. Tableros locales.
 - c. Analizadores.

Selección de Equipos y Accesorios

La selección de los equipos y accesorios se hará tomando en cuenta las condiciones climáticas y ambientales del sitio donde serán instalados, así como las condiciones de operación y el servicio al cual están destinados.

Los equipos a instalar en campo tendrán una protección a prueba de corrosión NEMA 4X como mínimo, los biornes de conexión tendrán un acabado tropicalizado para evitar la acción del ambiente en mantenimiento.

Los accesorios de conexión eléctrica serán suministrados para Clase I División 2, acorde al plano de clasificación de áreas. Las cajas de conexión serán a prueba de explosión o de seguridad aumentada.

Todos los accesorios electrónicos que deban ser instalados en áreas clasificadas con riesgo de explosión, serán probados y certificados por un laboratorio reconocido como UL, FM o por una autoridad homologada.

Selección de Instrumentos

La selección de los instrumentos se hará tomando en cuenta las condiciones climáticas y ambientales del sitio donde serán instalados, así como las condiciones de operación y el servicio al cual están destinados y la clasificación eléctrica del área donde se instalen.

Instrumentos de Temperatura

Transmisores Electrónicos de Temperatura

Los transmisores de temperatura remotos se utilizarán en aplicaciones para control e indicación de equipo/unidad.

Los instrumentos transmisores de temperatura deben incluir filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

Cuando se indique, el transmisor debe tener integrado un indicador digital local ajustable basado en una pantalla “display” de LCD con caracteres alfanuméricos, que incluya: cinco dígitos, decimal y el signo positivo o negativo de temperatura.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

Los transmisores detectarán circuitos abiertos en el alambrado del elemento de temperatura y mostrarán falla con la indicación hasta el punto superior o inferior de la escala dependiendo de cómo lo requiera la aplicación del proceso.

El transmisor tendrá una salida lineal de 4-20 mA DC con HART sobrepuesto. El transmisor estará provisto de compensación por temperatura ambiente.

Los transmisores de temperatura para estas aplicaciones serán de montaje remoto en pedestal con indicación integral.

Para aplicaciones de monitoreo se utilizarán transmisores electrónicos de temperatura tipo integral sin indicación.

Los transmisores de temperatura tendrán sistema de cableado a dos (2) hilos (“loop powered”) y alimentación de 24 VCD.

La protección del transmisor será de acuerdo a lo especificado en la clasificación del área donde se instale.

El instrumento tendrá un rango de protección superior al 50% de la máxima temperatura de proceso.

Todas las conexiones eléctricas serán de ½" NPTF.

Termómetros

Los Termómetros deben ser bimetalicos de tipo sellado.

El material del vástago debe ser de acero inoxidable 316

El diámetro del vástago debe ser de 6,350 mm (0,250 in).

El material de la caja debe ser de acero inoxidable 304, sellada herméticamente.

Debe soportar un sobre-rango de 50% de la escala.

El rango de aplicación de termómetros bimetalicos será para servicio continuo hasta 400°C.

Los termómetros bimetalicos serán del tipo ángulo variable.

La carátula del termómetro será de (125 mm) 5" de diámetro nominal en aplicaciones generales, en equipos de alta presión y temperatura la caratula será mayor. Las carátulas de (75 mm) 3" de diámetro se usarán en el servicio en equipo mecánico de aceite de lubricación y sellado u otro servicio auxiliar.

La protección será a prueba de corrosión Nema 4X con ajuste de cero externo.

Se podrán utilizar rangos con supresión de cero. La elección del rango será tal que permita que la lectura normal este dentro del tercio central del rango ("span").

El material del encapsulado y el bloque de conexión será de acero inoxidable, de preferencia del tipo 316.

La exactitud mínima requerida será del 1% final de escala.

Las escalas serán de lectura directa y serán seleccionados de acuerdo con los rangos estándares del fabricante.

Elementos de Temperatura tipo RTD

Se usarán sensores tipo RTD para aplicaciones donde se requieran rangos de medición muy angostos y alta precisión, y en devanados y cojinetes de motores. Se usarán elementos de platino PT-100, con coeficiente alfa 0.00385 Ω/°C, sistema de 3 alambres.

Los elementos primarios para la medición de temperatura en proceso se instalarán haciendo uso de termopozos.

Los elementos deben ser cargados con resorte

El conjunto de elemento sensor bloque de conexiones constará de:

- ◆ Cabeza de conexión, con tapa roscada hembra y cadena, a prueba de corrosión Nema 4X. Será apropiado para la clasificación eléctrica del área donde sea instalado (Clase I División 1).
- ◆ El material de la cabeza, será de aluminio libre de cobre con recubrimiento con protección galvánica y resistente a la corrosión.
- ◆ Dispondrá de un terminal adicional interno y otro externo para puesta a tierra. Las conexiones eléctricas para el cable y la del tubo conduit serán de 1/2" NPT.
- ◆ El bloque de terminales será de material cerámico y preferiblemente fijo. La parte de los bornes de conexión con el cable será de latón plateado. Permitirá asimismo extraer el elemento sin sacar la cerámica.

Termopares

Las propiedades termoeléctricas y límites de error de los termopares cumplirán con ANSI-MC96.1 1982 "Termopares para medición de temperatura" y/o IEC-584.

La designación de termopares será según ISA. ANSI MC96.1, Medición de Temperatura con Termopares.

Los límites de temperatura recomendados en función de la medición y tolerancias de calibración serán de acuerdo a ASTM E-230.

Los termopares serán de tipo enchaquetado con aislamiento de óxido de magnesio (MgO).

El enchaquetado será continuo en INCONEL 600 para los termopares tipo K y en acero inoxidable (304 ó 316) para los tipos J, T y E.

El diámetro exterior de la funda será de 6 mm (tanto para termopares simples como dobles), tolerancia S/ASTM E-585 y unión caliente a masa excepto para aplicaciones de medida de diferencia de temperatura, en las que estará aislada.

Identificación de colores según ANSI-MC96.1.

Tubos Especiales de Protección de hierro-cromo, incoloy u otro material especial se utilizarán cuando se requiera para los detectores a fuego directo, hornos, reactores y atmósferas de alto poder oxidante.

Cuando se solicite el ensamble completo, se debe suministrar: termopar, termopozo, niples de extensión con tuerca unión (con longitud "A" de 152,4 mm (6 in)), aislamiento interno y

cabeza de conexiones. La longitud del elemento sensor debe estar de acuerdo con la longitud del termopozo seleccionado.

Los termopares deben identificarse mediante los siguientes colores:

TERMOPAR			COLOR DE AISLAMIENTO		
TIPO	POSITIVO	NEGATIVO	TOTAL	POSITIVO	NEGATIVO
J	JP	JN	CAFE	BLANCO	ROJO
K	KP	KN	CAFÉ	AMARILLO	ROJO
N	NP	NN	CAFÉ	NARANJA	ROJO
T	TP	TN	CAFÉ	AZUL	ROJO

El calibre del cable del termopar, para un diámetro exterior de funda de 6 mm será:

16 AWG (1.29 mm)	Para termopares sencillos
20 AWG (0.812 mm)	Para multipares

Termopozos

Los termopozos se utilizarán para todos los elementos de temperatura y servicios de prueba de temperatura, excepto en aplicaciones de devanados de motores y recubrimientos en tubos.

Para tubería, la longitud de inmersión de los termopozos debe estar entre el 60% y el 80% del diámetro de la tubería para instalación perpendicular a la pared de la línea. Para instalación en el mismo plano o a un ángulo de 45° a la línea de tubería, la longitud húmeda de inmersión de los termopozos debe ser como mínimo de 50.8 mm (2 in) y máximo de 127 mm (5 in) de la pared de la tubería.

La identificación de los termopozos estará estampada con código numérico indicando el material y la dimensión nominal de la "U".

Los termopozos serán de barra taladrada para longitudes estándar.

Los termopozos serán cónicos, pulidos y probados hidrostáticamente como mínimo a temperatura ambiente.

Las roscas serán NPT según ANSI B2.1 y las bridas según norma ANSI B16.5.

Los tamaños de las conexiones a proceso en línea será de 1½" y un rating mínimo de 300# y a depósito serán de 1½" y un rating mínimo de 150#.

El material para termopozos será AISI 316 Acero Inoxidable, a menos que otro material sea requerido de acuerdo a las especificaciones de tuberías.

Se estampará claramente en el cuerpo el tipo de material del que está construido. Cuando la naturaleza del fluido sea tal que requiera una aleación más alta u otro material de

fabricación, éste será seleccionado de acuerdo con la Especificación de Tuberías ó del recipiente y/o equipo correspondiente.

Para los termopozos cuya conexión a procesos sea bridada, la brida será del mismo material que el termopozo. El tipo de soldadura será a penetración completa.

Se suministrarán extensiones para los termopozos cuando se requiera la extensión por incremento del aislamiento (se tomará en cuenta esta extensión en la selección de la longitud de inserción de termopares y RTD's).

Los termopozos de prueba llevarán tapón roscado, el diseño y tamaño estará de acuerdo a la norma ASME PTC 19.3.

Instrumentos de Flujo

Para medición de flujo los instrumentos del tipo Presión Diferencial serán considerados como la primera opción.

Los lazos de medición y control de flujo serán diseñados en general con un elemento primario de medición a través de presión diferencial por bridas / placa de orificio.

En casos especiales se podrán utilizar otros tipos de medidores más adecuados a las exigencias específicas (mayor exactitud, fluidos difíciles, condiciones de servicio especiales, justificación económica, etc.).

Los medidores especiales podrán ser: medidores de flujo tipo ultrasonidos, medidores de flujo tipo magnético, medidores de flujo tipo Vortex, medidores de flujo tipo másico.

Medidores de Flujo por Presion Diferencial

Los requisitos técnicos de diseño, fabricación, materiales, instalación, inspección, pruebas, almacenamiento, transporte, servicios y documentación de las placas de orificio a utilizarse deberán ser de acuerdo con las siguientes normas:

NOM-008-SCFI-2002 Sistema General de Unidades de Medida

NMX-CH-4006-2009 Medición de Flujo de Fluidos en conductos cerrados-Vocabulario y Símbolos

NMX-CH-5167-1-IMNC-2009 Medición de Flujo de Fluidos por medio de dispositivos de presión diferencial insertados en la sección transversal circular de ductos llenos Parte 1: Principios generales y requisitos

NMX-CH-5167-2-IMNC-2010 Medición de Flujo de Fluidos por medio de dispositivos de presión diferencial insertados en la sección transversal circular de ductos llenos Parte 2: Placas de Orificio
IEC-60770-3:2006 Transmisores para uso industrial-sistemas de control de procesos-parte 3: Métodos para evaluación de desempeño de transmisores inteligentes.

Bridas Porta Placa

Las bridas porta placa cumplirán con ANSI B16.36, con tomas de presión en las bridas ("flange taps"). Las tomas de presión serán de ½" NPT para 300/600#

Las bridas porta placa de diámetro nominal entre 2" y 12" (ambas inclusive) serán del tipo W.N. ("welding neck"), con cara RF ("raised face") para ratings de 300 #.

Las bridas porta placa serán como mínimo de 300#, RF para tuberías siempre que la presión nominal no sea más alta, así como el tipo de cara diferente, para esos casos se aplicará lo establecido en la especificación de tuberías.

Las bridas porta placas y la placa de orificio se suministrarán como un lote o conjunto integrado por 2 bridas, placa de orificio, anillo distanciador, empaques, tapones, espárragos, tuercas y tornillos extractores. Los materiales estarán especificados en las hojas de datos del instrumento y estarán de acuerdo con las especificaciones de tuberías de proceso.

"Las tomas de presión de las bridas serán cuatro, dos a 45°, por debajo de la línea central horizontal para líquidos limpios y vapor y dos a 45° por encima de la línea central horizontal para gases.

Los materiales estarán de acuerdo con las especificaciones de tuberías de proceso.

Placas de Orificio

Para líneas de diámetro nominal desde 2 hasta 12" se seguirá el criterio de dimensionamiento indicado en la norma ISO 5167 (del orificio d, la relación beta d/D). Para líneas de diámetro nominal menor o igual a 1 ½" se emplearán placas de orificio con tramo calibrado (meter run).

Si la tubería es menor de 2", se podrá aumentar a 2" o se preverán directamente tramos calibrados prefabricados ("meter runs") de ½", ¾", 1" y 1½", los cuales tendrán tomas tipo "corner taps" con cámaras anulares y conexiones bridadas.

Como una opción pueden utilizarse también bloques de orificio integral (separados o suministrados por el fabricante con el transmisor).

El cálculo del diámetro del orificio de la placa se basará en la Norma ISO 5167-2 (2003).

La placa de orificio se calculará para un valor máximo de flujo redondeado por encima para el valor máximo de proceso, tipo orificio concéntrico, con tomas en bridas ("Flange Taps").

Las distancias rectas sin perturbaciones, antes y después de las placas orificio, serán tomadas según la aplicación de la norma API RP-551.

El material de la placa será de acero inoxidable 316 como mínimo, a menos que por requerimiento del proceso se requieran materiales especiales.

La base del cálculo de la placa de orificio concéntrica debe optimizar la pérdida de energía en el sistema de flujo del fluido, por lo que, el valor de beta (β) debe ser cualquiera de los siguientes valores de presión diferencial: 0.12 kg/cm² (50 pulgadas de columna de agua), 0.25 kg/cm² (100 pulgadas de columna de agua), 0.38 kg/cm² (150 pulgadas de columna de agua) y 0.5 kg/cm² (200 pulgadas de columna de agua); se debe iniciar con 0.25 kg/cm² (100 pulgadas de columna de agua).

Para presiones diferenciales iguales o menores a 500 mbar (5000 mm H₂O), el espesor de las placas de orificio cumplirá con el espesor mínimo recomendado por API 14.3, tal como se indica en la siguiente tabla:

Diámetro de la Línea	Espesor de la Placa
Hasta 8"	3.175 mm (1/8")
>8" hasta 14"	6.350 mm (1/4")

La placa de orificio concéntrica en aplicaciones generales debe tener el valor de beta (β) calculado entre 0.3 y 0.70 y en aplicaciones con transferencia de custodia, el valor de beta (β) calculado debe estar entre 0.4 y 0.6 de acuerdo al Manual de medición de gas AGA, parte 3:1990 o equivalente y el cálculo debe cumplir con API MPMS 14.3.1:1990 (R 2003) o equivalente, API MPMS 14.3.2:2000 (R 2006) o equivalente, API MPMS 14.3.3:1992 (R 2009) o equivalente, API MPMS 14.3.4:1992 (R 2006) o equivalente y AGA Reporte No. 3, partes 1/2/3/4 o equivalente.

En el caso de fluidos a dos fases o líquidos con sólidos en suspensión, la placa de orificio se situará preferentemente en tuberías verticales (fluido ascendente o descendente, según el caso). Si ello no es posible y la instalación hay que hacerla en líneas horizontales se utilizarán placas de orificio excéntrico o segmentado (preferiblemente el primer tipo), con el paso por arriba para líquidos conteniendo aire / gases y por abajo para líquidos con sedimentos, suspensiones lodos, aceite con agua, vapor húmedo, etc.

Los agujeros de drenajes / venteo se considerarán en líneas horizontales, si un líquido puede contener alguna pequeña cantidad de gas o viceversa, se preverán respectivamente, orificios de venteo o drenaje, cuya área se considera en el cálculo del orificio.

Las placas especificadas para vapor llevarán siempre orificio de drenaje.

Transmisores de Flujo por Presión Diferencial

Los Transmisores Electrónicos de Flujo serán del tipo convertidor diferencial a balance de fuerzas, inteligentes.

El material estándar de las partes internas será acero inoxidable AISI 316, a menos que, debido a las condiciones del proceso, se requiera de otro tipo de material (Monel, Hastelloy, etc.), lo cual será debidamente especificado en la hoja de datos del instrumento.

Los transmisores de presión diferencial estándar soportarán, como mínimo, 120 kg/cm² en cada cámara.

El cuerpo de los transmisores tendrá una distancia estándar de 54 mm (2-1/8") entre tomas. Se suministrarán siempre con 2 bridas ovales con conexión 1/2" NPT, 2 juntas de teflón y 2 tornillos de acoplamiento a las válvulas de derivación (manifold).

Los transmisores incluirán un "manifold" de 5 vías (2 de bloqueo, 1 de venteo y 2 de igualación).

La exactitud mínima que deben tener los instrumentos transmisores de presión y de presión diferencial para una rangeabilidad de 100:1 es la siguiente:

- ◆ Monitoreo $\pm 0,075\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.
- ◆ Control $\pm 0,05\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.
- ◆ Transferencia de custodia $\pm 0,04\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.
- ◆ Sistemas Instrumentados de Seguridad $\pm 0,075\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.

Los ajustes de cero y margen ("span") serán independientes y accesibles desde el exterior.

Los transmisores de flujo tendrán sistema de cableado a dos (2) hilos ("loop powered") y alimentación de 24 VCD. La salida del medidor será 4-20 mA lineal con protocolo HART

Los instrumentos transmisores de flujo por presión diferencial deben incluir los filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

El transmisor debe tener integrado un indicador digital local ajustable basado en una pantalla “display” de LCD con caracteres alfanuméricos.

La protección del transmisor será de acuerdo a lo especificado en la clasificación eléctrica del área donde se instale. La conexión eléctrica será de ½” NPTF.

El montaje será en yugo soportado en tubo de 2”.

En los transmisores inteligentes de presión diferencial aplicados para la medición de flujo, la extracción de la raíz cuadrada en la medición de flujo por presión diferencial se realizará en el Sistema de Control.

Medidores Masicos Tipo Coriolis

Los requisitos técnicos de diseño, fabricación, materiales, instalación, inspección, pruebas, almacenamiento, transporte, servicios y documentación de los medidores de flujo tipo coriolis a utilizarse deberán ser de acuerdo con la norma AGA REPORT No. 11/APIMMPMS 14.9:2003 Medidor de gas natural por medidor Coriolis

Los instrumentos medidores de flujo tipo coriolis deben incluir los filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

El instrumento medidor de flujo tipo Coriolis debe tener un conector eléctrico para la conexión de puesta a tierra eléctrica, para conectar cable de cobre desnudo calibre 2 AWG mínimo.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X. La conexión eléctrica será de ½” NPTF.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

Los medidores de flujo tipo Coriolis se utilizarán para la medida de flujo másico para líquidos en aquellos casos en que sean requeridas altas precisiones y rangeabilidad. Las medidas de estos instrumentos son independientes de los cambios de presión, temperatura, densidad o viscosidad del fluido.

El material de construcción de las partes húmedas, cuerpo y bridas del sensor de flujo debe ser el adecuado para el fluido que se maneje, siendo el mínimo aceptable acero inoxidable 316.

El transmisor de flujo incorporará indicación local y será del tipo inteligente, capaz de transmitir señales analógicas, de frecuencia y digitales, con memoria de configuración no volátil.

Los ajustes de Cero y “SPAN” no serán intrusivos.

Los parámetros metrológicos del instrumento medidor de flujo tipo Coriolis serán los siguientes:

- a) Para hidrocarburos en fase líquida:
 - ♦ La exactitud debe ser menor o igual a $\pm 0.15 \% \pm [(la\ estabilidad\ del\ cero/ flujo\ medido) \times 100]$ en % del intervalo nominal “rango”.
 - ♦ La repetibilidad debe ser menor o igual a $\pm [1/2 (la\ estabilidad\ del\ cero/ flujo\ medido) \times 100]$ en % del intervalo nominal “rango”.
- b) Para hidrocarburos en fase gas:
 - ♦ La exactitud debe ser menor o igual a $\pm 0.5\% \pm [(la\ estabilidad\ del\ cero/ flujo\ medido) \times 100]$ en % del intervalo nominal “rango”.
 - ♦ La repetibilidad debe ser menor o igual a $\pm [1/2 (la\ estabilidad\ del\ cero/ flujo\ medido) \times 100]$ en % del intervalo nominal “rango”.
- c) El efecto de la temperatura ambiente sobre la señal de salida del sensor debe ser menor o igual a $\pm 0.005\%$ de la amplitud nominal “span” por °C o mejor.
- d) La exactitud para medición de Densidad debe ser menor o igual a $\pm 1.0\ kg/m^3$.
- e) La exactitud para medición de Temperatura debe ser menor o igual a $\pm 1.0^{\circ}C$.
- f) El instrumento medidor de flujo tipo Coriolis para aplicaciones en transferencia de custodia, debe cumplir con las recomendaciones de la OIML (International Organization of Legal Metrology)
 - OIML R-117 (Measuring systems for liquids other water)
 - OIML R-115 (Direct mass flow measuring system for quantities of liquids)
 - OIML R-81 (Dinamyc measuring devices for cryogenic liquids)

El instrumento requiere alimentación eléctrica independiente 120 VCA 60 Hz.

La salida del medidor será 4-20 mA lineal con protocolo HART.

Instrumentos de Nivel

El tipo de instrumentos de nivel a suministrar estará de acuerdo a la aplicación que el proceso requiera.

Los rangos de medición serán los que especifiquen las condiciones de proceso, es decir se seleccionaran acorde a los estándares del fabricante seleccionado.

Cuando los instrumentos de nivel deban instalarse a recipientes y/o tanques, se deberá considerar el uso de derivaciones tipo columnas (“stand pipes”) a las que se conectarán todos los instrumentos de medición que sean actuados por el mismo nivel de líquido, excepto los

instrumentos del Sistema de Seguridad que se conectarán independientemente y directamente al recipiente.

La columna debe llevar una válvula de $\frac{3}{4}$ " en la parte superior y una de drenaje en la inferior. Las válvulas de bloqueo se instalarán entre la columna y las tomas correspondientes al recipiente.

Cada instrumento se conectará a esta columna a través de válvulas de bloqueo, para permitir la separación de cualquier instrumento en casos de mantenimiento, sin que esto altere la operación del resto de los instrumentos conectados a la columna.

El material y tipo de válvulas deberá ser el que se establezca en la Especificación de Tuberías aplicable al servicio.

Cuando el proceso mismo no permita el uso de instrumentos de nivel diferentes a los que son actuados por la misma columna de líquido, se podrá especificar otro tipo de instrumento (capacitivos, ultrasónicos, radioactivos, etc.) de acuerdo a las características particulares del proceso.

Cuando se trate de mediciones cuyo fluido sea corrosivo o con sólidos en suspensión se podrán utilizar mediciones de nivel por burbujeo.

Las escalas para los instrumentos de nivel se indicarán en porcentaje (del 0 al 100%) del rango de nivel.

Se considerará el uso de sellos separadores en los instrumentos de nivel del tipo presión diferencial cuando sea requerido por el proceso.

Instrumentos de Nivel de Presión Diferencial

Se especificarán instrumentos de presión diferencial electrónicos para la medición de nivel en los recipientes a presión, a menos que las condiciones del proceso no lo permitan.

Los requisitos técnicos de diseño, fabricación, materiales, instalación, inspección, pruebas, almacenamiento, transporte, servicios y documentación de los Transmisores de nivel por presión diferencial a utilizarse deberán ser de acuerdo con la IEC-60770-3:2006 Transmisores para uso industrial-sistemas de control de procesos-parte 3: Métodos para evaluación de desempeño de transmisores inteligentes.

Los instrumentos transmisores de nivel por presión diferencial deben incluir los filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

Se tomarán en consideración en la selección de estos instrumentos y para el correcto cálculo del rango las diferentes densidades, supresión o elevación de cero, tipo de montaje, etc.

El material estándar de las partes internas será acero inoxidable AISI 316, a menos que, debido a las condiciones del proceso, se requiera de otro tipo de material.

El encapsulado del transmisor será de acuerdo a lo especificado en la clasificación eléctrica del área donde se instale. La conexión eléctrica será de ½" NPTF.

Cuando la densidad del fluido a medir tenga una variación prevista superior al 10% se estudiará su sustitución por niveles de radar de onda guiada.

La salida del medidor será 4-20 mA lineal con protocolo HART.

Las conexiones de proceso serán de 2" 150# RF con brida ciega roscada a ½" NPTF.

Indicadores de Nivel Tipo Magnetico

Se especificarán indicadores de nivel tipo magnético para la visualización de niveles líquidos, los cuales actuarán en respuesta al movimiento del flotador provocando el movimiento de las banderillas o pastilla de indicación, mediante los imanes permanentes en el interior del flotador, el cual estará diseñado de acuerdo a la densidad del líquido. La aplicación será para fluidos altamente corrosivos o letales, o altas presiones en proceso. Se evitará su uso cuando el fluido tenga variaciones de densidad superiores al 10%.

Los materiales de las partes húmedas serán seleccionados de acuerdo al fluido que manejen, como mínimo los materiales de construcción de la cámara del indicador deben ser de acero inoxidable 316.

El flotador será preferentemente de acero inoxidable 316 o titanio, además se calculará en función del fluido a medir.

Las conexiones de los indicadores magnéticos de nivel preferentemente serán lado a lado de 2"Ø, bridas rating mínimo 150#.

El indicador incluirá tapones de 1/2" para drenaje y venteo.

El indicador tendrá disponibilidad para instalar en caso de requerirse accesorios como transmisor e interruptores para alto y bajo nivel.

La cámara del indicador debe ser fabricada en estricto apego a la norma ASME B31.1 y B31.3.

Los transmisores deben operar satisfactoriamente en un rango de temperatura de 80°C a 400°C.

La repetibilidad mínima del transmisor debe ser de ± 0.005 % del rango o mejor. La exactitud será de 0.01% del rango o mejor.

Los transmisores de nivel deben incluir los filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

Transmisor de Nivel Tipo Radar

- a) En la medición y control de procesos y transferencia de custodia, se emplean instrumentos de medición de nivel, utilizando tecnología tipo radar, de temperatura y de nivel de interfaz de agua (cuando aplica), para llevar a cabo la cuantificación basada en volumen de gasolinas, petróleo, líquidos y gases licuados del petróleo, almacenados en los tanques atmosféricos y presurizados.

El control de inventarios y/o la transferencia de custodia, basados en una cuantificación en volumen, se deben llevar a cabo mediante la determinación de las variables nivel, temperatura y nivel de interfaz de agua (cuando aplique) utilizando los métodos ALG y ATT, a través de la instalación de los siguientes instrumentos de medición para tanques de almacenamiento:

- ◆ Medidor de nivel tipo radar
- ◆ Transmisor o cabeza transmisora
- ◆ Sensor de temperatura
- ◆ Sensor de nivel de agua integrado a la sonda de temperatura
- ◆ Indicador a pie de tanque

Los requisitos técnicos de diseño, fabricación, materiales, instalación, inspección, pruebas, almacenamiento, transporte, servicios y documentación de los Transmisores de nivel tipo radar a utilizarse deberán ser de acuerdo con:

5.7 ISO 4266-1:2002 Productos del petróleo y petróleo líquido – Medición de nivel y temperatura en tanques de almacenamiento por métodos automáticos – Parte 1: Medición de nivel en tanques atmosféricos.

5.8 ISO 4266-3:2002 Productos del petróleo y petróleo líquido – Medición de nivel y temperatura en tanques de almacenamiento por métodos automáticos – Parte 3: Medición de nivel en tanques de almacenamiento presurizados-No refrigerados.

5.9 ISO 4266-4:2002 Productos del petróleo y petróleo líquido – Medición de nivel y temperatura en tanques de almacenamiento por métodos automáticos – Parte 3: Medición de nivel en tanques de almacenamiento por métodos automáticos-parte 4: Medición de temperatura en tanques atmosféricos.

5.10 ISO 4266-6:2002 Productos del petróleo y petróleo líquido – Medición de nivel y temperatura en tanques de almacenamiento por métodos automáticos – Parte 3: Medición de nivel en tanques de almacenamiento por métodos automáticos-parte 6: Medición de temperatura en tanques de almacenamiento presurizados-No refrigerados.

El proveedor suministrará los instrumentos, conexiones y accesorios, para realizar la medición de las variables indicadas en el inciso a).

El transmisor de nivel tipo radar se debe comunicar con los instrumentos mencionados en el inciso a), y codificar la información para que emita una señal protocolizada. Asimismo, el proveedor debe cumplir con los protocolos de comunicación indicados en la respectiva hoja de datos.

Los instrumentos de medición para tanques de almacenamiento deben tener dispositivos para la protección de sus componentes electrónicos, contra sobre tensiones o variaciones en la corriente eléctrica, por descargas atmosféricas o maniobras en la operación eléctrica de la red.

Asimismo, en caso de requerir alimentación eléctrica en corriente directa, los instrumentos deben tener protección contra inversión de polaridad.

Las tarjetas electrónicas de los instrumentos estarán protegidas, por medio de un recubrimiento para soportar ambientes corrosivos y trabajar en las condiciones ambientales del lugar y debe cumplir con los materiales, espesores, y pruebas efectuadas a los recubrimientos con la IEC 610

El transmisor de nivel tipo radar, el indicador remoto, el transmisor o cabeza transmisora, el sensor de temperatura deben tener cada uno, una placa de identificación permanentemente asegurada al instrumento (no se aceptan uniones por adhesivo) conteniendo la siguiente información:

◆ Identificación y servicio.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

- ◆ Marca, modelo y número de serie.
- ◆ Fecha de fabricación.
- ◆ Suministro eléctrico.
- ◆ Tipo de protección

Los instrumentos de medición para tanques de almacenamiento deben cumplir con el tipo y tamaño de las conexiones que tenga el tanque de almacenamiento, las conexiones bridadas deben cumplir con ASME B16.5-2009 o equivalente.

Salvo que se indique otra cosa en la hoja de datos, la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico, y será a prueba de corrosión tipo NEMA 4X

Los instrumentos de medición para tanques de almacenamiento deben estar certificados por cualquiera de los siguientes organismos reguladores: UL, FM, ATEX, CSA, CENELEC o equivalentes y debe mostrarlo en su placa de datos

El transmisor de nivel, el sensor de temperatura, el configurador y el indicador local remoto deben tener filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir con IEC 61000-6-2:2005, IEC 61000-6-4:2006 y IEC 61326-1:2008.

Interruptores de Nivel

Para actuar alarmas y enclavamientos (disparos, arranques, etc.) se usarán preferiblemente transmisores de nivel, como alternativa se utilizarán interruptores eléctricos del tipo flotador de cámara externa.

El interruptor deberá estar provisto de un contacto seco tipo SPDT. Los contactos podrán seleccionarse como NO o NC, con una capacidad de corte ("rating") de 2A a 24 VCD ó 10A a 125 VCA, dependiendo de la aplicación.

Las conexiones serán preferiblemente lateral-lateral o lateral-inferior de 1" RF rating mínimo 300#. La conexión eléctrica de entrada a la caja será de ½" NPTF.

El encapsulado del interruptor será NEMA 4X, a prueba de corrosión. Los instrumentos se especificarán adecuados para la clasificación de la zona donde vayan a ser instalados.

Los materiales de la cabeza serán preferentemente fundición de aluminio, el cuerpo en acero al carbón, e internos en AISI 316, salvo que las condiciones del fluido y el proceso requieran otros materiales.

Instrumentos de Presión

Los Instrumentos de presión en los procesos industriales determinan el valor de la fuerza que ejerce un fluido sobre un recipiente o tubería, por lo que esta variable puede ser medida en

diferentes unidades en forma directa, para ello se podrán seleccionar instrumentos que dependiendo de su aplicación el principio de medición puede variar.

Manómetros

El elemento de medición para este tipo de medidor deberá ser de tipo Bourdon, a no ser que por requerimiento especial se indique otro en la hoja de datos. El material de fabricación del elemento será acero inoxidable 316. Los internos de los indicadores de presión serán de acero inoxidable endurecido.

Todos los manómetros tendrán un factor de sobrepresión de 1.3 veces el valor final de la escala.

Esta sobrepresión no debe afectar a la calibración normal del manómetro en más de 1% del rango. Asimismo, se especificarán, si fuera necesario por las condiciones de proceso, dispositivos de protección (limitadores o similares) para la máxima presión a la que pueda ser expuesto.

Los rangos se conformarán de acuerdo a los caratulas estándares del fabricante y serán seleccionados de manera que la indicación de la presión normal de operación se encuentre entre un 40% y un 60% de la escala y que la presión máxima no exceda el 80% del tope de la escala.

Unidades Sistema Inglés		Unidades Sistema Internacional o Métricas			
psig		kg/cm ² (g) or bar (g)		kPa (g)	
Presión de Operación	Rango del Manómetro	Presión de Operación	Rango del Manómetro	Presión de Operación	Rango del Manómetro
Vacío < P < 3	-30"Hg/ 0 /+15	Vacío < P < 0.2	-1/ 0 / +1.5	Vacío < P < 20	-100 / 0 /+150
3 < P < 10	0 - 15	0.2 < P < 0.6	0 - 1.0	20 < P < 60	0 - 100
10 < P < 20	0 - 30	0.6 < P < 1.0	0 - 1.6	60 < P < 100	0 - 160
20 < P < 40	0 - 60	1.0 < P < 1.5	0 - 2.5	100 < P < 150	0 - 250
40 < P < 65	0 - 100	1.5 < P < 2.5	0 - 4	150 < P < 250	0 - 400
65 < P < 90	0 - 160	2.5 < P < 4.0	0 - 6	250 < P < 400	0 - 600
90 < P < 120	0 - 200	4.0 < P < 6.5	0 - 10	400 < P < 650	0 - 1000
120 < P < 180	0 - 300	6.5 < P < 10	0 - 16	650 < P < 1000	0 - 1600
180 < P < 250	0 - 400	10 < P < 15	0 - 25	1000 < P < 1500	0 - 2500
250 < P < 350	0 - 600	15 < P < 25	0 - 40	1500 < P < 2500	0 - 4000
350 < P < 450	0 - 800	25 < P < 40	0 - 60	2500 < P < 4000	0 - 6000
450 < P < 600	0 - 1000	40 < P < 65	0 - 100	4000 < P < 6500	0 - 10000

Para mediciones de presión de líneas con fluidos viscosos, sucios o corrosivos, se usarán sellos de diafragma, estos serán fabricados en acero inoxidable 316 y con conexión de ½" NPT.

En instalaciones en las que el servicio del manómetro es vapor de agua o vapores condensables calientes, con temperatura superior a 100°C, se instalarán sifones de ½" NPT.

El diámetro de la caratula será de 4½" (estándar) y el material de la caja será fenol, la conexión a procesos de la caja del instrumento será por la parte inferior, el tamaño de la conexión será de ½" NPT, si el montaje del manómetro es en panel, se seleccionará con la conexión posterior.

Los manómetros tendrán protección en caso de rotura del elemento tipo frente sólido. El encapsulado será a prueba de intemperie y anticondensable.

Las exactitudes deben ser de $\pm 0.1\%$ de la escala total para grado 4A, $\pm 0.25\%$ de la escala total para grado 3A, $\pm 0.5\%$ de la escala total para grado 2A y cumplir con ASME B40.1 (incorporado a ASME B40.100-2005) o equivalente.

De acuerdo a su exactitud la aplicación de los manómetros en las instalaciones de la Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos deben ser grado 2A para procesos, ductos y servicios auxiliares entre otros y grado 3A y 4A para pruebas y laboratorios

Para los manómetros instalados en servicios pulsantes, como descarga de compresores y bombas, se instalarán amortiguadores de pulsaciones regulables, además, serán rellenados de glicerina.

Los manómetros de tiro serán del tipo columna líquida vertical o inclinada.
Los manómetros de presión absoluta tendrán compensación automática de la presión atmosférica.

La tapa del manómetro será roscada; el encapsulado será de fenol negro.

La carátula será de material plástico estándar del fabricante, el fondo será de color blanco con los números y escala en negro.

Los manómetros incluirán tornillo micrométrico de ajuste.

Interruptores de Presion

Para actuar alarmas y enclavamientos (disparos, arranques, etc.) se usarán preferiblemente transmisores de presión, como alternativa se utilizarán interruptores de presión del tipo Diafragma-Pistón, aunque dependiendo del servicio y presión pudiera ser de otro tipo.

En las líneas de proceso que manejan fluidos inflamables, se especificarán con encapsulado apropiado para la clasificación eléctrica del área donde se instalarán y serán instalados con una separación física entre el detector y el alojamiento del sistema eléctrico.

El material del elemento sensor estándar será en acero inoxidable 316.

Las conexiones al proceso serán de ½" NPT, excepto cuando el servicio del interruptor sea aire procedente de la salida de un instrumento, en cuyo caso será ¼" NPT. Asimismo, las conexiones eléctricas serán de ½" NPT por la parte inferior.

Los interruptores serán tipo micro y en general de contactos tipo seco SPDT. Los contactos deberán ser seleccionables NO o NC, con una capacidad de corte ("rating") de 2A a 24 VCD o 10A a 125 VCA, dependiendo de la aplicación. La diferencial será normalmente fija según requerimientos específicos de cada aplicación.

El grado de protección de los interruptores de presión será NEMA 4X, a prueba de corrosión. Se procurará que los interruptores de presión sean de un diseño tal que no se requiera del uso de sellos de diafragma. Los sellos diafragma deberán utilizarse, preferiblemente, con fluidos viscosos y corrosivos.

Cuando el servicio del interruptor sea vapor de agua o vapores condensables a altas temperaturas, deberá hacerse uso de sifones.

Los interruptores de presión soportarán la máxima presión a la que puedan ser expuestos para lo cual, si fuera necesario, llevarán dispositivos adecuados tales como limitadores o similares.

Los ajustes serán externos.

Transmisores de Presion

Los instrumentos serán dimensionados de tal forma que puedan soportar 1.5 veces el valor límite superior del rango del sensor. Los transmisores de presión deberán soportar la máxima presión estática del servicio donde sean instalados.

En caso de que sea necesario, se dispondrá de sellos de diafragma para servicios corrosivos y viscosos. Para estos servicios se especificará el conjunto sello capilar evitando con ello que el fluido de proceso deje en las líneas de impulso sedimentos que causen problemas en la medición.

El transmisor se suministrará con "manifold" integral de dos vías. Este será de acero inoxidable como estándar, a menos que se indique lo contrario. El "manifold" permitirá: cambio o reparación y purga sin detener el proceso.

El material del elemento sensor en contacto con el fluido de proceso será de acero inoxidable 316, el material del cuerpo será el estándar del fabricante, en caso de ser acero al carbono llevará un recubrimiento epóxico que evite el ataque corrosivo del ambiente,

La exactitud mínima que deben tener los instrumentos transmisores de presión y de presión diferencial para una rangeabilidad de 100:1 es la siguiente:

- ♦ Monitoreo $\pm 0,075\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.
- ♦ Control $\pm 0,05\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.
- ♦ Transferencia de custodia $\pm 0,04\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.
- ♦ Sistemas Instrumentados de Seguridad $\pm 0,075\%$ del intervalo de medición "span" o mejor.

La repetibilidad debe ser de 0.1% del intervalo de medición "span".

Los ajustes de cero y margen ("span") serán independientes y accesibles desde el exterior. Los transmisores de presión tendrán sistema de cableado a dos (2) hilos ("loop powered") y alimentación de 24 VCD. Salida 4-20 mA lineal con protocolo HART superimpuesto.

Los instrumentos transmisores de presión deben incluir los filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

La protección del transmisor será de acuerdo a lo especificado en la clasificación eléctrica del área donde se instale.

La conexión eléctrica será de ½" NPTF.

La conexión a Proceso será ½" NPTM.

Transmisores de Presion Diferencial

Los Transmisores Electrónicos de Presión Diferencial serán del tipo convertidor diferencial de balance de fuerzas, inteligentes.

El material estándar de las partes internas será acero inoxidable AISI 316, a menos que, debido a las condiciones del proceso, se requiera de otro tipo de material (Monel, Hastelloy, etc.), lo cual será debidamente especificado en la hoja de datos del instrumento. En caso de ser acero al carbón se requiere de un recubrimiento epóxico para protección del ambiente corrosivo de la planta.

Los transmisores de presión diferencial estándar soportarán, como mínimo, 120 kg/cm² en cada cámara.

El cuerpo de los transmisores tendrá una distancia estándar de 54 mm (2-1/8") entre tomas. Se suministrarán siempre con 2 bridas ovales con conexión 1/2" NPTF, 2 juntas de teflón y 2 tornillos de acoplamiento a las válvulas de derivación (manifold).

Los transmisores incluirán un "manifold" de 5 vías (2 de bloqueo, 1 de venteo y 2 de igualación).

La precisión ("reference accuracy", que incluye linealidad, histéresis y repetibilidad) mínima será 0,5% del rango.

Los ajustes de cero y margen ("span") serán independientes y accesibles desde el exterior.

Los instrumentos transmisores de presión diferencial deben incluir los filtros electrónicos para eliminar interferencias producidas por señales de radiofrecuencia y electromagnéticas, para lo cual debe cumplir en su diseño con IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4 y IEC 61326.

Salvo se indique otra cosa en la Hoja de datos la caja deberá ser de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico y será a prueba de corrosión tipo Nema 4X.

El transmisor debe incluir la protección para polaridad inversa.

La unidad electrónica debe ser intercambiable.

Los transmisores de presión diferencial tendrán sistema de cableado a dos (2) hilos ("loop powered") y alimentación de 24 VCD. Salida 4-20 mA lineal con protocolo HART superimpuesto.

La protección del transmisor será de acuerdo a lo especificado en la clasificación eléctrica del área donde se instale.

La conexión eléctrica será de 1/2" NPTF.

El montaje será en yugo soportado en tubo de 2".

Válvulas de Relevo de Presión

La selección y dimensionamiento de las válvulas de seguridad deberá estar de acuerdo con la Norma API RP 520, 521, 526 y ASME VIII.

Las dimensiones de las válvulas de extremo a extremo y la línea de centro a extremo estarán de acuerdo a API 526, la selección del tamaño de la válvula estará de acuerdo con los estándares del fabricante certificados por ASME VIII.

Construcción

Las válvulas serán de una sola salida, serán del tipo resorte, con el disco guiado arriba.

Los bonetes de las válvulas serán de tipo cerrado para tipo convencional excepto para servicios de vapor de agua que serán abiertos. Las válvulas balanceadas tendrán bonete cerrado con venteo a la atmósfera y rejilla anti insectos.

La unión entre el cuerpo y el bonete contará con junta metálica en espiral, cuando los bonetes sean atornillados.

Se utilizarán válvulas de tipo convencional cuando la contrapresión sea inferior al 10% de la presión de ajuste, y balanceadas para contrapresiones superiores.

En casos en que la presión de servicio y la de ajuste estén muy próximas, o cuando la contrapresión sea superior al 50% de la presión de ajuste o cuando la pérdida de carga en la línea de entrada sea superior al 3% se podrán usar válvulas pilotadas.

Las válvulas de expansión térmica de líquidos serán de entrada 3/4" por 1" en la salida y de materiales de acuerdo con la especificación de tuberías. Si tuviesen bridas soldadas, estarán completamente radiografiadas.

Las válvulas de desfogue para presiones inferiores a 1 kg/cm² en tanques o recipientes estarán de acuerdo con API 2000.

Las Válvulas Relevo de Presión serán de fabricación estándar según lo recomendado para los servicios especificados en las hojas de datos.

Los materiales de las Válvulas de Seguridad y Relevo de Presión serán compatibles con las condiciones de proceso y estarán de acuerdo con la Especificación de Tuberías.

Los cuerpos de acero de aleación o de materiales especiales deben especificarse de acuerdo a las condiciones de operación del proceso y atmosféricas.

Los cuerpos de las Válvulas de Seguridad y Relevo de Presión, como mínimo, serán de acero al carbón a menos que se especifique otro requerimiento en la hoja de datos.

Los internos de la Válvulas de Seguridad y Relevo de Presión (tobera, soporte del disco, guía del vástago, anillo de purga, y bujes) como mínimo, serán de acero inoxidable 316 a menos que se especifique otro requerimiento en la hoja de datos.

La fundición del cuerpo de la válvula será de densidad uniforme, pureza y estructura granular compacta y estará libre de poros, grietas, rebabas y cualquier defecto que pudiera afectar el funcionamiento de la válvula, reducir la capacidad de operación o poner en riesgo al personal de operación y al equipo que protege.

Las válvulas estarán equipadas con palancas para apertura manual en servicios de aire, agua a temperaturas superiores a 130°C y vapor de agua. Este mecanismo será removible, de modo

que su instalación, operación y eliminación no afecte la presión de ajuste ni dañe la válvula y pueda removerse estando la válvula instalada.

Tanto la superficie de asiento como el disco se endurecerán o serán de material endurecido superficialmente cuando aplique.

Las bridas de las válvulas estarán conforme a lo indicado en las Normas ANSI B16.5. Debiendo ser del tipo RF y con cedula adecuada.

Válvulas de Presión Vacío

Las Válvulas De Presión-Vacío Y rompedoras de vacío para tanques de almacenamiento deberán ser del tipo cargada con pesos u operadas por piloto, y dimensionadas de acuerdo con API RP 2000.

El cuerpo de las válvulas presión vacío deberá ser de acero al carbón e interiores acero inoxidable. El cuerpo y las conexiones deberán estar de acuerdo con la especificación del recipiente.

Las válvulas deberán ser bridadas y maquinadas de acuerdo a la norma ASME B16.34.

Las válvulas y sus accesorios deberán de operar satisfactoriamente a una temperatura ambiente de -10°C a 50°C .

El arrestador de flama y la válvula serán suministradas en un ensamble completo.
Las válvulas serán instaladas en un ambiente seco y polvoso.

El fabricante deberá suministrar certificados de calidad que garanticen la fabricación de los equipos y certificado de materiales de acuerdo con lo especificado en las hojas de datos.

Los tornillos, tuercas, sujetadores, soportes, conectores, etc. deberán ser de acero inoxidable, protegidos por galvanización o recubrimiento epóxico anticorrosivo.

Las válvulas deberán ser protegidos con un acabado de resina epóxica anticorrosiva.

Cables y Accesorios para Instrumentación

Cable de Instrumentos

Todos los cables de instrumentación cumplirán con las siguientes Normas:

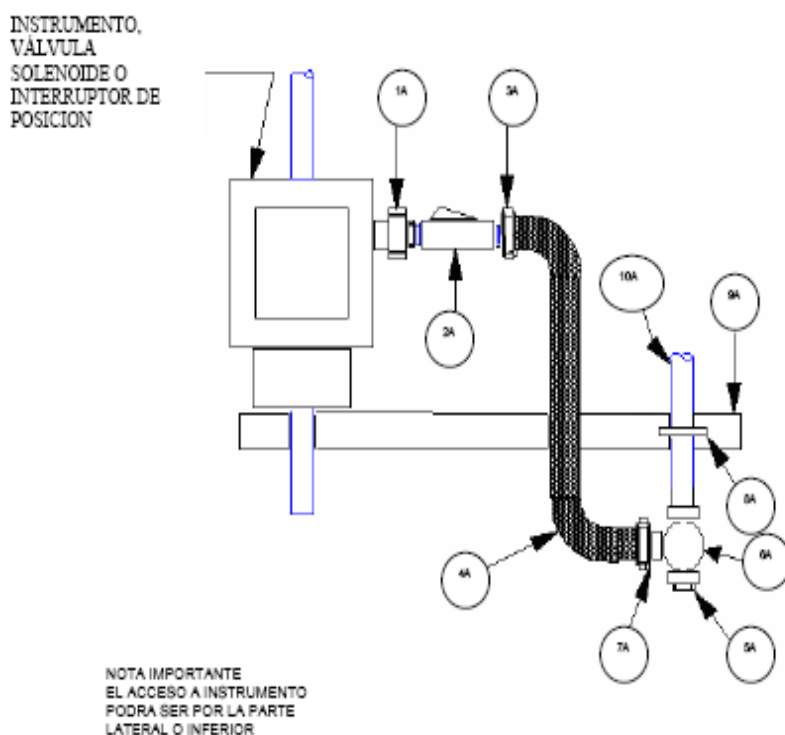
- IEC 60332-1 (no propagador de llama).
- IEC 60332-3 (no propagador de incendios).
- IEC 60754-1 (halógenos reducidos <14).

Los cables cumplirán con Underwriters Laboratories o estarán aprobados por un laboratorio nacional de pruebas de reconocido prestigio del país o ciudad donde sean fabricados.

Los cables de Termopar, así como el cable de compensación de estos, cumplirán las normas de colores establecidas en la ANSI/ISA-MC-96.1.

Todos los cables de instrumentos se instalarán en tramos completos, sin empalmes de ningún tipo.

El cableado entre las cajas de conexión y los instrumentos será por pares individuales, a través de tubo conduit.



El tipo de cable en la planta dependerá del servicio a realizar de acuerdo a la siguiente tabla:

SERVICIOS	TIPOS DE CABLES
Control Señales de control y enclavamiento. Alimentación Solenoide 24 VCD.	1PD Par simple: aislamiento para 300 VCA PVC/PVC, calibre #16 AWG, 105° C. Multiconductor: aislamiento para 300 VCA PVC/PVC, Calibre # 18 AWG, 105° C, Pantalla general 105° C. 4PD Cuatro pares con pantalla general. 8PD Ocho pares con pantalla general. 12PD Doce pares con pantalla general. 24PD Veinticuatro pares con pantalla general.
Control Señales analógicas de transmisores y posicionadores electro-neumáticos.	1 PA. Par Simple: aislamiento para 300 VCA PVC/PVC, Calibre #16 AWG. Pantalla total, 105° C. Multiconductor: aislamiento para 300 VCA PVC/PVC, Calibre #18 AWG, Pantalla total e individual, 105° C. 4PA Cuatro pares con pantalla individual y general.

SERVICIOS	TIPOS DE CABLES
	8PA Ocho pares con pantalla individual y general. 12PA Doce pares con pantalla individual y general. 24PA Veinticuatro pares con pantalla individual y general.
Fuego y Gas Señales analógicas de detectores y transductores.	1TA. Triada Simple: aislamiento para 300 VCA, PVC/PVC, calibre #16 AWG, 105° C. Multitriada: aislamiento para 300 VCA, PVC/PVC, Calibre #18 AWG, Pantalla total e individual, 105° C. 4TA Cuatro triadas con pantalla individual y general. 8TA Ocho triadas con pantalla individual y general. 1PA. Par Simple: aislamiento para 300 VCA PVC/PVC, Calibre #16 AWG. Pantalla total, 105° C. Multiconductor: (según punto 2)
Comunicación Serial, Interconexión de Sistemas de control	1C. Cable de comunicación según estándar del Fabricante del Sistema. 1FO. Fibra óptica, según estándar del proveedor del Sistema de Control Distribuido (SCD) 12FO. Fibra óptica, de doce núcleos.

El tipo de conductor será seleccionado de acuerdo al tipo de canalización eléctrica y según la tabla anterior.

Para la identificación de los cables de instrumentación referirse al punto 3.6 de estas bases.

Cuando las condiciones de temperatura del área donde se esté haciendo el ruteo del cableado sean críticas, deberá seleccionarse un tipo de cable que se adecue a las mismas.

Se observarán cuidadosamente los valores de corriente y caída de voltaje presentes en el diseño del cableado de instrumentos.

En su totalidad, cada multiconductor deberá transmitir un solo tipo de señal, bien sea analógica (4 - 20 mA) o discreta (24 VCD). En consecuencia, nunca se realizará la combinación de ambos tipos de señales en un mismo multiconductor.

Los multiconductores tendrán un 15% de reserva.

Cuando se haga uso de multipares apantallados, la pantalla general del multipar se conectará a tierra en el extremo del Sistema de Control y en el terminal de la caja de conexión, pero aislado de la tierra de la envolvente.

Todos los pares de reserva quedarán debidamente conectados e identificados como reserva en las cajas y gabinetes de conexión.

Los carretes de cable llevarán una placa permanente de acero inoxidable fijada a las mismas, con la siguiente información:

- ◆ Número de Orden de Compra.
- ◆ Número de partida ("Item").
- ◆ Número de carrete.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V."*

- ◆ Nombre del fabricante.
- ◆ Voltaje Nominal.
- ◆ Tipo de aislante y espesor.
- ◆ Tipo de conductor.
- ◆ Número y tamaño de los hilos trenzados.
- ◆ Longitud del cable en el carrete.

Las bobinas tendrán los medios adecuados para la sujeción de los extremos del cable, impidiendo que se puedan soltar.

La siguiente información deberá ser impresa en la cubierta del cable:

- ◆ Tipo de conductor.
- ◆ Tamaño del conductor.
- ◆ Número de pares / tríadas.
- ◆ Clase de voltaje.
- ◆ Tipo de aislamiento.
- ◆ Rango de temperatura.
- ◆ Nombre del fabricante.
- ◆ Marca para indicar clase UL.
- ◆ Consecutivo de longitud.

Esta identificación se repetirá a intervalos regulares no mayores de 60 cm. El tamaño mínimo de las letras deberá ser de 3 mm. La exactitud de la longitud de marcado deberá estar en los límites de $\pm 1\%$. El color de marcado deberá contrastar con el color de la cubierta externa del cable.

Cajas de Conexión

Las cajas serán de aluminio o poliéster reforzado de alta resistencia al impacto y contarán con un drenaje para líquidos en la parte inferior.

El grado de protección de las cajas será a prueba de explosión o seguridad aumentada, estarán protegidas contra la corrosión y serán adecuadas para montaje superficial vertical (en muro), contarán con un terminal de tierra en la parte exterior lateral.

Cada caja contendrá un solo tipo de señal y será apta para cada tipo de clasificación, no pudiéndose mezclar distintos tipos de señales, ni distintos tipos de clasificaciones.

Las cajas serán de color gris, y estarán debidamente marcadas e identificadas.

Las placas de identificación serán de acero inoxidable de 10 x 5 cm, como mínimo.

Cada caja se suministrará con tiras de terminales, y con los bornes necesarios para conectar todos los hilos del multicable. Tanto los bornes como la regleta de terminales deberán ser

identificadas según se indique en los documentos de ingeniería. Las tablillas de conexión serán a prueba de vibraciones.

Cada caja se suministrará con un 20% de reserva en sus agujeros de entrada de cables, así como en sus terminales.

Toda la tornillería será en acero inoxidable 316, las roscas serán NPT y con paredes que permitan seis hilos de rosca.

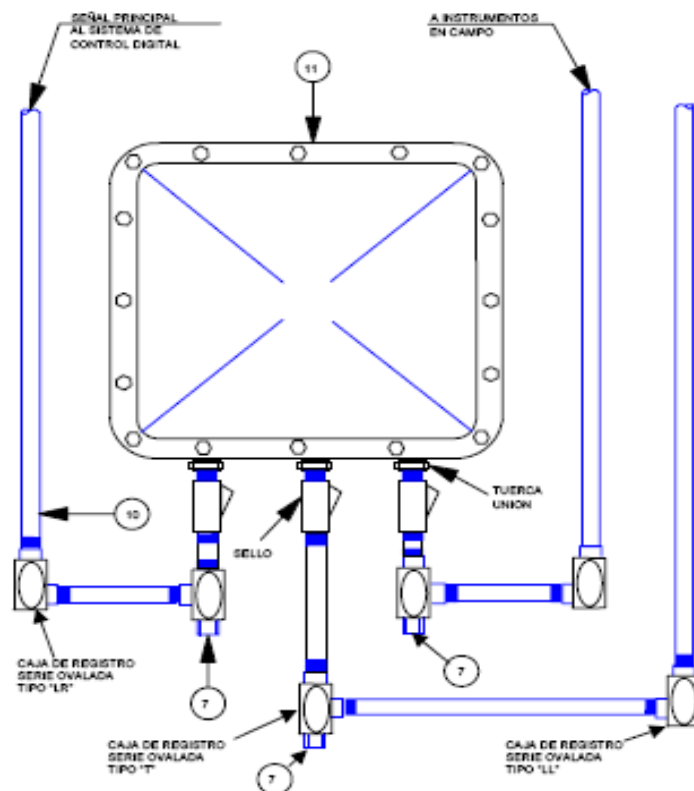


FIG. 6 DETALLE TÍPICO PARA INSTALACIÓN DE CAJA DE CONEXIONES

Las terminales de conexiones eléctricas en las cajas, incluyendo los cables de extensión de termopares, serán numeradas claramente e identificadas como sea necesario para discernir el termopar, la polaridad del circuito de CD, conexión a tierra, conexiones de prueba, etc. En general todos los bornes para el conexionado interno de equipos serán del tipo atornillado, y a prueba de vibraciones.

Las terminales para interconexiones eléctricas serán identificadas de acuerdo al marcado definido en los diagramas del proyecto.

Las tablillas de toma de tierra serán de color verde con amarillo.

Para el resto de aplicaciones serán de color gris.

Mientras no se haga uso de las cajas, todos los agujeros para la acometida deberán contar con un tapón roscado que asegure tanto el aislamiento con el medio exterior como el grado de protección de las mismas.

La acometida de los cables se hará preferentemente por la parte inferior de las cajas.

Guía de Segregación de Señales

El primer nivel de segregación de señales será por sistemas (SDMC, SGyF, paquetes).

El segundo nivel de segregación será por el tipo de señal a manejar (Analógica o discreta).

El tercer nivel de segregación será por el nivel de tensión de la señal:

- Analógicas: Termopares (mV).
RTD's (Ω).
Señales 4-20 mA.
- Discretas: Señales entre 0 y 5 V.
Señales entre 6 y 50 V.
Señales mayores de 50 V.

Puesta a Tierra

Todos los componentes y dispositivos metálicos de instrumentación no portadores de corriente de instrumentos, paneles, cubículos, cajas, etc. que podrían adquirir potenciales peligrosos, deberán conectarse de forma segura a la red de puesta a tierra.

Si el cableado de instrumentación es del tipo apantallado, la pantalla será conectada a tierra en un sólo punto que coincidirá con el de puesta a tierra electrónica, cuya localización será en la Sala de gabinetes del cuarto de monitoreo. Se deberá mantener la continuidad de la pantalla a lo largo de todo el recorrido y se mantendrá su aislamiento en los instrumentos, cajas de conexionado, gabinetes, etc. Esto se aplica también a los multicables con pantalla colectiva.

Canalizaciones Eléctricas de Instrumentación

La tubería conduit a utilizar en distribución eléctrica aérea visible, instalaciones ocultas y visibles en interiores deben ser de acero galvanizado por inmersión en caliente, pared gruesa tipo pesado, fabricado de acuerdo a la norma NMX-J-534-ANCE.

En soportes de tuberías (racks) aéreas se debe dejar un 20 por ciento de espacio disponible para aplicaciones futuras, del tamaño nominal (diámetro) mayor de las tuberías ocupadas.

Las tuberías para alimentadores de motores deben llevar 1 circuito por tubo, a excepción de alimentadores para válvulas motorizadas, los cuales se aceptan que alojen alimentadores hasta para 10 motores trifásicos, seleccionando la tubería con un tamaño nominal (diámetro) arriba del obtenido al considerar el 40 por ciento de factor de relleno de conductores, y

agrupando preferentemente válvulas del mismo tipo de servicio, por ejemplo: anillos de enfriamiento, de espuma contraincendio, y de producto.

El tamaño nominal (diámetro) de las tuberías conduit en distribución eléctrica aérea visible debe ser de 21 mm (3/4 pulg) como mínimo.

Para protección del conductor en la instalación dentro de tubería conduit, éste debe terminarse eliminando la rebaba en sus extremos en la llegada a cajas de conexión y tableros instalando contratuerca y monitor.

Las tuberías conduit visibles deben tener una sujeción con abrazaderas tipo “uña”, de aluminio fundido, 2 por tramo como mínimo, con perno roscado de baja velocidad o con abrazaderas tipo “U” tipo pesado de acero galvanizado con tuercas hexagonales.

Deben instalarse sellos para tubería conduit por cambio de área clasificada y a no más de 30 cm del equipo de instalación y cajas de conexiones. La instalación de los sellos debe incluir la fibra y el compuesto apropiado para cumplir la función de sellado.

Las trayectorias de conduit entre cajas de paso o conexión no deben tener curvas por más de 180º en total y no más de 2 curvas de 90º.

Debe respetarse los radios de curvatura mínimos de conductores, de acuerdo con la NOM-001-SEDE-2012.

En áreas con humedad excesiva se deben incluir accesorios para drenar condensados en los equipos, tableros, canalizaciones y cajas de conexiones.

En instalaciones exteriores de áreas no clasificadas, en equipos o tuberías sometidos a vibración, asentamiento o movimiento, se debe instalar tubo conduit flexible metálico galvanizado engargolado recubierto con PVC con conectores a prueba de agua.

Se deben instalar cajas de paso en trayectorias rectas a cada 40 m, como máximo. La selección del tipo de materiales y equipos a utilizar en la instalación eléctrica se debe basar en la clasificación general de áreas del proyecto.

El material eléctrico, como cajas de conexión, caja para tubería (condulets), coples y demás accesorios de canalización de áreas Clase I División 2, debe suministrarse para áreas Clase I División 1.

No se aceptan soportes tipo unistrut para soportes de canalizaciones en exteriores.

En áreas corrosivas, las tuberías conduit para instalación visible debe ser de acero galvanizado por inmersión en caliente tipo pesado de acuerdo a la Norma NMX-J-534-ANCE o de aluminio libre de cobre tipo pesado de acuerdo a ANSI C80.5, UL6A o equivalente, recubiertas exteriormente de PVC de 1,0 mm (0.040 pulg), y recubrimiento interior de uretano de

acuerdo con NEMA RN1 o equivalente, de 0,05 mm (0.002 pulg), se debe cumplir con las pruebas requeridas para este tipo de material, como son:

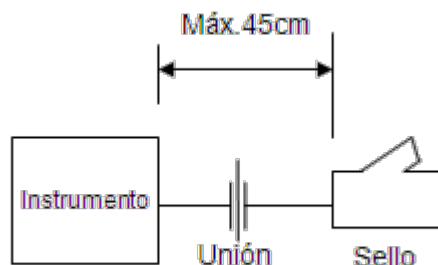
- Dureza del recubrimiento exterior de PVC.
- Adherencia del recubrimiento exterior de PVC.
- Espesor del recubrimiento exterior de PVC.
- Espesor del recubrimiento interior de pintura de uretano.

Todos los accesorios de soportería para instalaciones eléctricas visibles en área corrosivas, como abrazaderas, canal "U", deben ser con cubierta exterior de PVC.

Todos los accesorios de canalización para instalación eléctrica visible en áreas corrosivas como cajas de paso, tuercas unión, sellos, coples flexibles, caja para tubería (condulets), cajas de conexión, conectores, deben ser de aluminio libre de cobre con cubierta exterior de PVC y pintura interior de uretano, de acuerdo con NEMA RN1 o equivalente.

Entre el instrumento y la canalización rígida, se deberán emplear "conduits" flexibles certificados en el mercado, de acuerdo a la clasificación del área. No se permite el uso de "conduit" flexible con un diámetro superior a 36" en zonas peligrosas (el doble, 72", en zonas no clasificadas).

Se usarán sellos de protección para el conexionado eléctrico, los cuales se instalarán lo más próximo posible a los instrumentos, equipos, cajas de conexión. La conexión se realizará mediante el uso de una Tuerca Unión apropiada para la clasificación del área clasificada entre el instrumento y el sello.



Los sellos de protección para áreas clasificadas instalarán en las siguientes condiciones:

- ◆ En todas las salidas eléctricas de instrumentos y equipos ubicados en área clasificada.
- ◆ En todas las entradas y salidas de cajas de conexión de campo ubicadas en área clasificada.
- ◆ Si existe un cambio en la clasificación de área explosiva a área no explosiva.

Canalizaciones Subterráneas

La distribución subterránea de la tubería "conduit" se realizará en ductos recubiertos en concreto con una resistencia de 150 kg/cm² en áreas donde no hay paso de vehículos y 210 kg/cm², con acero de refuerzo, en áreas donde exista paso de vehículos. Se garantizará la

impermeabilidad por medio de aditivos integrales de concreto. El concreto será coloreado con óxido de hierro rojo en una proporción de 7.5 kg/cm².

Para los ductos se utilizará tubería rígida extra pesada de fierro galvanizado, de 2" y 4".

Los ductos deben prever un 10% de espacio en tubos de reserva como mínimo, así mismo el porcentaje máximo de ocupación de cables dentro de los ductos no deberá ser mayor al 40%. Los tubos de reserva estarán ubicados en la cota más cercana a la losa o parte superior del banco ductos.

Cables de alimentación en corriente alterna se canalizarán separados de los cables de corriente directa, a efectos de evitar ruidos e interferencias.

La cantidad máxima de tuberías en un banco de ductos será de 36, con un máximo de 20 tuberías con circuitos de fuerza en operación.

La profundidad del banco de ductos será como mínimo de 50 cm, de la parte superior del banco de ductos al nivel de piso terminado, en cruce de calles debe tener un mínimo de 70 cm.

En los bancos de ductos cuando se requieran cruces con otro tipo de instalaciones, estarán a una distancia mínima de 20 cm.

En la ruta de bancos de ductos subterráneos se dejará un 30% de tuberías disponibles.

La ruta de los bancos de ductos subterráneos será la más corta posible entre el origen y el destino, evitando registros innecesarios, considerando los derechos de vía definidos en conjunto con los otros tipos de instalaciones subterráneas, como cimentaciones, tuberías de proceso, agua, drenaje, entre otros. Se diseñará con el mínimo de desviaciones y cambios de nivel entre registros.

Los bancos de ductos subterráneos se diseñarán con una pendiente mínima de 3/1000 hacia los registros para drenado de probable filtración de agua.

Registros en Ductos

Los registros se diseñarán de concreto armado con resistencia 200 kg/cm² o mayor, garantizarán la impermeabilidad por medio de aditivos integrales del concreto, la altura de la entrada debe estar a 20 cm como mínimo sobre el nivel de piso terminado para evitar inundaciones en los registros.

Las tapas de registros deberán identificarse. La profundidad de los registros será definida en el proyecto por las dimensiones propias del banco de ductos, así como por el cruce con otras instalaciones subterráneas a fin de evitar interferencias en la etapa de construcción.

Para determinar las dimensiones de los registros subterráneos se tomará en cuenta el radio de curvatura mínimo de los conductores que se utilizarán, de acuerdo a lo establecido en la sección 300-34 de la NOM-001-SEDE-2012.

Se considerará una distancia mínima de 20 cm de la parte inferior del banco de ductos a la parte inferior del registro, para evitar inundaciones en los ductos.

1.3.3 Proyecto Suministro de Energía Eléctrica.

Suministro de Energía

El sistema eléctrico de distribución que aplicará en las instalaciones de esta terminal, será básicamente un sistema radial en todos los niveles de voltaje desde 13,200 volts (acometida de CFE), 480 volts (cargas de fuerza y alumbrado exterior) y 220/127 volts (alumbrado interior, instrumentación, control y servicios generales). para el respaldo de energía eléctrica de cargas consideradas como críticas, se cuenta con una planta de emergencia, en las instalaciones de la planta de gas, la disponibilidad de energía de este generador, será aplicada a las cargas eléctricas críticas, que faciliten operar con seguridad y flexibilidad determinaos procesos de la terminal. y para los sistemas de control, automatización, seguridad e instrumentación que gobernarán a la terminal, los cuales demandan además de energía regulada, un respaldo en tiempo, para el cierre y resguardo de la información propia de la operación y funcionamiento de la terminal, se dará con sistemas de fuerza interrumpible (UPS). Básicamente las cargas que demandaran suministro de energía eléctrica, se clasifican en tres sistemas, sistema de fuerza en 480 VCA, que corresponde al bombeo de los productos petrolíferos tanto en el área de tanques primarios propios de la descarga de los carro tanques, como para el llenado de los auto tanques correspondiente a la venta de estos productos. Sistema de alumbrado exterior, correspondiente a las vialidades, barda perimetral, y alumbrado localizado como auxiliar en la operación de descarga de los carro tanques. Preferentemente se diseñará este sistema de alumbrado exterior, con un nivel de voltaje de 480 VCA, para abatir costos en los circuitos alimentadores, y en las áreas que por su proceso operativo así lo permitan se propondrán luminarios, actuados por luz solar. y el sistema de alumbrado interior y distribución de contactos, que se implementara en todas las edificaciones, el cual será alimentado en 220/127 VCA., y con la finalidad de abatir costos en los consumos de energía, por concepto de alumbrado interior y exterior, se diseñara con luminarios tipo LED.

Motores Eléctricos.

Los motores eléctricos que accionarán las bombas de los petrolíferos, serán especificados, para operar en área peligrosa clasificada como Clase 1, División 2., por lo que los motores deberán ser totalmente cerrados con ventilación forzada (TEFC). a 460 VCA, 3 fase-3 hilos, 4 polos, 1800 RPM.

Planta de Generación de Energía Eléctrica

Una vez hecho el análisis de cargas críticas, y de requerirse de un generador de emergencia adicional, este deberá especificarse para de operación en emergencia, y estará integrado por un motor de combustión interna, de 4 tiempos a Diésel Automotriz, y generador eléctrico, sin escobillas, de capacidad adecuada en KW., a 3F-4H, 60 HZ, A 480 VCA, 4 polos y 1800 rpm, y tablero de transferencia, control y protección, con sus servicios auxiliares como bancos de baterías y tanque de Diésel Automotriz en el patín del grupo moto-generador

Tableros Eléctricos.

Los tableros eléctricos, en 480 y 220 VCA, deben estar diseñados y contruidos para operar en el interior de las edificaciones, Nema 1, de acuerdo con las NORMA NMX-J-353-ANCE-2008, NMX-J-118/1-ANCE 2000 y NMX-J-118/2-ANCE 2007. Deben cumplir con los requisitos de construcción que para estos equipos establece la NFPA 70E, como son el etiquetado (incluyendo emisión de energía calorífica), cubiertas, terminales seguras, colores de identificación, candados, puertas con conexión a tierra.

Los centros de control de motores, estarán integrados con arrancadores magnéticos combinados, no reversibles, en 460 VCA., a tensión plena para el control y protección de los motores eléctricos, que accionarán a las bombas de los petrolíferos

Alumbrado y Receptáculos

Generalidades

El sistema de alumbrado, el diseño del sistema de alumbrado debe cumplir con la clasificación del área del lugar donde se va a instalar, y cumplir con los artículos 500 a 510 de la NOM-001-SEDE-2005 2012. los luminarios que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en los artículos 501-130 y 502-130 de la NOM-001-SEDE-2012.

Alumbrado Exterior e Interior

El alumbrado será diseñado para mantener el nivel de iluminación mínimo requerido para la operación confiable y segura de la terminal, aplicando los niveles de iluminación que correspondan al área de trabajo, de acuerdo con la norma NOM-025-STPS-1999. el tipo de iluminación para las áreas exteriores e interiores debe ser con luminarios tipo led, que por su eficiencia lumínica, larga vida favorecen el diseño de iluminación para la terminal y para coadyuvar con el ahorro y gastos excesivos de energía eléctrica.

Selección de los Luminarios.

Como criterio, para la selección de las luminarias, se debe considerar: eficiencia de iluminación, distribución uniforme de la luz, accesibilidad para cambio de lámparas y mantenimiento, clasificación del área, y durabilidad. donde las luminarias estén sujetas a vibración excesiva o colgante con conduit mayor de 30 centímetros, se debe utilizar un dispositivo amortiguador, de acuerdo a la clasificación de áreas.

Niveles de Iluminación.

El nivel de iluminación para el alumbrado interior y exterior deberá ser conforme a los niveles de iluminación indicados la NOM-025-STPS-1999.

Control de alumbrado.

La iluminación se controlará mediante tableros con interruptores termomagnéticos, y en general los circuitos de alumbrado en áreas de oficinas y pasillos deben ser controlados por apagadores locales

La tensión de los circuitos de alumbrado exterior se recomienda 480 VCA. y los tableros para alumbrado, contactos y cargas monofásicas serán de 3 fases, 4 hilos, en gabinete de la denominación nema correspondiente a la clasificación del área que se trate.

Podrá haber circuitos de alumbrado y circuitos de contactos en el mismo tablero de carga, pero no luminarias y contactos en el mismo circuito, y se deben cablear en tubos conduit independientes.

Los interruptores derivados de los tableros deben tener una carga del 80 % de su capacidad como nominal máximo. la carga máxima de cualquier circuito de alumbrado interior debe ser de 1500 watts.

Se dejarán interruptores disponibles en cada centro de carga.

Receptáculos:

se deben instalar receptáculos dúplex polarizados con conexión a tierra, 127 v, 20 a. y receptáculos 220 y 480 VCA, 3F, 3H y tierra, para áreas interiores., adecuados al medio ambiente y clasificación de áreas. se deben instalar contactos con protección de falla a tierra en lugares húmedos para la protección del personal. se debe instalar contactos de tierra aislada para alimentar a equipos electrónicos.

La altura de montaje de contactos en interiores debe ser 0.30 m. la altura de montaje de receptáculos y contactos en exteriores debe ser a 1.2 m.

Tierras y Pararrayos.

Generalidades.

El sistema de tierras debe cumplir con lo indicado en las normas NOM-SEDE-001-2012 en su Artículo 250, "puesta a tierra", y como guía para el cálculo se consultara el estándar IEEE-80-2000.

considerar las siguientes particularidades:

Sistema de puesta a tierra.

Resistencia permisible de la red de tierra, de acuerdo a la norma nom-sede-001-2012., artículo 921-18, debe andar en el rango de 5 a 25 ohms, dependiendo de la resistividad del terreno y voltajes de operación. el material de la red de tierra debe ser cable desnudo trenzado temple semiduro, y el uso de conectores a mecánicos y soldables tipo cadwel la profundidad mínima a la que debe ir la red de tierra es de 750 mm de acuerdo a NOM-001-SEDE-2012 art. 250-53 f).

El aterrizamiento de los equipos o dispositivos eléctricos, estructuras metálicas en general de la terminal, deben de realizarse con cable desnudo de cobre temple semiduro calibre mínimo 2 awg directamente a la red de tierras. para la puesta a tierra de los equipos se debe usar conector mecánico de cobre, y la conexión a la red de tierras se debe usar conector tipo compresión irreversible.

para protección mecánica del cable de puesta a tierra que sale de la red subterránea hacia los equipos, dispositivos o estructuras, debe ser alojado en un tramo de tubo conduit, incluyendo su monitor.

las tuberías de proceso en trayectorias aéreas, deben ser conectadas a tierra, a intervalos de 50 metros. y puenteado de tuberías, cuando las bridas de las tuberías de proceso, son eléctricamente aisladas. el puenteado de tubería conduit no es necesario.

Protección contra descargas atmosféricas.

El desarrollo de este sistema estará basado en la Norma Nmx-J-549-2005, y para mayor referencia en el código 780 DEL NFPA EDICION 2011 "LIGHTNING PROTECTION SYSTEMS". Previo análisis de la densidad de descargas atmosféricas, tomando como referencias los mapas isocerunicos de la cfe, y topografía del lugar, se determinará la implementación de un sistema de protección contra descargas atmosféricas sistema de pararrayos. y para ello de ser necesario este sistema, se colocarán puntas pararrayos tipo franklin, en las partes altas de las estructuras y edificaciones. para las tareas abiertas, y para optimizar la cantidad pararrayos, se analizará el radio de protección con puntas franklin instaladas postes metálicos de 30 metros de altura.

Áreas Peligrosas Clasificadas

Generalidades.

Por tratarse de áreas donde se reciben, operan y comercializan productos petrolíferos, gasolinas y Diésel Automotríz, sustancias inflamables. Para la selección de los equipos y materiales eléctricos a utilizar, se deberá elaborar un estudio de "áreas peligrosas clasificadas", de acuerdo a las recomendaciones del STD. RP-500-2012, NFPA-RP-497-2008 y por supuesto con las indicaciones de la norma NOM-001-SEDE-2012.

Equipo y material eléctrico.

El equipo y material eléctrico, para áreas clasificadas, deberán cumplir con los de criterios de selección y métodos de instalación de acuerdo a lo indicado en la tabla siguiente, cuyo contenido, tiene su fundamento en las indicaciones de la norma NOM-001-SEDE-2012.

TABLA DE MATERIAL Y EQUIPO ELÉCTRICO RECOMENDADO PARA ÁREAS PELIGROSAS

MATERIAL Y EQUIPO	CLASIFICACIÓN	DESIGNACIÓN	MÉTODO DE INSTALACIÓN
1.0	Motor de inducción tipo jaula de ardilla.	Clase i división 1	Montaje fijo, con tubo conduit rígido metálico, roscado, pared gruesa tipo pesado, de acuerdo a la nmx-j-534-ance-2008. En todos los casos, deben tener sello tipo eys ó similar, con cople metálico flexible a prueba de explosión, máximo a 45 cm de la caja de conexiones. La caja de conexiones, se debe conectar a tierra, de acuerdo a lo indicado en la nom-001-sede-2012.
		Clase i división 2	Tefc. Totalmente cerrado con ventilación, no a prueba de explosión. Ídem al anterior.
2.0	Luminarias industriales, tipo led.	Clase i división 1	A prueba de explosión. Cada luminaria debe estar aprobada como un ensamble completo para áreas clase 1, división 1, y tener claramente marcada la potencia máxima de las lámparas para las cuales está aprobada. La instalación debe efectuarse con tubo conduit rígido metálico, roscado, pared gruesa tipo pesado, de acuerdo a la nmx-j-534-ance-2001. Con conexiones roscadas al 100 % (a tope). Para el montaje colgante, si se requiere instalar una luminaria con tubo conduit a mas de 30 cms de la caja de salida, el tubo debe fijarse rígidamente a una distancia no mayor de 30 cms de la luminaria, o en su caso, para dar la flexibilidad necesaria, se debe instalar un cople metálico flexible a prueba de explosión máximo a 30 cms de la caja de salida. Las cajas o accesorios para la instalación de la luminaria deben estar aprobados para tal propósito y para lugares clase1, división 1.
		Clase i división 2	Se permiten luminarios a prueba de vapor. Ídem al anterior.
3.0	Estación de botones para control de motores.	Clase i división 1 y 2.	Deben suministrarse dentro de cajas a prueba de explosión, a prueba de intemperie y resistente a la corrosión. Se debe instalar un sello en el tubo conduit máximo a 45 cm de la estación de botones entre el sello y la estación de botones solo se permite instalar tubo conduit o accesorios a prueba de explosión.

4.0	Contacto trifásico con interruptor	Clase i división 1 y 2.	A prueba de explosión, a prueba de intemperie y resistente a la corrosión.	Instalación debe efectuarse con tubo conduit rígido metálico, roscado, pared gruesa tipo pesado, de acuerdo a la nmx-j-534-ance-2008. Se debe instalar un sello en el tubo conduit, máximo a 45 cm del contacto. Entre el sello y el contacto solo se permite instalar tubo conduit o accesorios a prueba de explosión. Los contactos y las clavijas que se conecten a ellos, deben contar con un conector fijo para el conductor de tierra del cable.
5.0	Contactos monofásicos	Clase i división 1 y 2.	A prueba de explosión, a prueba de intemperie y resistente a la corrosión.	Idem al anterior.
6.0	Canalización de conductores.	Clase i división 1 y 2.	Solo se permite tubo conduit rígido metálico, roscado, pared gruesa tipo pesado, de acuerdo a la nmx-j-534-ance-2008.	El acoplamiento entre extremos de tubo conduit debe hacerse a través de cople roscado del mismo material del tubo conduit, al 100 % de la rosca del cople en ambos extremos, aplicando previamente un producto anticorrosivo en la cuerda roscada sin inhibir la continuidad eléctrica. en ducto subterráneo, en áreas de no circulación de tráfico, este debe tener una profundidad mínima de 50 cms, del nivel de piso terminado al nivel superior del ducto y en cruce de calles esta profundidad debe ser de 80 cms.
7.0	Sellos	Clase i división 1 y 2.	Deben instalarse sellos en el interior de los tubos conduit para evitar el paso de gases, vapores o flamas de una parte de la instalación eléctrica a otra a través de la tubería conduit.	En cada canalización eléctrica con acoplamiento a cajas de conexión o de cualquier dispositivo que produzca arco o chispa o altas temperaturas en operación normal, debe instalarse sellos tipo eys o similar para tubería conduit, a 45 cm máximo de la caja de conexión. Debe usarse cuando el tubo conduit pase de un área peligrosa a otra de distinta designación, el sello debe colocarse en cualquier lado del límite de dicha área, máximo a de 3 m del límite. Entre las cajas de dispositivos y el sello no debe existir ninguna otra caja o dispositivo similar.
8.0	Cajas de conexiones.	Clase i división 1	Deben ser a prueba de explosión, roscados para su conexión con el tubo y con tapa roscada.	El acoplamiento de la caja de conexión con el tubo conduit deben roscados a la caja de conexiones a tope (al 100%). Donde exista la posibilidad de que líquidos u otros vapores condensados puedan ser atrapados dentro de envoltentes, se deben instalar drenes y/o respiraderos tipo ecd o similar para evitar la acumulación o para permitir un drenaje de tales líquidos o vapores condensados.

		Clase i división 2	Deben ser a prueba de explosión, roscadas para su conexión con el tubo conduit y con tapa roscada. Con tabllas terminales u otro sistema para fijar y conectar los conductores.	Idem al anterior.
9.0	Conductores	Clase i división 1 y 2.	Deben ser resistentes a la humedad, calor y retardador de flama y baja emisión de humos tóxicos. Con temperatura máxima de operación en el conductor de 90 °c, con aislamiento thhw-ls, para 600 vca, con conductor de cobre suave. Para media tensión, se usara cable de energía monopolar, con conductor de cobre, aislamiento xlp, con pantalla metálica sobre la base de cintas de cobre y con nivel de aislamiento para 133%.	Se deben cablear en tubo metálico del tipo pesado. Nmx-j-534-ance-2008. Todas las cajas, accesorios y uniones deben tener conexiones roscadas para la unión del tubo conduit y deben ser a prueba de explosión Las uniones roscadas deben quedar a tope (al100% de la cuerda). Donde sea necesario emplear conexiones flexibles, como en las terminales de motores, se debe usar accesorios flexibles aprobados para áreas clase 1. La instalación de los conductores debe ser de tal manera que se eviten los esfuerzos de tensión mecánica en los accesorios terminales.
10	Cople metálico flexible	Clase i división 1 y 2.	Deben ser del tipo a prueba de explosión, hermético a prueba líquidos y vapores, aprobados para áreas peligrosas clase i.	Al instalar el cople flexible, sus uniones roscadas, con los accesorios adecuados para áreas peligrosas, deben ser instalados con herramientas apropiadas, para garantizar una conexión hermética.
11	Sistema de tierras	Clase i división 1 y 2.	Debe conectarse al sistema de tierras, las estructuras metálicas de edificios y de soporte, tanques de almacenamiento, torres de proceso, tuberías de proceso, equipo metálico de proceso, equipos y sistemas eléctricos.	Debe existir continuidad eléctrica en los sistemas de canalizaciones metálicas y sus accesorios. El conductor neutro que forma parte de un suministro de energía con cuatro hilos, debe conectarse al sistema de tierras común antes del equipo de desconexión.

1.3.4 Proyecto Sistema de Tuberías.

Tuberías

El diseño, construcción y pruebas de la tubería debe cumplir con los requerimientos del código ASME B31.3.

El diseño mecánico de las tuberías se regirá por los criterios genéricos establecidos en los códigos ANSI, ASTM, ASME, API, NFPA

Los arreglos de tubería se diseñarán de tal forma que se evite tener interferencias para el mantenimiento, operación o inspección y se realizarán en base a las condiciones de diseño y servicio de la tubería, cumpliendo los parámetros siguientes:

- ◆ La presión de diseño nunca será menor que la presión de operación presente por condiciones severas de presión (interna o externa) y temperatura resultante de la operación normal.
- ◆ Las condiciones más severas de presión y temperatura coincidentes, será aquella que resulte de las condiciones del mayor espesor requerido y el rango más alto de trabajo de los componentes del sistema de tuberías.
- ◆ Cualquier sistema de tuberías que pueda bloquearse al aislarlo de su válvula de alivio, será diseñada, para la máxima presión que desarrolle para esta condición.
- ◆ La temperatura de diseño es tal que representa la condición más severa.
- ◆ El diseño de las tuberías deberá contemplar los efectos del proceso y ambientales, sea por expansión de los fluidos o enfriamiento. Considerando los efectos de contracción y expansión térmica (restricción de movimiento, gradientes de temperatura, expansión, soportes, anclajes y movimientos en los extremos).
- ◆ También se incluirán los efectos dinámicos (impacto, viento, sismos, vibración, reacciones por descarga, efectos de cargas, cargas vivas, cargas muertas)
- ◆ El número de ciclos o variaciones no excederá de 7 000 durante la vida del sistema de tubería.
- ◆ Para el diseño de tuberías se tomarán en consideración las Propiedades físicas y químicas de las sustancias y grados de riesgo de las mismas.
- ◆ Se tomarán en consideración la compatibilidad entre componentes de tubería y resistencia mecánica de estos en las transiciones y cambios de material.
- ◆ Constructabilidad y facilidad de operación y mantenimiento
- ◆ Efectos ambientales que inciden en la tubería

Los arreglos de tubería deben permitir desmontar el equipo para inspección y mantenimiento o cambio del mismo, sin tener que utilizar apoyos adicionales.

La tubería de servicios se diseñará con válvulas de bloqueo en las derivaciones (válvula raíz) de las líneas hacia las estaciones de servicio.

En Los arreglos mecánicos de tubería como en el sistema de bombeo se utilizaran procedimientos y tecnología reciente que garantice resultados confiables, y que éstos reduzcan los tiempos durante el diseño aplicando las Normas, Códigos y Estándares

nacionales contenidos en la NORMA Oficial Mexicana de Emergencia NOM-EM-003-ASEA-201 última edición.

Los arreglos de la tubería de venteo y de las válvulas de alivio de presión deben cumplir con lo siguiente:

a) Las válvulas de alivio de presión se localizarán en los puntos más altos en la trayectoria de las tuberías.

Se diseñara conexiones para venteo en los puntos más altos “atrapados” de todas las tuberías, de acuerdo a lo siguiente:

Con válvula, cuando así se requiera para fines de operación.

Con tapón y sin válvula, cuando solo sea para fines de prueba hidrostática (los tapones deben sellarse con soldadura después de la prueba).

Se deben suministrar conexiones con rango de trabajo clase 600 o menor, para venteo y drenaje con válvula de bloqueo simple, en los puntos más altos y bajos de todas las tuberías superficiales y aéreas.

Bridas y Accesorios

Las bridas Clase 125 y 250 cumplirán las especificaciones de la Norma ANSI B16.1.

Las bridas Clase 150 a 300 de diámetro hasta 24” deberán cumplir con la especificación ANSI B16.5.

Los accesorios con soldadura a tope serán de acuerdo a la Norma ANSI B16.9.

La preparación de los extremos con soldadura a tope se realizará de acuerdo con la Norma ANSI 16.25.

Válvulas-

Todas las válvulas se ubicarán en una posición adecuada para ser operadas (vigilarse o darles mantenimiento) desde el nivel de piso o plataformas con acceso, con el volante o maneral, en posición tal que no obstruya los pasillos, quedando estos accesibles y transitables para operación.

Todas las válvulas operadas manualmente y las válvulas de control se localizan de tal forma que se permita el acceso para su operación y mantenimiento.

Las dimensiones de bridas para válvulas bridadas de acero deben ajustarse a la especificación ANSI B16.5 excepto, cuando se especifique otra cosa en clases individuales.

Todas las válvulas operadas manualmente y las válvulas de control se localizarán de tal forma que se permita el acceso para su operación y mantenimiento.

Sistemas de Tuberías

La instalación de los sistemas de tuberías para servicios auxiliares deberán satisfacer los criterios, cumpliendo con lo indicado en los planos, arreglos de tuberías, isométricos y listas de materiales.

La separación mínima entre soldaduras circunferenciales contiguas en arreglos de tuberías deberá ser como sigue:

- 3.5" para tuberías de 2" de diámetro y menores-
- 1.5 veces el diámetro nominal para tuberías de 3" y 4" de diámetro.
- 1 vez el diámetro nominal para tuberías de 6" a 20" de diámetro.
- 0.5 veces el diámetro nominal para 24" y mayores.

Los arreglos de tuberías siempre que sea práctico se agruparán y ordenará de manera que su instalación sea funcional, práctica y económica, de fácil construcción y mantenimiento con las trayectorias más cortas posibles y con un mínimo de accesorios.

El diseño, construcción y pruebas de la tubería debe cumplir con los requerimientos del código ASME B31.3 para servicios.

Los arreglos de tubería deben permitir desmontar el equipo para inspección y mantenimiento o cambio del mismo, sin tener que utilizar apoyos adicionales.

Los sistemas de tubería cumplirán con lo señalado en el diseño para las condiciones más severas de temperatura y presión interna y/o externa, esperadas durante la operación que intervienen en el proceso de Sistemas Primarios, Almacenamiento y Descarga de producto.

Se aplicarán las provisiones necesarias, para resistir o aliviar cualquier exceso de presión que pudiera presentarse en los sistemas de tuberías.

Las tuberías de Acero al Carbón seleccionadas tienen una corrosión permisible de 1.6 mm.

La Evaluación de la Corrosividad debe considerar al menos:

- ◆ Presión y Temperatura de operación
- ◆ Velocidad de flujo
- ◆ Condiciones de condensación.

El sistema de tuberías que se empleará para la descarga de Carro-Tanque hacia los Tanques Primarios, serán enterradas con materiales de Polietileno de Alta Densidad

Tuberías Contra incendio.

Las instalaciones contarán con una red de agua contra incendio, formada con anillos cerrados que distribuirán el agua a las diversas áreas de la instalación. Esta red contara con sistemas de aspersión, así como hidrantes monitores distribuidos estratégicamente alrededor de las instalaciones.

La red de contra incendio se diseñará seccionada de manera adecuada para suministrar el agua a las diversas áreas o secciones que la constituyen y sin que, por actividades de mantenimiento de la red, queden bloqueadas, áreas que puedan dejarse sin proteger.

Toda la red contra incendio estará diseñada para operar en forma automatizada y permanentemente presurizada, garantizando que en condiciones de máximo flujo hacia el riesgo mayor, se garantice una presión mínima de 7.0 kg/cm² (100 lb/pulg²), en el hidrante monitor o en el aspersor más alejado, ya que la estación deberá contar con bombas contra incendio que cumplen con lo requerido por el National Fire Protection Association (NFPA), succionando agua de un tanque de almacenamiento.

El diseño de tuberías del Sistema Contra-incendio se realizará de acuerdo a los lineamientos generales de seguridad y los estándares NFPA-20, NFPA-22 y NFPA-24, como lo refiere la NOM EM 003 ASEA 1016

Para la Red de Agua Contra Incendio se empleará un sistema de tuberías enterradas, con materiales de Polietileno de alta Densidad.

La Tubería de Polietileno de Alta Densidad (PEAD o HDPE por sus siglas en ingles), será fabricada con material 100% virgen de primera calidad. La tubería debe estar diseñada para una vida útil de 50 años, ser 100% atóxica y no contener sales de metales pesados. El dimensionamiento de la tubería se realizará en base a la norma ISO 4427 y ASTM D 3350.

Las características mínimas que debe cubrir la tubería de HDPE son; flexibilidad, Resistencia al impacto, resistente a golpes y apto para terreno pedregoso.

Instalación rápida, Facilidad de transporte y resistente a productos químicos y suelos agresivos, para la cual no pierde sus propiedades físicas a bajas temperaturas (hasta 20° C).

La tubería de Polietileno de Alta Densidad HDPE se instalará utilizando accesorios de compresión tipo SUPERJUNTA por el método de termo-fusión (el proveedor de tubería debe garantizar la disponibilidad de los accesorios requeridos para la instalación de la tubería y contar con equipos para realizar las uniones necesarias por termo fusión).

La tubería aérea, para el sistema de agua contra incendio incluidos los disparos para hidrantes monitores y anillos de enfriamiento en los sistemas de aspersión, será de acero al carbón, en la cual están incluidos, sus conexiones, válvulas y accesorios con la cedula de acuerdo al diámetro a utilizar.

Se deberá considerar en todos los casos el suministro de material y herramientas adecuadas, así como personal calificado para efectuar la fabricación sistemas de tuberías de proceso, servicios y contraincendios.

Rutas y Soportes

Las tuberías aéreas deberán correr en dirección perpendicular o paralela a los ejes de la planta. Los cambios de dirección podrán ser acompañados de cambio en su elevación, se agruparán y trazarán en paralelo con un nivel superior de soporte, previéndose espacios libres entre las líneas para permitir el acceso para su remoción mantenimiento y/o reparación.

Pruebas.

Los circuitos de tuberías deben probarse en base a las condiciones máximas de operación planeadas, La realización de las pruebas hidrostáticas y/o neumáticas de los sistemas de tuberías se debe efectuar hasta donde sea posible, en forma integral (por circuitos). La determinación del tipo y presión de prueba, debe ser de acuerdo al ASME B31.3.

Se deberán elaborar dibujos de isométricos que señalen los circuitos para las pruebas, la presión de diseño y tipo de prueba, indicando los límites en cada circuito.

Los resultados de las pruebas hidrostáticas deben registrarse y archivarse en forma ordenada y rastreable.

1.3.5 Proyecto Sistema Contraincendio.

Los sistemas de seguridad tienen como propósito principal, minimizar o reducir los efectos y/o daños al personal, las instalaciones y el entorno, asociados a los peligros que pueden presentarse provenientes de alguna fuga, fuego o derrame de material.

Estos sistemas de seguridad consisten en:

- ◆ Protección y combate contra incendio a base de agua
- ◆ Protección y combate contra incendio a base de espuma
- ◆ Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego
- ◆ Protección y combate contra incendio a base de extintores portátiles y en carretilla
- ◆ Estaciones de regaderas y lavaojos
- ◆ Letreros y señalizaciones

Sistema de Contra Incendio a Base de Agua

El diseño y dimensionamiento de la red de agua contra incendio se debe fundamentar en el estudio de riesgos por incendio y fugas que determine el riesgo mayor que pudiera ocurrir en la instalación.

Abastecimiento y Almacenamiento de Agua

Abastecimiento de agua

La red de agua contra incendio debe contar con una fuente de abastecimiento de agua que satisfaga las necesidades de mayor demanda.

El agua que se utilice en la red de agua contra incendio debe provenir de cualquier fuente de abastecimiento que garantice el volumen de agua requerido, para dar atención al riesgo mayor bajo cualquier circunstancia.

Almacenamiento de agua

El almacenamiento de agua contra incendio, se debe diseñar con una capacidad mínima para satisfacer la demanda de la suma de los gastos siguientes:

- El gasto requerido para la **demanda de espuma** a la instalación que genera el escenario de incendio del riesgo mayor, basados en su densidad de aplicación conforme a la instalación a proteger.
- El gasto requerido para el **enfriamiento de los equipos** de la instalación que genera el escenario de incendio del riesgo mayor, basados en su densidad de aplicación conforme al equipo a proteger, la cual nunca debe ser menor a 4.1 lpm/m^2 (0.1 gpm/pie^2).
- El gasto requerido para el enfriamiento de las instalaciones que reciban radiación de calor del escenario que representa el riesgo mayor, basados en su densidad de

aplicación conforme a la instalación a proteger, la cual nunca debe ser menor a 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²).

- El gasto requerido adicional para el uso de monitores fijos, líneas suplementarias, agua para **proteger al personal** entre otros. Se considerará un gasto adicional de 3785 m³/min (1000 gpm) +/- 5 por ciento en volumen.

El almacenamiento de agua contra incendio, se debe determinar en función del requerimiento total de agua que demanda la protección para el escenario crítico de la instalación para su atención durante dos horas ininterrumpidas, considerando su reposición en menos de ocho horas; de no poder darse esta reposición se debe considerar la capacidad del tanque de agua para la atención durante 4 horas ininterrumpidas.

Para la instalación de este proyecto se considera para el diseño de la capacidad del tanque de agua de almacenamiento, la atención de un evento durante 4 horas ininterrumpidas.

Tanque de almacenamiento de agua contra incendio.

El tanque de almacenamiento debe ser vertical, atmosférico, de techo fijo, con venteo y recubrimiento interno.

La localización del tanque de almacenamiento debe estar basada en el análisis de los resultados de los radios de afectación por radiación y debe considerar:

- Estar ubicado en una zona donde no esté expuesto al fuego
- Estar ubicado en una zona fuera de riesgo, con la finalidad que no sea afectada la integridad del tanque.

El diseño del tanque de almacenamiento de agua contra incendio debe cumplir con los requerimientos establecidos en el estándar NFPA 22.

Cobertizo para el sistema de bombeo de agua contra incendio.

Para el diseño del cobertizo se debe considerar la utilización de materiales no combustibles y estar ubicado en áreas libres de afectaciones ocasionadas por: explosión, fuego, inundación entre otros.

El cobertizo debe diseñarse con un mínimo de 2 accesos, libres de obstáculos y espacios suficientes que faciliten la operación y el mantenimiento de los equipos.

Sistema de bombeo para servicio contra incendio

El sistema de bombeo debe diseñarse para suministrar el flujo de agua y presión requerida que se demandan para el combate del riesgo mayor de la instalación.

El diseño debe cumplir con los requerimientos del estándar NFPA 20.

El sistema de bombeo debe estar constituido por:

Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas deben ser utilizadas como bomba de alimentación principal y bomba de relevo, accionando la primera con un motor eléctrico y la segunda con un motor de combustión interna.

Para la selección de las bombas se debe cumplir lo siguiente:

- A gasto nulo la presión no debe exceder de 140 por ciento de la presión de descarga nominal
- Para un gasto de prueba de 150 por ciento de capacidad nominal, la presión de descarga no debe ser menor de 65 por ciento de la presión de descarga nominal.

Se deben considerar las curvas características de los fabricantes de las bombas para servicio contra incendio.

Bomba de mantenimiento de presión “Jockey”

La bomba de mantenimiento de presión “Jockey”, debe ser accionada por motor eléctrico y tener una presión de descarga igual a la presión a gasto cero de las bombas principal y relevo; además debe estar instrumentada con un paro automático.

Cabezal de succión de las bombas

Se debe diseñar lo más cercano posible al tanque de almacenamiento y ser tan corto y recto posible para reducir la caída de presión.

Cuando el agua sea succionada directamente de la fuente de abastecimiento, el diseño debe incluir cárcamos de filtrado con trampa de sólidos y un cárcamo específico para la succión, de tal forma que se garantice el gasto de alimentación al sistema de bombeo de agua contra incendio.

El diámetro de la tubería de succión debe estar diseñado para conducir el 150% de la suma del gasto nominal de las bombas principales en conjunto.

Cabezal de descarga de las bombas

El diámetro de la tubería de descarga debe estar diseñado para conducir el 150% de la suma del gasto nominal de las bombas principales en conjunto.

La clase de los accesorios instalados en la descarga deben seleccionarse para soportar como mínimo la presión máxima de descarga de la bomba principal operando a su velocidad y presión de paro y su clase nunca debe ser menor a la diseñada para la red de agua contra incendio.

Cabezal de pruebas de funcionamiento de las bombas

El diseño de la descarga de agua contra incendio debe considerar un cabezal de pruebas y un arreglo de tuberías que incluya un dispositivo para la medición de flujo para verificar que las condiciones operativas de funcionamiento de cada una de las bombas de agua contra incendio se encuentren dentro de un rango no mayor al 5 por ciento debajo de las condiciones originales de diseño.

Se debe dimensionar la tubería para el cabezal de prueba con base a un flujo total de 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba.

El diseño del cabezal de prueba debe incluir: un manómetro con un rango que cubra el 200 por ciento de la presión de descarga nominal y una válvula de globo para regular la descarga del agua en la tubería de pruebas.

La tubería de salida del medidor de flujo de agua para la prueba de las bombas, debe retornar a la parte superior del tanque de almacenamiento.

Instrumentación y dispositivos del sistema de bombeo.

Alarmas.

La red de agua contra incendio debe diseñarse con alarmas visibles y audibles por baja presión, cuya señal se debe recibir en el cobertizo de bombas contra incendio.

En la tubería de succión de las bombas contra incendio se debe diseñar un dispositivo con alarma visible y audible, que actúen cuando la presión en la succión de las bombas cae por abajo del mínimo predefinido.

Manómetros.

Las bombas principales y de relevo deben tener un manómetro conectado en la brida de descarga de la carcasa de la bomba.

Se debe tener un manómetro de presión y vacío conectado en la brida de succión de la carcasa de la bomba.

Válvula de alivio de circulación.

Las bombas operadas con motor eléctrico y las bombas de combustión interna que no tomen el agua de enfriamiento de la descarga de la bomba (enfriadas con radiador), deben tener cada una de ellas una válvula de alivio de circulación operada automáticamente.

En el caso de las bombas accionadas con motor de combustión interna, cuya agua de enfriamiento se tome de la descarga de la bomba, esta válvula no es necesaria.

Válvula de alivio de presión.

Las bombas operadas con motor diesel y las bombas con motor eléctrico que tengan control de velocidad variable, deben tener cada una de ellas una válvula de alivio de presión.

La válvula de alivio de presión se debe localizar entre la bomba y la válvula de retención, en la descarga de la misma y debe estar conectada de manera que pueda ser removida rápidamente para reparaciones sin afectar la tubería.

La válvula de alivio de presión debe descargar por la parte superior del tanque de almacenamiento de agua, para detectar el paso de agua se debe instalar una mirilla, lo más cercana a la válvula y en un lugar accesible al operador. La tubería de descarga debe ser del diámetro comercial superior al de la brida de la válvula. No se deben instalar válvulas de bloqueo ni en la entrada, ni en la salida de la válvula de alivio.

Válvula automática de liberación de aire.

Las bombas se deben suministrar con una válvula de liberación de aire, activada por flotador. El tamaño mínimo de la salida de la carcasa de la bomba debe ser de 12.7 mm (1/2 pulgada) con descarga a la atmósfera.

Controladores y accesorios para motores de bombas contra incendio

Las bombas de contra incendio, incluida la bomba de mantenimiento de presión “jockey”, deben contar con un controlador para el arranque automático, específicamente para servicio de éstas.

Los sistemas de arranque automático deben contar con dispositivos de secuencia de tiempo, para evitar que las bombas arranquen simultáneamente; si la demanda de agua hace imprescindible la operación de más de una bomba, estas unidades deben arrancar en intervalos que no permitan el arranque de la siguiente bomba, hasta que la anterior haya tomado su velocidad de régimen.

Cada bomba contra incendio, incluyendo la bomba de mantenimiento de presión “jockey” debe contar con una toma de presión para el arranque automático, conectada al controlador en forma independiente.

Red de agua contra incendio

El diseño de la red de agua contra incendio debe cumplir con los requisitos indicados en la NFPA 24 “Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtenances”.

La red de agua contra incendio se debe diseñar para operar con una presión mínima de 7 Kg/cm² (100 psi), la cual se debe mantener en el punto hidráulicamente más desfavorable.

La velocidad de flujo en tuberías de agua contra incendio, cuando se trate de agua dulce, debe ser máxima de 6.09 m/s (20 pies/s).

El diámetro de las tuberías se debe diseñar para garantizar el suministro del caudal y presión requeridos para la atención del riesgo mayor.

En los sitios en donde durante el año se presenten temperaturas ambiente recurrentes inferiores a -5°C (23°F), se deben prever los medios para mantener la temperatura del agua libre de congelamiento en el sistema contra incendio por arriba de ésta, en el caso de la nueva instalación no se reportan temperaturas ambientales por debajo de los 0°C, por lo que no se requiere alguna protección adicional para mantener la temperatura del agua libre de congelamiento.

Para la ubicación y configuración de la red, en el diseño se debe considerar que para minimizar los riesgos por radiación, sobre presión por explosión, impactos por vehículos u otros factores que pongan en riesgo la integridad mecánica de la tubería, ésta se debe instalar subterránea.

El diseño de la red de agua contra incendio debe conformarse por medio de anillo periférico con los siguientes componentes:

- ◆ Válvulas de seccionamiento
- ◆ Tomas para hidrantes-monitor
- ◆ Tomas para camión
- ◆ Tomas de alimentación a sistemas de aspersión
- ◆ Tomas de alimentación a sistemas de espuma

Tubería y accesorios para instalación subterránea.

El material de la tubería de la red de agua contra incendio será Polietileno de Alta Densidad y debe cumplir con la especificación de tuberías del proyecto.

La tubería de la red de agua contra incendio que pase debajo de caminos o carreteras se debe enterrar a una profundidad mínima de 0.9 m con respecto a la parte superior de la tubería.

La tubería de la red de agua contra incendio que pase debajo de vías de ferrocarril se debe enterrar a una profundidad mínima de 1.4 m con respecto a la parte superior de la tubería.

Válvulas de seccionamiento

La red de agua contra incendio debe contar con válvulas de seccionamiento identificadas y localizadas en los puntos apropiados que permitan sectorizar o aislar el sistema en anillos y tramos de tubería, sin dejar de proteger ninguna de las áreas o equipos que lo requieran, para fines de mantenimiento o ampliación; así como para conducir preferentemente el agua

hacia el área o equipos a proteger; considerando su ubicación en lugares de fácil acceso y protegidas contra golpes donde se requiera.

Las válvulas de seccionamiento deben ser del tipo compuerta y serán instalados sobre nivel de piso terminado para abrirlas y cerrarlas con seguridad y estar accesibles para su operación.

Hidrantes-monitor

El diseño de la red de agua contra incendio debe considerar la instalación de hidrantes-monitor para conectar boquillas y mangueras contra incendio.

El diseño de la red de agua contra incendio debe considerar la ubicación entre hidrantes-monitor con un distanciamiento máximo de 30 m. la distancia entre ellos no debe dejar superficies sin proteger.

Los dispositivos de salida de agua contra incendio para un hidrante-monitor deben estar constituidos con dos tomas para conectar mangueras de 65 mm (2 ½ pulgadas) de diámetro y los accesorios para la boquilla del monitor.

La selección de la capacidad de las boquillas debe ser con base al requerimiento del área usuaria y la densidad de aplicación. El diseño debe considerar su instalación para la protección secundaria de tanques de almacenamiento, áreas de carga y descarga de productos combustibles, inflamables y gases, áreas de racks de tuberías, en áreas que presenten riesgos especiales o en lugares inaccesibles entre otras instalaciones.

El alcance mínimo de cobertura desde la línea de centro del monitor a chorro directo del agua, debe ser de 30 metros a una presión de 7 Kg/cm² (100 lb/pulg²). Sin embargo deben considerarse equipos u otras instalaciones que obstruyan su alcance, por lo que en estos casos se deben considerar hidrantes-monitor adicionales.

El hidrante-monitor debe localizarse a no menos de 12.2 m (40 pies) del área a proteger y libre de obstrucciones que puedan afectar su operación. Cuando por las características de la instalación esta distancia mínima no se pueda cumplir, el hidrante-monitor se debe instalar para ser operado en forma remota.

Tomas para camión contra incendio

La cantidad de tomas para alimentar camiones contra incendio, debe ser como mínimo una por cada 5678 lpm (1500 gpm), hasta complementar el número de tomas que corresponda al gasto del riesgo mayor.

Las tomas deben localizarse en la periferia de las calles y estar al alcance de los camiones contra incendio.

Se deben incluir además dos tomas para hidrante localizadas sobre el tubo de alimentación a la toma para camión.

Sistemas de aspersión

El diseño de estos sistemas debe estar enfocado específicamente a la instalación o equipo a proteger a efecto de seleccionar la configuración del sistema, la ubicación, orientación, tipo de las boquillas y densidad de aplicación. El diseño de los sistemas de aspersión debe cumplir con los requerimientos del estándar NFPA 15.

Para el diseño de la ubicación e instalación de los sistemas se deben considerar las propiedades físicas y químicas de los materiales fuente de la combustión, así como las características o especificaciones de los equipos a proteger para determinar la conveniencia de su uso, entre otras: Punto de inflamación, ignición ebullición, reactividad, corrosividad, toxicidad, presión de vapor, gravedad específica, viscosidad, solubilidad, miscibilidad, permeabilidad, poder calorífico.

Los sistemas de aspersión no deben usarse directamente en materiales que reaccionen con el agua.

El diseño del sistema de aspersión se debe realizar con base al área o equipo a proteger, tomando en consideración la presión y densidad de aplicación requeridas. Lo anterior para calcular y seleccionar la cantidad de boquillas, distribución, ubicación de éstas y el ángulo de cobertura; soportados en los cálculos hidráulicos.

Cada sistema de aspersión se debe diseñar con dos alimentaciones, conectadas opuestamente y de tomas diferentes de la red de agua contra incendio; activados con válvula de apertura y cierre rápido, una de control automático y la otra en forma manual.

Se debe considerar la instalación de filtros tipo “y”, uno por cada tubería de alimentación a los sistemas de aspersores, que no permitan el paso de partículas mayores de 3 mm (1/8 de pulgada), por lo que se deben instalar antes de la válvula de control automático y en la alimentación manual después de la válvula de apertura y cierre rápido.

La alimentación a los sistemas de aspersión del agua contra incendio a través de una válvula de control automático, se debe activar por medio de un sistema de detección de mezclas explosivas o fuego.

La válvula de control automático se debe localizar como mínimo a 10 metros de las instalaciones que pudieran afectarla en caso de incendio o explosión.

La válvula de alimentación manual debe localizarse a por lo menos 15 metros de distancia de las instalaciones que protege el sistema de aspersión.

La velocidad máxima de flujo permitida dentro de las tuberías de los sistemas de aspersión para agua dulce debe ser de 6.09 m/s (20 pies/s).

Las tuberías de los anillos de aspersión deben tener una pendiente de 0.5 por ciento hacia el tubo de alimentación para asegurar el drenado de los anillos y cabezales una vez que se concluya la operación del sistema.

Se debe considerar en el diseño la instalación de un manómetro que sirva para probar la presión de descarga en el punto hidráulicamente más desfavorable, determinado conforme al cálculo hidráulico.

Las áreas de Almacenamiento, Recepción y Entrega deben contar con sistemas de enfriamiento.

Área de Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento verticales deben contar con sistema de enfriamiento a través de anillos y aplicación de espuma mediante monitores o líneas de mangueras.

El sistema debe diseñarse para que fluya el agua fluya de manera uniforme sobre toda la superficie del tanque de almacenamiento. La cobertura de agua se debe aplicar en la parte superior del tanque de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento a proteger con sistema de aspersión son los siguientes:

TAG	SERVICIO	CAPACIDAD	DIMENSIONES		TIPO
			DIÁMETRO	ALTURA	
TV-100	Tanque de almacenamiento de Gasolina Regular	55 000 barriles	d=30480 mm	h=12200 mm	Techo fijo con membrana flotante interna
TV-200	Tanque de almacenamiento de Gasolina Premium	20 000 barriles	d=18288 mm	h=12200 mm	Techo fijo con membrana interna
TV-300	Tanque de almacenamiento de Diesel	55 000 barriles	d=30480 mm	h=12200 mm	Techo fijo

El diseño de los sistemas de aspersión debe considerar una densidad de aplicación de agua, la cual nunca debe ser menor a 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/ft²), con una presión de descarga en la boquilla más lejana de 4.22 Kg/cm² (60 psi).

Los atmosféricos de almacenamiento de techo fijo con altura de 9.75 m (32 ft) o mayor, se deben diseñar con dos anillos de enfriamiento, uno ubicado en la parte media del tanque, de manera que la descarga de las boquillas se encuentre ubicadas aproximadamente a 7 m de

altura, medidos a partir de la base del tanque y otro en la parte superior del recipiente cuyas boquillas descarguen en el último anillo de la envolvente.

Los tanques de 20000 y 55000 barriles de capacidad se deben diseñar con dos anillos de enfriamiento a diferentes alturas, los anillos se deben dividir en cuatro secciones de manera que la sección superior e inferior de un mismo cuadrante, tengan una alimentación común de agua, por lo que para este caso se debe disponer de cuatro alimentaciones de agua, su ubicación debe considerar la dirección de los vientos dominantes, de tal forma que se optimice la aplicación del agua de enfriamiento en la superficie involucrada o afectada por la radiación del fuego.

Todos los anillos o sectores de anillo de enfriamiento, deben estar provistos de purgas de 2.54 cm (1 in) de diametro, localizada en la parte más baja de las tuberías, fuera del dique de contención y que garantice el drenado total de dicha tubería.

Las boquillas de aspersión deben seleccionarse del tipo chorro plano, con un ángulo de cobertura de 142º, con patrón de rociado del tipo rectangular y de impacto medio, diametro de orificio para la densidad de aplicación requerida, tipo de agua a manejar y medio ambiente de la zona.

Las características de las boquillas de aspersión a utilizar son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOQUILLAS	
Tipo	Chorro plano
Tamaño de orificio	0.256"
Tamaño de conexión	½ " NPTM
Angulo	142º
Consumo de Agua	14.7 GPM
Presión	60 lb/pulg ² (4.08 Kg/cm ²)
Material	Bronce
Factor K	1.9

Sistema de Contra Incendio a Base de Espuma

El diseño de este sistema debe estar enfocado específicamente a la extinción de incendios, mediante la formación de burbujas generadas por la mezcla de un concentrado espumante de baja expansión y agua con densidad menor a la del líquido combustible o inflamable fuente del incendio, cuya capa cohesiva flotante sobre su superficie elimina el aire y lo enfría, evitando su re ignición al suprimir la formación de vapores inflamables.

La espuma se suministrará a través de un sistema fijo de tuberías. Los dispositivos de aplicación deben diseñarse y ser compatibles con el tipo de concentrado espumante seleccionado, tomando en consideración las especificaciones del mismo.

Para el diseño e instalación de los sistemas de espuma deben seguirse las recomendaciones del Standard NFPA 11, NFPA 16 y NFPA 30.

El requerimiento de agua y concentrado espumante se deben calcular para el combate al riesgo mayor identificado en un análisis de riesgos, con los círculos de afectación por incendio determinados mediante simulaciones y análisis de consecuencias; tomando en consideración la densidad de aplicación, el proporcionamiento del concentrado y el tiempo de ataque.

El diseño para la aplicación de espuma será mediante un sistema fijo de presión balanceada, el cual debe incluir los equipos y accesorios para el almacenamiento de concentrado espumante, bombeo, dosificación, red y aplicación de la espuma en el equipo o área a proteger.

Cada equipo debe diseñarse con una línea exclusiva para aplicación de espuma de manera que puedan ser aislados los equipos que no requieran esta protección y que provengan de un cabezal.

Paquete de presión balanceada

El paquete de presión balanceada se debe integrar por los siguientes elementos:

Tanque de almacenamiento de concentrado espumante.

El tanque debe diseñarse para almacenar el volumen requerido para el combate al riesgo mayor, conforme a la densidad de aplicación, proporcionamiento y tiempo estimado, el cual debe ser dos horas.

El tanque debe ser fabricado con materiales compatibles con el concentrado y estar protegido interiormente contra la corrosión que provoca el propio concentrado y exteriormente con un sistema de recubrimiento.

Bombas de concentrado espumante.

El diseño de las bombas para inyección de concentrado espumante deben ser del tipo desplazamiento positivo y estar listadas y/o aprobadas para servicio contra incendio y cumplir con el Standard NFPA 20. Se deben seleccionar para funcionar conforme a la viscosidad del concentrado espumante; el sello debe ser del tipo mecánico o de labio.

La presión nominal mínima de descarga de las bombas principal y redundante (de relevo) de concentrado espumante debe ser de cuando menos 1.76 Kg/cm² (25 psi) superior a la presión máxima de descarga del agua en el punto de inyección del concentrado de espuma.

El flujo nominal de las bombas principal y redundante (de relevo) de concentrado espumante debe realizarse con base en el cálculo resultante del requerimiento para el combate al riesgo mayor, adicionando un 15 por ciento a la capacidad resultante.

Se debe considerar para el funcionamiento de las bombas de concentrado espumante una succión positiva neta (NPSH) superior en 1.52 m (5 pies) a la indicada por el fabricante para la bomba seleccionada.

Las bombas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión, con la capacidad suficiente para aliviar el 100 por ciento de la capacidad de la bomba. Esta válvula debe instalarse en la descarga de la bomba con la finalidad de proteger el sistema de bombeo y descargar a una línea de retorno hacia el tanque de almacenamiento de concentrado espumante.

Las bombas deben estar equipadas con un filtro de succión, desmontable y lavable (tipo Y) el cual debe instalarse a cuando menos 10 diámetros de la línea de succión de las bombas; este accesorio obliga a realizar un cálculo de caída de presión a efecto de garantizar una succión positiva (NPSH) disponible en la bomba.

Los motores de las bombas de concentrado espumante deben ser, eléctrico para la bomba principal y de combustión interna para la bomba redundante (de relevo) y tener la potencia necesaria para garantizar el funcionamiento de la bomba y el grupo de engranes conductores en todos los puntos del diseño.

La alimentación al motor debe ser a través de un circuito independiente de los servicios operacionales del centro de trabajo.

Sistema de dosificación de espuma

La tubería y accesorios que conducen el concentrado espumante desde el tanque a las bombas y hasta el proporcionador, deben ser de una especificación que resista la corrosividad del concentrado y que no altere su calidad.

El proporcionador debe cumplir con las especificaciones y características requeridas para proporcionar el rango del volumen y dosificación mínima y máxima del concentrado espumante requerido para atender el riesgo mayor calculado.

El diseño debe ser de tal forma que la operación del sistema sea activado en forma automática o a través de un sistema de detección, además de permitir también su operación manual.

Red de espuma contra incendio

Tubería, accesorios y válvulas para la red de espuma

Para el diseño de la red de espuma contra incendio se deben usar los materiales y accesorios indicados en el Standard NFPA 24 y NFPA 13.

Se deben considerar las propiedades y características inherentes a los materiales y accesorios que estén implicados en su diseño, en cuanto a cálculos hidráulicos, procedimientos de construcción y pruebas, así como consideraciones para su operación.

La velocidad de la solución espumante en el punto de descarga no debe ser mayor a 6 m/s (20 pies/s). La presión mínima disponible en el dispositivo de aplicación de espuma debe ser 2.8 Kg/cm² (40 lb/pulg²).

Para obtener una respuesta rápida en el suministro de solución espumante a las cámaras de espuma de los tanques de almacenamiento y a los rociadores de espuma-agua en el área de llenaderas de auto-tanques, el diseño debe considerar un cabezal de distribución con conexión de tuberías independientes hacia cada equipo o área a proteger.

Las válvulas de control automático que direccionen la solución espumante hacia cada cámara de espuma de los tanques de almacenamiento o sistema de rociadores espuma-agua, deben diseñarse para que su operación se ejecute mediante un mecanismo de control automático activado por un sistema de detección. Estas válvulas también deben permitir su operación en forma manual.

Áreas y Equipos que Requieren Sistema Contra Incendio a Base de Espuma.

Sistema de rociadores espuma-agua.

Área de Llenaderas

Las áreas de llenaderas deben contar con sistemas de rociadores espuma-agua.

El diseño debe cumplir con los requerimientos indicados en el Standar NFPA 11 y NFPA 13.

El cálculo hidráulico del sistema de rociadores espuma-agua se debe realizar con base al área o equipo a proteger tomando en consideración la presión y densidad de aplicación requeridas, a efecto de determinar la cantidad de boquillas, selección, distribución y ubicación de éstas.

Se debe tener un espaciamiento máximo entre tuberías de distribución y entre boquillas rociadoras de 3.66 m (12 pie), no debiendo contener cada uno de los ramales o tuberías de distribución más de 6 boquillas a cada lado de la tubería principal de suministro.

Las boquillas de espuma-agua seleccionadas deben contar con un patrón estándar “tipo parábola”, ser tipo abierto, aspirantes de aire, con un formador de espuma de cuerpo de tambor abierto y con un deflector para formar el modelo de espuma-agua descargado.

De acuerdo al riesgo existente se debe seleccionar el tipo de boquilla rociadora espuma-agua a usar, todas las boquillas deben contar con un deflector que origine la formación de una cortina de agua- espuma.

En los sistemas de rociadores de espuma-agua, las boquillas se deben seleccionar para proporcionar una densidad de aplicación de solución espumante mínima de 6.5 lpm/m² (0.16 gpm/pie²) a una presión mínima de 2.04 kg/cm² (30 lb/pulg²).

Dependiendo del riesgo se debe determinar, cuál de los dos tipos de rociadores agua-espuma se debe instalar los “montantes” (tipo “upright”) que son instalados de manera que el flujo de espuma sea dirigido hacia arriba para chocar contra un deflector o los “colgantes” (tipo pendent) en donde el flujo de espuma es dirigido hacia abajo para chocar contra un deflector.

Para esta instalación serán utilizados los rociadores tipo “pendent”. Se debe considerar que para el diseño de los sistemas de rociadores espuma-agua dependiendo de la altura de las boquillas, respecto al nivel de piso terminado, se pueden obtener diversas coberturas de los rociadores a una presión determinada.

Cuando las boquillas rociadoras sean montadas directamente sobre ramales o tuberías distribuidoras a nivel de techo, se debe considerar una inclinación o declive que permita su drenado total. Asimismo, deberán estar soportadas independientemente de la cubierta del techo. Las estructuras que soporten los ramales de tubería deben ser metálicas y diseñadas para soportar por lo menos 5 veces el peso de la tubería cargada con agua más 114 kilogramos en cada punto de soporte de la tubería. Estas estructuras no deben ser utilizadas como soportes de componentes de otros equipos e instalaciones.

Los arreglos típicos de tubería para la alimentación a los sistemas fijos y semifijos de rociadores espuma-agua, deben integrarse con la válvula de control automático principal de alimentación, la cuál debe ser del tipo hidráulico.

Todos los sistemas de rociadores espuma-agua deben estar provistos de una purga de cuando menos 25.4 mm (1 pulg.) que garantice el vaciado total del sistema, así como un filtro tipo “Y” a la entrada de la tubería de alimentación que no permita el paso de partículas mayores de 9.52 mm (3/8 pulg.).

Protección contra incendio a base de inyección de espuma

Tanques de almacenamiento

Aplicación superficial de espuma

Los tanques de almacenamiento TV-100 Tanque de almacenamiento de gasolina regular, TV-200 Tanque de almacenamiento de gasolina premium y TV-300 Tanque de almacenamiento de Diésel Automotriz deberán contar con un sistema de inyección de espuma superficial

Para la aplicación superficial de espuma mecánica contra incendio en tanques atmosféricos que contengan productos inflamables o combustibles, se deben utilizar cámaras de espuma tipo II, su instalación debe ser en la parte superior y por la parte externa de la envolvente de

los tanques en forma equidistante conforme al número de descargas establecido en el diseño de ingeniería y con un distanciamiento radial entre ellas.

El diseño de la línea de entrada de la solución espumante debe incluir la instalación de una junta giratoria universal para tubería o una manguera flexible mecánica a prueba de fuego, ambas fabricadas de acero inoxidable, para impedir que la distorsión del techo del tanque de almacenamiento durante un incendio, fracture la tubería de alimentación.

El diseño de la línea de entrada de la solución espumante debe incluir la instalación de una junta giratoria universal para tubería o una manguera flexible mecánica a prueba de fuego, ambas fabricadas de acero inoxidable, para impedir que la distorsión del techo del tanque de almacenamiento durante un incendio, fracture la tubería de alimentación.

Para tanques atmosféricos de almacenamiento de techo fijo (con o sin membrana interna flotante), o tanques de techo flotante que contengan líquidos inflamables no polares, productos contaminados y combustibles; la densidad de aplicación de solución espumante mediante cámaras de espuma, debe ser de 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²). A continuación, se muestran las cantidades de cámaras de espuma y capacidad de éstas que requiere cada uno de los tanques de almacenamiento en base a una densidad de aplicación de solución espumante de 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²).

TAG	Capacidad del tanque (barriles)	Cámaras de espuma Tipo II Cantidad	Gasto Total de Solución espumante requerido	Gasto de solución espumante requerido por cada cámara de espuma	Capacidad nominal de la cámara de espuma seleccionada	Diámetro de la placa de orificio u orificio integrado
TV-100	55 000	3	2972.58 lpm (785.40 GPM)	990.86 lpm (261.80 GPM)	1248.98 lpm (330 GPM)	37.85 mm (1.49 in)
TV-200	20 000	1	1070.11 lpm (282.74 GPM)	478.51 lpm (141.37 GPM)	643.41 lpm (170 GPM)	27.69 mm (1.09 in)
TV-300	55 000	3	2972.58 lpm (785.40 GPM)	990.86 lpm (261.80 GPM)	1248.98 lpm (330 GPM)	37.85 mm (1.49 in)

Para los tanques atmosféricos de almacenamiento, la alimentación de solución espumante se debe llevar a cabo por medio de tuberías independientes a partir del dique y hasta el tanque, para cada cámara formadora de espuma, conectadas al sistema de generación de solución espumante fijo. Las tuberías deben tener una pendiente de 1 por ciento hacia el muro de contención y una purga en su parte más baja, localizada fuera del dique de contención que permita el drenado de dicha tubería.

Los tanques de almacenamiento de petrolíferos, deben estar protegidos con espuma de baja expansión a base de líquido espumante Aqueous Film Foming Foam (AFFF) con dosificación del 3% al 6%, mediante un paquete generador de espuma, conectado a la red contra incendio.

Aplicación subsuperficial de espuma

Los tanques de almacenamiento TV-100 Tanque de almacenamiento de gasolina regular, TV-200 Tanque de almacenamiento de gasolina premium y TV-300 Tanque de almacenamiento de Diésel Automotriz deberán contar con un sistema de inyección de espuma sub-superficial.

En la aplicación sub-superficial de espuma se deben utilizar formadores de espuma de alta contrapresión. El modelo seleccionado del formador de espuma, debe cumplir con la contrapresión de diseño especificada y con el gasto de solución espumante requerido. Los puntos de inyección deben estar equidistantes y con un distanciamiento entre ellos no mayor a 24.48 m (80 pies) desplazamiento máximo de la espuma según fabricantes.

El número de puntos de inyección subsuperficial y los gastos de solución espumante requeridos, así como los diámetros de tuberías deben cumplir con lo siguiente.

TAG	Capacidad del tanque (barriles)	Número de puntos de inyección Cantidad	Gasto Total de Solución espumante requerido	Gasto de solución espumante requerido por cada punto de inyección	Gasto de espuma por cada punto de inyección en base a una expansión de 4:1	Diámetro de la tubería ampliada para la conducción de espuma en cada punto de inyección
TV-100	55 000	2	2972.58 lpm (785.40 GPM)	1486.29 lpm (392.70 GPM)	5945.16 lpm (1570.80 GPM)	203.20 mm (8 in)
TV-200	20 000	1	1070.11 lpm (282.74 GPM)	1070.11 lpm (282.74 GPM)	4280.44 lpm (1130.96 GPM)	203.20 mm (8 in)
TV-300	55 000	2	2972.58 lpm (785.40 GPM)	1486.29 lpm (392.70 GPM)	5945.16 lpm (1570.80 GPM)	203.20 mm (8 in)

Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego (Área de Proceso).

La naturaleza de los procesos y operaciones que se realizarán en la nueva instalación, implican riesgos de ocurrencia de incidentes industriales; destacando por su magnitud los de incendio y explosión que pueden tener su origen en fugas de hidrocarburos líquidos o gaseosos, así como aquellos derivados de la presencia de atmosferas contaminadas con productos tóxicos que pueden poner en riesgo la integridad del personal, infraestructura y medio ambiente.

Por lo anterior se requiere se cuenten en la instalación con dispositivos de detección y alarma para su integración al Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego, para monitorear, alertar y suprimir eventos.

El Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego contará con los siguientes elementos:

- ◆ Controlador Electrónico Programable (CEP)
- ◆ Detectores de Mezclas explosivas

- ◆ Detectores de Fuego
- ◆ Alarmas Audibles
- ◆ Alarmas Visibles
- ◆ Estaciones manuales de alarma
- ◆ Generador de Tonos

Controlador Electrónico Programable

El Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego de la instalación, debe ser estructurado basándose en un Controlador Electrónico Programable (CEP), para efectuar el monitoreo de las condiciones de riesgo en forma automática por medio de detectores y estaciones manuales de alarma, para activación de forma automática o manual de las alarmas audibles y visibles en campo, así como de los sistemas de aspersión.

El sistema debe ser monitoreado, supervisado y controlado desde la consola de operación ubicada en el Cuarto de Control.

Dispositivos del Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego

Se deberán considerar detectores de fuego tipo UV/IR e IR3, detectores de mezclas explosivas y mezclas tóxicas.

Detección

Para la instalación de estos detectores se debe considerar: la densidad relativa de vapor, la dirección de los vientos dominantes, la concentración de gas en corrientes de proceso, las condiciones atmosféricas, ventilación y ubicación de equipo. Deben ubicarse cerca de los posibles lugares de liberación, tales como bridas, purgas, conexiones, válvulas, sellos de bombas entre otros.

Los instrumentos y equipos de detección y alarma, deben ser cableados punto a punto al CEP del Sistema de Gas y Fuego.

Los detectores se deben emplear para monitorear y detectar la presencia y la acumulación de gases tóxicos y/o combustibles en las instalaciones y enviar las señales correspondientes para activar los sistemas de alarmas visibles y audibles.

Todos los dispositivos del Sistema de Detección de Gas y Fuego deben estar señalizados, se deben identificar e indicar las instrucciones de accionamiento en idioma español y de forma permanente.

Los dispositivos de detección deben soportarse de manera independiente de otros circuitos eléctricos.

Detectores de fuego (UV/IR).

Estos detectores serán instalados en las áreas de llenaderas y descarga de carrotanques.

El dispositivo debe ser a prueba de explosión y cumplir con la clasificación de área para Clase 1, División 1, grupos B, C y D.

Los detectores de Fuego deben ser dispositivos de una sola pieza; utilizarán el principio de detección combinada de radiaciones ultravioleta (UV) e infrarroja (IR) generadas y originadas por una llama proveniente de un fuego.

Los detectores deben ser ubicados de acuerdo al análisis de riesgo para el área específica a proteger y monitorear de manera que ninguno de los puntos del área de riesgo que se requiera detección esté fuera del campo de visión.

Para definir la ubicación de los detectores de flama se deben considerar el traslape de los campos de visión en el área a proteger, así como la relación entre la sensibilidad y la separación del detector de la flama.

Detectores de fuego IR Triple (IR3).

Estos detectores deben ser instalados en el área de los tanques de almacenamiento.

El dispositivo debe ser a prueba de explosión y cumplir con la clasificación de área para Clase 1, División 1, grupos B, C y D.

El detector de Fuego debe ser un dispositivo de una sola pieza.

Debe detectar flama a largas distancias con tres bandas seleccionadas en el rango del IR entre 4,0 micrones y 5,0 micrones.

Los detectores deben ser ubicados de acuerdo al análisis para el área específica a proteger y monitorear de manera que ninguno de los puntos del área de riesgo que requiera detección esté fuera del campo de visión.

Para definir la ubicación de los detectores de flama se debe considerar el traslape de los campos de visión en el área a proteger, así como la relación entre la sensibilidad y la separación del detector de la flama.

Detectores de mezclas explosivas (Hidrocarburos).

Serán instalados en las áreas de proceso: tanques de almacenamiento, llenaderas y descarga de carrotanques.

Los detectores de mezclas explosivas deben ser a prueba de explosión y cumplir con la clasificación de áreas para Clase 1, División 1, grupos B, C, D.

Los detectores de mezclas explosivas deben estar compuestos por dos dispositivos principales: sensor y transmisor.

El elemento sensible del detector de mezclas explosivas debe ser del tipo infrarrojo. Debe tener un rango de medición de 0 a 100 por ciento del límite inferior de explosividad LEL.

Deben contar con al menos 2 puntos de ajuste.

Alarma y señalización.

Las alarmas audibles y visibles deben ser independientes entre sí, se instalarán en forma de semáforo, ya sea horizontal o vertical dependiendo del área en la que sean localizadas.

La configuración de su activación debe ser automática a partir de la señal de alarma de alguno de los dispositivos de campo (detectores y estaciones manuales de alarma).

Alarmas audibles para exteriores.

Las alarmas audibles deben ser instaladas en las áreas de proceso de: descarga de carrotaques, tanques de almacenamiento y llenaderas.

A través de un generador de tonos, las alarmas audibles deben ser capaces de reproducir un sonido diferente para cada tipo de riesgo diferente y de esta manera dar a viso al personal que se encuentra en el área de la existencia de la condición de emergencia.

La configuración de su activación será automática a partir de la señal de alarma de alguno de los detectores de fuego y mezclas explosivas ubicados en campo, la activación puede ser por zona o en la totalidad de la instalación; la activación de las alarmas audibles también se puede hacer por medio de estaciones manuales localizadas en diversos puntos del área instalada.

La alarma audible debe tener la capacidad de ser silenciada por el personal autorizado una vez que haya confirmado el alcance de la emergencia, mientras que la alarma luminosa permanecerá activada durante todo el evento, hasta que se restablezca a las condiciones normales.

Las alarmas audibles se deben instalar de tal manera que sean escuchadas en cualquier punto de la instalación, su ubicación debe ser estratégica como por ejemplo los accesos principales a la instalación, zonas concurridas, como son pasillos.

Estaciones manuales de alarma.

Las estaciones manuales de alarma deben ser ubicadas en lugares estratégicos, considerando que sean de fácil acceso, libres de obstrucciones y rotulados para ser fácilmente identificables por el personal.

Las estaciones manuales de alarma deben ser de doble acción del tipo “Empujar y Jalar o Levantar y Presionar” (se deben poder operar con una sola mano) y no deben contar con un elemento que pudiera requerir utilizar otra mano.

Se deben localizar a lo largo de las rutas de escape, a lo largo de los racks, parte alta y baja de una escalera, áreas de cobertizos y en cada nivel de las estructuras.

La clasificación eléctrica de la estación manual de alarma para exteriores debe ser: Clase 1 Div. 1, grupos B, C y D.

La distancia recorrida entre la ubicación de una y otra estación manual de alarma, no debe ser mayor a 60 mts.

Generador de Tonos.

Las alarmas audibles deben ser instaladas en las áreas de proceso de: descarga de carotantes, tanques de almacenamiento y llenaderas.

Se deben localizar a lo largo de las rutas de escape, a lo largo de los racks, parte alta y baja de una escalera, áreas de cobertizos y en cada nivel de las estructuras.

La clasificación eléctrica de la estación manual de alarma para exteriores debe ser: Clase 1 Div. 1, grupos B, C y D.

La distancia recorrida entre la ubicación de una y otra estación manual de alarma, no debe ser mayor a 60 mts.

La activación de los dispositivos de notificación de alarmas o comunicaciones de voz de emergencia debe ocurrir como máximo dentro de los 30 segundos posteriores a la activación de un dispositivo iniciador.

El generador de tonos debe instalarse en áreas no clasificadas.

El generador de tonos deberá tener grabados todos los mensajes que serán escuchados en cada área o planta, así como contar con un tono específico para cada uno de los diferentes eventos.

Sistema de Detección y Alarma (Área de Edificios).

El Cuarto de Control y Laboratorio deberán contar con un sistema de Detección y Alarma, el diseño de cada uno de estos debe cumplir con los requerimientos de la NFPA 72 y NOM-002-STPS-2010.

El Sistema de Detección y Alarma de cada edificio debe contar con los siguientes elementos:

- ◆ Tablero de Seguridad
- ◆ Detectores de Humo (ubicados en área plena, falso plafón y piso falso)
- ◆ Detectores de Hidrogeno
- ◆ Detectores de Mezclas Explosivas
- ◆ Alarmas Audibles (para interiores y exteriores)
- ◆ Alarmas Visibles (para interiores y exteriores)
- ◆ Estaciones manuales de alarma (para interiores y exteriores)
- ◆ Generador de Tonos.

Las señales de los detectores, alarmas audibles, alarmas visibles, estaciones manuales de alarma y generador de tonos deben ser conectadas al tablero de seguridad del Sistemas de Detección y Alarma.

El tablero de Seguridad debe comunicarse vía RS-485 MOD-BUS con el CEP del Sistema de Gas y Fuego

Equipo de Extinción de Fuego (Extintores)

La instalación de Almacenamiento, Entrega y Recepción de Petrolíferos debe contar con extintores portátiles y móviles.

Los equipos de extinción portátil y móviles (en carretilla) deben cumplir con las normas NFPA 10 EDICIÓN 2013, NOM-102-STPS-1994 y la NOM-002-STPS-2010

Todos los extintores a instalarse en áreas interiores y exteriores deben contar con capuchón.

La determinación de la cantidad y ubicación del equipo de extinción portátil y en carretilla, debe obtenerse de las Unidades de riesgo calculadas y considerando las distancias de desplazamientos indicadas en la NFPA 10 y NOM-002-STPS-2010.

La ubicación de los extintores móviles (en carretilla) debe considerar las áreas que requieran una mayor protección.

La protección contra incendio por medio de extintores debe ser independiente del diseño que se efectúe del sistema de protección contra incendio a base de agua y espuma.

Los extintores portátiles contra incendio que se instalen en lugares en los que puedan ser dañados físicamente (por impacto, vibración, condiciones ambientales, etc.) deben ser protegidos adecuadamente.

Regaderas y Lavaojos.

El diseño y construcción de la estación debe cumplir los requerimientos del ANSI Z 358.1-2009.

La cantidad requerida de regaderas y lavaojos y su ubicación final, debe realizarse de acuerdo al análisis de riesgos, considerando aquellos sitios o áreas susceptibles a generar salpicaduras o derrames de materiales peligrosos hacia el personal.

Las regaderas y lavaojos deben ser integradas como un solo equipo fabricado en material de acero inoxidable.

Las regaderas y lavaojos, deben instalarse en áreas seguras para el operador y a la vez cercanas al lugar de emergencia (a 10 segundos caminando desde el lugar de riesgo) en el mismo nivel de piso que el riesgo y libre de obstrucciones (lo más recto posible).

La alimentación a las regaderas y lavaojos, debe ser agua de servicios.

Para el accionamiento de la operación de la estación de regadera y lavaojos, debe activarse la válvula de suministro de agua a través de barra y corte de suministro de agua al liberarse la acción del pedal.

Las tuberías de alimentación a las regaderas y lavaojos, y sus accesorios deben estar identificadas de en cumplimiento a lo indicado en la NOM-026-STPS-2008.

Las regaderas y lavaojos deben estar identificadas con su respectivo letrero de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008.

Se deben proyectar en áreas despejadas de fácil acceso, donde se manejen sustancias químicas peligrosas y el personal esté expuesto a salpicaduras y/o derrames, como en la limpieza de filtros.

Las regaderas y lavaojos deben contar con un filtro en la tubería de alimentación del flujo de agua.

Señales, Señalización de Seguridad e Higiene y Rotulaciones.

La instalación de Almacenamiento, Entrega y Recepción de Petrolíferos; así como todos los accesos, patios de circulación y estacionamientos para Auto-tanques, deben contar con la señalización correspondiente.

Por la naturaleza de las sustancias que se manejan en el proceso, es necesario identificar las instalaciones en función de los tipos de peligros y grado de riesgo asociados a ésta, las formas geométricas, colores de seguridad, colores contrastantes, símbolos, textos, dimensiones, iluminación, materiales, ubicación e instalación de las señales, señalamientos de seguridad e higiene y rotulaciones debe cumplir e incluir los requerimientos de las normas NOM-003-SEGOB-2011, NOM-002-STPS-2010, NOM-018-STPS-2000 y NOM-026-STPS-2008.

Conos Indicadores de Viento.

Los Conos de Viento, mangas de viento o windsocks son elementos que permiten indicar la fuerza y dirección del viento en las industrias. Su información es de vital importancia en el funcionamiento cotidiano y en emergencias industriales originadas por incendios, liberación de gases o vientos atípicos, entre otras situaciones.

Se debe considerar la instalación de los conos de viento de acuerdo a la distribución de los equipos e instalaciones y la dirección de los vientos.

Equipo Especial

Se deberá considerar el equipo de Protección Personal para el personal especializado en el combate de incendios de la instalación, así como los equipos, herramientas y accesorios requeridos para la atención de una emergencia.

Se habrán de considerarse los requerimientos que al respecto establezca la normatividad específica aplicable y las recomendaciones de los fabricantes y la asesoría de especialistas en la materia.

La ropa y equipo mínimo a considerar se indica a continuación.

- ◆ Chaquetón y pantalón
- ◆ Casco:
- ◆ Botas de hule
- ◆ Guantes, monja y tirantes del pantalón
- ◆ Trajes de acercamiento al fuego y aluminizados
- ◆ Equipo autónomo de respiración
- ◆ Mangueras (conexión de 2 1/2 " y 30 m. de longitud)
- ◆ Mangueras (conexión de 1 1/2 " y 15 m. de longitud)
- ◆ Boquilla para manguera de 2 1/2 "
- ◆ Boquilla para manguera de 1 1/2 "
- ◆ Equipos de respiración autónoma.
- ◆ Gabinetes para equipo de respiración autónoma
- ◆ Gabinetes para trajes

1.4 Operación.

1.4.1 Las operaciones que se llevarán a cabo en la planta se describen a continuación: Recepción.

Los petrolíferos llegan a la terminal empleando el denominado tren unitario que se compondrá de un mínimo de 75 carros tanque, los cuales podrá ser de una capacidad de diseño cada uno de hasta 29,947 galones (713 barriles), procedentes de la frontera norte de los Estados Unidos Mexicanos, y son recibidos en las espuelas de ferrocarril construidas para este propósito, en la terminal realizando su traslado, Arrastre y acomodo en posición de descarga.

Una vez que ha sido acomodado y frenado el comboy de carros tanque en las espuelas de ferrocarril, se inspeccionará cada uno de los 75 o más carros tanque recibidos, certificando por el operador el tipo de producto que transporta, sellos de seguridad en tapa y válvula de descarga del equipo, una vez abiertos los equipos por el domo se realizará para cada uno la certificación del Nivel de llenado, y registro correspondiente de acuerdo al Manual de Operación”.

Se habilito entre las espuelas de ferrocarril un sistema de tuberías que cuenta con las estaciones de descarga (ED-01 a ED-21), estas estaciones de descarga están habilitadas con sistema de tuberías, constando de un cabezal para cada producto (gasolina regular; gasolina Premium, y diésel automotriz).

Estos cabezales colectan en cada una de las estaciones el producto que se recibe de cada carro-tanque, empleando válvulas y mangueras para cada producto, las mangueras son de 4” de diámetro y longitud de 25 Metros, las que están identificadas por código de color de acuerdo a cada producto, contando además con; filtro tipo cedazo, mirilla de flujo, válvula en extremo final, siendo de sistema de conexión rápida.

La longitud de las mangueras obedece a la necesidad de hacer llegar hasta la boquilla de cada carro tanque esta para proceder a su vaciado por gravedad, desde cada estación se podrá llegar hasta a seis carros tanque.

Identificado y etiquetado el producto que se recibe en cada carro-tanque el operador iniciara las operaciones de descarga de carro-tanque, siguiendo el procedimiento establecido para la descarga de carros tanque en el manual de operación, y que se resume a continuación como parte de esta filosofía de operación:

- ➡ Se colocarán los letreros indicativos a la descarga de combustible.
- ➡ Se conectará la conexión de tierra a cada carro-tanque.
- ➡ Se verificará la presencia de extintores de polvo químico seco al pie de descarga del carro tanque seleccionado.
- ➡ Se comprobará que no existan fugas y que los sellos estén intactos antes de retirar la tapa protectora de las válvulas.

- ➔ Las mangueras de las estaciones de descarga (ED-01/ED-21) se conectarán al carro tanque correspondiente al producto seleccionado para la descarga.
- ➔ Se debe de garantizar que antes de iniciar el trasvase todas las válvulas se encuentren cerradas.
- ➔ Se iniciará abriendo lentamente las válvulas del carro tanque. en caso de existir fuga en alguna manguera ó conexión se deberán cerrar las válvulas y corregir la fuga para posteriormente abrirlas.

Las bombas de trasiego de los tanques primarios arrancaran en forma automática a señal de nivel en el tanque primario para cada uno de los productos.

Dado que se reciben hasta tres tipos de producto el operador deberá de conectar en las estaciones de descarga el mismo producto e iniciar el vaciado de cada carros tanque según los puntos anteriores, es decir iniciará la descarga de carros tanque de gasolina regular y hasta agotar la conexión de este producto en las 21 estaciones, procederá a la conexión de los carros-tanque de diésel automotriz en las 21 estaciones empleando para ello las mangueras y cabezal colector del circuito de diésel y por ultimo conectar la en las estaciones las mangueras procediendo al vaciado de carros tanque que entreguen gasolina Premium.

Una vez que el operador de área de descargadera ha conectado las mangueras de descarga y las ha alineado para vaciado, este deberá de corroborar con el operador de bombas via radio si ha arrancado la primer bomba para trasiego a los tanque de almacenamiento, el operador de bombas realizara en su caso el arranque manual de estas.

Cuando se agota todo el líquido del carro tanque, las válvulas de la línea de líquido deberán cerrarse esto lo podrá visualizar el operador en la mirilla de flujo.

Concluido el proceso de descarga, el operador deberá desconectar las mangueras y alojarlas en su posición de establecida para espera, así mismo deberá de retirar las conexiones de tierra de la totalidad de carros tanque, resguardándolas en sus gabinetes.

Tanques Primarios Y Bombas De Trasiego:

Para el trasvase de producto desde el área de llenaderas se han habilitado tres sistemas de descarga de producto y como se mencionó cada uno contara con sus mangueras, tuberías, tanque primario, bombas y sistema de tubería para trasegar el producto desde los carros tanque hasta los tanques de almacenamiento.

A través de las 21 posiciones de descarga, las que están habilitadas con; manguera, válvula, cedazo, mirilla y conexión rápida para permitir la descarga de los petrolíferos, se realizara la descarga de producto de los carros-tanque por gravedad.

En los tanques primarios se ha habilitado el sensor de nivel para que una vez que este tanque cuente con nivel adecuado se índice la operación de bombeo de forma automática de la primera bomba y se establece secuencia de tiempo para el arranque de la segunda, el

operador de bombas deberá de corroborar la operación de estas según las indicaciones via radio que reciba del área de descargaderas.

La filosofía de arranque de las bombas se establece para que por cada dos carros tanque de producto conectado en posición de descarga arranque una bomba de trasiego de tal forma que al conectar cuatro carros tanque se tengan dos bombas en operación, la bomba de relevo no se ha considerado para una operación normal.

Los tanques cuentan con las protecciones requeridas para este tipo de equipos como son indicadores de nivel, sistema de venteo el cual se ha instalado a una altura tal que permite la protección por sobrellenado durante las operaciones de descarga de producto.

Tanques De Almacenamiento Con Domo Geodésico Y Membrana Flotante Para Gasolina Regular Y Gasolina Premium, Y Tanque De Techo Cónico Fijo Para Diésel Automotriz.

El área de almacenamiento con tres tanques cilíndricos verticales diseñados y fabricados bajo la norma API 650, uno con capacidad de 55,000 bls. 8,745 m³ para almacenar Gasolina Regular, uno con capacidad de 55,000 bls. 8,745 m³ para almacenar Diésel Automotriz y uno con capacidad de 20,000 bls. 3,180 m³ para almacenar Gasolina Premium, ubicados en diques de contención, los que tienen un volumen de contención de hasta 110% del producto que puede contener el tanque mayor localizado en el dique, discriminando el volumen de la cimentación.

Los tanques se han habilitado con un sistema de válvulas de cierre remoto, para protección de altos inventarios a fin de que en caso contingencia sea accionada esta válvula desde el cuarto de control, según sea requerido.

El sistema instrumentado de los tanques de almacenamiento permite controlar permisivos lógicos de las bombas de trasiego de carros-tanque a tanque principal, y las bombas de trasiego a llenaderas, generando además alarmas operacionales por bajos o altos niveles.

Los tanques de almacenamiento cuentan con sistemas de medición de producto a la entrada, con sistemas de monitoreo de inventario, válvulas presión vacío, arrestadores de flama, sistema de purga para mantenimiento los de gasolina domos geodésicos y membranas internas el de diésel con techo cónico fijo soportado.

Mediante el sistema de medición de inventario se establecer la factibilidad de descargar o no la totalidad de producto recibido en los carros tanque, si el tanque principal no dispone de capacidad no será descargados los carros tanque hasta en tanto este tanque cuente con el espacio suficiente para recibirlos.

Sistemas De Bombeo De Productos A Llenaderas.

Se han incorporado en la terminal tres grupos de bombas para realizar la entrega de producto a las diversas posiciones de llenado de auto-tanques.

Cada grupo de bombas de Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diesel Automotriz está conformado por dos bombas en operación normal para entregar un flujo conjunto de 1000 gpm, (113 m³/hr), con lo que se realizara el llenado de dos auto tanques en un tiempo de 30 minutos.

Las bombas se encuentran instrumentadas para realizar las operaciones de paro y arranque en forma manual pero su operación será determinada en forma automática por los requerimientos que se presenten en las posiciones de llenado de auto-tanques que serán las que establezcan el arranque y paro de los mismos basados en los sistemas de control de llenado, además cuentan con permisivos de arranque por muy bajo nivel en los tanques de producto.

Llenaderas De Autos Tanque.

La Terminal cuenta con tres islas cada una con cuatro brazos de llenado de productos, a través de las cuales se llevará a cabo el llenado de producto a auto tanques.

Se habilito cada una de las islas de llenado de forma tal que esta pueda recibir en cada uno de sus costados un auto tanque tipo full o un auto tanque sencillo.

La isla uno contara con dos brazos de carga para despachar Gasolina Premium y dos brazos de carga para despachar Gasolina Regular.

La isla dos contara con dos brazos de carga para despachar Gasolina Regular y dos brazos de carga para despachar Diesel Automotriz.

La isla tres contara con dos brazos de carga para despachar Gasolina Regular y dos brazos de carga para despachar Diesel Automotriz.

El arreglo de los brazos de carga permite despachar en cualesquiera de los costados de la isla, el producto disponible, pero solo se podrá cargar un tipo de producto en la isla, es decir no se podrán cargar dos auto tanques tipo full del mismo producto de forma simultánea en la isla.

Cada posición de llenado de la isla cuenta con sistema de medición de transferencia en custodia, además de unidad local que permite establecer el volumen de llenado a cada tanque. Con lo que una vez cargado el auto tanque el operador podrá pasar a la ventanilla por su documentación de porte y abandonar las instalaciones.

Abril 2018

I.4.3 Hojas de seguridad.

Los petrolíferos a manejar en la terminal se describen a continuación:

Gasolina Premium.

Mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna y es para uso obligatorio en la Zona Metropolitana del Valle de México.

Gasolina Regular o Magna.

Mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna y es para uso en el interior del país, excepto en las zonas metropolitanas del Valle de México, Guadalajara y Monterrey. Índice de octano igual a 87 y 1000 ppm de contenido máximo de azufre total.

Diesel.

Mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, y aromáticos, derivados del procesamiento del petróleo crudo. Se emplea como combustible automotriz.

La hoja de seguridad de las sustancias se encuentra en el Anexo 6.

Capacidades:

Recepción

El área de recepción 83 carrotanques con capacidades de 26,000 a 28,000 galones cada uno es decir: 105,991.00 (Ciento cinco mil novecientos noventa y un litros aprox.)

Tanques Primarios.

Gasolina Premium	150.00 m ³	150,000.00 Litros
Gasolina Magna o Regular.	150.00 m ³	150,000.00 Litros
Diésel.	150.00 m ³	150,000.00 Litros

Tanques Verticales.

Gasolina Premium	3000.00 m ³	3,000 000.00 Litros
Gasolina Magna o Regular.	8000.00 m ³	8,000 000.00 Litros
Diésel.	8000.00 m ³	8,000 000.00 Litros

Tabla 1 Listado de sustancias por tipo de riesgo mayor y características de peligrosidad

Sustancia	Capacidad de almacenamiento Kg.	Riesgo Mayor	Tipo de almacenamiento	Familia Química	Características de Peligrosidad				
					Propiedades Físicas y Químicas		NOM-018-STPS-2000		
					Estado físico	Olor	S	I	R
Gasolina Premium	2,310 000.00	Incendio, Formación de Nubes inflamables y/o Explosivas	Atmosferico en tanques Horizontales y Verticales	Hidrocarburos Ligeros	Líquido	Característico a gasolina	1	3	0
Gasolina Premium	6,160 000.00	Incendio, Formación de Nubes inflamables y/o Explosivas	Atmosferico en tanques Horizontales y Verticales	Hidrocarburos Ligeros	Líquido	Característico a gasolina	1	3	0
Diesel	6,800 000.00	Incendio,	Atmosferico en tanques Horizontales y Verticales	Hidrocarburos medianos	Líquido	Característico a petróleo.	0	2	0

I.4.4 Almacenamiento

Tanques de almacenamiento.

Esta Terminal que tendrá una capacidad de almacenamiento total de 130,000 Bls en condiciones normales de operación.

Subterráneos.

Se contará con tanques subterráneos primarios cilíndricos horizontales de doble contención o pared: Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel Automotriz de capacidad de 150 m³ cada uno.

Intemperie.

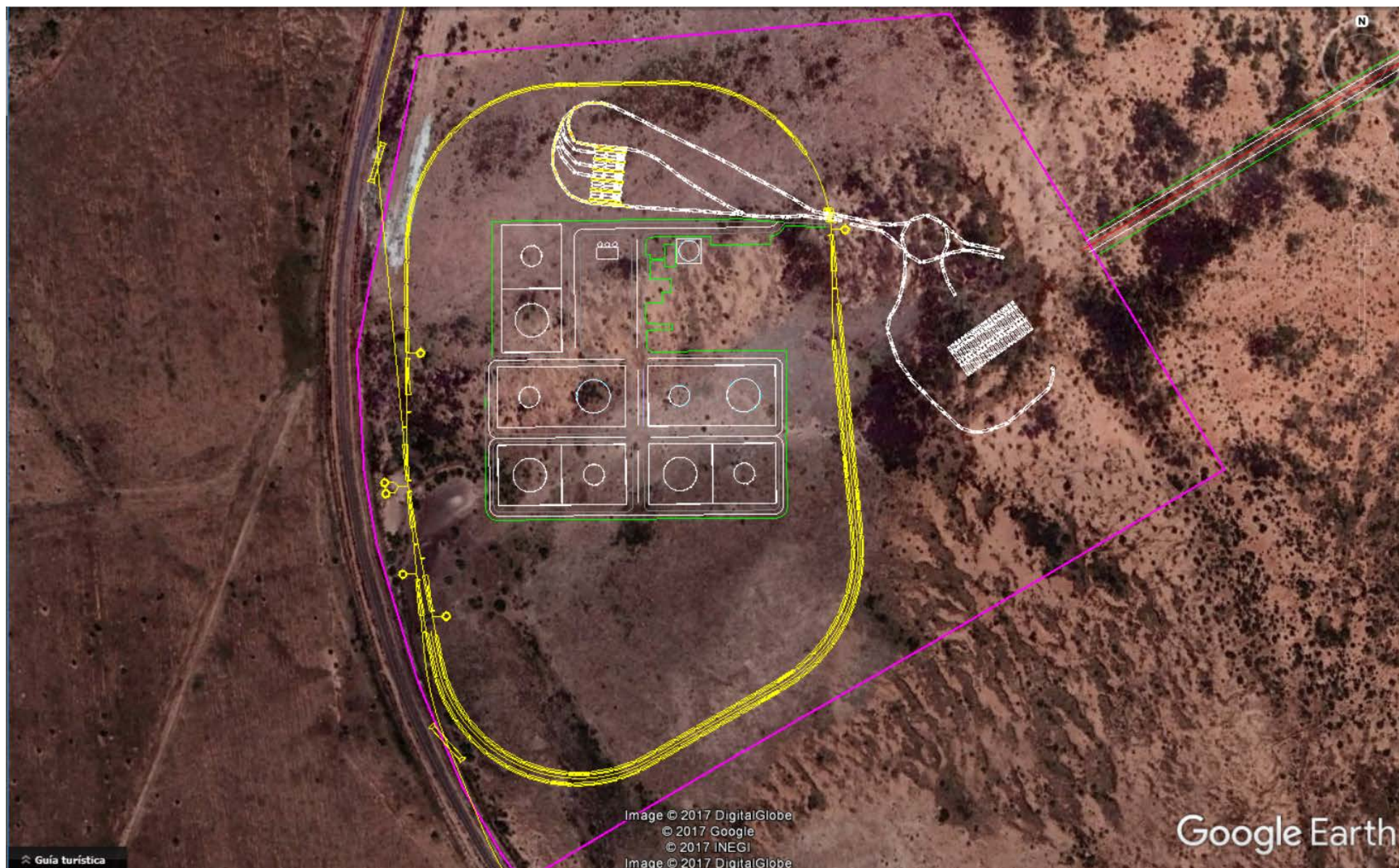
Se contará con tres tanques verticales de acero al carbón: Gasolina Regular con capacidad de 55,000 Bls (8000 m³), Gasolina Premium con capacidad de 20,000 Bls (3000 m³) y Diésel Automotriz con capacidad de 55,000 Bls (8000 m³).

EQUIPO	NOMENCLATURA	CARACTERISTICAS Y CAPACIDAD	PRESIÓN DE TRABAJO	VIDA UTIL INDICADA POR EL FABRICANTE	TIEMPO DE USO	LOCALIZACIÓN
Tanque Horizontal	TC-101	Doble pared acero al carbón 150.000 m ³	Atmosferico	30 años	Nuevo	Área de Trasiego
Tanque Horizontal	TC-102	Doble pared acero al carbón 150.000 m ³	Atmosferico	30 años	Nuevo	Área de Trasiego
Tanque Horizontal	TC-103	Doble pared acero al carbón 150.000 m ³	Atmosferico	30 años	Nuevo	Área de Trasiego
Tanque Vertical	TV-100 Gsolina Regular	Vertical de acero al carbón 8,000.00 m ³ (55,000.00 Barriles)	Atmosferica	30 años	Nuevo	Área de Almacenamiento
Tanque Vertical	TV-200 Gasolina Premium	Vertical de acero al carbón 3,000.00 m ³ (20,000.00 Barriles)	Atmosferica	30 años	Nuevo	Área de Almacenamiento
Tanque Vertical	TV-300 Diesél	Vertical de acero al carbón 8,000.00 m ³ (55,000.00 Barriles)	Atmosferica	30 años	Nuevo	Área de Almacenamiento

TAG	SERVICIO	CAPACIDAD	DIMENSIONES		TIPO
			DIÁMETRO	ALTURA	
TV-100	Tanque almacenamiento de Gasolina Regular	55 000 barriles	d=30480 mm	h=12200 mm	Techo fijo con membrana flotante interna
TV-200	Tanque almacenamiento de Gasolina Premium	20 000 barriles	d=18288 mm	h=12200 mm	Techo fijo con membrana interna
TV-300	Tanque almacenamiento de Diesel	55 000 barriles	d=30480 mm	h=12200 mm	Techo fijo

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Fig. 14 Distribución de las áreas en donde se manejará el Gas L.P., de acuerdo a plano métrico, representación gráfica en sitio.



*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

I.4.5 Equipos de proceso y auxiliares

Sistema de Descarga en Carrotanques. (Zona de Recepción)

Se contará con 21 conexiones rapidad en el área de recepción de Carro tanques (Sistema de Vías) su operación es condiciones atmosféricas.

Bombas de Trasiego de Tanques Subterráneos a Tanques verticales.

Se contará con moto bombas del tipo sumergibles, que permitirán succionar cada producto de manera continua en la operación.

BOMBAS DE DESCARGA	TIPO	FLUIDO	FLUJO VOLUMETRICO	VIDA UTIL INDICADA POR EL FABRICANTE
BA – 201 A/B/R	Turbina Vertical	Gasolina Regular	159 m3/hr (700 GPM)	10 AÑOS
BA – 202 A/B/R	Turbina Vertical	Gasolina Premium	159 m3/hr (700 GPM)	10 AÑOS
BA – 203 A/B/R	Turbina Vertical	Gasolina Regular / Premium	159 m3/hr (700 GPM)	10 AÑOS

Bombas de Trasiego de Tanques Verticales a Llenaderas.

Los equipos que componen este sistema son seis bombas: una para gasolina regular, una para gasolina Premium, una bomba de relevo dual para cada servicio, una de operación y una de relevo, con capacidad cada una de 1.89 m³/min (500 GPM). Cada una de estas bombas tiene arrancadores estáticos, selectores automáticos/manual/fuera, para sus arrancadores ubicados en el centro de control de motores.

BOMBAS CENTRIFUGAS HORIZONTAL	FLUIDO	FLUJO VOLUMETRICO	VIDA UTIL INDICADA POR EL FABRICANTE
BA – 401 A/B	Gasolina Regular	1.89 m3/min (500 gpm)	10 AÑOS
BA – 403 A/R	Gasolina Premium	1.89 m3/min (500 gpm)	10 AÑOS
BA – 402 A/R	Gasolina Regular / Premium	1.89 m3/min (500 gpm)	10 AÑOS

Seccion de islas de Llenado de autotanques (Llenaderas).

La Terminal contará con tres islas y tres brazos de llenado de productos, a través de las cuales se llevará a cabo el despacho de auto - tanques. Las tres llenaderas deben suministrarse con la instrumentación propia para la medición de temperatura y del producto, en lo que se denomina “patín de medición”, el cual se conforma de válvula de bloqueo, filtro tipo canasta, medidor de flujo, válvula de Control de flujo del tipo electrohidráulica VOS, sensor de temperatura, unidad de control local, monitor de (Monitor óptico de protección de

sobrellenado) prevención de sobrellenado y detector de conexión a tierra. Así mismo se deben considerar tomas de calibración para el medidor y de manera general se deben considerar que las purgas de los filtros tengan válvulas candadeadas, las cuales se utilizarán en las pruebas de arranque y puesta en operación de la terminal y posteriormente permanecerán bloqueadas en la operación normal.

I.5 Condiciones de Operación.

I.5.1 Temperaturas y Presiones de diseño y operación.

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

Tabla 2 Condiciones de operación de los Tanques.

Operación de la Planta					
Tanques de almacenamiento TC-101, TC-102; TC-103					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	150,000.00 Lts	Máxima.	1 atmosfera	Máxima.	Ambiente
Tanques de almacenamiento: TV-100 y TV - 300					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	8,000,000.00 Lts	Máxima.	1 atmosfera	Máxima.	Ambiente
Tanques de almacenamiento: TV-200					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	3,000,000.00 Lts	Máxima.	1 atmosfera	Máxima.	Ambiente

Tabla 3 Condiciones de operación de las Bombas de Trasiego.

BOMBAS	Producto	Presión de operación Manométrica		
		Bar M	Psig	Kg/cm ²
BA-201 A/B/R	Gasolina Regular	5.06	71	5.00
BA-401 A/B		6.02	88	6.18
BA-202 A/B/R	Gasolina Premium	5.06	71	5.00
BA-403 A/B		6.02	88	6.18
BA-203 A/B/R	Diésel	5.06	71	5.00
BA-402 A/B		6.02	88	6.18

I.5.2. Estado físico de las diversas corrientes del proceso.

La gasolina regular y premium, se encuentra en fase líquida con facilidad de generar vapores; el Diésel esta en fase líquida,

I.5.3 Características del régimen operativo de la instalación (continuo, intermitente o por lotes).

El régimen operativo de la Terminal es intermitente.

I.5.4 Diagramas de tubería e instrumentación (DTI'S) con base en la ingeniería de detalle y con la simbología correspondiente.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

En el **Anexo 2** Se presentan los Diagramas de Tubería e Instrumentación utilizados para el presente Analisis.

1.5.5 Especificación del cuarto de control.

La planta contará con dos sistemas de control dedicados, cuya operación será independiente una de la otra. Estos contarán con controladores y estaciones de operación, para control y monitoreo en el cuarto de Control. Los sistemas de control son los siguientes:

- ◆ Sistema Digital de Monitoreo y Control.
- ◆ Interface con el Operador
- ◆ Sistema de Gas y Fuego.
- ◆ Sistema de paro por Emergencia (SPPE)

Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMD)

El Sistema de Control será electrónico y digital, basado en el concepto de Sistema Digital de Monitoreo y Control (**SDMC**), y ejecutará el control del proceso de una manera segura y efectiva.

Todos los componentes del Sistema de Control de la terminal de recibo, almacenamiento y entrega de petrolíferos, estarán unidos por una comunicación redundante a través de una red de comunicación.

El sistema será específicamente diseñado para control de procesos y se operará y configurará sin conocimientos específicos de lenguajes de ordenador.

El Sistema Digital de Monitoreo y Control (**SDMC**) contará con una estación de operación para monitorear y controlar las variables de proceso en tiempo real, ejecutar control modulante, regulatorio y secuencial, así como control supervisorio, control gerencial y adquisición de datos.

El Sistema de Control deberá ser capaz de controlar de manera independiente las variables involucradas en cada una de las Unidades de Proceso.

La consola de supervisión del **SDMC** se instalará en el Cuarto de Monitoreo.

El sistema tendrá tarjetas de interfase que comuniquen a éste con la red. El software requerido para establecer esta comunicación será OPC (OLE for Process Control).

Los cables de conexión entre los dispositivos, deberán ser FTP para red Ethernet con conectores RJ-45.

Interfase con el Operador

La interfase con los operadores será por medio de consola con pantallas y teclado. El Sistema

Digital de Monitoreo y Control contará con impresoras que permiten al operador tener un registro alfanumérico de la información presentada en pantalla y para la edición de informes y mensajes de alarma.

El Sistema de Control suministrado tendrá un nivel de seguridad adecuado a los requerimientos del proceso y a la documentación del proyecto.

El sistema tendrá una consola de operación, misma que se instalará en el cuarto de control de la terminal de recibo, almacenamiento y entrega de petrolíferos.

Esta consola contendrá:

- ◆ Módulo de operación para control y monitoreo del Sistema Digital de Monitoreo y Control considerando las áreas que conforman la terminal y su área de Almacenamiento. En este módulo se instalará una estación de trabajo con doble monitor y estará previsto espacio para instalar teléfono secretarial.
- ◆ Módulo de operación con monitor para la estación de ingeniería de los Sistemas de Control.

El sistema dispondrá de un sistema de alimentación que será redundante en fuentes de alimentación, estando conectadas ambas fuentes a la vez, de tal forma que si una falla la redundante es capaz de alimentar el sistema correspondiente. El sistema obtendrá su alimentación del sistema de alimentación ininterrumpida de la terminal.

Los monitores del módulo de operación, tendrán capacidad para el despliegado de gráficos dinámicos de las diferentes Unidades de proceso involucradas.

El sistema incluirá desplegados de alarmas, tendencias e instrucciones al operador, etc.

El arreglo de todo el cableado en el cuarto de control local se realizará en piso falso o sótano, identificable mediante referencias en cada cable, además accesible para mantenimientos.

El Sistema de Control contará con un sistema de diagnóstico, que permita localizar con rapidez y certeza el módulo, tarjeta y/o accesorio con falla.

La capacidad del Sistema de Control, cumplirá con los requerimientos del 80% de saturación en tarjetas de E/S y el porcentaje de saturación en el canal de comunicación no excederá del 50% de su capacidad total.

En el caso de falla de disco duro, éste podrá ser remplazando en caliente (Hot Swapped) por uno nuevo y el sistema deberá reemplazar los datos perdidos en forma automática sin necesidad de reiniciar.

Confiability

El SDMC contará una disponibilidad del 99.9% del hardware y software.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Redundancia en el SDMC

Se considerará redundancia en los siguientes aspectos:

- ◆ Redundancia en el control y comunicación de datos.
- ◆ Redundancia en los módulos de Interfaces de Comunicación.
- ◆ Fuentes de alimentación.
- ◆ Servidores.

En caso de falla de un dispositivo con redundancia, la transferencia hacia el otro dispositivo será automática e inmediata alertando al operador a través de la interfaz con el usuario, tanto en pantalla como por mensaje en la impresora, almacenándose en el registro histórico.

Autodiagnóstico del SDMC

El Sistema de Control tendrá rutinas para que en forma automática verifique la operación correcta y confiable, así como el estado de todos los componentes que lo integran.

El sistema contendrá, como mínimo, los aspectos que se comentan a continuación:

- a) Detección en tiempo real de cualquier condición anormal o de falla e indicarla en pantalla, a través de desplegados de autodiagnóstico dedicados a esta función. Estos desplegados de autodiagnóstico suministran la información referente al estado de operación y funcionalidad de:
 - ◆ Todos los componentes de la red de comunicaciones.
 - ◆ Los módulos y/o tarjetas de todos y cada uno de los componentes que integran el Sistema de Control.
 - ◆ Los periféricos.
- b) Los desplegados de autodiagnóstico se generarán por cualquiera de las siguientes condiciones:
 - ◆ En caso de condición anormal o falla de cualquier componente que integre al sistema, la red de comunicaciones y los periféricos.
 - ◆ En cualquier momento a solicitud del usuario para verificar el estado del sistema.
- c) Las rutinas de autodiagnóstico realizarán las siguientes funciones como mínimo:
 - ◆ Monitoreo continuo de la operación y estado de cada componente que integra el Sistema Digital de Monitoreo y Control, la red de comunicaciones y los dispositivos periféricos.
 - ◆ Generar Alarma para el operador en caso de cambios en la operación y estado de cada componente que integra al sistema, la red de comunicaciones y los dispositivos periféricos.
 - ◆ Generar reportes de estos cambios (almacenamiento de datos en el registro histórico).
 - ◆ Despliegue en pantalla, del estatus que tienen los componentes que integran el sistema, la red de comunicaciones y los periféricos, desde un nivel general hasta

un nivel de unidad o tarjeta electrónica.

Red de Comunicaciones

La red de comunicaciones cumplirá con las siguientes especificaciones:

En Comunicación interna:

- ◆ Tipo de red: LAN (local area network).
- ◆ Interconexión tipo “Arquitectura abierta”.
- ◆ Detección y corrección de errores.
- ◆ Redundancia: 1:1.

En Comunicación externa:

- ◆ Tipo de red: WAN y LAN (red interna entre sistemas de control incluidos en este proyecto).
- ◆ Interconexión: Arquitectura abierta.
- ◆ Protocolo de comunicación: TCP/IP.
- ◆ Interfaz de comunicación Ethernet.

I.5.6 Sistemas de aislamiento.

De acuerdo al tipo de sustancia a manejar la planta de almacenamiento y distribución se ha construido de manera que solo sea aislada de la entrada de personas ajenas a su operación.

No se considera aislamiento de las áreas sino el seccionamiento, por áreas operativas, sistemas de contención de derrames y paros de emergencia total y por secciones,

El único sistema de aislamiento es el confinamiento de las tuberías que están alojadas en trincheras y que están cubiertas por rejillas a fin de evitar la acumulación de vapores el objetivo de las trincheras es aislar las tuberías del movimiento de los vehículos.

I.6 Análisis y Evaluación de Riesgos.

I.6.1. Antecedentes de incidentes ocurridos en la operación de las instalaciones o de procesos similares.

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

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

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

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

Los accidentes reportados en el periodo 1990-1995 a lo largo y a lo ancho de la República relacionados con gasolinas son de acuerdo a lo siguiente:

Zona Norte del país se tienen antecedentes de 35 accidentes.



La zona centro del país es la que tiene el mayor número de accidentes. Para ser exactos, 88. Los Estados que engloban la mayoría de estos percances son: Jalisco, México y el Distrito Federal



*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

La zona sur del país cuenta con tan sólo 24 accidentes. Esta zona no presenta mucho problema, ya que cinco de los ocho Estados que la conforman tienen reportados sólo dos accidentes en el periodo 1990-1995, y esto es consecuencia de su baja población



Un análisis a nivel federal de los accidentes ocurridos en el periodo 1990-1995 con gasolina y diesel proporcionará una visión más amplia y una identificación precisa de los accidentes con mayor incidencia en el territorio nacional. Las tablas siguientes (de las cuales se elaboran diversos gráficos que representarán estos sucesos con mayor claridad) ilustran el tipo y número de accidentes en tres diferentes escenarios: estaciones de servicio, autotransporte (volcaduras y choques de autotanques), y escenarios distintos (ductos, empresas particulares que consumen estos combustibles, etc.).

Tipo	Eventos	E. de Servicio	Transporte	Escenarios distintos
Derrames	66	25	31*	10
Fugas	27	22	0	5
Explosiones	7	1	3	3
Incendios	5	3	1	1
D/I	4	0	1	3
D/E	3	0	2	1
F/E	1	0	0	1
Total	113	51	38	24
Total porcentual	100%	45.2%	33.6%	21.2%

* Cinco choques y diecinueve volcaduras.

D/I Derrame e incendio

D/E Derrame y explosión

F/E Fuga Explosión

I.6.2 Clasificación de los accidentes.

La clasificación de los accidentes es un área de estudio importante en la seguridad industrial permitiendo la identificación de los elementos, factores, agentes, consecuencias involucrados durante el accidente, sin embargo, dada la gran variedad de elementos que se pueden asociar a la ocurrencia de un evento existen diversas formas de clasificación los accidentes.

Los accidentes obedecen por regla general a una nube o conjunto de causas, por lo se han establecido clasificaciones amplias considerando una serie de factores de accidente, que se agrupan dentro de seis apartados que a continuación se desarrollarán:

1. El agente.
2. La parte del agente.
3. La condición peligrosa.
4. El tipo de accidente.
5. La acción peligrosa
6. El factor personal de inseguridad.

1. El agente.

Se refiere a la sustancia, el material, circunstancia u objeto más relacionado con el accidente, como pueden ser:

1. Máquinas: torno, fresadora, pulidora, sierra, prensa, etc.
2. Generadores de movimiento y bombas: motor compresor, ventilador, etc.
3. Ascensores o elevadores: de pasajeros o de carga, eléctricos, hidráulicos, manuales, etc.
4. Aparatos de izar: grúas, polipastos, etc.
5. Transportadores: de banda, de rodillos, de cadena, etc.
6. Generadores de vapor y recipientes sujetos a presión: caldera, tubería de presión, condensador.
7. Vehículos: carretillas eléctricas, de motor, automóviles, ferrocarriles, etc.
8. Animales: domésticos, insectos, serpientes, etc.
9. Aparatos de transmisión de fuerza mecánica: poleas, árboles de transmisión, engranajes, etc.
10. Aparatos eléctricos: motor, generador lámpara, tomas de fuerza, etc.
11. Herramientas de mano: martillo, alicates, lima, etc.
12. Sustancias químicas: explosivos, gases, sustancias corrosivas, etc.
13. Sustancias muy inflamables y calientes: vapor, petróleo, laca, etc.
14. Radiaciones y sustancias radiactivas: uranio, radio, rayos X, etc.
15. Superficies de trabajo: piso, rampa, escalera, salientes, etc.
16. Agentes diversos: escalera de mano, abertura en el piso, cajones, condiciones climáticas.

2. La parte del agente.

La parte que se encuentra más estrechamente relacionada con el accidente y que generalmente podía haber sido protegida, por ejemplo: el útil de la máquina, la horquilla de la carretilla, el peldaño de la escalera, etc.

3. La condición peligrosa

Está íntimamente relacionada con la parte del agente y se refiere a aquella condición que se podía haber protegido o evitado. Dentro de este apartado se encuentra:

- a) Agentes protegidos de forma deficiente: no protegidos o mal protegidos.
- b) Agentes defectuosos: rugosos, ásperos, resbaladizos, agudos, etc.
- c) Arreglos o procedimientos peligrosos en el agente de que se trate: almacenamiento inseguro, sobrecarga, etc.
- d) Iluminación inadecuada: luz insuficiente, sombras, deslumbramiento, etc.
- e) Ventilación inadecuada: aire con sustancias tóxicas o nocivas, volumen de renovación insuficiente, etc.
- f) Ropa insegura: calzado impropio, ropa suelta, etc.
- g) Otras condiciones inseguras.

4. El tipo de accidente.

La causa por la se establece el contacto.

- a) Colisión, Golpes o choques contra objetos
- b) Deslizamientos, caídas, desprendimientos.
- c) Aprisionamiento entre objetos
- d) Caída de un mismo nivel
- e) Caída a distinto nivel
- f) Resbalar sin caer o hacer esfuerzos excesivos que pueden producir esguinces, luxaciones, lumbagos, etc.
- g) Exposición a temperaturas extremas, que pueden dar lugar a quemaduras, golpe de calor, congelaciones.
- h) Inhalación, absorción o ingestión de sustancias que pueden producir asfixia, envenenamiento, etc.
- i) Contacto con la corriente eléctrica, que provoca la electrocución.
- j) Otros tipos de accidente

5. La acción peligrosa.

Es la violación de un procedimiento comúnmente aceptado como seguro, lo cual provoca un determinado tipo de accidente.

Como acciones peligrosas se pueden citar:

- a) Realizar una operación sin la autorización necesaria, o sin advertir que va a realizarse.
- b) Trabajar a velocidad peligrosa, demasiado lenta o demasiado rápida, en algunas operaciones delicadas.
- c) Inutilizar los dispositivos de seguridad con el fin de ganar tiempo al realizar una operación.
- d) Utilizar un equipo de trabajo inadecuado.
- e) No utilizar las prendas de protección personal.
- f) Adoptar una postura o posición inadecuada al realizar un trabajo.
- g) Trabajar sin la necesaria protección, sobre equipo en movimiento, o peligroso.
- h) Distraer, molestar, bromear con los demás.

6. El factor personal de inseguridad.

Es la característica física o mental de la persona que permite o provoca una determinada acción peligrosa.

Entre estos factores cabe citar:

- ◆ Actitud indebida, como no hacer caso de instrucciones o no comprenderlas, nerviosismo o excitación, etc.
- ◆ Falta de práctica o conocimientos, como resultado de la poca experiencia profesional, o el desconocimiento de las normas de seguridad industrial, etc.
- ◆ Defectos físicos, tales como enfermedades del corazón, falta de visión, alteraciones del equilibrio, etc.

Las anteriores formas de clasificar a los accidentes presentan la ventaja de poder seleccionar más de una causa en el análisis de un accidente, presentando por tanto una mayor posibilidad de localizar las causales y permitiendo un estudio más exhaustivo y a la vez más profundo y riguroso de las causas que concurren.

Es importante mencionar que con tan solo disminuir la probabilidad de impacto externo por una mala maniobra; así como, disminuir el error humano, se tendría siempre un aumento en la confiabilidad en los sistemas actuales, disminuyendo el número de accidentes ocurridos en estos sistemas.

I.6.3 Metodologías de identificación y jerarquización

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

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

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

- a) Selección de la técnica de identificación de riesgos.
- b) Análisis y evaluación de riesgos.
- c) Jerarquización de riesgos.
- d) Análisis de consecuencias.

Para el presente estudio de riesgo utilizaremos una combinación de técnicas primeramente emplearemos el Análisis Preliminar de Riesgo, a un nivel básico para la identificación de los riesgos reales y riesgos potenciales.

I.6.3.1 Análisis Preliminar de Riesgos (APR).

Es un método de identificación de riesgos usado normalmente en la fase de desarrollo de una planta, el propósito principal es la identificación de peligros y/o riesgos, su desarrollo es básicamente seleccionando equipos, procesos, herramientas, sustancias que se manejan y/o utilizarán para llevar a cabo las actividades de una planta o instalación, de forma que se revisa los puntos en los que se considera se pueda liberar energía de forma incontrolada o la potencial ocurrencia de eventos en: materias, equipos de planta, componentes de sistemas, procesos, operaciones, instalaciones, equipos de seguridad, etc.

Requiere relativamente poca inversión en su realización y personal con experiencia en seguridad, códigos de diseño, especificaciones de equipos y materiales).

Considerando la premisa básica del **APR**, para el tipo de instalación que nos ocupa podremos realizar un **APR** por equipos y sustancias que se encuentran dentro de la instalación y representan un riesgo potencial.

Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 4 APR por herramientas y equipos.

APR POR HERRAMIENTAS Y EQUIPOS				
Equipo critico	Fuga	Incendio	Explosión	Incompatibilidad de Nube tóxica o asfixiante Materiales tóxicos
Bombas para trasiego.	X	✓	✓	✓
Equipo eléctrico (fuente de suministro de corriente eléctrica)	X	✓		
Tanques de almacenamiento.	✓	✓	✓	✓
Autotanques.	✓	✓		
Mangueras y tubería destinada al trasiego del petrolíferos.	✓	✓	✓	✓

✓: Existe la posibilidad de riesgo

X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos pueden ser generados por su ubicación, operación, falla del equipo o mantenimiento.

Tabla 5 APR sustancias y materiales peligrosos.

APR SUSTANCIAS Y MATERIALES PELIGROSOS						
Sustancias y materiales peligrosos	Volumen o cantidad mínima Lts.	Volumen o cantidad máxima Lts.	Incendio	Explosión	Derrame	Incompatibilidad, nube tóxica o Asfixiante materiales tóxicos
Gasolina Regular		8,000 000.00	✓	✓	✓	✓
Gasolina Premoum		3,000 000.00	✓	✓	✓	✓
Diesel		8,000 000.00	✓	N/A	✓	N/A

✓: Existe la posibilidad de riesgo

X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos están asociados a la liberación del gas de forma continua o masiva, dando paso a la formación de chorros de fuego, nubes explosivas, en case de ser súbitas podrían ser asfixiantes.

Tabla 6 APR por procesos.

APR POR PROCESOS				
Actividades.	Fuga	Incendio	Explosión	Incompatibilidad, Nube tóxica o materiales tóxicos
Trasiego de Gsolinas y Diesel	✓	✓	✓	X
Almacenamiento	✓	✓	✓	X

✓: Existe la posibilidad de riesgo

X: No existe posibilidad de riesgo.

Los riesgos están asociados a la liberación de gas de forma continua o súbita, por potenciales fallas durante la operación.

El manejo de Sustancias clasificadas como peligrosas en general presentan características que pueden desarrollar sucesos no deseados por su transporte y almacenamiento, los sucesos iniciadores, propagación, mitigación y medidas de prevención generales pueden ser⁴:

Tabla 7 APR por manejo de sustancias peligrosas.

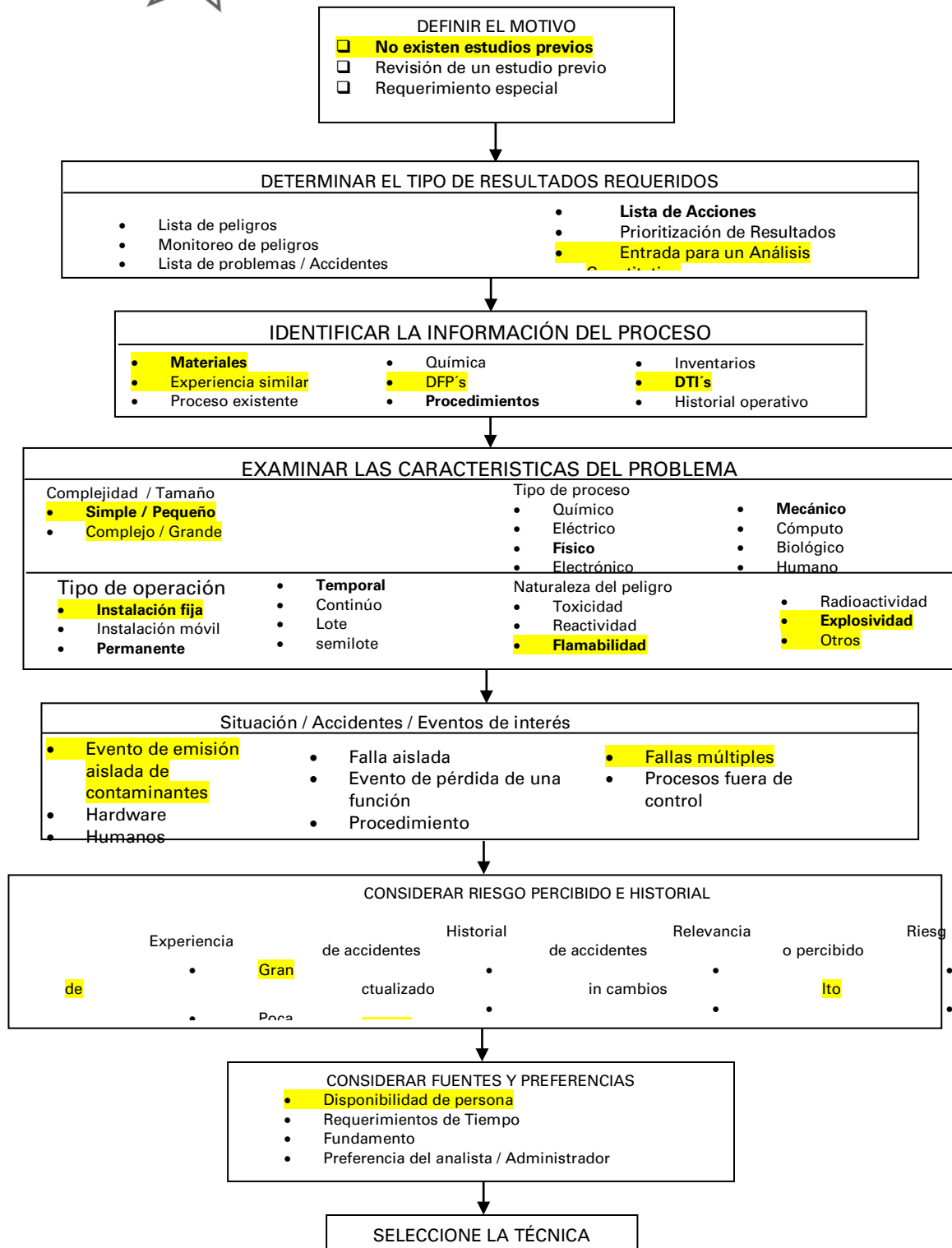
Características Peligrosas	Sucesos Iniciadores	Circunstancias Propagadoras	Circunstancias Mitigantes	Consecuencias Del Accidente
Manejo de cantidades de sustancias peligrosas (materiales inflamables, combustibles, inestables o tóxicos, gases inertizantes materiales a muy alta o baja temperatura, etc.).	Fallos de contención (tuberías, juntas, soldaduras etc.) Errores humanos (Operación mantenimiento, revisiones). Pérdida de servicios - Agentes de externos. (Inundaciones, terremotos, tormentas, vientos fuertes, impactos, sabotajes, etc.). Errores de método o información.	Fallos de contención. (Tuberías, recipientes, tanques juntas, fuelles, entrada o salida de venteo, etc.). Ignición, explosión. - Errores del operador (Comisión, omisión, diagnostico, toma de decisiones). - Agentes externos. - Errores de método o de información	Respuestas de control, respuestas de los operadores. - Operaciones de emergencia (alarmas, procedimientos de Emergencia, equipos de protección personal, evaluación, etc.). - Agentes externos. - Flujo adecuado de información	- Fuegos. - Explosiones. - Impactos. - Dispersión de materiales tóxicos.

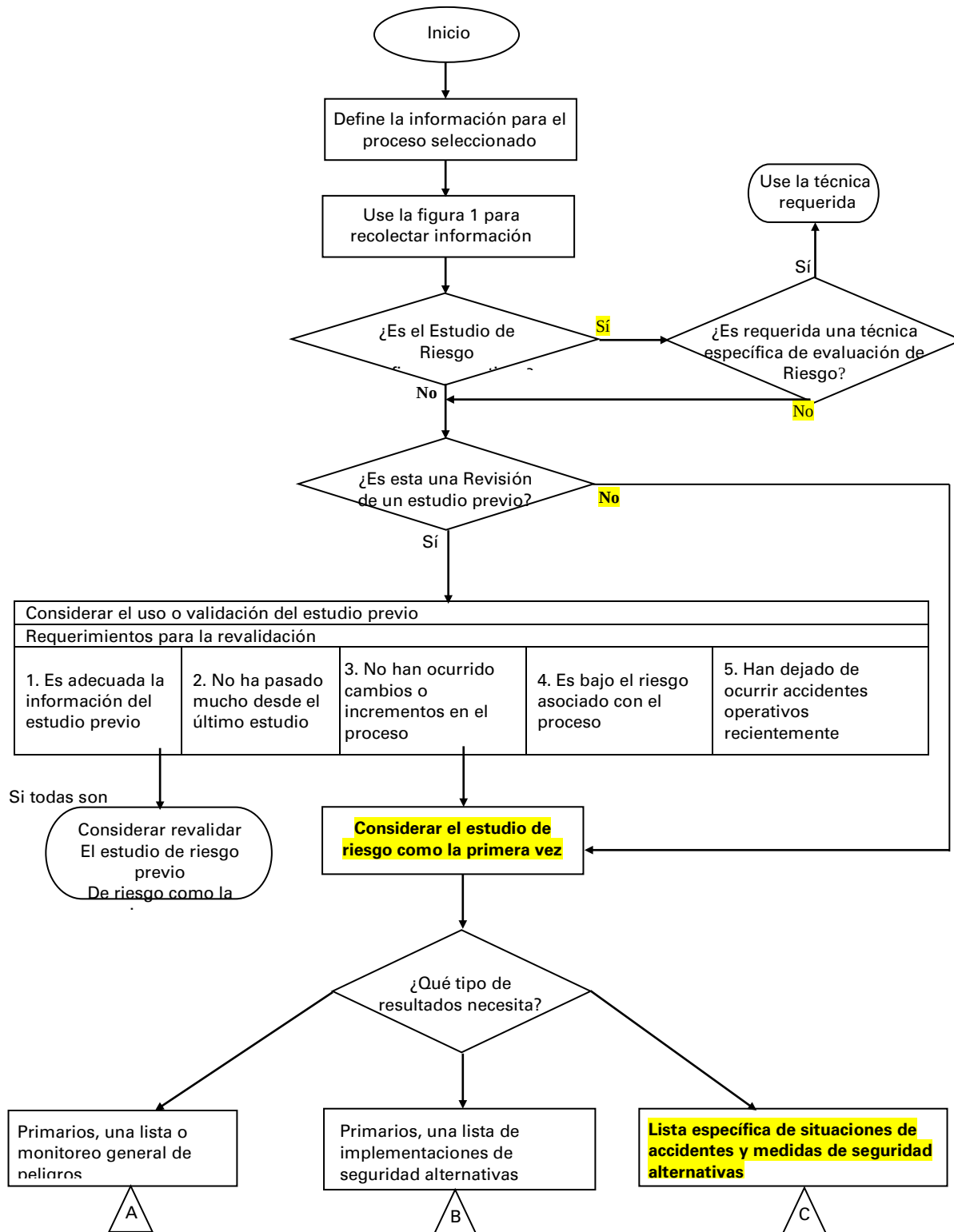
A. Selección de técnica de identificación de riesgos.

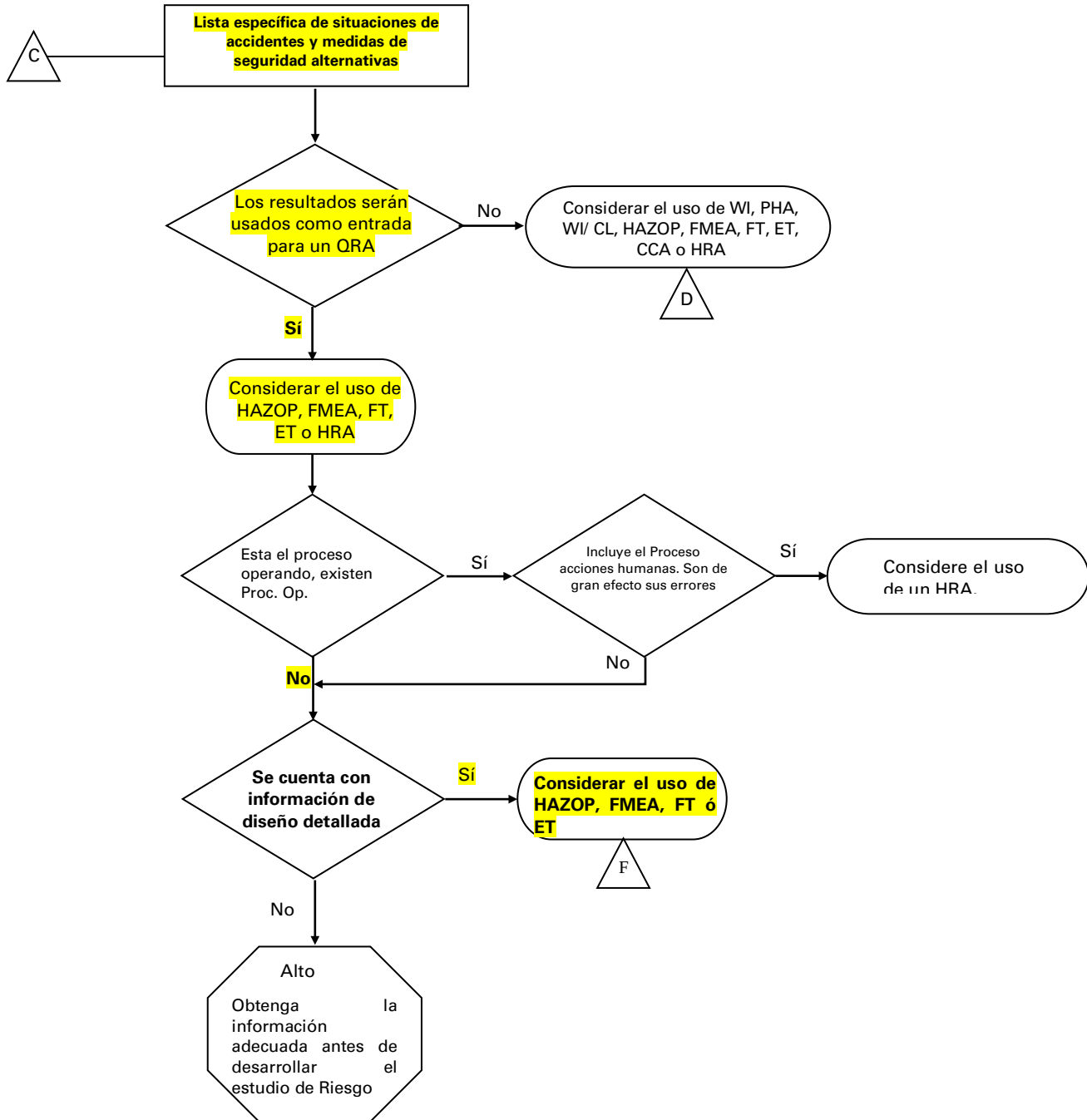
La selección de la metodología para la identificación de riesgos se basó en la guía sugerida por el Centro de Seguridad en Procesos Químicos (CCPs) del Instituto Americano de Ingenieros Químicos (AIChE) publicada bajo el título de Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, segunda edición con ejemplos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

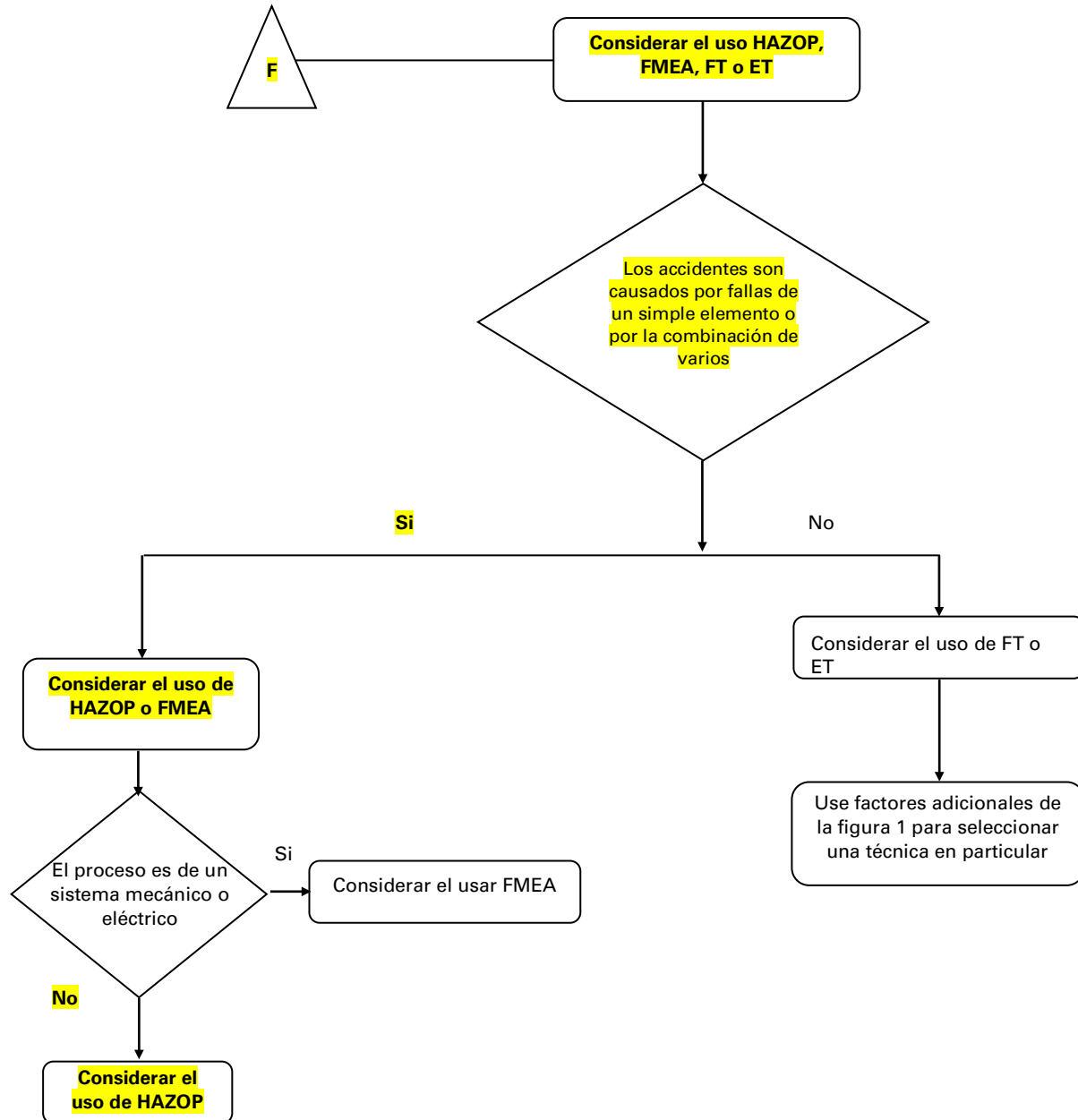
⁴ Información adaptada del libro "BATTELLE COLUMBUS DIVISION-AICHE/CCPS": Guidelines for Hazard Evaluation Procedures, American Institute of Chemical Engineers. Nueva York (1985)" y tomada del libro "Análisis y reducción de riesgos en la industria química, fundación MAPFRE, J.M. Santamaría Ramiro y P.A. Braña Aísa.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.









También se consideró el procedimiento **DG-SASIPA-SI-02741 Rev. 3 “Guía para Realizar Análisis De Riesgos”** que señala que la identificación de riesgos se puede llevar a cabo mediante las siguientes metodologías de acuerdo a criterios que se indican en la siguiente tabla:

Tabla 8 Típico de las metodologías de acuerdo a la etapa del proyecto.

Método de análisis de riesgos								
Etapa de desarrollo del proyecto	Lista de verificación	¿Qué pasa sí?	¿Qué pasa sí? /Lista de verificación	FMEA	HAZOP	AAE	AAF	AC
Investigación y desarrollo		✓	✓					
Diseño conceptual	✓	✓	✓					
Operación de planta piloto	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Ingeniería de detalle	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Construcción y arranque	✓	✓	✓		✓			
Operación rutinaria	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Expansión o modificación	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Desmantelamiento	✓	✓	✓					
Investigación de accidentes	✓			✓	✓	✓	✓	✓

Análisis del método.

Con base a los criterios antes mencionados, se determinó que la metodología **HazOp (Hazard and Operability Analysis)** es adecuada para la identificación, evaluación y jerarquización de Riesgos Potenciales que podría presentar la construcción de la estación de descompresión de gas natural y las operaciones que se realizarán en ella, los principios y bases técnicas de dicha metodología se describen a continuación.

1.6.3.2 HazOp (Hazard and Operability Analysis).

Es una técnica cualitativa para la identificación de riesgos concebida en la industria química y que ha sido muy utilizada en la misma. El estudio **HazOp** debe complementarse con la revisión de seguridad (evaluación de la correspondencia con requisitos de seguridad prescriptivos, establecidos en la normativa de seguridad aplicable); permite un análisis sistemático de las desviaciones de proceso que pueden producirse, sus causas y las defensas contra las mismas y se enfoca a las desviaciones de proceso que puedan dar lugar a eventos de pérdida de contención (liberación de sustancias), así mismo aportará las recomendaciones de seguridad adicionales a la revisión de seguridad y permitirá identificar acciones críticas para la seguridad y evaluar o recomendar su consideración en los procedimientos operacionales vigentes. La metodología se resume como sigue:

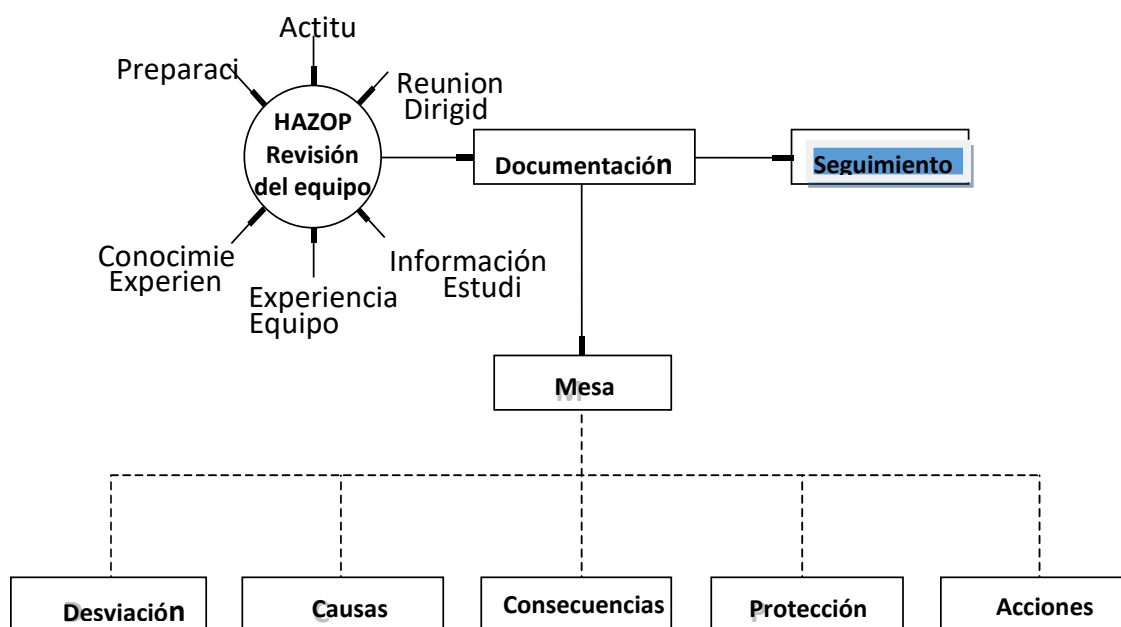
- ◆ División de las instalaciones en secciones, representación en diagrama de flujo.
- ◆ Descripción de la intención de diseño (operación normal, límites y condiciones de seguridad según diseño) de las diferentes secciones definidas.
- ◆ Postulación, a través de palabras guías, de desviaciones de la intención de diseño de cada tramo y sus componentes. Determinación de las causas y consecuencias posibles de las desviaciones postuladas.

*“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

- ◆ Determinación de las desviaciones significativas (aquellas cuyas consecuencias implican riesgos importantes y cuyas causas son creíbles, haciéndolas posibles).
- ◆ Evaluación de las defensas existentes contra tales desviaciones (prevención de las causas de las desviaciones, mitigación de las consecuencias).
- ◆ Proposición de mejoras de diseño, procedimientos y preparación del personal, para la prevención de las desviaciones y la mitigación de sus consecuencias).

El análisis **HazOp** requiere que el diseño sea definido, para que se pueda disponer de la información necesaria. En particular, la sistemática del método requiere que los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's) estén completos y actualizados, el análisis se lleva a cabo mediante un equipo en el que intervienen personal técnico con distintas funciones dentro del proceso a analizar (el número de ellas depende de la complejidad del proceso o de la instalación) como ingeniero de proceso, ingeniero de instrumentación/control, ingeniero de producción y/u operaciones e ingeniero de seguridad industrial.

Fig. 15 Diagrama de la Técnica del Análisis HAZOP



La sistemática del análisis **HazOp** se indica a partir de palabras guías o bien otras palabras similares, el inicio del procedimiento será de acuerdo a las siguientes actividades específicas.

Selección de líneas de proceso.

- a) Aplicación de las palabras guía.
- b) Identificación de las posibles desviaciones, eliminando las que no se consideren razonables, o las que no dan lugar a consecuencias importantes.
- c) Identificación de las posibles consecuencias de cada desviación.
- d) Evaluación de soluciones.
- e) Seguimiento de la implementación de las medidas correctoras.

Dichas actividades serán aplicadas a cada una de las líneas de proceso que entran o salen de un elemento determinado de la instalación; las palabras se aplicarán tanto a acciones y parámetros específicos (presión, temperatura, etc), y variables de operación (bajo, alto, no).

Para cada una de las líneas operativas se especificará el propósito y finalidad que cumple en el proceso bajo condiciones normales. La aplicación de las palabras guía permitirá identificar desviaciones o circunstancias en las cuales las intenciones definidas no se cumplen, dichas desviaciones deberán generar consecuencias significativas y causas razonables.

Una vez identificadas las desviaciones se propondrán soluciones correctoras establecidas bajo instrucciones de trabajo, procedimientos, manuales, etc.

De igual manera se establecerán acciones que permitirán eliminar y/o controlar la desviación detectada de acuerdo a la experiencia y capacidad de los ingenieros especialistas del proceso y operación.

En caso que las medidas de seguridad no sean suficientes, existe una ampliación de las mismas o que siendo aceptables pueden aun mejorarse, presentando y fundamentando las recomendaciones de mejora, identificadas como "acciones".

Estas se clasifican en 4 categorías¹ asignando diferentes grados de prioridad en su implementación:

Tabla 9 Clasificación de las medidas de seguridad.

Tipo	Descripción.
Inaceptable	Mejoras de la más alta prioridad (que implican una insuficiencia o degradación inaceptable de las medidas de seguridad y deben de implementarse de inmediato).
Indeseable	Mejoras necesarias (ej. Incumplimiento de determinados requisitos de la normatividad de seguridad aplicable), pero cuya implementación puede esperar.
Aceptable con controles	Mejoras convenientes por su beneficio y bajo costo (ej. Mejoras de procedimiento).
Aceptable	Mejoras deseables pero que requieren análisis costo-beneficio (mejoras que se realizan a partir de un nivel

¹ Risk Ranking Categories for Stone and Webster Engineering Co. Houston, TX.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Como el análisis es sistemático y estructurado, es necesario utilizar términos de manera precisa y disciplinada, tales como:

Propósito. El propósito (o intención) define de qué manera se espera que la parte funcione. Esto puede requerir un cierto número de formatos que pueden ser descriptivos o esquemáticos. En muchos casos habrá un diagrama de flujo o diagrama de líneas.

Desviaciones. Son alejamientos de la intención o propósito que se descubren al aplicar sistemáticamente las palabras guía.

Causas. Estas son las razones por las cuales podrían ocurrir desviaciones. Una causa se puede tratar como significativa una vez que se haya demostrado que la desviación tiene una causa posible o realista.

Consecuencias. Estos son los resultados de las desviaciones, en caso que se presenten.

Riesgos. Estos son las consecuencias que pueden motivar daños, perjuicios o pérdidas.

Palabras guía. Estas son las palabras sencillas que se utilizan para calificar el propósito con el fin de guiar y estimular el proceso creativo de pensamiento y descubrir de esa manera las desviaciones.

Tabla 10 Palabras guías a utilizar durante la aplicación de la técnica HazOp-

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

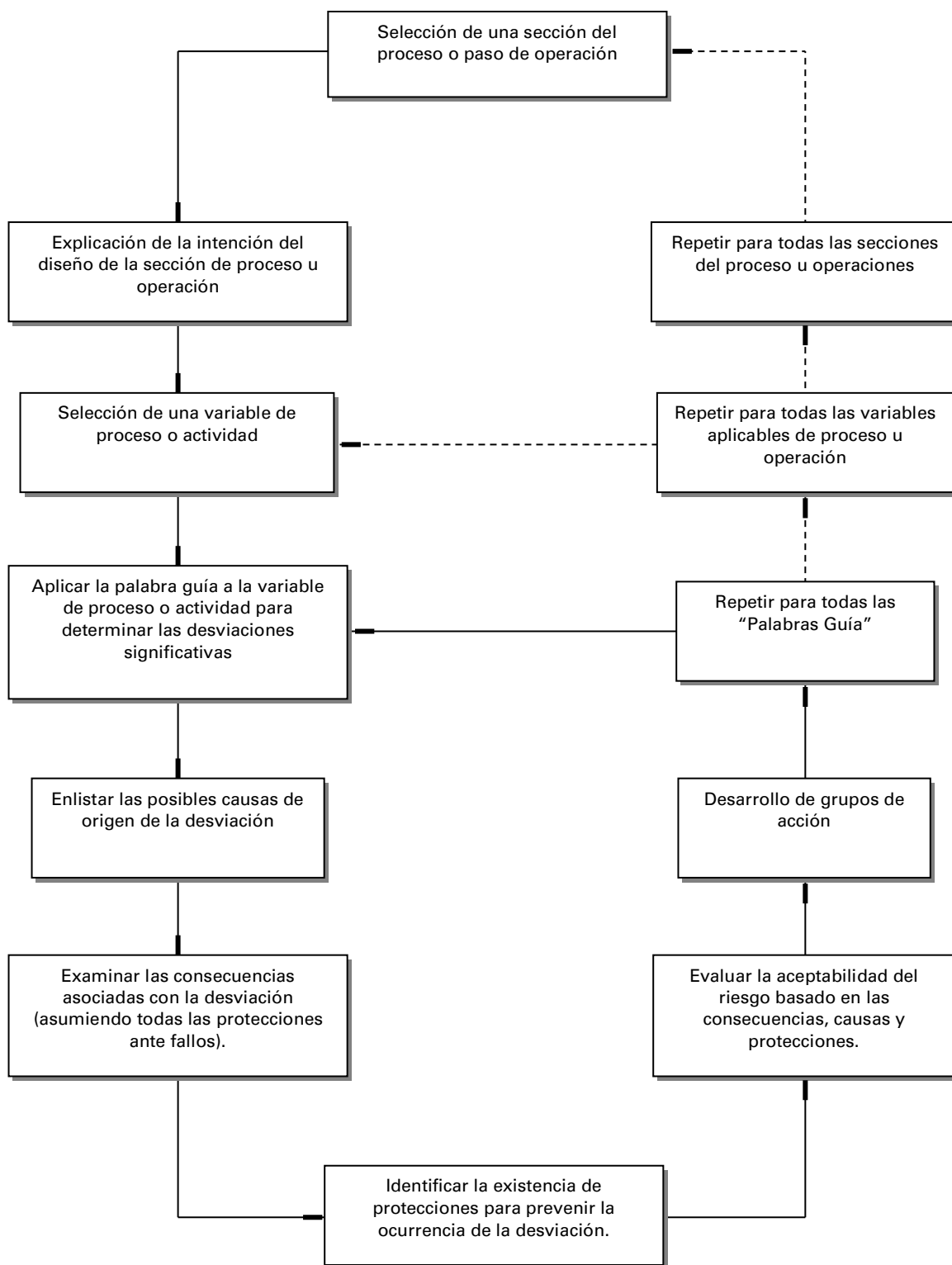
Conforme al método **HazOp** para la identificación y evaluación de riesgos, se obtendrá como resultado para cada nodo operativo la siguiente información:

- ◆ Nombre del nodo (sección).
- ◆ Descripción de la función.
- ◆ Número consecutivo de la desviación.
- ◆ Variable de estudio.

“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

- ◆ Palabra guía.
- ◆ Desviación identificada mediante la combinación variable + palabra guía.
- ◆ Posibles causas de la desviación.
- ◆ Posibles consecuencias de la desviación.
- ◆ Salvaguardas con que cuenta el nodo para mitigar las consecuencias de la desviación.
- ◆ Recomendaciones.

Fig. 16 Diagrama de Flujo de la Metodología del Análisis HAZOP



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Tabla 11 Matriz de la Técnica HazOp.

Palabra Guía	No	Reversa (dar marcha atrás)	Mas	Menos	Parte de	Tan Bien Como	Otro que
Parámetro							
Flujo	no flujo	retroceso de flujo	alto flujo	bajo flujo	composición	contaminación	materiales equivocados
Presión	vacío		alta presión	baja presión		mov. hid. fuerte/ golpe de ariete	
Temperatura			alta temperatura	baja temperatura	gradiente	oxidación/ fragilización	soporte
operación	falla de servicios		descollamiento	espera reducida o	arranque/ paro	mantenimiento	muestreo
para cada sistema							
Aterrizamiento	fuentes de ignición						
instrumentación	falla de instrumentos		confiabilidad			alarmas	De otra manera
estructura	falla de soporte			corrosión/ erosión		a prueba de fuego	
soporte de la administración	no cumplimiento en seguridad						cumplimiento ambiental

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

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

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

Las metodologías y técnicas fueron aplicadas con el siguiente personal.

N OMB	Cargo	Empresa
Yelmay León Tellez	Gerente de Terminales	Petrolíferos Windstar Sonora S.A. de C.V.
Jose Luis Ornelas Garcia	Lider de Proyecto	TECNUV Ingeniería, Consultoría, Inspección y Vigilancia en la Industria S.A. de C.V.
Martin Cervando Bonilla Cruz.	Especialista en Equipos	
Evaristo Alberto Salgado Arroyo	Proyecto Control e Instrumentación	
Ariana Sanchez Rivera	Proyecto Seguridad y Contraincendio	
Martin Viveros Reza	Proyecto Control e instrumentación	

Quienes conformaron el grupo multidisciplinario de análisis e identificación de riesgos, las hojas de trabajo.

Derivado de la inducción a las metodologías del **HazOp** el grupo dividió las instalaciones en 12 nodos de análisis:

Tabla 12 Nodos de Análisis para la metodología HazOp.

Nodo	Descripción	Intención de Diseño
Nodo 1	Descarga, Recolección y envío de Gasolina Regular a tanque primario TC – 101. Diámetro de líneas: Interconexión para mangueras 4". Cabezal de Recolección 12". Presión de Trabajo: Atmosferica, tanto líneas como carrotanques y tanques primarios	Recepción, recolección, envío de gasolina regular a Tanque Subterráneo TC - 101 (Tanque Primario) y su almacenamiento temporal para su trasiego posterior trasiego a Tanque Vertical.
Nodo 2	Trasiego de Gasolina Regular del Tanque Primario TC - 101 al Tanque Vertical TV – 100- Diámetro de líneas: Descarga de Bomba: 8" Cabezal de Recolección 10". Presión de Trabajo: de las Bombas: 71 psig/5 kg/cm ²	Intención de Diseño: Envío de gasolina regular a tanque principal de almacenamiento.
Nodo 3	Almacenamiento de Gasolina Regular en Tanque Vertical TV-100. Presión de Trabajo: Atmosferica,	Intención de Diseño: Almacenamiento de Gasolina Regular para posterior suministro a Garzas de Llenado.
Nodo 4	Bombeo de gasolina regular a las garzas de llenado. Diámetro de líneas: Descarga de Bomba: 10" Cabezal de Recolección 8". Presión de Trabajo: de las Bombas: 88 psig/6.18 kg/cm ²	Intención de Diseño: Trasiego de Gasolina Regular de Tanque Vertical TV-100 a Garzas de Llenado
Nodo 5	Descarga, Recolección y envío de Gasolina Premium a tanque primario TC – 102. Diámetro de líneas: Interconexión para mangueras 4". Cabezal de Recolección 12". Presión de Trabajo: Atmosferica, tanto líneas como carrotanques y tanques primarios	Recepción, recolección, envío de gasolina regular a Tanque Subterráneo TC - 101 (Tanque Primario) y su almacenamiento temporal para su trasiego posterior trasiego a Tanque Vertical.
Nodo 6	Trasiego de Gasolina Premium del Tanque Primario TC - 102 al Tanque Vertical TV – 200- Diámetro de líneas: Descarga de Bomba: 8" Cabezal de Recolección 10". Presión de Trabajo: de las Bombas: 71 psig/5 kg/cm ²	Intención de Diseño: Envío de gasolina regular a tanque principal de almacenamiento.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Nodo	Descripción	Intención de Diseño
Nodo 7	Almacenamiento de Gasolina Premium en Tanque Vertical TV-200. Presión de Trabajo: Atmosferica,	Intención de Diseño: Almacenamiento de Gasolina Regular para posterior suministro a Garzas de Llenado.
Nodo 8	Bombeo de gasolina regular a las garzas de llenado. Diámetro de líneas: Descarga de Bomba: 10" Cabezal de Recolección 8". Presión de Trabajo: de las Bombas: 88 psig/6.18 kg/cm ²	Intención de Diseño: Trasiego de Gasolina Regular de Tanque Vertical TV-100 a Garzas de Llenado
Nodo 9	Descarga, Recolección y envío de Diesel a tanque primario TC – 103. Diámetro de líneas: Interconexión para mangueras 4". Cabezal de Recolección 12". Presión de Trabajo: Atmosferica, tanto líneas como carotanes y tanques primarios	Recepción, recolección, envío de gasolina regular a Tanque Subterráneo TC - 101 (Tanque Primario) y su almacenamiento temporal para su trasiego posterior trasiego a Tanque Vertical.
Nodo 10	Trasiego de Diesel de Tanque Primario TC - 103 al Tanque Vertical TV – 300- Diámetro de líneas: Descarga de Bomba: 8" Cabezal de Recolección 10". Presión de Trabajo: de las Bombas: 71 psig/5 kg/cm ²	Intención de Diseño: Envío de gasolina regular a tanque principal de almacenamiento.
Nodo 11	Almacenamiento de Diesel en Tanque Vertical TV-300. Presión de Trabajo: Atmosferica,	Intención de Diseño: Almacenamiento de Gasolina Regular para posterior suministro a Garzas de Llenado.
Nodo 12	Bombeo de gasolina regular a las garzas de llenado. Diámetro de líneas: Descarga de Bomba: 10" Cabezal de Recolección 8". Presión de Trabajo: de las Bombas: 88 psig/6.18 kg/cm ²	Intención de Diseño: Trasiego de Gasolina Regular de Tanque Vertical TV-100 a Garzas de Llenado

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Los nodos seleccionados se muestran en el **Anexo 2**.

De acuerdo a las operaciones que se realizan el grupo **identifico 66 desviaciones** de operación las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13 Desviaciones a analizar en el análisis HazOp.

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Nodo 1 Descarga, Recolección y envío de Gasolina Regular a tanque primario TC – 101			
1.1	Flujo	Menos	Menor Flujo al Tanque subterráneo.
1.2	Flujo	No	No hay Flujo hacia el cabezal de recolección
1.3	Nivel	Bajo	Se presenta bajo nivel por debajo del límite operativo en el tanque primario TC - 101
1.4	Nivel	Alto	Sobrellenado del tanque
1.5	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presenta pérdidas de contención en el tanque primario TC-101
1.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Fugas
Nodo 2 Trasiego de Gasolina Regular del Tanque Primario TC – 101 al Tanque Vertical TV – 100			
2.1	Flujo	Mas	Hay Mayor flujo de gasolina al Tanque Vertical
2.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo al tanque vertical.
2.3	Flujo	NO	No se presenta flujo al Tanque Vertical
2.4	Presión	Mayor	Se presenta una mayor presión en la línea de descarga a tanque vertical
2.5	Presión	Menor	Se presenta Menor presión en la línea de descarga al tanque vertical
2.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presentan fugas en las conexiones.
Nodo 3 Almacenamiento de Gasolina Regular en Tanque Vertical TV-100			
3.1	Nivel	Mas	Se presenta un nivel por arriba del límite operativo
3.2	Nivel	menos	Se presenta un nivel por debajo del límite operativo
3.3	Concentración	Mas	Se presentan Altas concentraciones de vapores del producto
3.4	De otra Manera	Agentes externos	Se presenta incendio en el tanque vertical TV-100
Nodo 4 Bombeo de gasolina regular a las garzas de llenado.			
4.1	Flujo	Mas	Se presenta un mayor flujo de producto durante el llenado del autotanque
4.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo a las garzas de Llenado
4.3	Flujo	No	No se presenta Flujo a las Garzas de Llenado
4.4	Presión	Mas	Se presenta una alta presión en la descarga Bomba
4.5	Presión	Menos	Se presenta una menor presión en la descarga Bomba
4.6	Nivel	Mayoir	Se presenta un Sobrellenado o alto nivel en el autotanque (Pipa)

“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua”
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Nodo 5 Descarga, Recolección y envío de Gasolina Premium tanque primario TC – 102			
5.1	Flujo	Menos	Menor Flujo al Tanque subterráneo.
5.2	Flujo	No	No hay Flujo hacia el cabezal de recolección
5.3	Nivel	Bajo	Se presenta bajo nivel por debajo del límite operativo en el tanque primario TC – 102.
5.4	Nivel	Alto	Sobrellenado del tanque
5.5	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presenta pérdidas de contención en el tanque primario TC-102
5.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Fugas
Nodo 6 Trasiego de Gasolina Premium del Tanque Primario TC - 102 al Tanque Vertical TV - 200			
6.1	Flujo	Mas	Hay Mayor flujo de gasolina al Tanque Vertical
6.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo al tanque vertical.
6.3	Flujo	NO	No se presenta flujo al Tanque Vertical
6.4	Presión	Mayor	Se presenta una mayor presión en la línea de descarga a tanque vertical
6.5	Presión	Menor	Se presenta Menor presión en la línea de descarga al tanque vertical
6.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presentan fugas en las conexiones.
Nodo 7 Almacenamiento de Gasolina Premium en Tanque Vertical TV-200			
7.1	Nivel	Mas	Se presenta un nivel por arriba del límite operativo
7.2	Nivel	menos	Se presenta un nivel por debajo del límite operativo
7.3	Concentración	Mas	Se presentan Altas concentraciones de vapores del producto
7.4	De otra Manera	Agentes externos	Se presenta incendio en el tanque vertical TV-100
Nodo 8 Bombeo de gasolina premium a las garzas de llenado.			
8.1	Flujo	Mas	Se presenta un mayor flujo de producto durante el llenado del autotanque
8.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo a las garzas de Llenado
8.3	Flujo	No	No se presenta Flujo a las Garzas de Llenado
8.4	Presión	Mas	Se presenta una alta presión en la descarga Bomba
8.5	Presión	Menos	Se presenta una menor presión en la descarga Bomba
8.6	Nivel	Mayoir	Se presenta un Sobrellenado o alto nivel en el autotanque (Pipa)

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Nodo 9 Descarga, Recolección y envío de Diesel a Tanque primario TC – 103			
9.1	Flujo	Menos	Menor Flujo al Tanque subterráneo.
9.2	Flujo	No	No hay Flujo hacia el cabezal de recolección
9.3	Nivel	Bajo	Se presenta bajo nivel por debajo del límite operativo en el tanque primario TC – 103.
9.4	Nivel	Alto	Sobrellenado del tanque
9.5	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presenta pérdidas de contención en el tanque primario TC-103
9.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Fugas
Nodo 10 Trasiego de Gasolina Premium del Tanque Primario TC - 103 al Tanque Vertical TV - 300			
10.1	Flujo	Mas	Hay Mayor flujo de gasolina al Tanque Vertical
10.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo al tanque vertical.
10.3	Flujo	NO	No se presenta flujo al Tanque Vertical
10.4	Presión	Mayor	Se presenta una mayor presión en la línea de descarga a tanque vertical
10.5	Presión	Menor	Se presenta Menor presión en la línea de descarga al tanque vertical
10.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presentan fugas en las conexiones.
Nodo 11 Almacenamiento de Diesel en Tanque Vertical TV-300			
11.1	Nivel	Mas	Se presenta un nivel por arriba del límite operativo
11.2	Nivel	menos	Se presenta un nivel por debajo del límite operativo
11.3	Concentración	Mas	Se presentan Altas concentraciones de vapores del producto
11.4	De otra Manera	Agentes externos	Se presenta incendio en el tanque vertical TV-100
Nodo 12 Bombeo de Diesel a las garzas de llenado.			
12.1	Flujo	Mas	Se presenta un mayor flujo de producto durante el llenado del autotanque
12.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo a las garzas de Llenado
12.3	Flujo	No	No se presenta Flujo a las Garzas de Llenado
12.4	Presión	Mas	Se presenta una alta presión en la descarga Bomba
12.5	Presión	Menos	Se presenta una menor presión en la descarga Bomba
12.6	Nivel	Mayoir	Se presenta un Sobrellenado o alto nivel en el autotanque (Pipa)

En Anexo 3 se localiza la memoria técnica de la aplicación de la técnica del HazOp.

I.6.4 Análisis cualitativo de la magnitud de los riesgos.

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

I.5.4.1 Matriz de jerarquización de riesgos.

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

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

Caracterización y jerarquización de riesgos.

Matriz de riesgos

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

Frecuencia de cada escenario.

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

Tabla 14 niveles cualitativos para la ocurrencia de los eventos.

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

Frecuencia:

Considerando la cualidad de los potenciales escenarios de riesgo.

Fugas de Combustibles.

De acuerdo con lo señalado por el personal que participa en la aplicación de la metodología de acuerdo a su experiencia y si bien no tienen una estadísticas que nos permita establecer una frecuencia para los escenarios que se identifiquen como de riesgo, señala que el evento que se presenta con una mayor frecuencia son las pequeñas fugas que se llegan presentar en en las conexiones, instrumentos, o incorrectas conexiones, y que debido a la naturaleza de los productos, estas no generan escenarios de riesgo que puedan causar afectaciones graves.

Estos eventos son rdenominados **más probables menos catastróficos. Asignándoles una Frecuencia Baja (F2), es concebible que pueda ocurrir en el centro de trabajo.**

Ruptura de Tuberías y/o mangueras.

No obstante, lo anterior durante el presente análisis se considero, la liberación masiva de producto para valorar las potenciales afectaciones asi como escenarios de eincendio en elt tanque y su total vaciado y su posterior ignición.

La ruptura total de tuberías es un evento del cual no tienen conocimiento, sin embargo, la falla de mangueras si tienen referencias y es un evento que es concebible que ocurra, es un evento menos probable pero catastrófico y se le asignara una **Frecuencia Baja (F2) es concebible que ocurra en el centro de trabajo.**

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Tabla 15 Tabla de consecuencias

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y a la salud publica	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad publica	Evacuación: lesiones menores o afectación a la seguridad publica moderada; costos por afectación y daños entre 5 y 10 millones de pesos.	Evacuación lesionados; una o más fatalidades afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos.
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin afectación lesiones; primeros auxilios	Atención médica; lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal, efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades, lesionados graves con daños irreversibles, incapacidad parcial o total permanente
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; partículas y polvos en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por fuego y llamaradas; ondas de sobre presión; fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas, evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que provocan pocas quejas vecinales	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas suspendidas y olores quemadores operando continuamente; ruidos presentes y presencia de humo	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo, presencia de contaminantes significativa	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape significativo de agentes tóxicos daño significativo a largo plazo de la flora y la fauna o repetición de eventos mayores.
Descargas y derrames	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar muerte a peces.	Remediación requerida; fuego y humo que afectan las áreas de trabajo; Explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa.	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere gran esfuerzo para remediación. Efectos sobre la flora y la fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia.			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
Al negocio.				
Pérdida de producción daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menos de 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 20 millones de pesos	MS de un mes de paro. Daños a las instalaciones y propiedades; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor proceso judicial
Daños en propiedad a terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total a los bienes o de la funcionalidad de los bienes, posibilidad de lesiones fatales	Demolición y reedificación de inmuebles; sustitución del edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
A la imagen				
Atención de los medios del evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional. Protestas públicas. Corresponsales extranjeros

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

I.6.4.2 Jerarquización de Riesgos

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias, en el **Anexo 3** del presente estudio se encuentran los resultados de la metodología Jerarquización de Riesgos.

Tipos de Riesgos.

Tipo A – Riesgo intolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días

Tipo B – Riesgo indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C – Riesgo aceptable con controles: El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

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

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

Índice de Riesgo.

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

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

La ponderación de la matriz de riesgo se realizó conforme a los siguientes criterios.

Consecuencias:

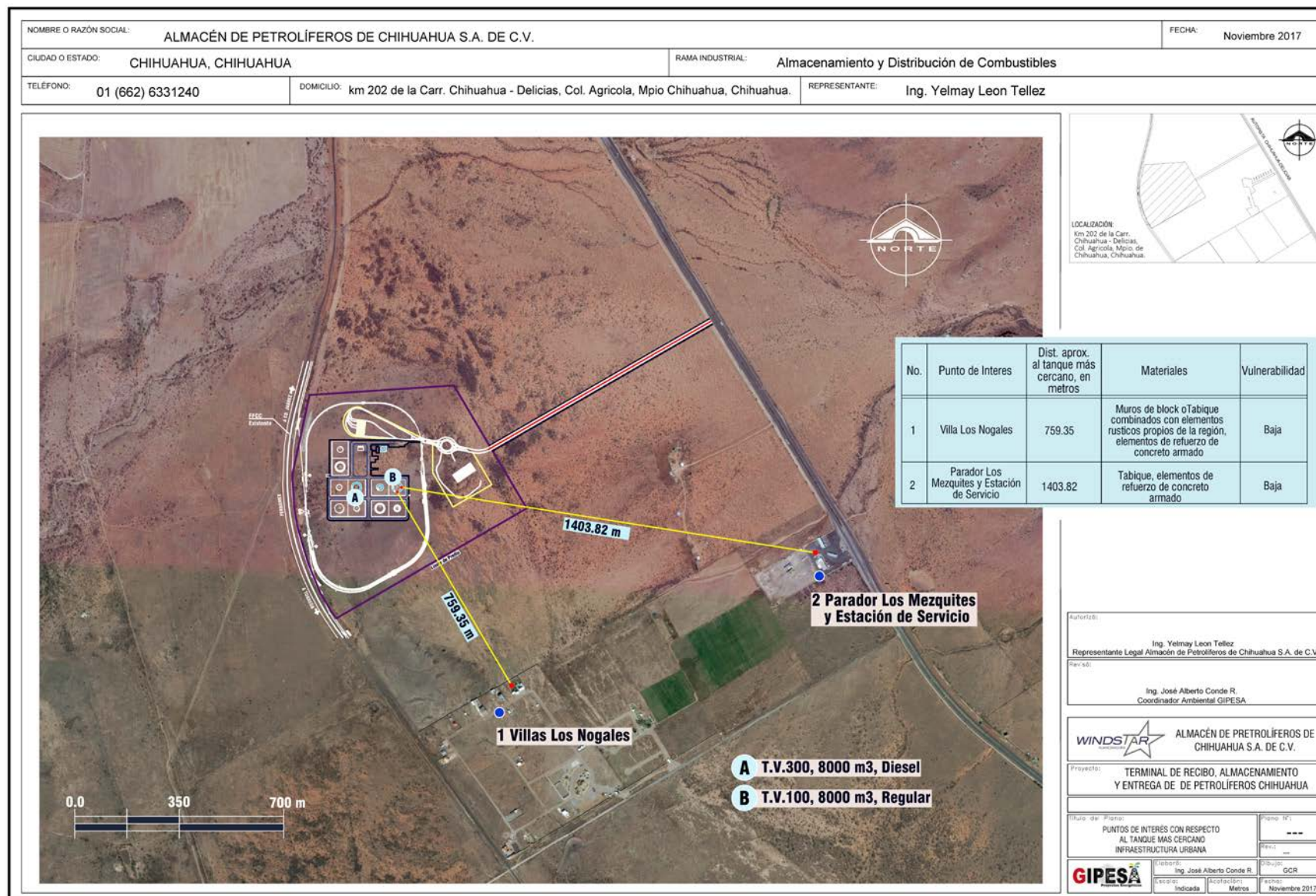
Población:

El predio se encuentra alejado de centros poblacionales, la infraestructura urbana mas cercana es la que se describe a continuación:

Tabla 16 Sitios de interés, distancia al tanque más cercano y grado de vulnerabilidad.

No	Punto de Interés	Distancia al tanque más cercano, en metros	Materiales	Vulnerabilidad
1	Villa Los Nogales	759.35	Muros de Block o tabique, combinados con elementos de refuerzo de concreto armado	Baja
	Parado Los Mezquites y Estación de Servicio	1403.82	Muros de Block o tabique, combinados con elementos de refuerzo de concreto armado y rusticos de la región.	Baja

Fig. 17 Ubicación de los puntos de interés de infraestructura urbana.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Con base en lo anterior descrito, se concluye que las potenciales afectaciones a la población serán de menores-

Personal que labora en la planta:

En caso de ocurrencias de eventos mas catastróficos el personal de la planta se vería afectado de forma grave, así como el negocio potencialmente el ambiente, por lo que estos escenarios se catalogaran como graves y catastróficos, considerando que la sola perdida de una vida humana es una consecuencia grave.

En este sentido la matriz de riesgo nos posicionara en niveles de riesgo tipo B o A, sin embargo, esta jerarquización esta basada en la cualidad de los efectos sobre el personal y la probabilidad y frecuencia de que puede ocurrir.

Al ambiente.

Con base en las características Ambientales las afectaciones sobre los ecosistemas serán menores-

Al negocio.

La estimación de las potenciales afectaciones se realizó considerando las actividades económicas que se desarrollan en las inmediaciones del predio de esta manera se consideró que no habrá afectaciones al negocio bajo la ocurrencia de cualquiera de los escenarios de Riesgo identificados.

A la imagen.

Para este componente se consideró que únicamente bajo la ocurrencia del incendio en los tanques se tendría una afectación moderada, esto debido a que si bien en evento catastrófico, las condiciones ambientales y su corto periodo de duración, afectara principalmente a la planta, sin consecuencias sobre graves sobre casas habitación o personas, lo que mitigara la percepción negativa sobre la empresa.

En el **Anexo 3 (hojas de trabajo del HazOp)** se presentan los valores de ponderación de frecuencias y ponderación de las consecuencias para las actividades relacionadas con el trasiego del gas LP obtenidas a partir de las matrices de los criterios de riesgo, los cuales fueron determinadas a través de la aplicación de la identificación de Riesgos.

I.7 Resultados de la aplicación de las metodologías.

Derivado de la aplicación de las técnicas aplicadas se concluye que los riesgos presentes en la instalación se asocian con la liberación de Gasolinas y Diesel., de acuerdo a la experiencia de los participantes, las instalaciones en las que han colaborados han sido muy seguras, a la fecha señalan que los reportes sobre desviaciones operativas que hayan derivado en rupturas de líneas o mangueras son pocos, pero si se tiene conocimiento de incendios en tanques de almacenamiento.

Los escenarios de riesgo relacionadas con la eventual liberación de Gasolinas y Diesel, son fugas en:

Tuberías como conexiones roscadas.
Falla en mangueras.
Falla en conexiones de accesorios e instrumentos.

La potencial ocurrencia de eventos catastróficos que se deriven de eventos en los cuales todo falla o se presentan agentes externos como un sabotaje, o golpes accidentales por los vehículos de entrega o reparto, que darán pie a la ruptura total de la tubería o

La falla en los servicios como las bombas del sistema contraincendio.
Es importante aclarar que la posibilidad de la presencia de atmósferas tóxicas se descarta, lo anterior se sustenta en lo siguiente:

- ⊗ Las gasolinas y diesel no son tóxicos, no obstante, puede causar asfixia.
- ⊗ La asfixia es poco probable que ocurra ya que la infraestructura que integra la planta es totalmente expuesta por lo que la probabilidad de acumulación de gases por fugas es baja, siendo potencialmente de presentarse ante liberaciones masivas.

El análisis anterior nos permite concluir que los escenarios de riesgo que pueden presentarse en la planta de almacenamiento esta referidos a la potencial ocurrencia de liberación de gasolinas y diesel que pueden derivar en los siguientes tipos de escenarios:

- 1. Liberación continua de Gasolinas y diesel, formando charcos o piscina con posibilidad de encontrar una fuente de ignición, dando paso al incendio o la formación de nubes con la capacidad de generar explosiones o flash fire.**
- 2. Liberación masiva de Gasolinas y/o Diesel debido a la acción de un agente externo que derive en la ruptura total de la tubería o la generación de un incendio en los tanques.**

En el Anexo 3 se localiza las hojas de trabajo del HaZop desarrolladas para el presente estudio.

En resumen, de la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **66 desviaciones operativas**.

De estas 21 fueron jerarquizadas como Tipo “D” “Riesgo Razonablemente Aceptable; 18 escenarios con un Índice de Riesgo del Tipo “C” “Riesgo aceptable con controles” y 17 como Riesgo indeseable, y 7 como Riesgo Inaceptable.

FRECUENCIA	ALTA (F4)	B	B	A	A
	MEDIA (F3)	C 4.2; 4.3; 4.4 8.2; 8.3; 8.4 12.2; 12.3; 12.4	B	B	A
	BAJA (F2)	D 1.1; 1.3; 2.2; 2.3; 2.4 3.2; 3.3; 5.1; 5.3 6.2; 6.3; 6.4 7.2; 7.3 9.1; 9.3 10.2; 10.3; 10.4 11.2; 11.3;	C 1.5; 1.6 2.6 5.5; 5.6 6.6 9.5;9.6 10.6	B 1.2 2.1; 2.5; 4.1; 4.5; 4.6 5.2 6.1; 6.5 8.5,8.6 9.2 10.1; 10.5 12.1; 12.5; 12.6	A 3.1; 3.4 7.1; 7.4 8.1 11.1; 11.4
	REMOTA(F1)	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		CONSECUENCIA			

Los escenarios de riesgo tipo B y A, son resultado de considerar las potenciales consecuencias sobre el personal y que bajo esta premisa, se concluyó que son situaciones de riesgo que siempre están presentes, a pesar de que se tengan las suficientes protecciones, ya que el riesgo de que se tenga una falla que derive en escenarios de riesgos de este tipo siempre esta presente.

El grupo considero que bajo la anterior argumentación la planta cuenta con las protecciones adecuadas y suficientes para reducir la probabilidad de ocurrencia de los eventos señalados como indeseables o inaceptables.

Derivado de lo anterior se para la instalación se identifico o siguiente;

Áreas susceptibles por riesgos de incendios:

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

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Recepción de carrostanques.	Conexión a carrostanques mangueras de 4" de diámetro y cabezal de 12" de diámetro.
Area de tanques primarios	Líneas de Descarga de bombas de 8" de diámetro y cabezal a tanque vertical de 10" de diámetro.
Área de Almacenamiento.	Tanques de Almacenamiento.
Area de Bombas de Trasiego a garzas de llenado.	Descarga de bombas 8" de diámetro y cabezal del mismo diámetro. Garza de Llenado de 4" de diámetro.

Tipo de riesgo determinado.

Se determinó que el riesgo corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Menores a moderadas para la población y graves para el personal de la planta.

No obstante que de acuerdo a la experiencia del grupo se considera la probabilidad de ocurrencia de eventos denominados catastróficos es baja, estos eventos se consideraron con el fin de evaluar las potenciales afectaciones en caso de que se presente algunos de ellos.

Capítulo II

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

Abril 2018

ÍNDICE

CAPÍTULO II 1

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1	RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.	1
II.1.1	TIPOS DE ACCIDENTES Y SUS POTENCIALES DAÑOS.	2
II.1.2	CRITERIOS PARA DETERMINAR LA DURACIÓN DE UNA FUGA.	6
II.1.3	CONDICIONES ATMOSFÉRICAS.	11
II.1.4	RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN.	12
II.1.5	CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS.	13
II.1.6	RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE EVENTOS.	19
II.2	ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS E INTERACCIONES.	47
II.2.1.	PUNTOS IMPORTANTES DE INTERÉS, CERCANOS A LA INSTALACIÓN.	47
II.2.2	ANÁLISIS DE INTERACCIONES.	48
II.3.	ANÁLISIS DE CONSECUENCIAS, EFECTOS SOBRE EL SA DELIMITADO	51
	EFFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	74
	EFFECTOS SOBRE EL SER HUMANO Y SU INFRAESTRUCTURA.	74
	RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	75

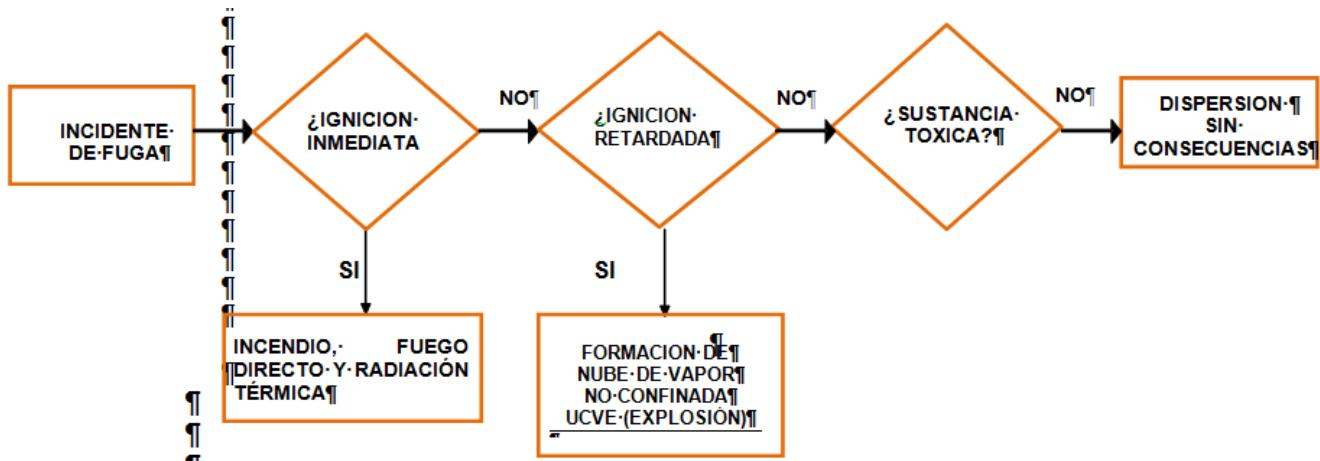
CAPÍTULO II DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 Radios potenciales de afectación.

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

Para el tipo de actividad, es necesario considerar las investigaciones del International Risk Institute en las cuales se ha reconocido que una fuga de grandes cantidades de gases inflamables puede ocasionar una nube explosiva en espacios abiertos que pueden causar severos o catastróficos daños a extensas áreas de una planta o comunidad.

En la siguiente figura se muestra el diagrama que explica la probabilidad y comportamiento de una fuga-



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

II.1.1 Tipos de accidentes y sus potenciales daños.

Pool Fire.

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

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

Dardo de fuego (Jet Fire).

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

Tabla 1 Efectos de la Radiación Térmica de acuerdo a la intensidad de energía.

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

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

Tabla 2 Vulnerabilidad de Materiales.

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

Flamazo (Flash Fire)

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

Tabla 3 Efectos del Flash Fire.

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

Dispersión de Nube Tóxica / Inflamable.

Los vapores y gases emitidos por la mezcla de gas-aceite, pueden generar una dispersión la cual va rebajando la concentración de la sustancia emitida, al tiempo que la extiende sobre regiones cada vez mayores del espacio. Esta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica. Su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos (siendo en este caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión), y de la cantidad de gas entre los límites de inflamabilidad que puedan encontrar un punto de ignición (ver flash fire y jet Fire). La Tabla siguiente muestra el índice de mortalidad y las lesiones presentadas en un evento de dispersión de nube tóxica cuando un porcentaje de la población está expuesta a concentraciones letales (L_C).

Tabla 4 Efectos de Emisiones Tóxicas

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

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

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

Tabla 5 Efectos derivados de la sobrepresión

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

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

BLEVE (Boiling liquid expanding vapor explosión (explosión del vapor en expansión de un líquido hirviendo))

Las explosiones de tipo **BLEVE** son uno de los peores accidentes que pueden ocurrir en la industria química o en el transporte de mercancías peligrosas. Desde un punto de vista riguroso, como se verá más adelante, estas explosiones no siempre tienen efectos térmicos. No obstante, en la mayoría de los casos reales la sustancia involucrada es combustible; esto provoca que la explosión sea seguida por la formación de una bola de fuego, de efectos muy graves.

Cuando se habla de **BLEVE**, en general a lo que se hace referencia realmente es a la combinación de los fenómenos BLEVE-bola de fuego, esto es, a un accidente que involucra simultáneamente efectos térmicos y mecánicos.

El **BLEVE** es un accidente que puede ocurrir las sustancias que lo pueden producir (butano, propano, cloruro de vinilo, cloro, etc.) son relativamente comunes en la industria, y abundan las instalaciones susceptibles de sufrirlo (depósitos, cisternas). Por otra parte, de vez en cuando sucede durante el transporte, ya sea por carretera o por tren, con las connotaciones especiales que esto conlleva. El origen puede ser diverso (reacción fuera de control, colisión, etc.), pero una de las causas más frecuentes es la acción del fuego sobre un recipiente.

Se deben dar tres condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

1. Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
2. Que se produzca una súbita baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.
3. También es necesario que se den condiciones de presión y temperatura a los efectos que se pueda producir el fenómeno de nucleación espontánea, con esta condición se origina una evaporación de toda la masa del líquido en forma de flash rapidísima, generada por la rotura del equilibrio del líquido como consecuencia del sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

1. Líquido sobrecalentado y bajo presión.

Los gases licuados se deben encontrar a una temperatura "bastante superior" a la que se encontraba si estuviese a presión atmosférica normal (1 Atm) no es suficiente que se encuentre a unos pocos grados por encima de su temperatura ya que esta es una condición bastante común en la mayoría de los gases licuados (GLP, Amoniaco, Cloro), algunos criogénicos (CO₂, Nitrógeno, etc.).

También ocurre con los líquidos que se encuentran por encima de su temperatura de ebullición, cuando los recipientes que los contienen entran en contacto con fuentes de calor y estando bien cerrados aumentan su presión, este es un caso muy común en ciertos incendios donde la intensidad del mismo involucra recipientes que se encuentren en el lugar.

Por tales motivos dos grandes categorías de productos pueden ocasionar BLEVES como:

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

- I) Todos los gases licuados almacenados a temperatura ambiente inflamables o no.
- II) Los líquidos que accidentalmente entran en contacto con fuentes de calor.

Conforme a lo desarrollado para que exista una **BLEVE** la primera condición esencial pero no suficiente es el sobrecalentamiento de los gases licuados o los líquidos, pero también es necesario que se encuentren a presión y en el caso de los líquidos que no se almacenan presurizados, esta condición de presión es debido a su aumento cuando accidentalmente se calienta.

2. Súbita baja de presión.

La segunda condición necesaria pero no suficiente es que dentro del recipiente que contiene el líquido se produzca un súbito descenso de la presión.

Cualquier problema de colapso estructural del recipiente, fisura u oquedad que pueden ser producidas por causas mecánicas, grietas en las chapas del tanque, impactos, choque o vuelcos de la cisterna bajo presión en su transporte.

Es importante aclarar que esto no ocurriría con los líquidos inflamables y combustibles que no están presurizados, luego del colapso por fallas mecánicas, choques o impactos a lo sumo se produciría el derrame del producto.

También puede producirse una **BLEVE** por causas térmicas, la resistencia del acero al carbono disminuye gradualmente al aumentar la temperatura por encima de los 204°C, los datos se basan en aceros con bajo contenido de carbono no obstante las curvas varían en el caso de otros aceros, pero el efecto de pérdida de resistencia es relativamente similar con el aumento de temperatura en los metales comunes inclusive a temperaturas no tan críticas como las que desarrolla un incendio, en el caso de los aceros utilizados comúnmente en la construcción de tanques para GLP pueden colapsar a presiones de 14 a 20 Kg/cm², por calentamiento de la chapa entre los 650 a 700 °C, debido a que la resistencia se reduce un 30% comparativamente a temperaturas normales.

3-Nucleacion espontanea.

Es importante resaltar que referente a la teoría de R.C.REID y KING sobre la nucleación espontanea, aunque todavía se continúan las experimentaciones parece confirmar dichas hipótesis.

Esta es la tercera y más específica condición para que ocurra una explosión BLEVE, una evaporación en masa tipo flash en milésimas de segundo que haga de desencadenante para el fenómeno.

II.1.2 Criterios para determinar la duración de una fuga.

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

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

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

1. Criterios de tiempos de duración de las fugas

Se tomaron los criterios de tiempo recomendados por el “Guidelines for Quantitative Risk Assessment” CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO y se indican en la Tabla 6

Tabla 6 Criterios para Asignar Tiempos de Duración de las Fugas.

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

De acuerdo a sistema de instrumentación y control que se ha diseñado para la planta tenemos dos circunstancias:

- a. En la zona de Recepción se tienen existencia de detectores y el accionamiento de los mecanismos de cierre (Valvulas) son manuales, bajo estas circunstancias se tomaran en consideración los siguientes tiempos de fuga:

Ruptura Total: **10 minutos.**

Ruptura Parcial: **5 minutos.**

- b. En el caso de la zona de Tanques primarios y Tanque verticales se tienen instrumentos de control y automatización que actúan ante las señales de una operación anormal, por lo que el cierre de las válvulas es inmediato, para estas condiciones se considerarán los siguientes tiempos de fuga.

Ruptura Total: **5 minutos.**

Ruptura Parcial: **2 minutos.**

2. Determinación de los orificios equivalentes de fuga

Para Tuberías:

a. De acuerdo al **“Risk management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis” de la EPA**). Para el caso de fugas por orificio o poros, por estadística se cuenta con los siguientes resultados:

- El 90 % de los casos corresponde a un orificio equivalente de 0,5”.
- El 9 % de los casos corresponde a un orificio equivalente de 1”.
- El 1% de los casos corresponde a un orificio de 2”.

Para el caso de orificios debido a golpes o rupturas parciales de líneas o ductos se considera que:

- Para tuberías de diámetro mayor o igual a 6” se considera un orificio de fuga con un diámetro equivalente al 10,0 % de la sección transversal de la propia tubería.
- Para tuberías de diámetro inferior a 6” se ha postulado la ruptura total de la línea.

b. De acuerdo al **“Guidelines for quantitative risk assessment” CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO**.

- Ruptura total (pérdida de fluidos por ambos lados y tubería).
- Fuga por un orificio del 10% del diámetro del tubo y hasta un máximo de 50 mm.

Para el caso de los tanques de almacenamiento

De acuerdo al **“Guidelines for quantitative risk assessment” CPR18E (Purple book ed. 1999) de TNO**, propone que para los tanques de almacenamiento se considere lo siguiente:

“Table 3.2 LOCs for stationary vessels”

Eventos de pérdidas de contención en recipientes estacionarios.

LOC* for stationary vessels (Recipientes estacionarios)
G.1 Instantaneous release of the complete inventory. (Liberación total del inventario)
G.2 Continuous release of the complete inventory in 10 min at a constant rate of release. (Liberación continua del inventario a un flujo constantes durante 10 minutos)
G.3 Continuous release from a hole with an effective diameter of 10 mm. (Liberación continua a través de un orificio equivalente a 10 mm)

LOC*.- Loss of Containment events at establishments. (Eventos de pérdidas de contención)

Por su parte PEMEX en el procedimiento **DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev.0** señala que, para el caso de líneas de proceso, ductos, bridas, sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso, debe utilizarse el Diámetro Equivalente de Fuga (**DEF**) y podrán utilizarse los siguientes criterios según sea el caso (alterno o más probable).

Tabla 7 Criterios para utilizar el diámetro equivalente de fuga.

Para el caso alternativo:	Líneas de proceso: $\frac{3}{4}" \leq DN \leq 2"$	DEF =1.00 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Líneas de proceso: $2" \leq DN \leq 4"$	DEF =0.30 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Líneas de proceso o ductos de transporte: $6" \leq DN$	DEF =0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Bridas	Según el diámetro de la línea de proceso, aplican los criterios anteriores [1.0* (DN), 0.3* (DN) Y 0.2 (DN)]
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso.	Para todos los tamaños de flechas, DEF = Calcularlo con el 100% del área anular.
	Sellos o empaquetaduras en válvulas de proceso.	Para todos los tamaños de vástagos. DEF = Calcularlo con el 100% del área anular.
	El DEF en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgo.	
Para el caso más probable:	Líneas de proceso: $\frac{3}{4}" \leq DN \leq 2"$	DEF =0.20 veces del diámetro nominal (DN) de la línea de proceso.
	Líneas de proceso o ductos: $2" \leq DN \leq 4"$	DEF =0.6" [por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura]
	Líneas de proceso o ductos o ductos: $6" \leq DN$	DEF =0.75" para DN de 6" a 14". DEF =1.25" para DN de 6" a 24". DEF =2.0" para DN mayores de 30" [Por corrosión, pérdida de material, golpe o falla en soldadura].
	Bridas	Aplican los mismos criterios de las líneas de proceso para los casos más probables.
	Sellos mecánicos en equipo rotatorio de proceso. Empaquetaduras en válvulas de proceso.	DEF = Calcularlo con el 40% del área anular que resulte.
	El DEF en el cuerpo de un recipiente, será aquel que sea determinado por el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgo.	

Fuente: Criterios técnicos para simular escenarios de riesgo por fugas y derrames de sustancias peligrosas, en instalaciones de petróleos mexicanos Clave: DCO-GDOESSPA-CT-001 Rev.0 (19/Septiembre/2007).

Por otra parte, la SEMARNAT a través de la **GUÍA PARA LA PRESENTACIÓN DEL ESTUDIO DE RIESGO MODALIDAD ANALISIS DE RIESGO**, propone lo siguiente:

"En la aplicación de la(s) metodología(s) utilizada(s), deberán tomarse en cuenta todos los aspectos de riesgo de cada uno de los nodos que conforman las instalaciones, además, en los casos donde se manejen sustancias peligrosas a través de alguna tubería, se deberá considerar la fuga a través de un orificio del 20% del diámetro nominal y la ruptura total de la misma. Por otra parte, para el caso de los equipos de proceso y tanques de almacenamiento, deberá considerar los casos de liberación masiva de toda la sustancia manejada."

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V."*

Considerando lo anteriormente citado se determinó simular los escenarios de riesgos bajo los siguientes diámetros equivalentes:

Para todas las Tuberías.

Para el caso más probable pero menos catastrófico.

Fuga a través de un diámetro equivalente al 20% de su diámetro nominal.

En este sentido se considero que para el tipo de productos que se manejan, se tiene que los potenciales radios de afectación por la liberación de combustibles por fugas son pequeños y por tanto sus potenciales efectos alcanzan área de afectación menores, comparadas con derrames masivos.

Para efectos de demostrar lo anterior se simulará el caso de una fuga en la interconexión con el carro tanque a través de un orificio de 2" de $\emptyset$ y se podrá observar que sus potenciales efectos se circunciben al predio.

Para el caso menos probable pero más catastrófico.

Son los eventos que podrían derivar en afectaciones de moderadas a graves, debido a la cantidad de producto que se puede liberar y esta condicionada por el tiempo de duración y el caudal que proporciona la bomba.

Ruptura de tubería.

Para el caso de la ruptura de tubería se considerará la tubería de mayor diámetro en este caos los cabezales de recolección tanto de tanques primarios a tanques verticales y de tanques verticales a garzas de llenado.

Asimismo, se considero la ruptura de la garza de llenado.

Para el caso de los Tanques de almacenamiento.

1. Liberación instantánea del inventario total de uno de los tanques verticales tanque de 8,000,000.00 (ocho millones de litros). Se Supondra la liberación total de gasolina del tanque TV-100, la cual se queda contenida en el dique
2. Incendio del tanque de almacenamiento. Se supondrá el incendio del tanque TV – 100-

II.1.3 Condiciones atmosféricas.

De acuerdo a la ubicación de la planta las variables atmosféricas a considerar son:

De acuerdo a la ubicación de la planta las variables atmosféricas a considerar son:

Velocidad del viento: **2.11 m/s**

Dirección de los vientos predominantes: **Proviene del Noreste**

Nubosidad: **Normalmente soleado intenso.**

Humedad: **30%**

Temperatura: 30°C de las mas altas registradas recientemente.

Estabilidad Atmosférica.

La estabilidad atmosférica describe la tendencia de la mezcla en la atmosfera entre aire y un contaminante debida a la generación de turbulencia por fuerzas naturales (Woodward, 1998), indica la tendencia de que un paquete de aire se mueva hacia arriba o hacia abajo verticalmente después de haber sido desplazado por una pequeña cantidad de aire o algún contaminante (Hanna, 1982 visto en Woodward, 1998). El esquema más reconocido y utilizado para cuantificar la estabilidad atmosférica es el propuesto por Pasquill y Gifford. Dicho esquema clasifica la estabilidad ambiente utilizando letras de la A la G, cada letra resume el comportamiento de la mezcla en la atmosfera bajo distintas condiciones.

Tabla 8 Estabilidad atmosférica.

Estabilidad Atmosférica según el esquema Pasquill Gifford			
Estabilidad Pasquill-Gifford	Descripción	Tiempo y clima	Velocidad del viento [m/s]
F	Muy Estable	Noche	< 3
E	Estable	↓	2 a 4
D	Neutral	Nublado o con viento	Cualquiera
B o C	Inestable	↓	2 a 6
A	Muy inestable	Soleado	< 3

Fuente: Center of Chemical Process Safety, 1996, p. 16, tabla 3

De acuerdo a lo anterior y en base a las condiciones climáticas del sitio en donde se ubica la planta la estabilidad atmosférica se **considerará Tipo F "Estable"**, esto permitirá agregar al modelo de simulación valores bajo los cuales los escenarios se comporten de acuerdo a las condiciones climatológicas del sitio en donde se ubica la planta.

II.1.4 Radios Potenciales de Afectación.

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

Modelos de Flujo.

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

Modelos de Dispersión.

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

Modelos de Explosión.

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

Modelos de Radiación.

Determina el alcance y niveles de radiación producidos por:

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

Zonas de afectación por los modelos a emplear.

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

Tabla 9 Valores Umbrales utilizados para la determinación de las áreas de afectación.

Efectos a las Personas			
Efecto	Criterios de SEMARNAT		
	Zona de amortiguamiento	Zona de Riesgo	Zona 100% letal
Radiación térmica	1.4 kW/m ²	5.0 kW/m ²	12.5 kW/m ²
Sobrepresión	0.5 psi	1.0 psi	2.0 psi
Dispersión tóxica (HCl)	TLV 3.0 ppm	IDLH 1000 ppm	LC 50 30.0 ppm
(1)IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health). Concentración máxima de una sustancia en aire que un trabajador con buen estado de salud general puede soportar durante treinta minutos sin desarrollar síntomas, que disminuyan su capacidad de realizar una evacuación de emergencia y sin sufrir daños irreversibles. (2)TLV15 (Theshold Limit Values). Máxima concentración a la que la mayoría de los trabajadores puede exponerse por un periodo continuo de hasta quince minutos sin sufrir irritaciones, cambios crónicos o irreversibles en los tejidos o narcosis que reduzca su eficacia, les predisponga al accidente o dificulte las reacciones de defensa. (3)LC 50 (Concentración media letal) La concentración letal que provocaría a la muerte al 50% de la población que se exponga durante un cierto tiempo determinado.			

Criterios de Simulación.

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

Peor Caso Creíble.

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

Casos más probables.

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

II.1.5 Construcción de Escenarios.

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

A fin de dar mayor claridad a la forma en que se seleccionó el evento se citan las siguientes consideraciones.

Se consideró que los casos más catastróficos están relacionados con el colapsamiento de los tanques de almacenamiento y la ruptura total de cualquiera de las líneas que integran la planta de almacenamiento.

Diámetro equivalente de fuga.

Se consideró como caso menos catastrófico fuga en cualquiera de las líneas con un diámetro igual al 20% del diámetro de la tubería, de acuerdo con los criterios antes citados.

Tiempo de descarga o duración de la emisión (tiempo de Fuga).

10 minutos (600 segundos) para los casos más probables, pero menos catastróficos.

5 minutos (300 segundos) para los menos probables, pero más catastróficos.

2 minutos (120 segundos) para los mas catastróficos pero se cuentan con sistemas de detección que permiten el cierre inmediato del bloqueo de válvulas y paros de operación.

Tasa de descarga.

La tasa de descarga para cada escenario fue determinada en función de las características de cada nodo.

Resumen de variables a utilizar para la simulación de los escenarios identificados.

Condiciones de operación.

Tabla 10 Condiciones de operación de los Tanques.

Operación de la Planta					
Descarga de Carrotanques					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Gasolinas y Diesel	110,000.00 Litros	Máxima.	1 atmsfera	Máxima.	Ambiente
Tanques de almacenamiento TC-101, TC-102; TC-103					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	150,000.00 Lts	Máxima.	1 atmosfera	Máxima.	Ambiente
Tanques de almacenamiento: TV-100 y TV - 300					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	8,000,000.00 Lts	Máxima.	1 atmosfera	Máxima.	Ambiente
Tanques de almacenamiento: TV-200					
Capacidad en Lts		Presión en Kg/cm		Temperatura en °C	
Máxima.	3,000,000.00 Lts	Máxima.	1 atmosfera	Máxima.	Ambiente

Tabla 11 Condiciones de operación de las Bombas de Trasiego.

BOMBAS	Producto	Presión de operación Manométrica		
		Bar M	Psig	Kg/cm ²
BA-201 A/B/R	Gasolina Regular	5.06	71	5.00
BA-401 A/B		6.02	88	6.18
BA-202 A/B/R	Gasolina Premium	5.06	71	5.00
BA-403 A/B		6.02	88	6.18
BA-203 A/B/R	Diésel	5.06	71	5.00
BA-402 A/B		6.02	88	6.18

Relación de escenarios a simular.

Tabla 12 Relación de escenarios a simular:

Referencia en HazOp.	Escenario de riesgo	TIPO	
1.6, 5.6, 9.6	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 4" y 12" de diámetro nominal	C	Más Probable menos catastrófico
2.6, 6.6, 10.6	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	C	Más Probable menos catastrófico
4.7, 8.7, 12.7	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	C	Más Probable menos catastrófico
1.2, 5.2, 9.2	Ruptura de Manguera, Desconexión accidental con el carrotanque, diámetro 4"	B	Menos Probable más catastrófico
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	Ruptura de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	B	Menos Probable más catastrófico
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	Ruptura de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	B	Menos Probable más catastrófico
4.6, 8.6, 12.6	Derrame por Falle en la Garza de Llenado.	B	Menos Probable más catastrófico
3.1, 7.1, 11.1	Derrame de todo el contenido del tanque vertical.	A	Menos Probable más catastrófico
3.4, 7.4, 11.4,	Incendio del tanque	A	Menos Probable más catastrófico

Diagramas de Pétalos.

Para la elaboración de los diagramas de pétalos se ubica en plano el radio resultante de la simulación del caso más catastrófico y menos catastrófico de la línea de mayor diámetro que es se localiza de acuerdo al nodo.

Construcción de Escenarios. Mas Probables.

Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de petrolíferos en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 4" de Ø, es decir de 0.8" de Ø (0.02032 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **0.23 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura **10 (Diez) minutos**, descargándose **140.00 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø -Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 12" de Ø, es decir de 2.4" de Ø (0.06096 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **2.10 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura **10 (Diez) minutos**, descargándose **1260.00 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

Escenarios Más Catastroficos Menos Probables

Esc. 3 Más Catastroficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques.

Referencia en HazOp: Desviación 1.2, 5.2, 9.2

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la manguera de 4" de Ø que interconecta el carrotanque con el cabezal de Recolección; o la falla total de la válvula de interconexión de 4" de Ø del carrotanque, provocando el derrame de Gasolinas o Diésel.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de 4" de Ø (0.1016 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **5.84 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo, la fuga dura 5 (cinco) minutos, descargándose 1,760.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Esc. 4 Caso Más Catastroficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical TV – 100/200/300-

Referencia en HazOp: Desviación 2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura del cabezal de recolección que conduce el producto a los tanques verticales TV-10/200/300.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de igual al diámetro nominal de La tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de **5 kg/cm²** y tasa de descarga de **34.00 kg/s**, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura **2 (Dos) minutos**, descargándose **4080.67 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 5 Caso Más Catastroficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403

Referencia en HazOp: Desviación 4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la línea de descarga de laS Bomba BA -401/402/403– A/B, que envían los productos a las Garzas de Llenado.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio gual al diámetro nominal de la tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de **6.18 kg/cm²** y tasa de descarga de **24.23 kg/s**, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura **2 (Dos) minutos**, descargándose **2914.80 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 6 Caso Más Catastroficos Menos Probables.

Se presenta la liberación completa de uno de los tanques TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 3.1, 7.1, 11.1.

Se presentan factores externos que derivan en la liberación del todo el contenido del tanque TV-100, 8,000, 000.00

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua hasta su total vaciado, el producto es contenido en el dique y se formar una alberca, se encuentra una fuente de ignición y se genera un incendio.

Esc.7 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Se presenta un incendio en cualquiera de los tanques verticales TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 3.4, 7.4, 11.4.

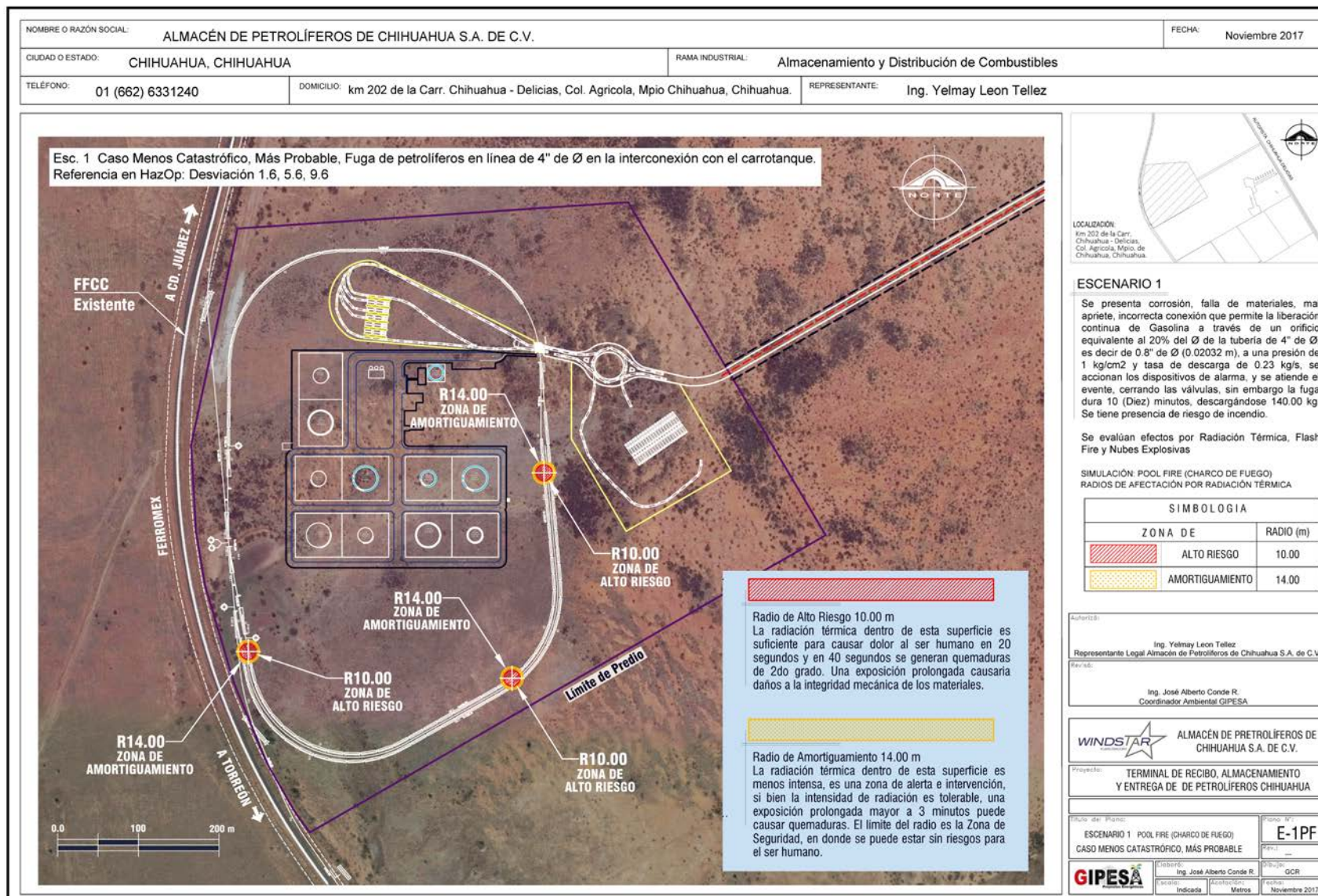
Se presentan factores externos que derivan en el incendio de un tanque, el cual dura hasta que el producto se termine.

II.1.6 Resultados de la modelación de eventos.

Escenarios más probables menos catastróficos.

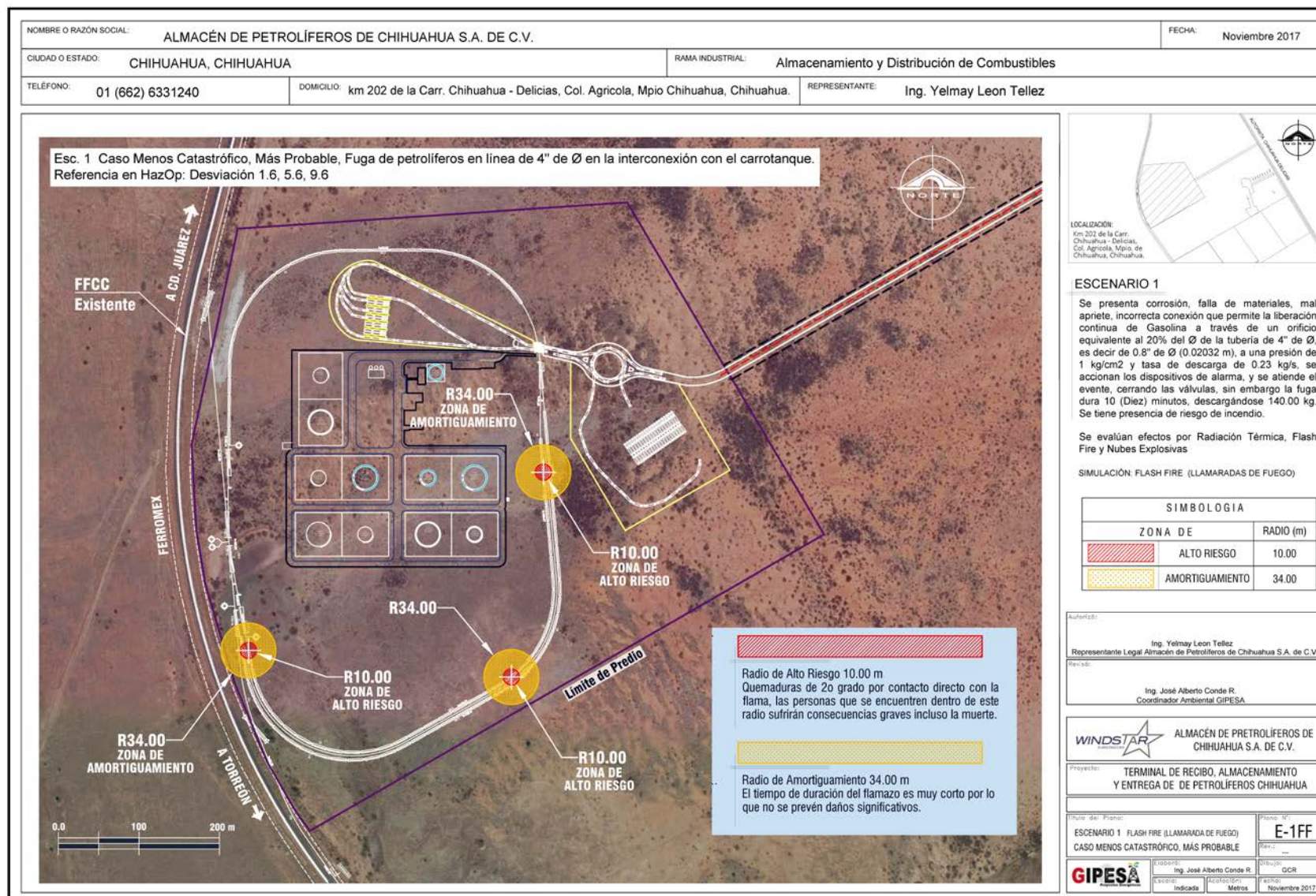
Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Fuga de Gasolina o Diesel en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.		
Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6.		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 4" de Ø, es decir de 0.8" de Ø (0.02032 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 0.23 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura 10 (Diez) minutos, descargándose 140.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas inflamables, Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquiera de las líneas de recepción interconexión de los Carrotanques.		
Causas probables: Falla de materiales, mal apriete, falla de instrumentos, incorrecta conexión.		
Consideraciones		Estabilidad atmosférica Pasquill: F “Estable”
• Temperatura Considerada: Extrema = 30°C		
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
0.23 kg/s	600 seg (10 minutos)	140.00 kg
Radiación Térmica por Charco de Fuego (Pool Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	< 10.00 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	14.00 m	
Atmosferas Inflamables		
Zona hasta con un 60% del LEL	< 10.00	
Explosión de ignición retardada (Late ignición explosión)		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	No se presenta	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	< 10.00 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta.	

**Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable, fuga de petrolíferos en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.
Radiación Térmica por Charco de Fuego.**



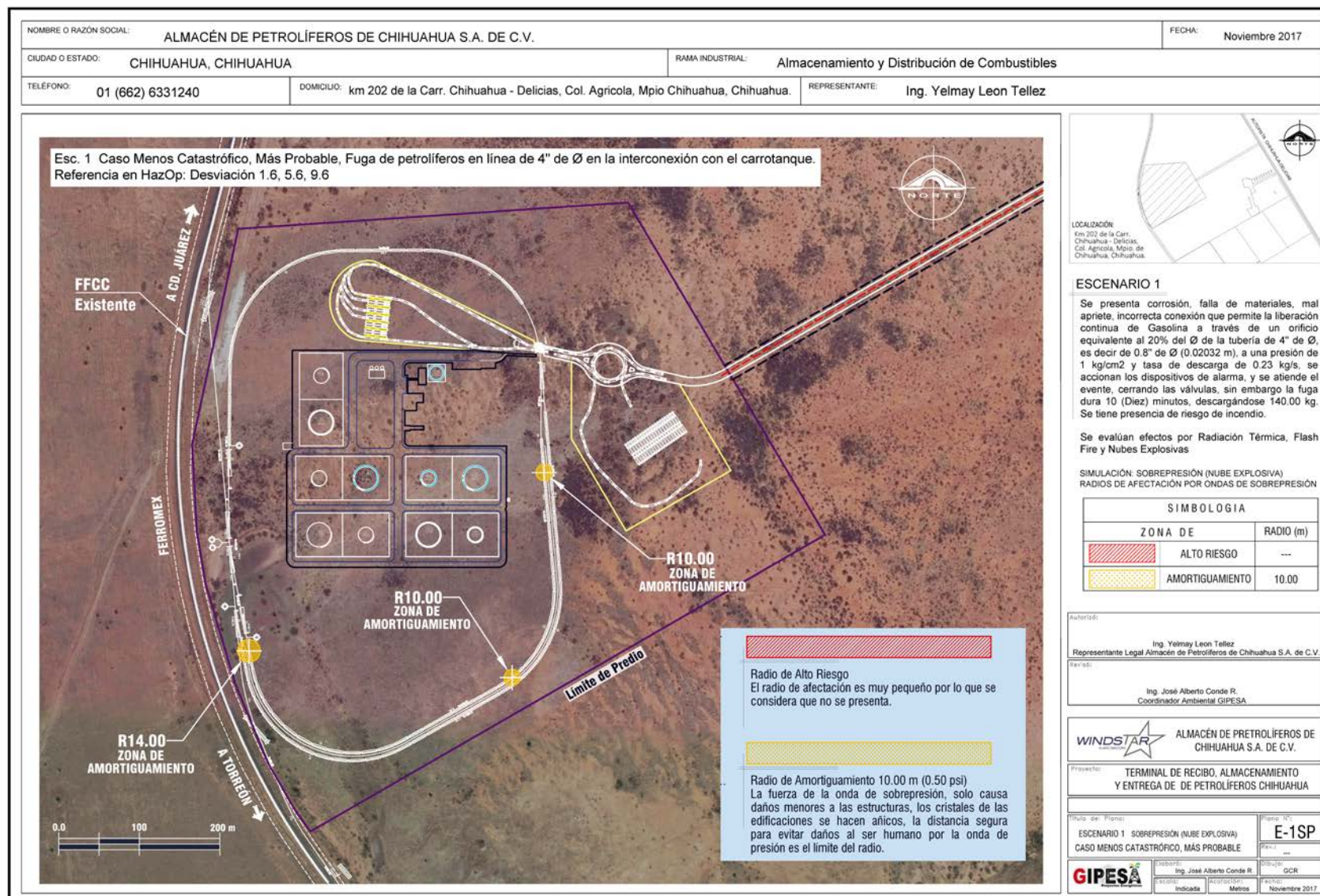
"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable, fuga de petrolíferos en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque. Atmosferas inflamables. (Flash Fire.)



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

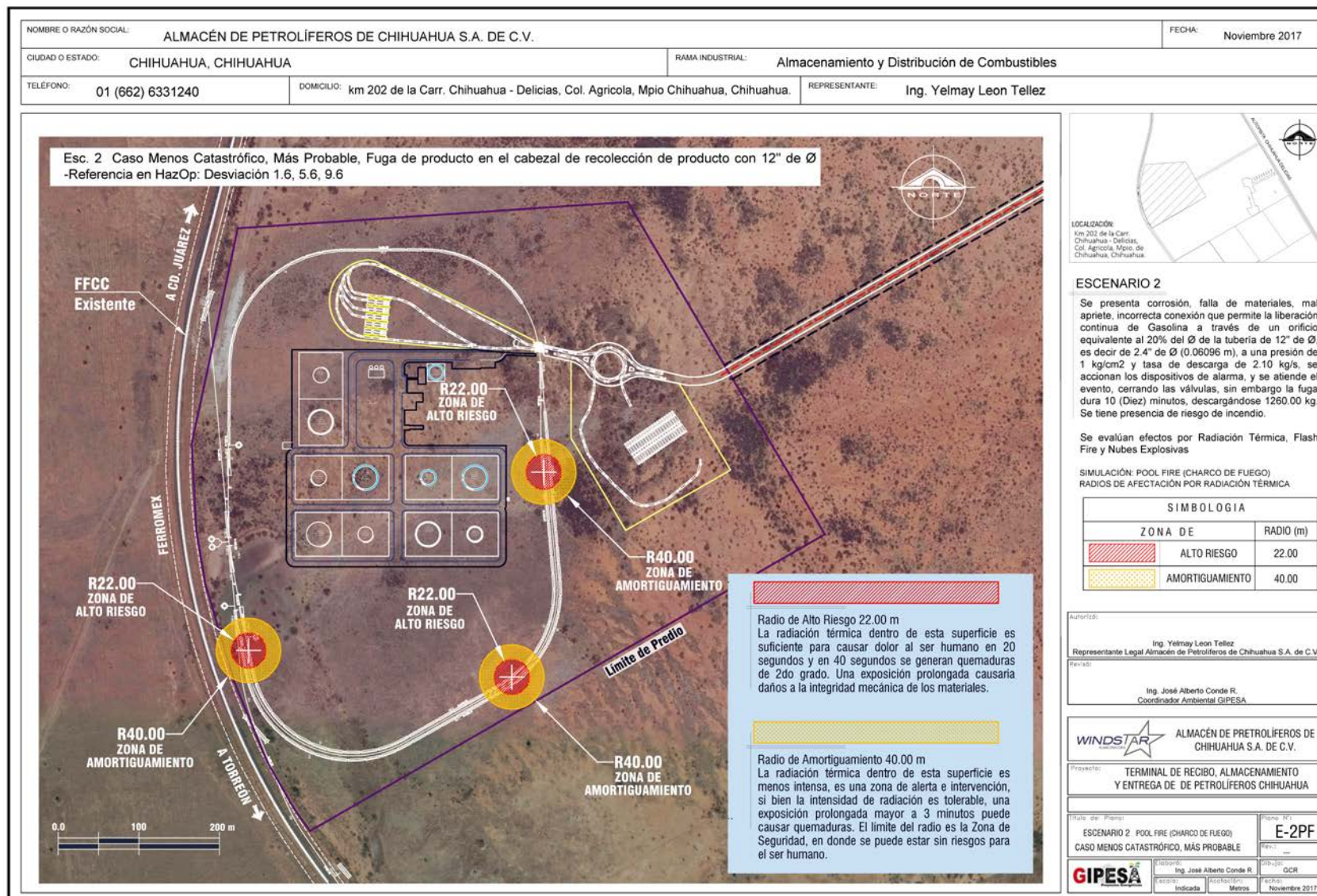
**Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable, fuga de petrolíferos en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.
Nubes Explosivas no confinadas.**



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

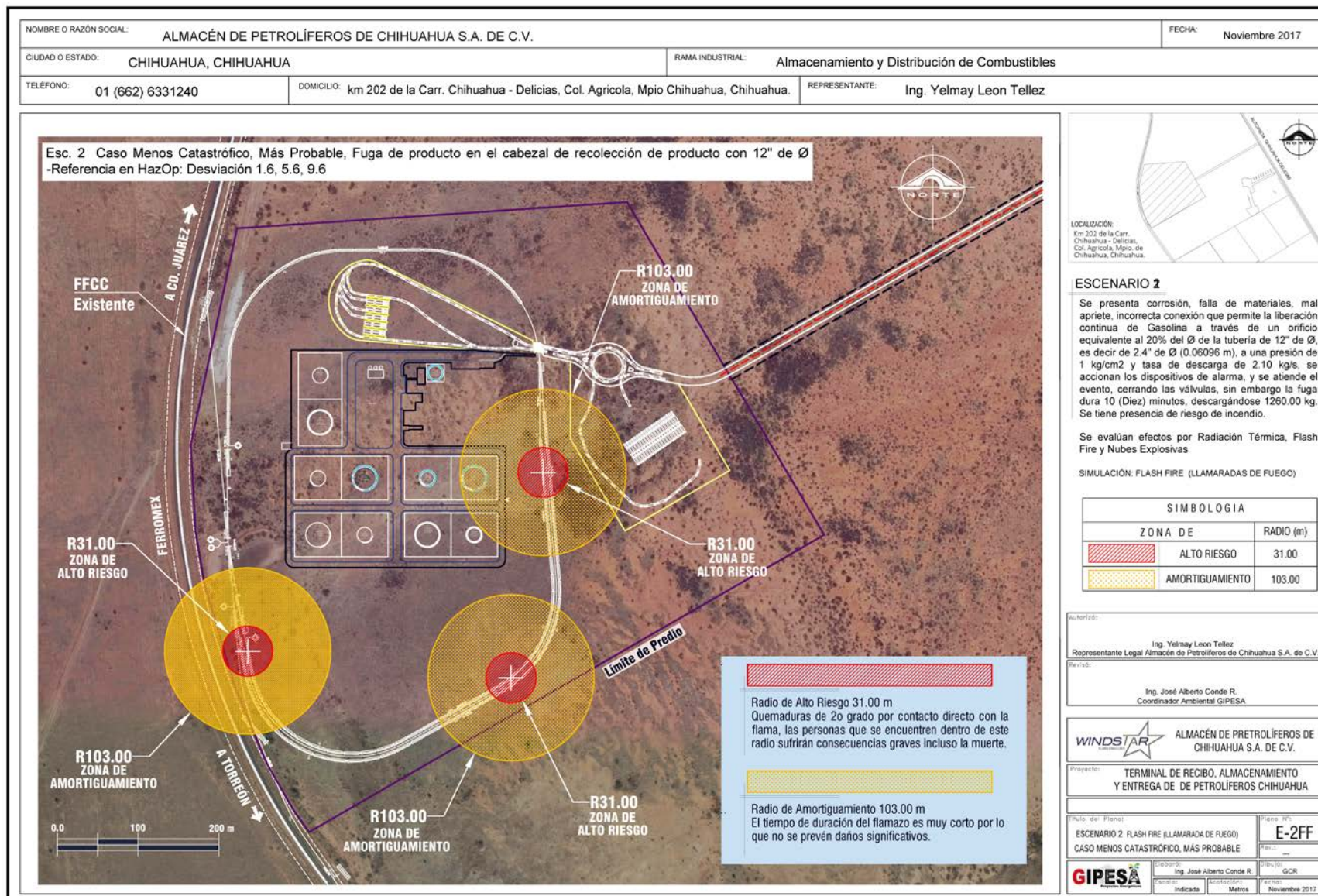
Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø. Referencia en HazOp: 6		
Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6		
Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 12" de Ø, es decir de 2.4" de Ø (0.06096 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 2.10 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura 10 (Diez) minutos, descargándose 1260.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.		
Ubicación: La fuga se localiza en cualquier parte de la tubería, sobre todo en uniones y/o conexiones.		
Causas probables: La fuga es ocasionada por corrosión severa, deterioro de accesorios		
Consideraciones • Temperatura Considerada: Extrema = 30°C	Estabilidad atmosférica Pasquill: C “Inestable”	
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
2.10 kg/s	600 seg (10 minutos)	1260.00 kg
Radiación Térmica por Incendio (Charco de Fuego)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	22.00 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	40.00 m	
Atmosferas Inflamables		
Zona hasta con un 60% del LEL	31.00	
Zona Hasta con un 10 % del LEL	103.00	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	No se Presenta.	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	20.00	
Exposición por toxicidad	No se presenta	

**Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø.
Radición Térmica, por Charco de Fuego.**



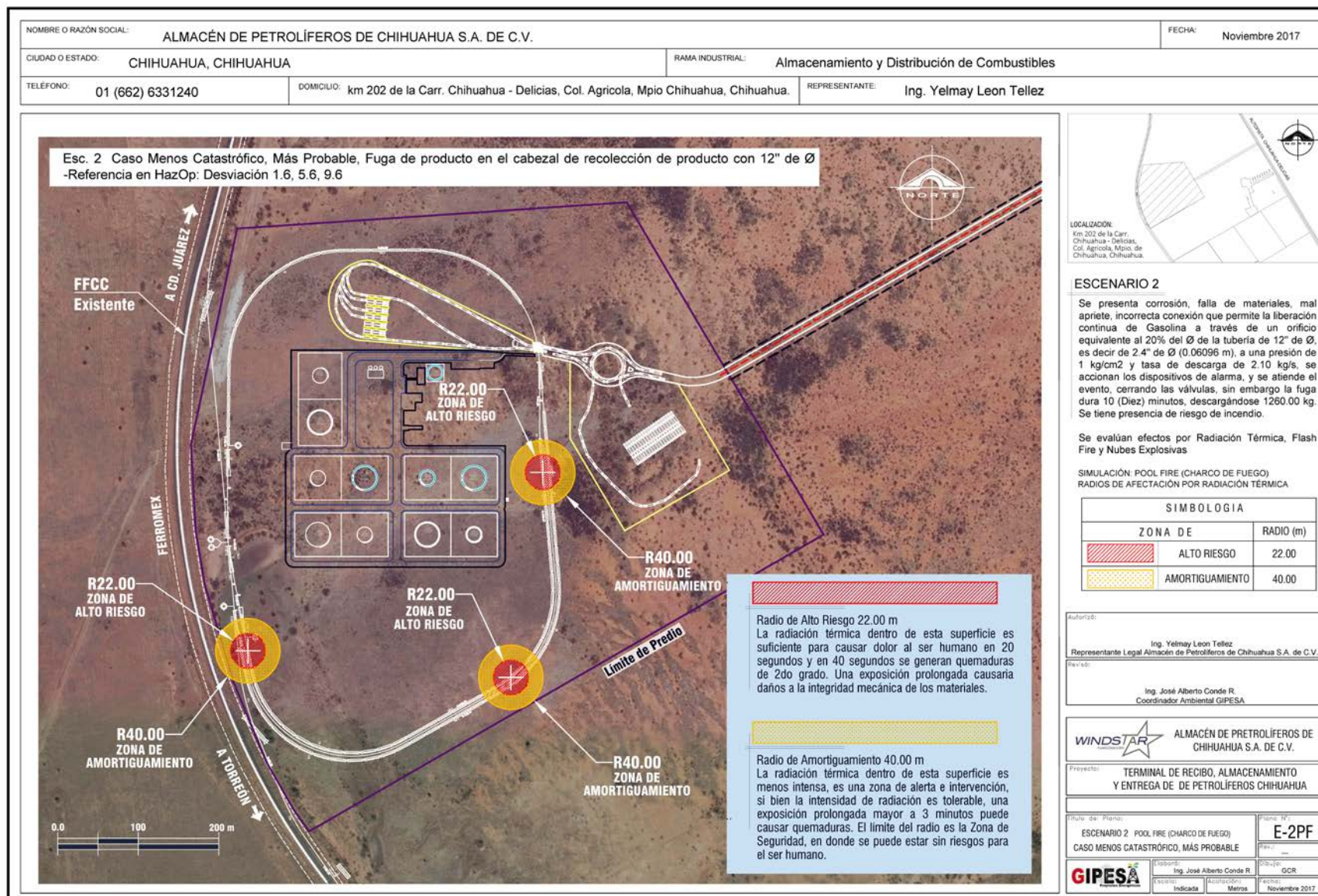
"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

**Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø.
Atmosferas inflamables por evaporación de producto.**



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

**Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø.
Atmosferas Explosivas por acumulación de vapores.**



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 3 Caso Más Catastrófico, Menos Probable.
Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la manguera de 4" de Ø que interconecta el carrotanque con el cabezal de Recolección; o la falla total de la válvula de interconexión de 4" de Ø del carrotanque, provocando el derrame de Gasolinas o Diésel.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de 4" de Ø (0.1016 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **5.84 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo, la fuga dura 5 (cinco) minutos, descargándose 1,760.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

Ubicación: En cualquier parte de la tubería, mangueras o válvulas.

Causas probables: La fuga es ocasionada por agentes externos.

Consideraciones

- Temperatura Considerada: Extrema = 30°C

Estabilidad atmosférica Pasquill:

F "Estable"

RESULTADOS:

Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
5.84 kg/s	300 seg (5 minutos)	1760.00 kg

Radiación Térmica por Incendio Flamas (Charco de Fuego)

Zona de alto riesgo (5 KW /m ²)	33.00 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m ²)	62.00 m

Atmosferas Inflamables

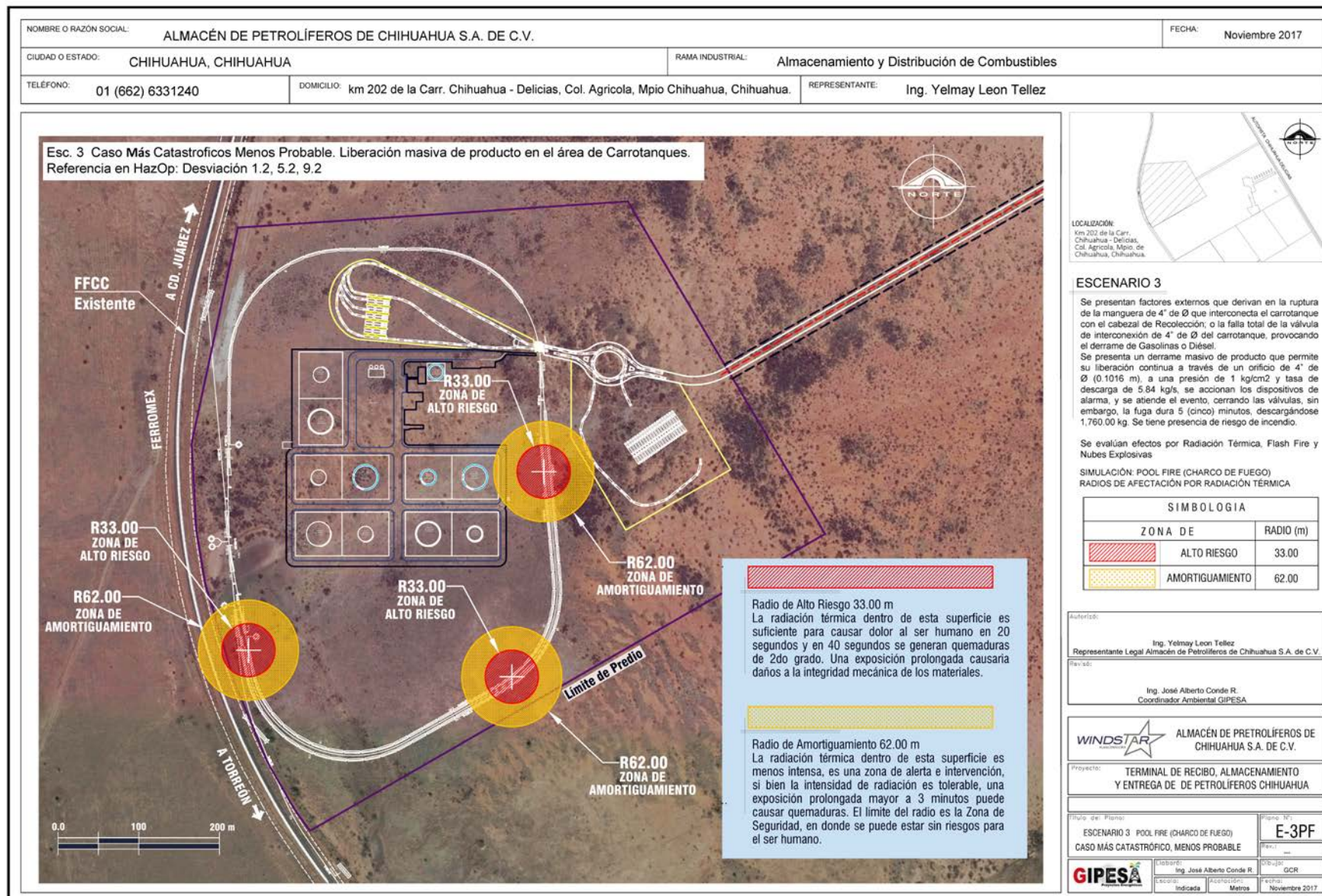
Zona hasta con un 60% del LEL	54.00 m
Zona hasta con un 10% del LEL	181.00 m

Sobrepresión por Explosión

Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm ² (1 psia)	No se presenta
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm ² (0.5 psia)	41.00 m

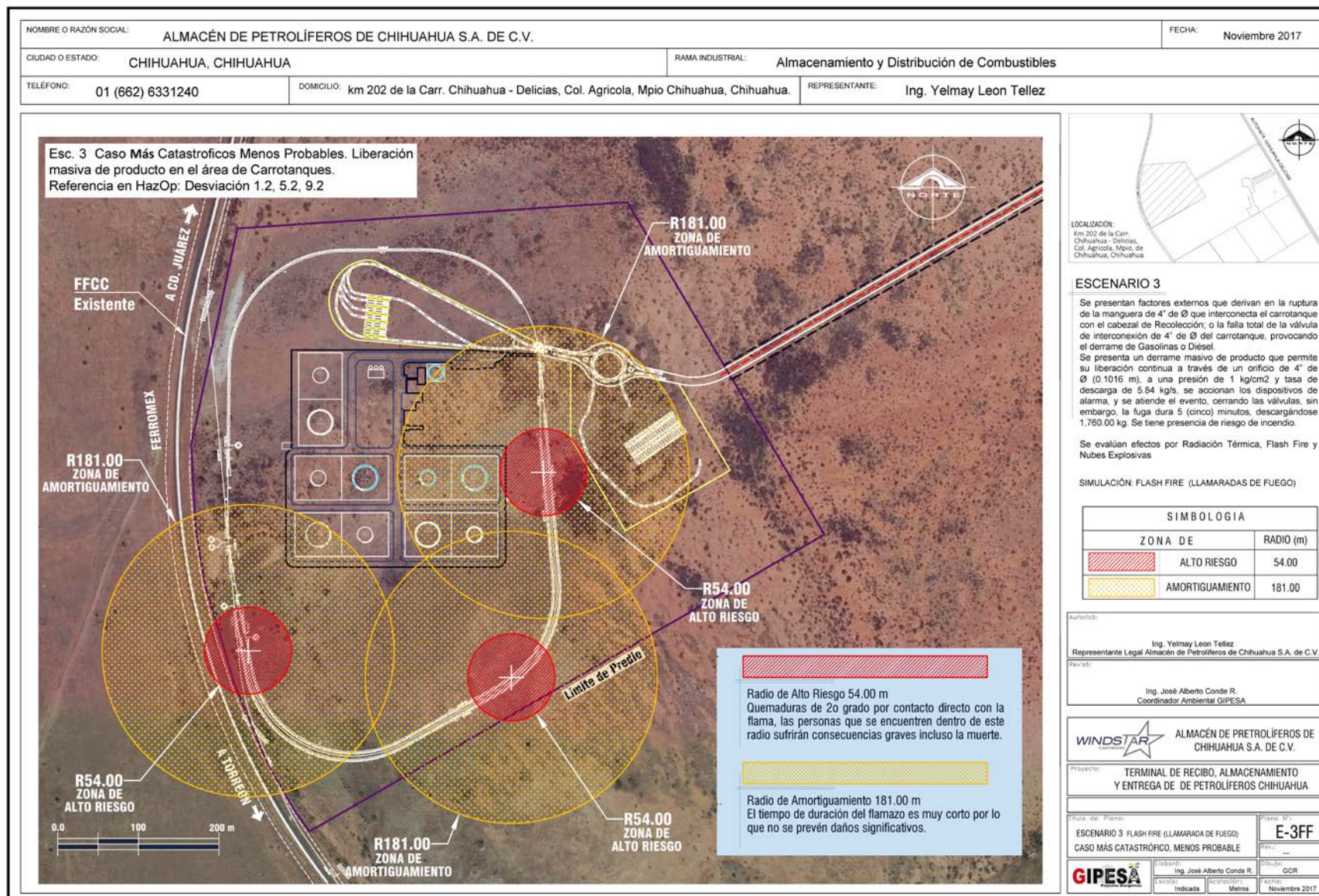
Exposición por toxicidad	No se presenta

**Esc. 3 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques.
Radiación Térmica por Charco de Fuego.**



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 3 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Liberación masiva de producto en el área de Carrotaques.
Atmosferas Inflamables Por evaporación de Producto.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

NOMBRE O RAZÓN SOCIAL: ALMACÉN DE PETROLÍFEROS DE CHIHUAHUA S.A. DE C.V.

CIUDAD O ESTADO: CHIHUAHUA, CHIHUAHUA

TÉLEFONO: 01 (662) 6331240

RAMA INDUSTRIAL: Almacenamiento y Distribución de Combustibles

DOMICILIO: km 202 de la Carr. Chihuahua - Delicias, Col. Agrícola, Mpio Chihuahua, Chihuahua.

REPRESENTANTE: Ing. Yelmay Leon Tellez

FECHA: Noviembre 2017

Esc. 3 Caso Más Catastróficos Menos Probables. Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques.
Referencia en HazOp: Desviación 1.2, 5.2, 9.2

LOCALIZACIÓN:
 Km 202 de la Carr.
 Chihuahua - Delicias,
 Col. Agrícola, Mpio de
 Chihuahua, Chihuahua.

ESCUENARIO 3

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la manguera de 4" de Ø que interconecta el carrotanque con el cabezal de Recolección; o la falla total de la válvula de interconexión de 4" de Ø del carrotanque, provocando el derrame de Gasolinas o Diesel.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de 4" de Ø (0.1016 m), a una presión de 1 kg/cm2 y tasa de descarga de 5.84 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo, la fuga dura 5 (cinco) minutos, descargándose 1,760.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

SIMULACIÓN: SOBREPRESIÓN (NUBE EXPLOSIVA)
RADIOS DE AFECTACIÓN POR ONDAS DE SOBREPRESIÓN

SIMBOLOGÍA	
ZONA DE	RADIO (m)
ALTO RIESGO	---
AMORTIGUAMIENTO	41.00

Radio de Alto Riesgo
 El radio de afectación es muy pequeño por lo que se considera que no se presenta.

Radio de Amortiguamiento 41.00 m (0.50 psi)
 La fuerza de la onda de sobrepresión solo causa daños menores a las estructuras, los cristales de las edificaciones se hacen añicos, la distancia segura para evitar daños al ser humano por la onda de presión es el límite del radio.

Abril 2018

Esc. 4 Caso Más Catastrófico, Menos Probable.

Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical TV – 100/200/300.

Referencia en HazOp: Desviación 2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura del cabezal de recolección que conduce el producto a los tanques verticales TV-10/200/300.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de un orificio de igual al diámetro nominal de La tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de **5 kg/cm²** y tasa de descarga de **34.00 kg/s**, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura **2 (Dos) minutos**, descargándose **4080.67 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.

Ubicación: La ruptura se presenta en cualquier parte del cabezal.

Causas probables: La ruptura es ocasionada por agentes externos.

Consideraciones

- Temperatura Considerada: Extrema = 30°C

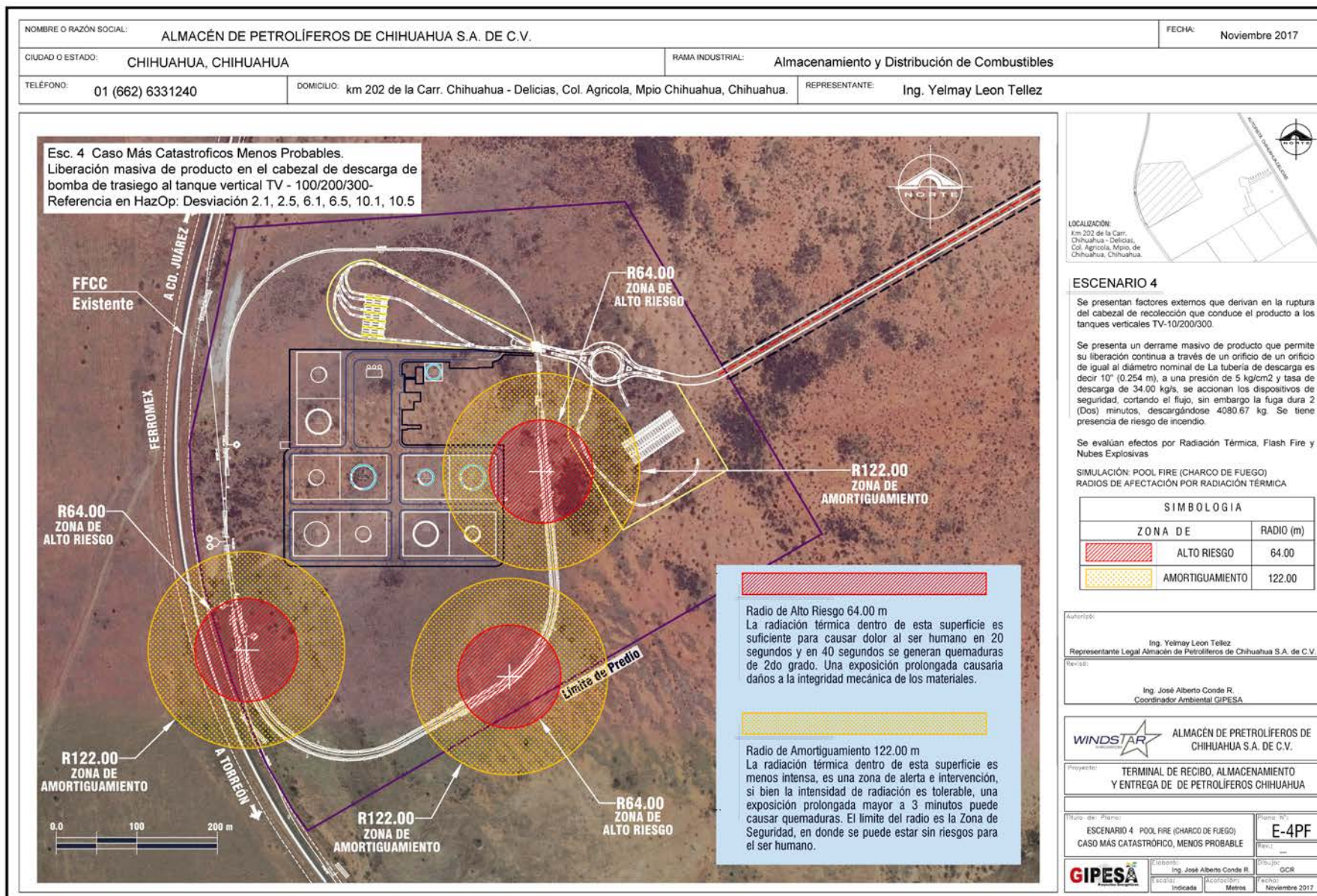
Estabilidad atmosférica Pasquill:

F "Estable"

RESULTADOS:

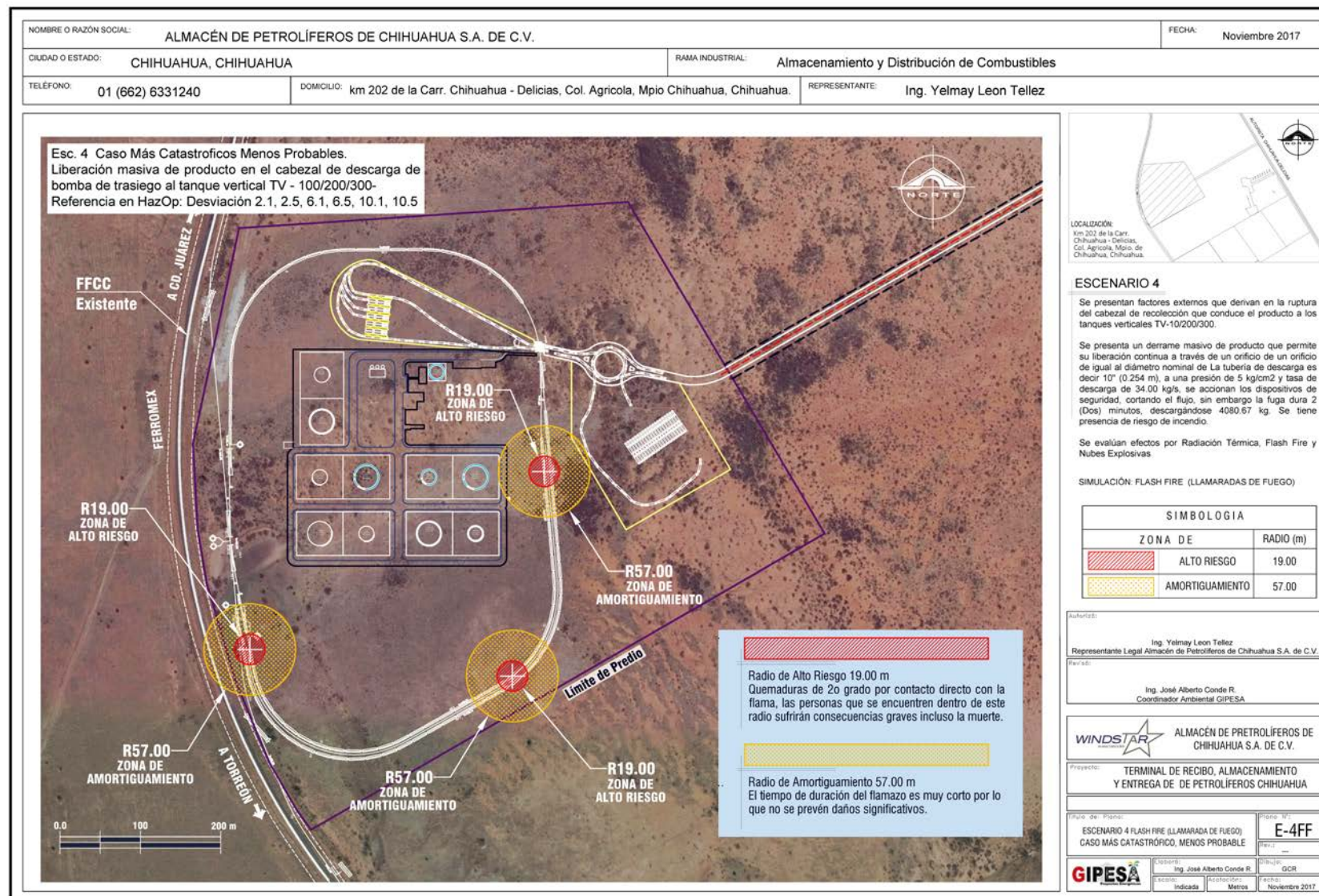
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
34.00 kg/s	120 seg (2 minutos)	4080.67 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	64.00 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	122.00 m	
Atmosferas Inflamables		
Zona hasta con un 60% del LEL	19.00	
Zona hasta con un 10% del LEL	57.00	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	No se presenta	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	< 10.00	
Exposición por toxicidad	No se presenta	

Esc. 4 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical TV – 100/200/300. Radiación Térmica por Charco de Fuego.



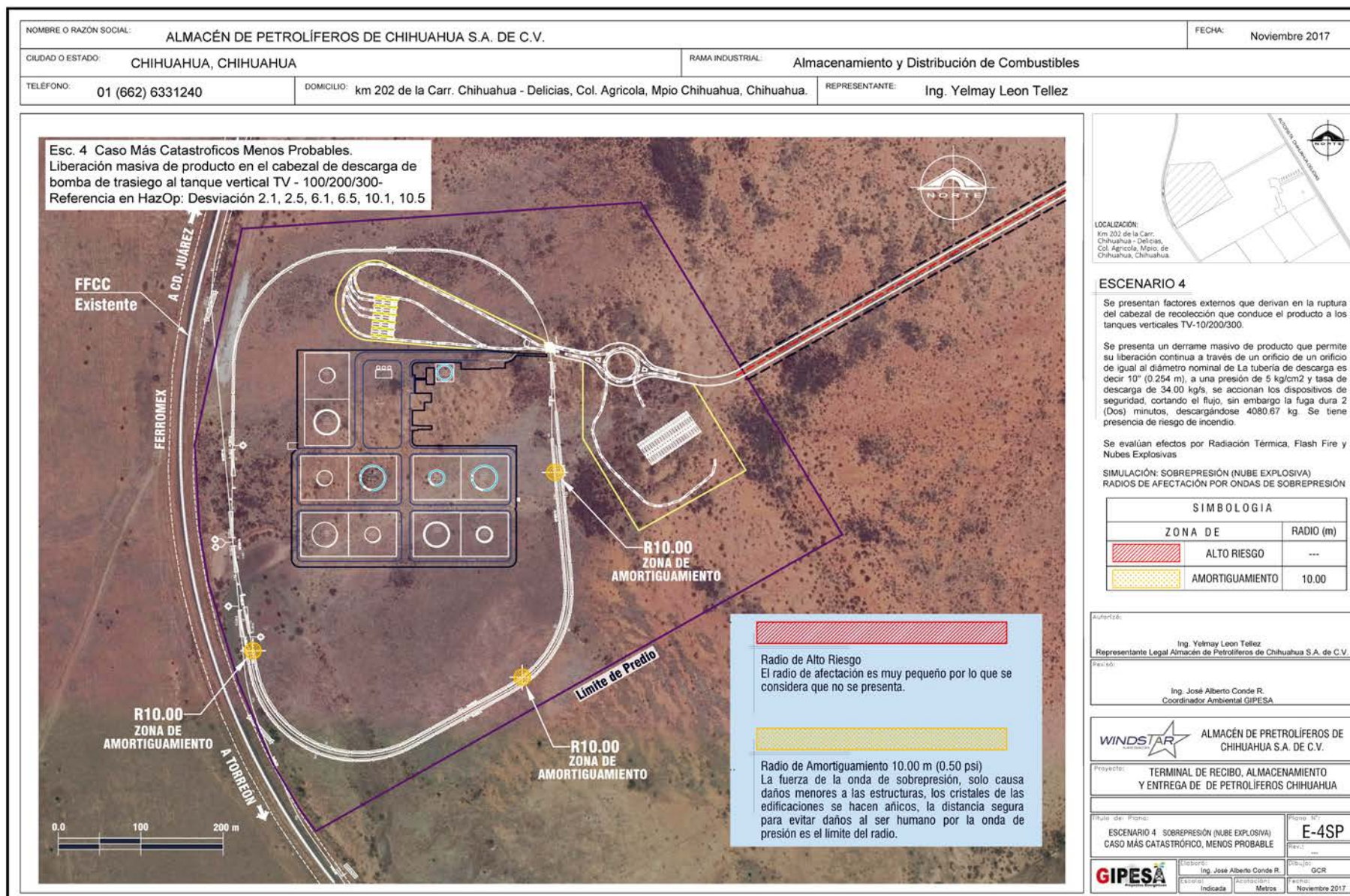
"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 4 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical TV – 100/200/300.
Atmosferas Inflamables Por evaporación de Producto.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 4 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical TV – 100/200/300. Atmosferas explosivas por acumulación de vapores.



Esc. 5 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403.

Referencia en HazOp: Desviación 4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la línea de descarga de la Bomba BA -401/402/403– A/B, que envían los productos a las Garzas de Llenado.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio gual al diámetro nominal de la tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de **6.18 kg/cm²** y tasa de descarga de **24.23 kg/s**, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura **2 (Dos) minutos**, descargándose **2914.80 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.

Ubicación: La ruptura se presenta en cualquier parte de la línea de descarga que va al cabezal.

Causas probables: La ruptura es ocasionada por agentes externos.

Consideraciones

- Temperatura Considerada: Extrema = 30°C

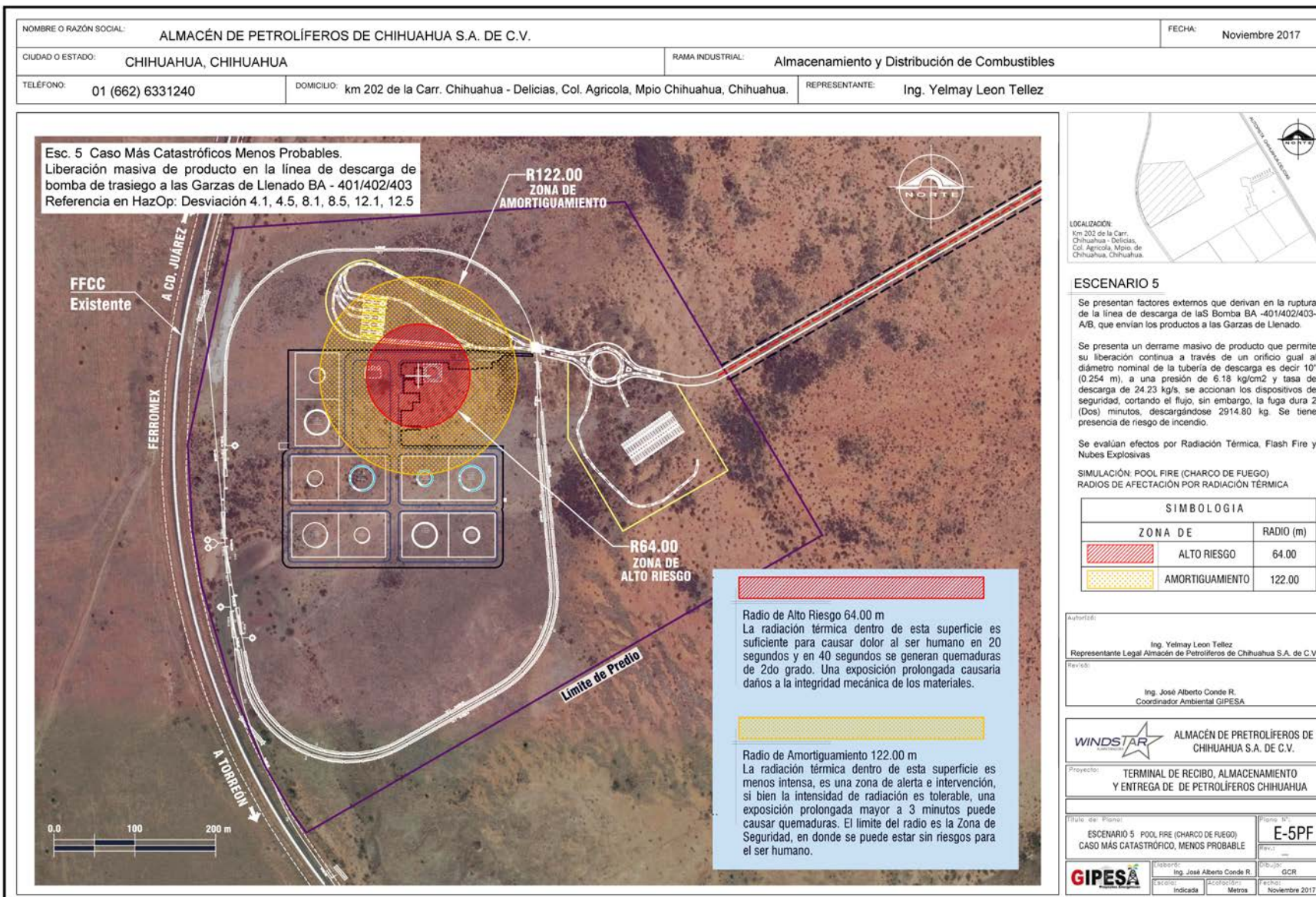
Estabilidad atmosférica Pasquill:

F "Estable"

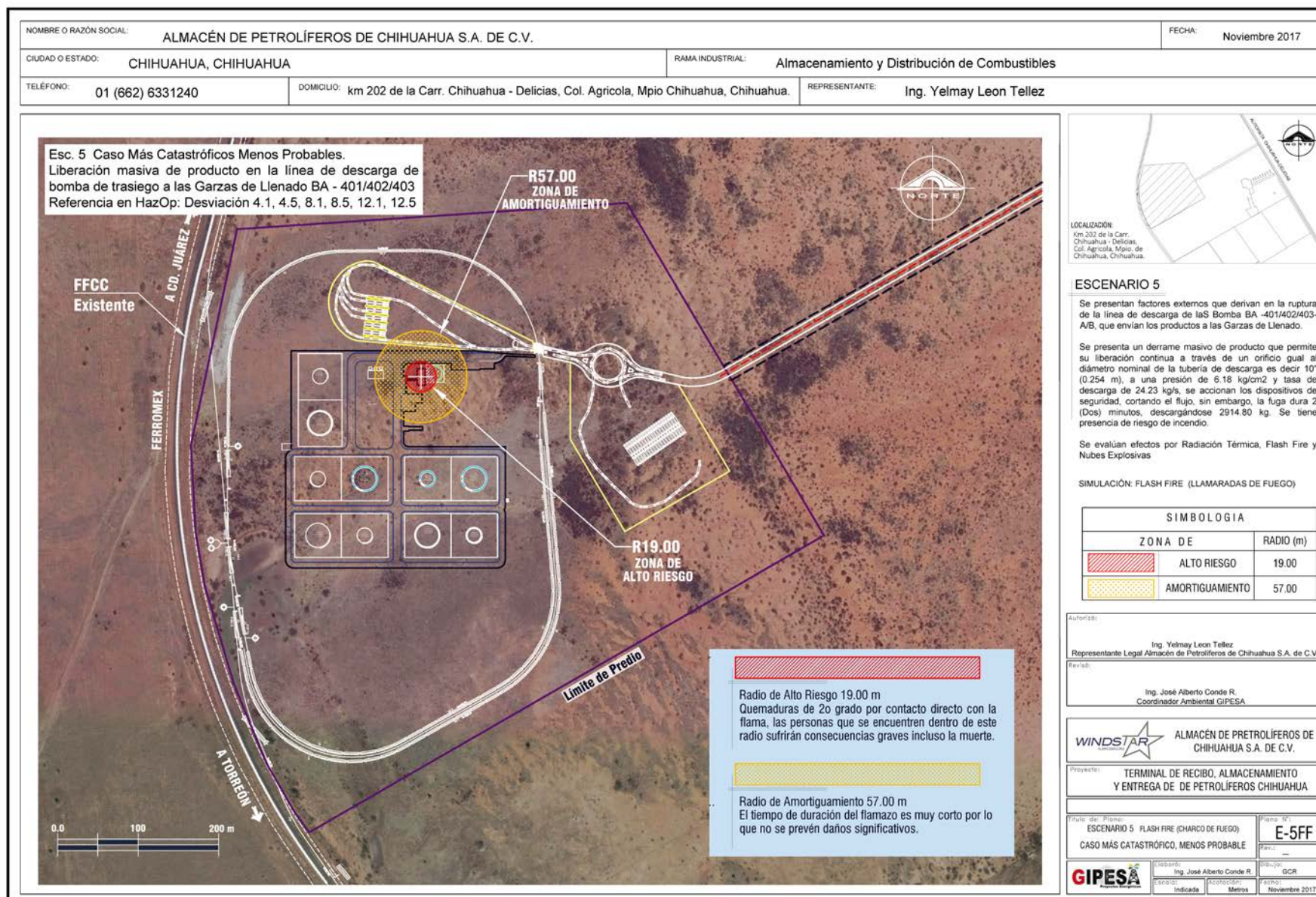
RESULTADOS:

Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
24.23 kg/s	120 seg (2 minutos)	2914.00 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	64.00 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	122.00 m	
Atmosferas Inflamables		
Zona hasta con un 60% del LEL	19.00	
Zona hasta con un 10% del LEL	56.00	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	No se presenta	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	< 10.00 m	
Exposición por toxicidad	No se presenta	

Esc. 5 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403. Radiación Térmica por Charco de Fuego.

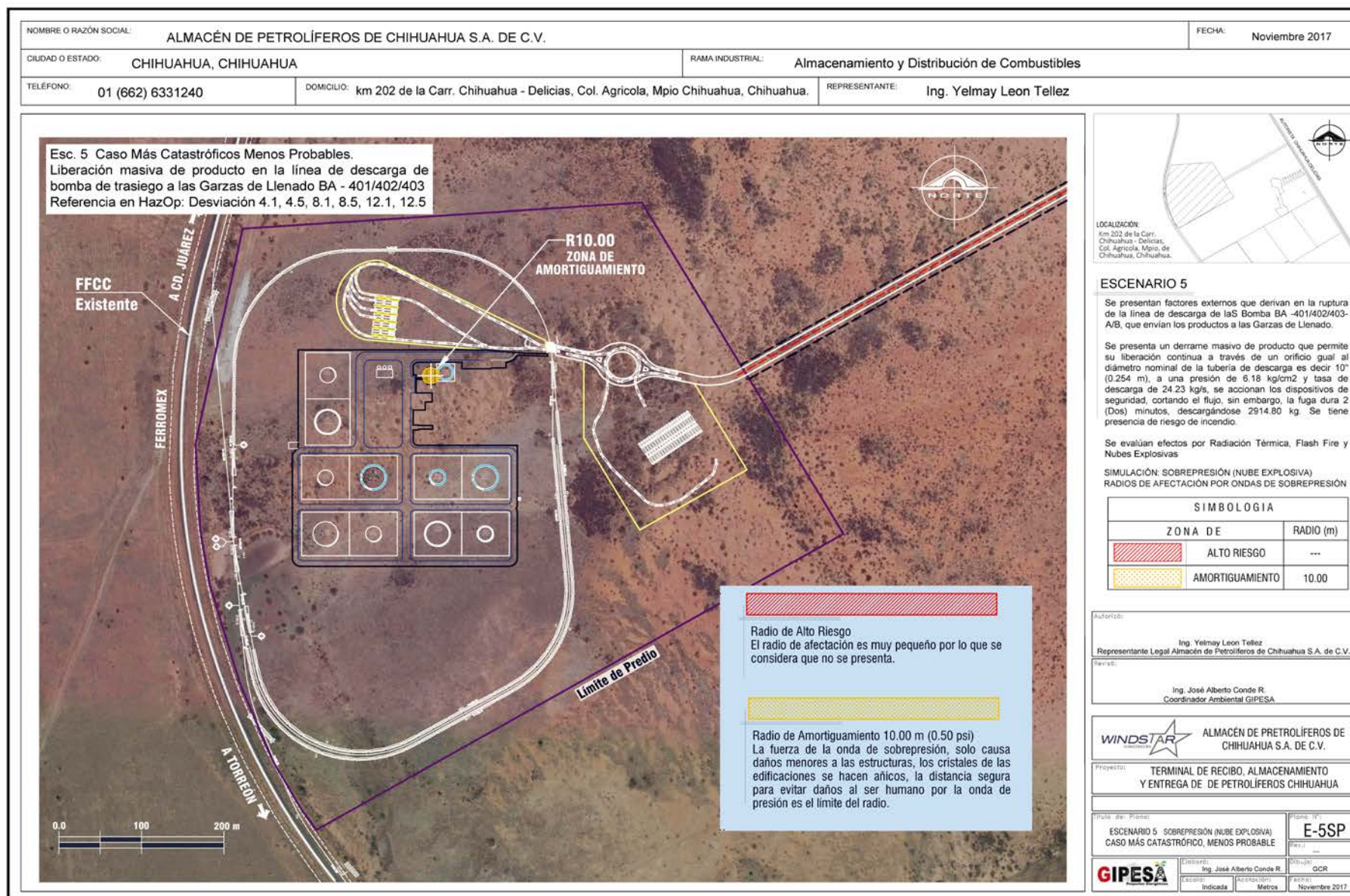


Esc. 5 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403. Atmosferas Inflamables Por evaporación de Producto.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

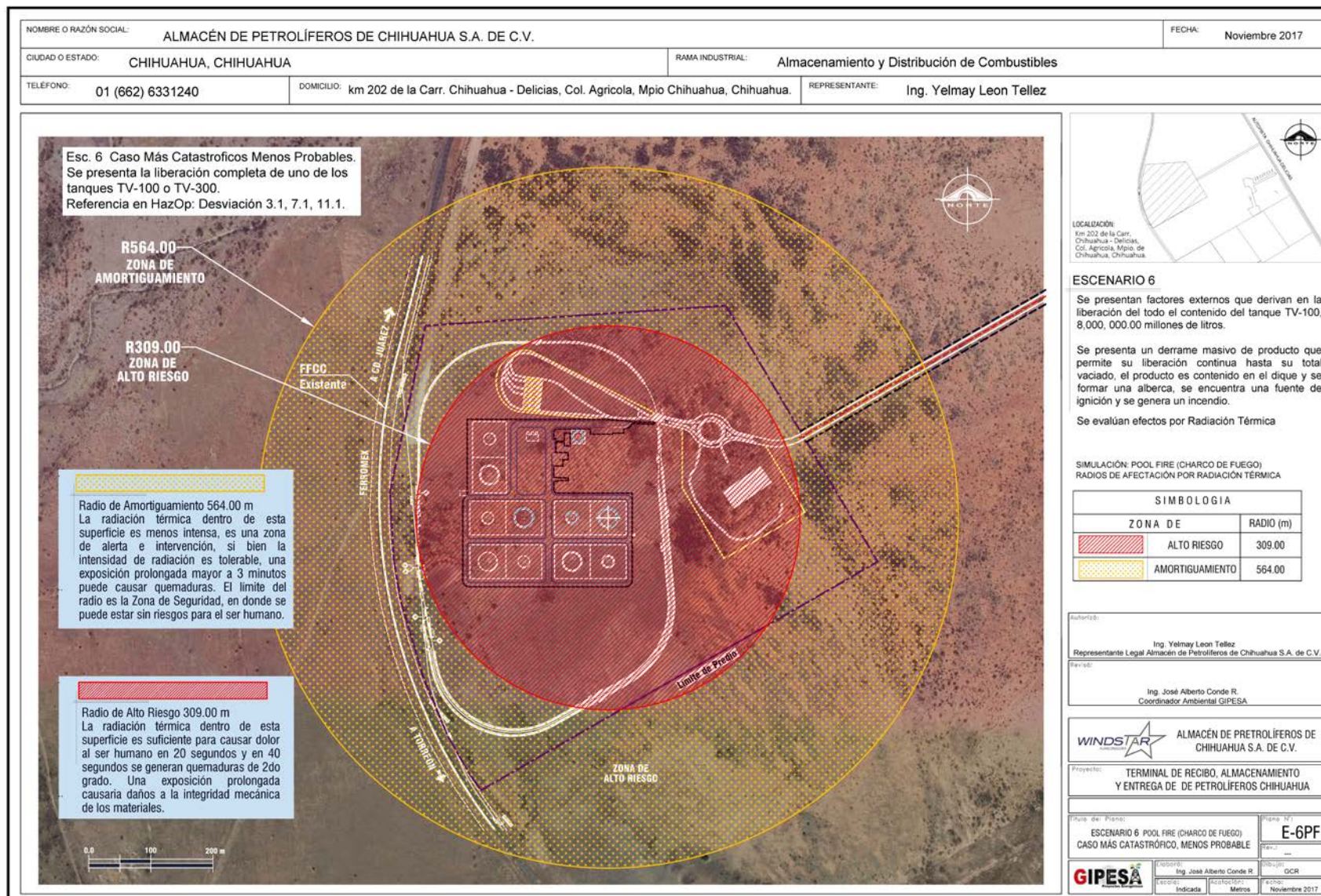
Esc. 5 Caso Menos Catastrófico, Más Probable. Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403. Atmosferas explosivas por acumulación de vapores.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

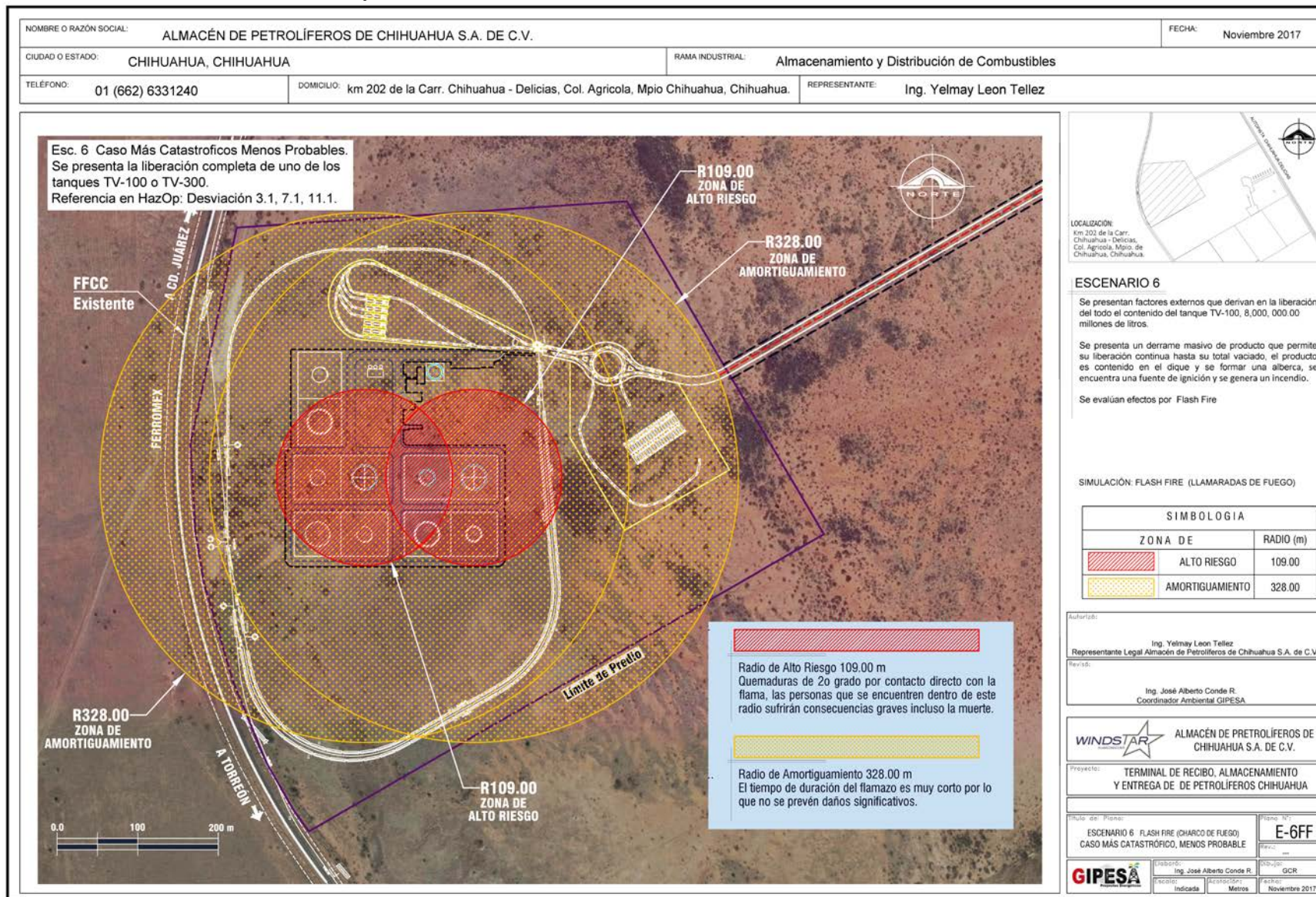
Esc. 6 Caso Más Catastroficos Menos Probables. Se presenta la liberación completa de producto en tanques TV-100 o TV-300.		
Referencia en HazOp: Desviación 3.1, 7.1, 11.1.		
Se presentan factores externos que derivan en la liberación del todo el contenido del tanque TV-100, 8,000, 000.00		
Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua hasta su total vaciado, el producto es contenido en el dique y se formar una alberca, se encuentra una fuente de ignición y se genera un incendio.		
Ubicación: En el dique de contención.		
Causas probables: Combinación de Factores o fallas de dispositivos de bloqueo que derivan en la apertura de la valvula y el vaciado del tanque.		
Consideraciones	Estabilidad atmosférica Pasquill:	F "Estable"
• Temperatura Considerada: Extrema = 30°C		
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad Descargada
No relevante	No relevante	6160000 Kg
Radiación Térmica por Incendio (Charco de Fuego)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)	309.00 m	
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)	564.00 m	
Atmosferas Inflamables		
Zona hasta con un 60% del LEL	109.00	
Zona hasta con un 10% del LEL	328.00	
Sobrepresión por Explosión		
Zona de Alto Riesgo. 0.070 kg/cm² (1 psia)	No se presenta.	
Zona de Amortiguamiento 0.035 kg/cm² (0.5 psia)	77.00 m	
Exposición por toxicidad		No se presenta

Esc. 6 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Se presenta la liberación completa de producto en tanques TV-100 o TV-300. Radiación Térmica por Charco de Fuego.



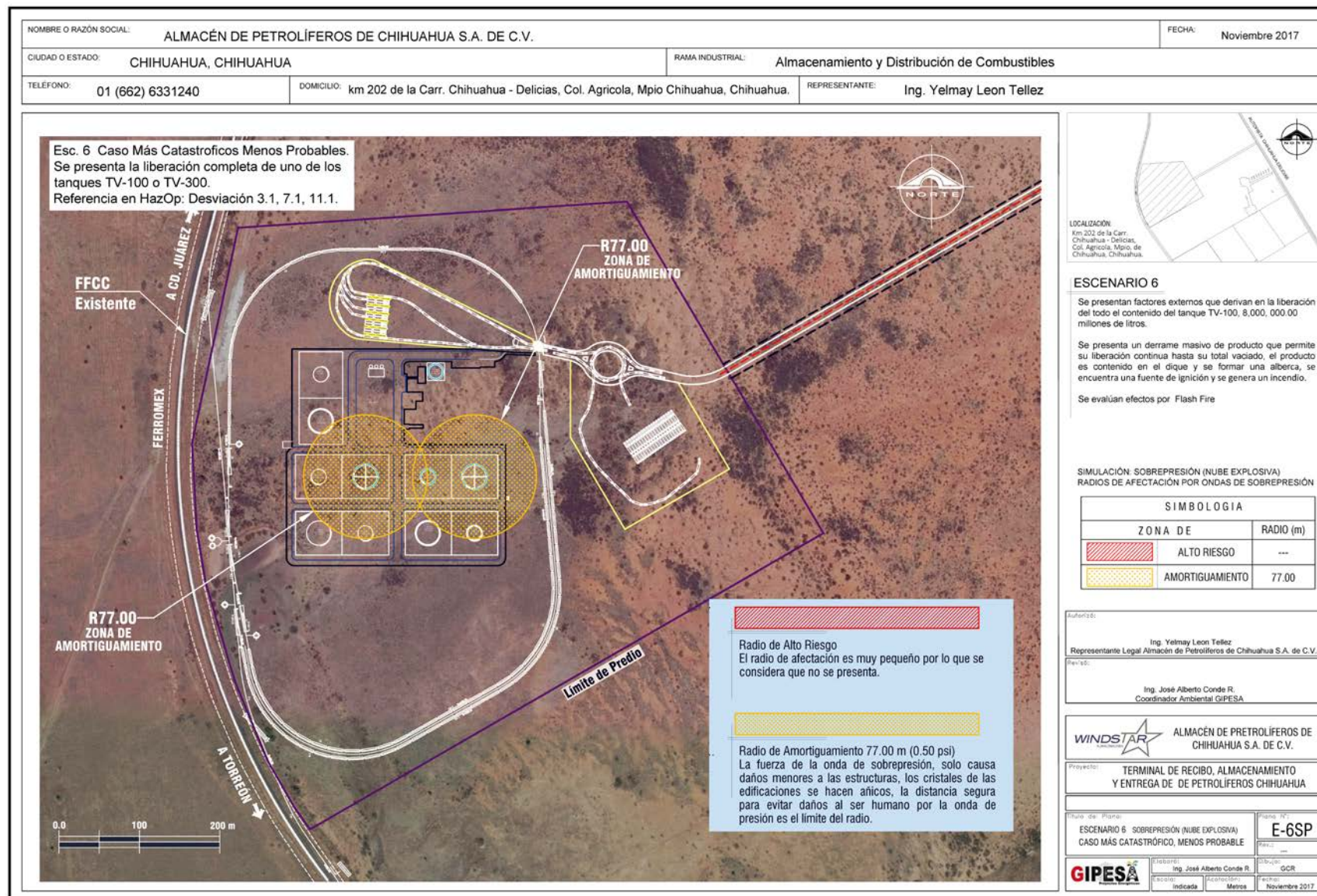
"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

**Esc. 6 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Se presenta la liberación completa de producto en tanques TV-100 o TV-300.
Atmosferas Inflamables Por evaporación de Producto.**



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

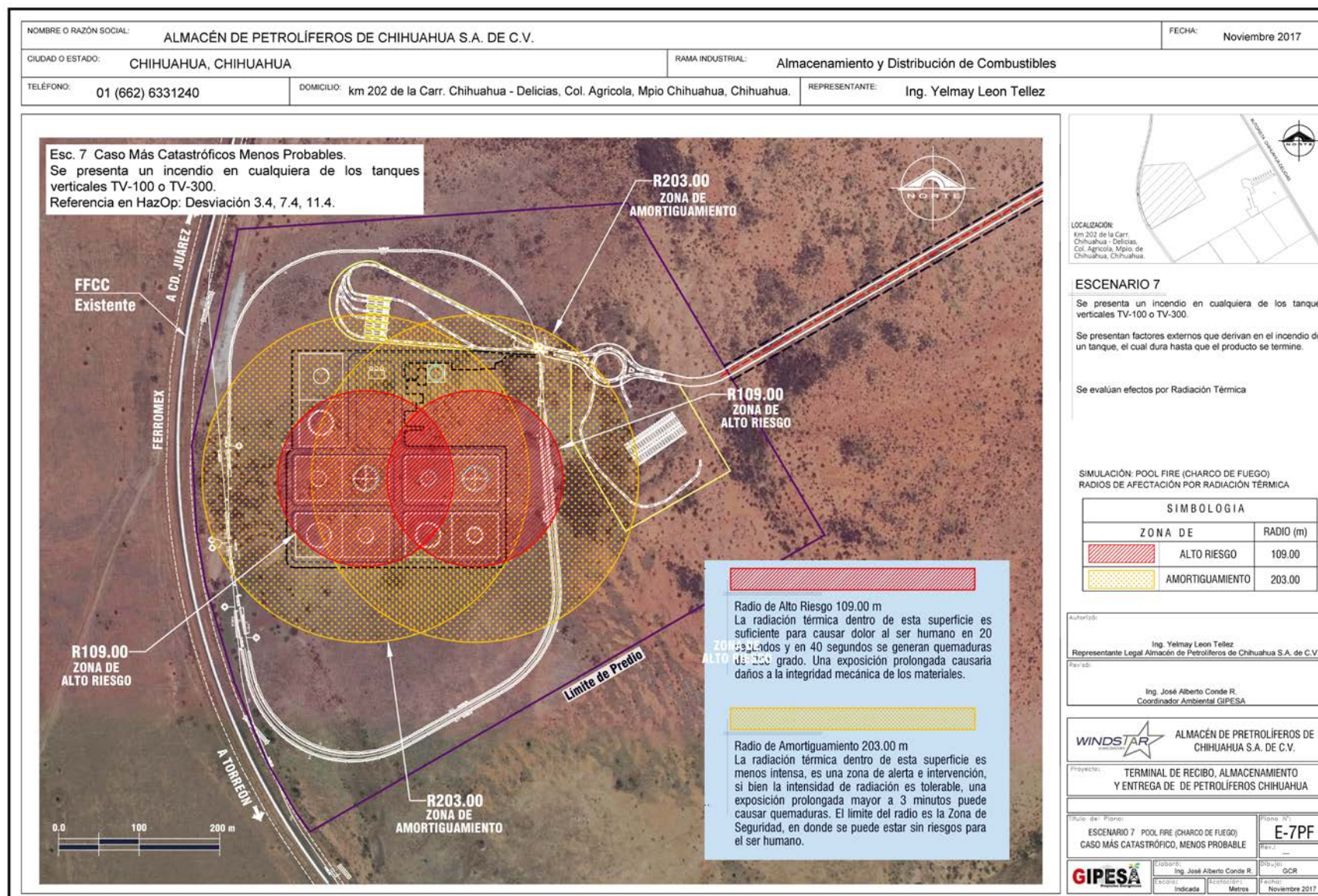
Esc. 6 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Se presenta la liberación completa de producto en tanques TV-100 o TV-300. Atmosferas explosivas por acumulación de vapores.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 7 Caso Más Catastroficos Menos Probables. Se presenta un incendio en cualquiera de los tanques verticales TV-100 o TV-300.		
Referencia en HazOp: Desviación 3.1, 7.1, 11.1.		
Se presentan factores externos que derivan en el incendio de un tanque, el cual dura hasta que el producto se termine. Se evalúan efectos por Radiación Térmica.		
Ubicación: EN el tanque. -		
Causas probables: Agentes externos.		
Consideraciones Temperatura Considerada: Extrema = 30°C		Estabilidad atmosférica Pasquill: F "Estable"
RESULTADOS:		
Tasa de Descarga	Duración de la Descarga	Cantidad involucrada
No relevante	No relevante	6160000 kg
Radiación Térmica por Flamas de Chorro (Jet-Fire)		
Zona de alto riesgo (5 KW /m²)		109.00 m
Zona de Amortiguamiento (1,4 KW /m²)		203.00 m

Esc. 7 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Se presenta un incendio en cualquiera de los tanques verticales TV-100 o TV-300. Radiación Térmica por Charco de Fuego.



"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Tabla 13 Catalogo de Escenarios Simulados.

Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Descripción	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)							
				CASO MAS PROBABLE							
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión		Efecto por Flash Fire	
				Tiempo de fuga	Masa Liberada	Z.A.R. 5 Kw/m²	Z.A 1.4 Kw/m²	Z.A.R. 1 psi	Z.A 0.5 psi	Z.R	Z.A.
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m	60 % LEL	10 % LEL
1.6, 5.6, 9.6.	1	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 4" de Ø, es decir de 0.8" de Ø (0.02032 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 0.23 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura 10 (Diez) minutos, descargándose 140.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas inflamables, Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	600	140.00	< 10.00	14.00	No se presenta	< 10.00	No se presenta	34.00
1.6, 5.6, 9.6	2	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 12" de Ø, es decir de 2.4" de Ø (0.06096 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 2.10 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura 10 (Diez) minutos, descargándose 1260.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	600	1260.00	22.00	40.00	No se presenta	20.00	31.00	103.00
1.6, 5.6, 9.6	3	Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la manguera de 4" de Ø que interconecta el carrotanque con el cabezal de Recolección; o la falla total de la válvula de interconexión de 4" de Ø del carrotanque, provocando el derrame de Gasolinas o Diésel. Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de 4" de Ø (0.1016 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 5.84 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo, la fuga dura 5 (cinco) minutos, descargándose 1,760.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	300.00	1,760.00	32.00	62.00	No se presenta	41.00	54.00	181.00
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	4	Se presentan factores externos que derivan en la ruptura del cabezal de recolección que conduce el producto a los tanques verticales TV-10/200/300. Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de un orificio de igual al diámetro nominal de La tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de 5 kg/cm² y tasa de descarga de 34.00 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo la fuga dura 2 (Dos) minutos, descargándose 4080.67 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	120.00	4080.67	64.00	122.00	19.00	57.00	No se presenta	<10.00
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	5	Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la línea de descarga de laS Bomba BA -401/402/403– A/B, que envían los productos a las Garzas de Llenado. Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio gual al diámetro nominal de la tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de 6.18 kg/cm² y tasa de descarga de 24.23 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura 2 (Dos) minutos, descargándose 2914.80 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	120	2914.00	64.00	122.00	No se presenta	< 10.00 m	19.00	56.00

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Descripción	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)							
				CASO MAS PROBABLE							
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión		Efecto por Flash Fire	
				Tiempo de fuga	Masa Liberada	Z.A.R. 5 Kw/m²	Z.A 1.4 Kw/m²	Z.A.R. 1 psi	Z.A 0.5 psi	Z.R	Z.A.
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m	60 % LEL	10 % LEL
3.1, 7.1, 11.1.	6	Se presentan factores externos que derivan en la liberación del todo el contenido del tanque TV-100, 8,000, 000.00 Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua hasta su total vaciado, el producto es contenido en el dique y se formar una alberca, se encuentra una fuente de ignición y se genera un incendio.	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	120	6160000	309.00	564.00	No se presenta	77.00	109.00	328.00
3.1, 7.1, 11.1.	7	Se presentan factores externos que derivan en el incendio de un tanque, el cual dura hasta que el producto se termine. Se evalúan efectos por Radiación Térmica.	Incendio	ND	6160000	109.00	203.00				

II.2 Análisis de Consecuencias e Interacciones.

Para desarrollar el análisis de consecuencias e interacciones tanto con componentes ambientales como con la infraestructura urbana que se encuentra dentro del SA delimitado para el proyecto, primeramente, identificaremos los puntos de interés o vulnerables.

II.2.1. Puntos importantes de interés, cercanos a la instalación.

Comforme a lo señalado en el Capítulo I el punto de interés mas cercano es La Villa Los Nogales a 759.35 m del tanque mas cercano.

II.2.2 Análisis de interacciones.

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.

No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión			
	Radio de Alto Riesgo	Radio Amortiguamiento	Radio de Alto Riesgo	Radio Amortiguamiento.	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.
Esc. 1	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 2	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 3	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.

No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión		Flash Fire	
	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.
Esc. 4	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 5	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 6	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 7	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en ningún caso de los escenarios de riesgo identificados como más probables, pero menos catastróficos, tienen interacción con los sitios de interés identificados en el Sistema Ambiental Delimitado para el proyecto. Es decir, la planta guarda una adecuada franja de protección con respecto a las actividades económicas presentes en las inmediaciones, así como con la infraestructura urbana presente. De manera que su operación bajo los procedimientos operacionales y de mantenimiento y prevención no pone en riesgo las actividades económicas del SA delimitado y no pone en riesgo la seguridad de las personas.

II.3. Análisis de Consecuencias, efectos sobre el SA delimitado

Para desarrollar esta información se considera los efectos que se generan sobre materiales y el ser humano por radiación térmica y ondas de sobrepresión.

Tabla 14 Efectos de la Radiación Térmica de acuerdo a la intensidad de energía.

Intensidad de Radiación Kw/m ²	Descripción
1.4	- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial. - En general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m² (mínimo necesario para causar dolor).
1.7	Mínimo necesario para causar dolor
2.1	Mínimo necesario para causar dolor después de 1 minuto.
3	Zona de alerta.
4.0	- Suficiente para causar dolor con una exposición de 20 s. - Quemaduras de primer grado. - Radiación máxima tolerable para personas sin protección
4.7	Causa dolor en 15 a 20 s. Heridas después de 30 s
5	- Zona de intervención con un tiempo máximo de exposición de 3 minutos. - Máximo soportable por personas protegidas con trajes especiales y tiempo limitado. - El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado. - Cuando la temperatura de la piel llega hasta 55 °C aparecen ampollas.
11.7	El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica.
12.5	- Extensión del incendio, fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. - La madera puede prender después de una larga exposición. 100 % de letalidad.
25	El acero delgado aislado puede perder su integridad mecánica.
37.5	Suficiente para causar daños a equipos de proceso, colapso de estructuras.

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

Tabla 15 Vulnerabilidad de Materiales.

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

Tabla 16 Efectos derivados de la sobrepresión

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

Daños estructurales	Sobrepresión		
	Bar	Kg/cm ²	psi
Destrucción total	1.00a 2.00	1.02 a 2.04	14.50 a 29.00
Demolición total	0.80	0.81577	11.60
Destrucción de maquinaria pesada, 3500 kg. Destrucción total de edificios	0.68 a 0.70	0.69341	9.86
Destrucción completa de viviendas	0.48	0.489	6.961
Vuelco de vagones de tren	0.43	0.438	6.236
Daños irre recuperables	0,40	0.407	5.801
Postes de madera como los de teléfono arrancados	0.34	0.346	4.931
Daños menores en maquinaria pesada, 1500 kg. Estructuras de acero arrancadas. Cemento roto de edificaciones ligeras	0.27	0.275	3.916
Rotura de tanques de almacenamiento de crudo.	0.23	0.234	3.335
Daños estructurales importantes	0.18	0.183	2.610
Destrucción casas de ladrillo en un 50%.	0.17	0.173	2.465
Daños graves reparables	0.15	0.152	2.175
Destrucción parcial de muros	0.14	0.142	2.030
Colapso de tejados y paredes	0.13	0.132	1.885
Distorsión de vigas de acero	0.09	0.091	1.305
Cristales rotos y bastidores de ventanas	0.069	0.070	1.000
Destrucción de estructuras de madera	0.068	0.069	0.986
Daños estructurales menores	0.028 a 0.050	0.028 a 0.050	0.406 a 0.725
Cristales rotos en un 90%	0.040	0.040	0.580
Cristales rotos en un 50%	0.010	0.010	0.145
Cristales grandes rotos	0.0021	0.0021	0.0304
Rotura de vidrios por causa del ruido	0.0028		
Rotura de pequeñas ventanas	0.0069		

“Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos “Chihuahua””
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

En lo que se refiere a la salud humana el oído es la parte más sensible del cuerpo humano a las ondas de choque. Las lesiones internas serán más probables en las zonas de mayor variación de densidad con respecto a tejidos contiguos. Los alvéolos llenos de aire de los pulmones son por tanto más susceptibles de lesiones que cualquier otro órgano interno¹. En la tabla siguiente se presentan los efectos de este fenómeno sobre las personas.

Daños Personales	Sobrepresión		
	Bar	Kg/cm ²	psi
Mortandad del 99%	5	5.09	72.51
Mortandad del 50 %	4.06	4.14	58.88
Mortandad del 1 %	3.29	3.35	47.71
Umbral de muerte por lesiones de pulmón	0.7	0.71	10.15
Umbral de rotura de tímpano	0.35	0.3569	5.0763
Umbral de la zona de intervención	0.125	0.1274	1.813
Ruido fuerte (143dB)	0.0028	0.00286	0.0406
Ruido molesto (137dB)	0.0014	0.0014	0.02031

Los criterios para tipificar los efectos serán los indicados en la guía sugerida para desarrollar el Análisis de Riesgo que para tal efecto público y que se citan a continuación.

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

¹ Explosions de nuages de vapeur non confinées: evaluation des surpressions. Unconfined Vapour Cloud Explosions (UVCE): overpressure evaluation de Emilio Turmo Sierra.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Sin embargo, también se considerará si se tiene presencia de elementos tanto bióticos como abióticos (infraestructura urbana particular o publica) para determinar si los efectos son graves, significativo, reparable o ninguno.

Por otra parte, de manera general en lo que respecta a los efectos negativos sobre el componente biótico ya sea vegetación o la salud humana los valores de intensidad de energía para determinar los potenciales radios de afectación por radiación térmica y ondas de sobrepresión ocasionarían los siguientes daños:

Radiación Térmica.

Radio de Alto Riesgo. Intensidad de Energía. 5 kw/m².

Vegetación.

Para que la madera se incendie se requieren de 10 a 12 kw/m², y largos tiempos de exposición, para alcance temperaturas de autoignición, pero si habría pérdida de follaje, si poner en riesgo la sobrevivencia de los individuos arbóreos.

Salud humana.

El tiempo necesario para sentir dolor (piel desnuda) es aproximadamente de 13 segundos, y con 40 segundos pueden producirse quemaduras de segundo grado.

Radio de Amortiguamiento. Intensidad de Energía. 1.4 kw/m².

Vegetación.

Para que la madera se incendie se requieren de 10 a 12 kw/m², y largos tiempos de exposición, la intensidad de radiación térmica a la que se verían expuesta la vegetación es similar a un día soleado, sin afectaciones significativas sobre el follaje o la integridad de los individuos arbóreos.

Salud humana.

Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal), se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial, en general se considera que no hay dolor – sea cual sea el tiempo de exposición - con flujos térmicos inferiores a 1.7 Kw/m² (mínimo necesario para causar dolor).

Ondas de Sobrepresión.

Radio de Alto Riesgo. Intensidad de Energía. $1 \text{ psi} = 0.070 \text{ kg/cm}^2 = 0.069 \text{ bar}$.

Vegetación.

De acuerdo a la tabla citada en páginas anteriores lo más semejante para causar daños significativos a los individuos arbóreos, es una energía de 4 psi, para ser arrancados, en nuestro caso las ondas de sobrepresión con esta intensidad de energía a lo más que ocasionaran será la pérdida de follaje, sin que ponga en riesgo la sobrevivencia del ejemplar afectado.

Salud humana.

De acuerdo a las tablas mostradas en las páginas anteriores la cantidad de energía que podría generar **afectaciones al oído es de 0.3569 kg/cm^2 (5 psi)**, en nuestro caso, el valor establecido para delimitar el radio de alto riesgo de **0.070 kg/cm^2 (1 psi)** muy por debajo de este valor por lo que la exposición a este **nivel de energía no tendrá efectos significativos sobre la salud humana**.

Radio de Amortiguamiento. Intensidad de Energía. $0.5 \text{ psi} = 0.035 \text{ kg/cm}^2 = 0.0344 \text{ bar}$.

Vegetación.

De acuerdo a la tabla citada en páginas anteriores lo más semejante para causar daños significativos a los individuos arbóreos, es una energía de 4 psi, para ser arrancados, en nuestro caso las ondas de sobrepresión con esta intensidad de energía a lo más que ocasionaran será la pérdida de follaje, sin que ponga en riesgo la sobrevivencia del ejemplar afectado.

Salud humana.

El valor umbral establecido se encuentra más cercano al valor que genera un ruido fuerte por lo que los efectos negativos sobre las personas que sean expuestas a esta intensidad escucharán un ruido fuerte, sin afectar su sistema auditivo u otros efectos sobre el cuerpo que ponga en riesgo su integridad física y salud. **No se esperan daños a la salud humana.**

Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de Gasolina o Diesel en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Atmosferas inflamables

Sobrepresión.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø.

Referencia en HazOp: 6

Referencia en HazOp: 1.2

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radios da alto riesgo y amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, los efectos por incendio y radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se mantienen dentro de los límites del predio, el radio de amortiguamiento, en caso de que el evento se presente en el sistema de vías lado Sur, alcanzaría las áreas que serian reforestadas sin embargo la intensidad de radiación termicar seria similar a la de un intenso dia soleado por lo que no se preveen efectos negativos sobre el componente biótico.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Flamazo o Llamada (Flash Pocket)-

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, la formación de atmósferas inflamables se alcanza hasta los 31.00 m, de manera que los potenciales efectos por un flamazo, se limitan al predio. En el caso del radio de amortiguamiento si bien sobrepasan los límites del predio, en realidad la probabilidad de que se genere una atmósfera inflamable es un muy baja, por lo que se estima que no se tienen afectaciones al componente biótico fuera del predio.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

Esc. 3 Caso Más Catastrófico, Menos Probable.
Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radios da alto riesgo y amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, los efectos por incendio y radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se mantienen dentro de los límites del predio, el radio de amortiguamiento, en caso de que el evento se presente en el sistema de vías lado Sur, alcanzaría las áreas que serian reforestadas sin embargo la intensidad de radiación termicar seria similar a la de un intenso dia soleado por lo que no se preven efectos negativos sobre el componente biótico.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Llamaradas o flamazo. (Flash Pocket).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Reparable.

Radios da alto riesgo y amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, el redio en donde pueden generarse atmosferas con capacidad de infamabilidad se mantienen dentro de los limites del predio, a excepción del lado sur de sistema de vías, en donde sobrepasa ligeramente los limites del predio, por lo existe riesgo de incendio, sin embargo, el nivel de perturbación del componente biótico es muy alto, por lo que los efectos serán menores. El radio de amortiguamiento sobrepasa en el limite Sur y Oeste, los limites del predio, pero la probabilidad de que se genere una atmosfera inflamable es muy baja, por lo que no se esperan afectación por este radio.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 4 Caso Más Catastrófico, Menos Probable.
Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical
TV – 100/200/300.
Referencia en HazOp: Desviación 1.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Reparable.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio delimitado para la planta en sus límites Sur y Oeste, pero dentro de este radio no se tienen áreas de relevancia ambiental que puedan ser afectadas. En caso de que el evento ocurriese en el sistema de vías en su tramo sur, el radio de alto riesgo podría generar un incendio en el área que será reforestada, pero los efectos serían menores que debido a la fragmentación del ecosistema no se esperan efectos sobre la vegetación que se encuentra fuera del predio, adicionalmente se contaría con una barda perimetral que protejera a la vegetación externa de la intensidad de radiación térmica.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Flamazo o Llamada (Flash Pocket)-

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, la formación de atmósferas inflamables se alcanza hasta los 19.00 m, de manera que los potenciales efectos por un flamazo, se mantienen dentro del predio, no se identifica riesgo de incendio en la vegetación tanto adentro del predio como fuera del mismo. En el caso del radio de amortiguamiento si bien sobrepasan los límites del predio, en realidad la probabilidad de que se genere una atmósfera inflamable es un muy baja, por lo que se estima que no se tienen afectaciones al componente biótico fuera del predio.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas inflamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 5 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403..

Referencia en HazOp: Desviación 1.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Atmosferas inflamables

Sobrepresión.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas inflamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AI y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 6 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Se presenta la liberación completa de producto en tanques TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 1.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Reparable.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

El radio de afectación por radiación térmica por alto riesgo sobresale ligeramente del predio únicamente en el límite sur, la intensidad de la radiación térmica, existe riesgo de incendio en la vegetación que será reforestada. En cuanto a la vegetación que se ubica fuera del predio, al tener la barda perimetral, será un medio de protección que impedirá que la intensidad de radiación térmica, le genere daños.

El radio de amortiguamiento sobresale del predio en todos sus límites sin embargo la intensidad de radiación térmica sería igual a la de un intenso día soleado, por lo que no se prevén afectaciones al componente biótico.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Flamazo o Llamada (Flash Pocket)-

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, la formación de atmósferas inflamables se alcanza hasta los 109.00 m, de manera que los potenciales efectos por un flamazo, se mantienen dentro del predio, no se identifica riesgo de incendio en la vegetación tanto adentro del predio como fuera del mismo. En el caso del radio de amortiguamiento si bien sobrepasan los límites del predio, en realidad la probabilidad de que se genere una atmósfera inflamable es un muy baja, por lo que se estima que no se tienen afectaciones al componente biótico fuera del predio.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se susciben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas inflamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se susciben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 7 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Se presenta un incendio en cualquiera de los tanques verticales TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 3.1, 7.1, 11.1.

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

Tablas Resumen de Resultados.

Sustancias involucradas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm3)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (m)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
La gasolina y el Diésel son una mezcla compleja de hidrocarburos.								
Gasolina Magna	8006-61-9	0.770	31.50	No relevante para la determinación de inventarios	4", 8", 10" y 12"	6.18	2.77	No relevante toda la tubería se encuentra confinada en un área de 521.33 m ² , que se encuentran al interior del predio que alberga la
Gasolina Premium	8006-61-9	0.770	31.50	No relevante para la determinación de inventarios	4", 8", 10" y 12"	6.18		
Diesel.	68334-30-5	0.850	3.50	No relevante para la determinación de inventarios	4", 8", 10" y 12"	6.18		instalación.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Evento	Accidente hipotético					Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente Ambiental afectado
		Fuga	Derrame	Flas Pocket	Incendio	Explosión			
1.2	1	X		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Ninguno
1.2	2	X		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Ninguno
1.2	3	X		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Ninguno
1.6	4		X	X	X		Tubería o Accesorio	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo
1.6	5		X	XX	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo
1.6	6		X	X	X	X	Tanque	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo
2.4	7		X				Tanque	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo

Estimación de Consecuencias.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica		Flash Pocket Flamazo o llamarada.		Ondas de sobrepresión	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad	C	G	S	R	N		RAR	RAMOR	RAR	RAMOR	RAR	RAMOR
												m	m		1	m	m
1.6, 5.6, 9.6.	1		X	140.00	Kg					X	ALOHA	< 10	14	< 10	0	NP	< 10.00
1.6, 5.6, 9.6	2		X	1260.00	Kg					X	ALOHA	22.00	40.00	31.00	103.00	NP	20.00
1.6, 5.6, 9.6	3		X	1760.00	Kg					X	ALOHA	33.0	62.00	54.00	81.00	NP	41.00
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	4	X		4080.67	Kg				X		ALOHA	64.00	122.00	19.00	57.00	NP	< 10.00
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	5	X		2914.00	Kg				X		ALOHA	64.00	122.00	19.00	56.00	NP	< 10
3.1, 7.1, 11.1.	6	X		6160000	Kg				X		ALOHA	309	564.00	109.00	328.00	NP	77.00
3.1, 7.1, 11.1.	7	X		6160000	Kg				X		ALOHA	109.00	203.00	NA	NA	NA	NA

C.- Catastrofico.

G.- Grave

S.- Significativo

R.- Reparable

N.- Ninguno.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica				
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR			
1.6, 5.6, 9.6.	1		X	140	Kg	Efectos por Radiación Térmica								ALOHA	< 10	14.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								ALOHA	ALOHA	NP	34.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos Ondas de Sobrepresión								ALOHA	ALOHA	NP	20.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
1.6, 5.6, 9.6	2		X	1260	Kg	Efectos por Radiación Térmica								ALOHA	22.000	40.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								ALOHA	ALOHA	31.00	103.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos Ondas de Sobrepresión								ALOHA	ALOHA	NP	20.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica				
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR			
1.6, 5.6, 9.61.6, 5.6, 9.6	3		X	1760.00	Kg	Efectos por Radiación Térmica								ALOHA	32.00	62.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								ALOHA	54.00	181.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos Ondas de Sobrepresión								ALOHA	NP	41.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
1.6, 5.6, 9.61.6, 5.6, 9.6	4		X	4080.67	Kg	Efectos por Radiación Térmica								ALOHA	64.00	122.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								ALOHA	19.00	56.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos Ondas de Sobrepresión								ALOHA	NP	< 10.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica				
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR			
1.6, 5.6, 9.61.6, 5.6, 9.6	5	X		2914.00	Kg	Efectos por Radiación Térmica											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo				X		ALOHA	64.00	122.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo						ALOHA	19.00	56.00			
						Salud Humana						ALOHA					
						Efectos Ondas de Sobrepresión											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA	NP	< 10.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					
3.1, 7.1, 11.1.	6	X		6160000	Kg	Efectos por Radiación Térmica											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo				X		ALOHA	309.00	564.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo						ALOHA	109.00	328.00			
						Salud Humana						ALOHA					
						Efectos Ondas de Sobrepresión											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA	NP	77.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					
3.1, 7.1, 11.1.	7	X		6160000	Kg	Efectos por Radiación Térmica											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA	109.00	203.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

(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

Criterios Utilizados

No. de Falla	NO. de Evento	Variables		Inflamabilidad (Flash Pocket)		Explosividad		Radiación Térmica	
		Velocidad del Viento m/seg	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo+ LEL	Amortiguamiento LEL	Alto Riesgo Psi	Amortiguamiento psi	Alto Riesgo 5 kw/m ²	Amortiguamiento 1.4 kw/m ²
1.6, 5.6, 9.6.	1	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
1.6, 5.6, 9.6.	2	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
1.6, 5.6, 9.6.	3	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	4	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	5	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
3.1, 7.1, 11.1.	6	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
3.1, 7.1, 11.1.	7	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4

Efectos sobre el sistema ambiental

De acuerdo a los escenarios identificados y las condiciones ambientales existentes en el SA delimitado para el proyecto y que corresponde a un SA altamente perturbado por actividades pecuarias y en menor grado antrópicas y los radios potenciales se concluye lo siguiente:

Escenarios Menos probables más catastróficos.

En caso de una remota ocurrencia del evento más catastrófico incendio del tanque la vegetación identificada como relictos de matorral desértico micrófilo que se ubica en las inmediaciones de la planta se verá afectada por la radiación térmica con riesgo de incendio sobre todo si la exposición es muy prolongada, los daños que se podrían ocasionar a esto es el riesgo potencial de incendiarse, sin embargo, para que la madera se incendie requiere de 12.5 kw/m^2 y un tiempo prolongado de exposición de manera que los daños se ven limitados en este caso por la intensidad de radiación térmica y el tiempo de exposición, bajo estas consideraciones se esperan daños como: pérdida de follaje, y riesgo de incendios de la vegetación que presente una fragilidad mayor como son los pastos y arbustos, que de conjuntarse con etapas de sequía, podrían facilitar el incendio de la vegetación presente en el SA (mezquite) o en el mejor de los casos la pérdida de follaje.

De acuerdo a las características de ecosistema presente en el SA, concluimos que la potencial afectación es mediana y no pondrá en riesgo la capacidad de resiliencia del ecosistema identificado, en primera instancia tiene una amplia distribución dentro del SA delimitado y más allá de estos límites, así como en otros estados del país.

Es un ecosistema que tiene una gran capacidad de resiliencia y podrían recuperarse en un lapso de 10 a 15 años. No obstante, en caso de ocurrencia de un evento no deseado y el mismo tuviera afectaciones al ecosistema presente en el área circundante de la planta y se demuestre su afectación por este evento, la empresa aplicaría un Programa de Restauración en el (las) área (s) que resulten dañadas.

Efectos sobre el ser humano y su infraestructura.

Radio de Alto Riesgo por Radiación Térmica.

En lo que se refiere a la Radiación Térmica, ningún escenario de los identificados genera radios que afecten la infraestructura del ser humano por lo que no se tienen efectos negativos sobre su salud.

Recomendaciones técnico-operativas

Derivado de la aplicación de las metodologías el Grupo Multidisciplinario de Análisis de Riesgo determino que no se requieren recomendaciones técnico – operativas de manera específica para los escenarios identificados como A y B, ya que en primera instancia estos escenarios están se jerarquizaron en función de los daños al personal, afectación que esta inherente por la sustancias que se manejan y en caso de una remota ocurrencia de un evento no deseado se ocasionarían afectaciones graves a su salud.

Como recomendación Técnica – Operativa general se emitió:

Implementación del SSISMA (SASISOPA), sin ser limitativo lo siguiente: Procedimientos operativos, de mantenimiento, seguridad, respuesta a Emergencias, integridad mecánica, aseguramiento de seguridad, capacitación

Que es básicamente un Sistema de Gestión para la Administración del Riesgo, mediante el cual se ejecuten acciones orientadas a mantener el nivel de confiabilidad de la operación de la Planta.

Conclusiones.

De acuerdo con el análisis de riesgo desarrollado se concluye lo siguiente:

1. La selección del sitio para la planta de almacenamiento se priorizo que se ubicara fuera de núcleos poblacionales, minimizando la interacción con el ser humano, de esta manera las potenciales afectaciones a la salud humana que se podrían generar por la ocurrencia de la ocurrencia de evento no deseado, es mínima o prácticamente nula.
2. Con respecto al componente biótico, en los escenarios de riesgo más probables, pero menos catastróficos no se esperan afectaciones por la radiación térmica.
3. En el caso de los escenarios de más catastrófico, pero menos probables, de manera general en el caso de los efectos por la radiación térmica se estiman consecuencias menores, como es la perdida de follaje, aunque existe riesgo de incendio en caso de que se genera una exposición muy prolongada, lo cual es de una muy baja frecuencia de ocurrencia.

Las potenciales afectaciones por la radiación térmica son reparables, relacionadas con la perdida de follaje.

Si bien existe el riesgo de incendio en la remota ocurrencia de este, la adecuada preparación del personal para controlar el evento, minimizara los efectos negativos y los efectos negativos que se presente sobre el matorral desértico podrán ser

mitigados o reparados mediante la aplicación de una medida similar a la que se ejecutó para mitigar y compensar el retiro de vegetación.

De acuerdo a la metodología aplicada los escenarios de riesgos están asociados a la liberación petrolíferos y su potencial riesgo inmediata o posterior inflamación o generación de atmosferas inflamables.

4. Derivado del análisis de riesgo se identificó que la planta no representa riesgos bajo la operación normal para los componentes del SA.
5. No se identifican riesgos a los componentes bióticos del SA delimitado, no se pondrán en riesgos especies en algún estatus de protección especial o en peligro de extinción. El nivel de riesgo que tendrá la planta **será Aceptable con Controles, con consecuencias Menores.**

Capítulo III

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

Abril 2018

ÍNDICE

CAPÍTULO	III		1
SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL			1
III.1	RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS		1
III.2	SISTEMAS DE SEGURIDAD EN ÁREA DE RECEPCIÓN, TANQUES ALMACENAMIENTO Y SUMINISTRO.		1
	III.2.1	Criterios de Diseño de Seguridad.	1
	III.2.2	Proyecto Sistema Contra incendio.	3
		Protección contra incendio a base de inyección de espuma	16
		Tanques de almacenamiento.....	16
		Aplicación superficial de espuma.....	16
		DETECTORES DE FUEGO (UV/IR).	19

CAPÍTULO III

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

III.1 Recomendaciones técnico-operativas

Derivado de la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos el grupo determino que no se requerían recomendaciones para los escenarios de riesgo identificados ya que se cuentan con las medidas de seguridad adecuadas para atender y controlar las emergencias.

El análisis de consecuencias indica que en la remota ocurrencia de los eventos mas catastróficos las radios de afectación tanto por radiación térmica como por ondas de sobrepresión no tienen afectación sobre centros de reunión, por lo que se esta a un momento idóneo para presentar los resultados obtenidos de los estudios realizados a las autoridades municipales para que sean considerados en la planificación territorial del municipio y se establezcan perímetros de salvaguardas, y se evite asignar usos de suelo habitacionales en la zonas de alto riesgo.

III.2 Sistemas de seguridad en área de recepción, tanques almacenamiento y suministro.

III.2.1 Criterios de Diseño de Seguridad.

Este documento tiene el propósito de establecer y mostrar los criterios y bases de diseño que deben ser aplicados durante el desarrollo de la ingeniería de detalle en el diseño de los sistemas de protección contra incendio, sistemas de gas y fuego, así como los sistemas y/o equipos de seguridad que han sido considerados con la finalidad de proteger las instalaciones, sistemas y equipos, que forman parte de las Instalaciones de la Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos.

Requerimientos Técnicos y Normativos

Para el diseño de la Ingeniería de Detalle de los Sistemas de Seguridad se aplicarán las siguientes normas, códigos y estándares:

Normatividad Nacional	
NOM-EM-003-ASEA-2016	Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre Arranque, Operación y Mantenimiento de las Instalaciones Terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos, excepto para Gas Licuado de Petróleo.
NOM-002-STPS-2010	Condiciones de Seguridad-Prevención y protección contra incendio en los centros de trabajo.
NOM-026-STPS-2008	Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías
Códigos Extranjeros	
NFPA 11	Standard for Low-, Medium-, and High-Expansion Foam.
NFPA 14	Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
NFPA 15	Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection.
NFPA 16	Standard for the Installation of Foam-Water Sprinkler and Foam-Water Spray Systems.
NFPA 20	Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection.
NFPA 22	Standard for Water Tanks for Private Fire Protection.
NFPA 24	Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and Their Appurtenances.
NFPA 25	Standard for the Inspection, Testing, and Maintenance of Water-Based Fire Protection Systems.
NFPA 30	Flammable and combustible liquids code.

Las instalaciones que forman parte del alcance de este proyecto, manejan sustancias tóxicas, inflamables y combustibles, por lo cual es necesario que se cuente con sistemas de seguridad, que ayuden a prevenir y atender emergencias para preservar la integridad del personal, instalaciones y el entorno.

Los sistemas de seguridad tienen como propósito principal, minimizar o reducir los efectos y/o daños al personal, las instalaciones y el entorno, asociados a los peligros que pueden presentarse provenientes de alguna fuga, fuego o derrame de material.

Estos sistemas de seguridad consisten en:

- Protección y combate contra incendio a base de agua
- Protección y combate contra incendio a base de espuma
- Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego
- Protección y combate contra incendio a base de extintores portátiles y en carretilla
- Estaciones de regaderas y lavajobs
- Letreros y señalizaciones

III.2.2 Proyecto Sistema Contraincendio.

Los sistemas de seguridad tienen como propósito principal, minimizar o reducir los efectos y/o daños al personal, las instalaciones y el entorno, asociados a los peligros que pueden presentarse provenientes de alguna fuga, fuego o derrame de material.

Estos sistemas de seguridad consisten en:

- ◆ Protección y combate contra incendio a base de agua
- ◆ Protección y combate contra incendio a base de espuma
- ◆ Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego
- ◆ Protección y combate contra incendio a base de extintores portátiles y en carretilla
- ◆ Estaciones de regaderas y lavajojos
- ◆ Letreros y señalizaciones

Sistema de Contra Incendio a Base de Agua

El diseño y dimensionamiento de la red de agua contra incendio se debe fundamentar en el estudio de riesgos por incendio y fugas que determine el riesgo mayor que pudiera ocurrir en la instalación.

Abastecimiento y Almacenamiento de Agua

Abastecimiento de agua

La red de agua contra incendio debe contar con una fuente de abastecimiento de agua que satisfaga las necesidades de mayor demanda.

El agua que se utilice en la red de agua contra incendio debe provenir de cualquier fuente de abastecimiento que garantice el volumen de agua requerido, para dar atención al riesgo mayor bajo cualquier circunstancia.

Almacenamiento de agua

El almacenamiento de agua contra incendio, se debe diseñar con una capacidad mínima para satisfacer la demanda de la suma de los gastos siguientes:

- El gasto requerido para la **demandas de espuma** a la instalación que genera el escenario de incendio del riesgo mayor, basados en su densidad de aplicación conforme a la instalación a proteger.
- El gasto requerido para el **enfriamiento de los equipos** de la instalación que genera el escenario de incendio del riesgo mayor, basados en su densidad de aplicación conforme al equipo a proteger, la cual nunca debe ser menor a 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²).
- El gasto requerido para el enfriamiento de las instalaciones que reciban radiación de calor del escenario que representa el riesgo mayor, basados en su densidad de

aplicación conforme a la instalación a proteger, la cual nunca debe ser menor a 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²).

- ➡ El gasto requerido adicional para el uso de monitores fijos, líneas suplementarias, agua para **proteger al personal** entre otros. Se considerará un gasto adicional de 3785 m³/min (1000 gpm) +/- 5 por ciento en volumen.

El almacenamiento de agua contra incendio, se debe determinar en función del requerimiento total de agua que demanda la protección para el escenario crítico de la instalación para su atención durante dos horas ininterrumpidas, considerando su reposición en menos de ocho horas; de no poder darse esta reposición se debe considerar la capacidad del tanque de agua para la atención durante 4 horas ininterrumpidas.

Para la instalación de este proyecto se considera para el diseño de la capacidad del tanque de agua de almacenamiento, la atención de un evento durante 4 horas ininterrumpidas.

Tanque de almacenamiento de agua contra incendio.

El tanque de almacenamiento debe ser vertical, atmosférico, de techo fijo, con venteo y recubrimiento interno.

La localización del tanque de almacenamiento debe estar basada en el análisis de los resultados de los radios de afectación por radiación y debe considerar:

- ➡ Estar ubicado en una zona donde no esté expuesto al fuego
- ➡ Estar ubicado en una zona fuera de riesgo, con la finalidad que no sea afectada la integridad del tanque.

El diseño del tanque de almacenamiento de agua contra incendio debe cumplir con los requerimientos establecidos en el estándar NFPA 22.

Cobertizo para el sistema de bombeo de agua contra incendio.

Para el diseño del cobertizo se debe considerar la utilización de materiales no combustibles y estar ubicado en áreas libres de afectaciones ocasionadas por: explosión, fuego, inundación entre otros.

El cobertizo debe diseñarse con un mínimo de 2 accesos, libres de obstáculos y espacios suficientes que faciliten la operación y el mantenimiento de los equipos.

Sistema de bombeo para servicio contra incendio

El sistema de bombeo debe diseñarse para suministrar el flujo de agua y presión requerida que se demandan para el combate del riesgo mayor de la instalación.

El diseño debe cumplir con los requerimientos del estándar NFPA 20.

El sistema de bombeo debe estar constituido por:

Bombas centrífugas

Las bombas centrífugas deben ser utilizadas como bomba de alimentación principal y bomba de relevo, accionando la primera con un motor eléctrico y la segunda con un motor de combustión interna.

Para la selección de las bombas se debe cumplir lo siguiente:

- A gasto nulo la presión no debe exceder de 140 por ciento de la presión de descarga nominal
- Para un gasto de prueba de 150 por ciento de capacidad nominal, la presión de descarga no debe ser menor de 65 por ciento de la presión de descarga nominal.

Se deben considerar las curvas características de los fabricantes de las bombas para servicio contra incendio.

Bomba de mantenimiento de presión “Jockey”

La bomba de mantenimiento de presión “Jockey”, debe ser accionada por motor eléctrico y tener una presión de descarga igual a la presión a gasto cero de las bombas principal y relevo; además debe estar instrumentada con un paro automático.

Cabezal de succión de las bombas

Se debe diseñar lo más cercano posible al tanque de almacenamiento y ser tan corto y recto posible para reducir la caída de presión.

Cuando el agua sea succionada directamente de la fuente de abastecimiento, el diseño debe incluir cárcamos de filtrado con trampa de sólidos y un cárcamo específico para la succión, de tal forma que se garantice el gasto de alimentación al sistema de bombeo de agua contra incendio.

El diámetro de la tubería de succión debe estar diseñado para conducir el 150% de la suma del gasto nominal de las bombas principales en conjunto.

Cabezal de descarga de las bombas

El diámetro de la tubería de descarga debe estar diseñado para conducir el 150% de la suma del gasto nominal de las bombas principales en conjunto.

La clase de los accesorios instalados en la descarga deben seleccionarse para soportar como mínimo la presión máxima de descarga de la bomba principal operando a su velocidad y presión de paro y su clase nunca debe ser menor a la diseñada para la red de agua contra incendio.

Cabezal de pruebas de funcionamiento de las bombas

El diseño de la descarga de agua contra incendio debe considerar un cabezal de pruebas y un arreglo de tuberías que incluya un dispositivo para la medición de flujo para verificar que las condiciones operativas de funcionamiento de cada una de las bombas de agua contra incendio se encuentren dentro de un rango no mayor al 5 por ciento debajo de las condiciones originales de diseño.

Se debe dimensionar la tubería para el cabezal de prueba con base a un flujo total de 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba.

El diseño del cabezal de prueba debe incluir: un manómetro con un rango que cubra el 200 por ciento de la presión de descarga nominal y una válvula de globo para regular la descarga del agua en la tubería de pruebas.

La tubería de salida del medidor de flujo de agua para la prueba de las bombas, debe retornar a la parte superior del tanque de almacenamiento.

Instrumentación y dispositivos del sistema de bombeo.

Alarmas.

La red de agua contra incendio debe diseñarse con alarmas visibles y audibles por baja presión, cuya señal se debe recibir en el cobertizo de bombas contra incendio.

En la tubería de succión de las bombas contra incendio se debe diseñar un dispositivo con alarma visible y audible, que actúen cuando la presión en la succión de las bombas cae por abajo del mínimo predefinido.

Manómetros.

Las bombas principales y de relevo deben tener un manómetro conectado en la brida de descarga de la carcasa de la bomba.

Se debe tener un manómetro de presión y vacío conectado en la brida de succión de la carcasa de la bomba.

Válvula de alivio de circulación.

Las bombas operadas con motor eléctrico y las bombas de combustión interna que no tomen el agua de enfriamiento de la descarga de la bomba (enfriadas con radiador), deben tener cada una de ellas una válvula de alivio de circulación operada automáticamente.

En el caso de las bombas accionadas con motor de combustión interna, cuya agua de enfriamiento se tome de la descarga de la bomba, esta válvula no es necesaria.

Válvula de alivio de presión.

Las bombas operadas con motor diesel y las bombas con motor eléctrico que tengan control de velocidad variable, deben tener cada una de ellas una válvula de alivio de presión.

La válvula de alivio de presión se debe localizar entre la bomba y la válvula de retención, en la descarga de la misma y debe estar conectada de manera que pueda ser removida rápidamente para reparaciones sin afectar la tubería.

La válvula de alivio de presión debe descargar por la parte superior del tanque de almacenamiento de agua, para detectar el paso de agua se debe instalar una mirilla, lo más cercana a la válvula y en un lugar accesible al operador. La tubería de descarga debe ser del diámetro comercial superior al de la brida de la válvula. No se deben instalar válvulas de bloqueo ni en la entrada, ni en la salida de la válvula de alivio.

Válvula automática de liberación de aire.

Las bombas se deben suministrar con una válvula de liberación de aire, activada por flotador. El tamaño mínimo de la salida de la carcasa de la bomba debe ser de 12.7 mm (1/2 pulgada) con descarga a la atmósfera.

Controladores y accesorios para motores de bombas contra incendio

Las bombas de contra incendio, incluida la bomba de mantenimiento de presión “jockey”, deben contar con un controlador para el arranque automático, específicamente para servicio de éstas.

Los sistemas de arranque automático deben contar con dispositivos de secuencia de tiempo, para evitar que las bombas arranquen simultáneamente; si la demanda de agua hace imprescindible la operación de más de una bomba, estas unidades deben arrancar en intervalos que no permitan el arranque de la siguiente bomba, hasta que la anterior haya tomado su velocidad de régimen.

Cada bomba contra incendio, incluyendo la bomba de mantenimiento de presión “jockey” debe contar con una toma de presión para el arranque automático, conectada al controlador en forma independiente.

Red de agua contra incendio

El diseño de la red de agua contra incendio debe cumplir con los requisitos indicados en la NFPA 24 “Standard for the Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtenances”.

La red de agua contra incendio se debe diseñar para operar con una presión mínima de 7 Kg/cm² (100 psi), la cual se debe mantener en el punto hidráulicamente más desfavorable.

La velocidad de flujo en tuberías de agua contra incendio, cuando se trate de agua dulce, debe ser máxima de 6.09 m/s (20 pies/s).

El diámetro de las tuberías se debe diseñar para garantizar el suministro del caudal y presión requeridos para la atención del riesgo mayor.

En los sitios en donde durante el año se presenten temperaturas ambiente recurrentes inferiores a -5°C (23°F), se deben prever los medios para mantener la temperatura del agua libre de congelamiento en el sistema contra incendio por arriba de ésta, en el caso de la nueva instalación no se reportan temperaturas ambientales por debajo de los 0°C, por lo que no se requiere alguna protección adicional para mantener la temperatura del agua libre de congelamiento.

Para la ubicación y configuración de la red, en el diseño se debe considerar que para minimizar los riesgos por radiación, sobre presión por explosión, impactos por vehículos u otros factores que pongan en riesgo la integridad mecánica de la tubería, ésta se debe instalar subterránea.

El diseño de la red de agua contra incendio debe conformarse por medio de anillo periférico con los siguientes componentes:

- ◆ Válvulas de seccionamiento
- ◆ Tomas para hidrantes-monitor
- ◆ Tomas para camión
- ◆ Tomas de alimentación a sistemas de aspersión
- ◆ Tomas de alimentación a sistemas de espuma

Tubería y accesorios para instalación subterránea.

El material de la tubería de la red de agua contra incendio será Polietileno de Alta Densidad y debe cumplir con la especificación de tuberías del proyecto.

La tubería de la red de agua contra incendio que pase debajo de caminos o carreteras se debe enterrar a una profundidad mínima de 0.9 m con respecto a la parte superior de la tubería.

La tubería de la red de agua contra incendio que pase debajo de vías de ferrocarril se debe enterrar a una profundidad mínima de 1.4 m con respecto a la parte superior de la tubería.

Válvulas de seccionamiento

La red de agua contra incendio debe contar con válvulas de seccionamiento identificadas y localizadas en los puntos apropiados que permitan sectorizar o aislar el sistema en anillos y tramos de tubería, sin dejar de proteger ninguna de las áreas o equipos que lo requieran, para fines de mantenimiento o ampliación; así como para conducir preferentemente el agua hacia el área o equipos a proteger; considerando su ubicación en lugares de fácil acceso y protegidas contra golpes donde se requiera.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Las válvulas de seccionamiento deben ser del tipo compuerta y serán instalados sobre nivel de piso terminado para abrirlas y cerrarlas con seguridad y estar accesibles para su operación.

Hidrantes-monitor

El diseño de la red de agua contra incendio debe considerar la instalación de hidrantes-monitor para conectar boquillas y mangueras contra incendio.

El diseño de la red de agua contra incendio debe considerar la ubicación entre hidrantes-monitor con un distanciamiento máximo de 30 m. la distancia entre ellos no debe dejar superficies sin proteger.

Los dispositivos de salida de agua contra incendio para un hidrante-monitor deben estar constituidos con dos tomas para conectar mangueras de 65 mm (2 ½ pulgadas) de diámetro y los accesorios para la boquilla del monitor.

La selección de la capacidad de las boquillas debe ser con base al requerimiento del área usuaria y la densidad de aplicación. El diseño debe considerar su instalación para la protección secundaria de tanques de almacenamiento, áreas de carga y descarga de productos combustibles, inflamables y gases, áreas de racks de tuberías, en áreas que presenten riesgos especiales o en lugares inaccesibles entre otras instalaciones.

El alcance mínimo de cobertura desde la línea de centro del monitor a chorro directo del agua, debe ser de 30 metros a una presión de 7 Kg/cm² (100 lb/pulg²). Sin embargo deben considerarse equipos u otras instalaciones que obstruyan su alcance, por lo que en estos casos se deben considerar hidrantes-monitor adicionales.

El hidrante-monitor debe localizarse a no menos de 12.2 m (40 pies) del área a proteger y libre de obstrucciones que puedan afectar su operación. Cuando por las características de la instalación esta distancia mínima no se pueda cumplir, el hidrante-monitor se debe instalar para ser operado en forma remota.

Tomas para camión contra incendio

La cantidad de tomas para alimentar camiones contra incendio, debe ser como mínimo una por cada 5678 lpm (1500 gpm), hasta complementar el número de tomas que corresponda al gasto del riesgo mayor.

Las tomas deben localizarse en la periferia de las calles y estar al alcance de los camiones contra incendio.

Se deben incluir además dos tomas para hidrante localizadas sobre el tubo de alimentación a la toma para camión.

Sistemas de aspersión

El diseño de estos sistemas debe estar enfocado específicamente a la instalación o equipo a proteger a efecto de seleccionar la configuración del sistema, la ubicación, orientación, tipo de las boquillas y densidad de aplicación. El diseño de los sistemas de aspersión debe cumplir con los requerimientos del estándar NFPA 15.

Para el diseño de la ubicación e instalación de los sistemas se deben considerar las propiedades físicas y químicas de los materiales fuente de la combustión, así como las características o especificaciones de los equipos a proteger para determinar la conveniencia de su uso, entre otras: Punto de inflamación, ignición ebullición, reactividad, corrosividad, toxicidad, presión de vapor, gravedad específica, viscosidad, solubilidad, miscibilidad, permeabilidad, poder calorífico.

Los sistemas de aspersión no deben usarse directamente en materiales que reaccionen con el agua.

El diseño del sistema de aspersión se debe realizar con base al área o equipo a proteger, tomando en consideración la presión y densidad de aplicación requeridas. Lo anterior para calcular y seleccionar la cantidad de boquillas, distribución, ubicación de éstas y el ángulo de cobertura; soportados en los cálculos hidráulicos.

Cada sistema de aspersión se debe diseñar con dos alimentaciones, conectadas opuestamente y de tomas diferentes de la red de agua contra incendio; activados con válvula de apertura y cierre rápido, una de control automático y la otra en forma manual.

Se debe considerar la instalación de filtros tipo “y”, uno por cada tubería de alimentación a los sistemas de aspersores, que no permitan el paso de partículas mayores de 3 mm (1/8 de pulgada), por lo que se deben instalar antes de la válvula de control automático y en la alimentación manual después de la válvula de apertura y cierre rápido.

La alimentación a los sistemas de aspersión del agua contra incendio a través de una válvula de control automático, se debe activar por medio de un sistema de detección de mezclas explosivas o fuego.

La válvula de control automático se debe localizar como mínimo a 10 metros de las instalaciones que pudieran afectarla en caso de incendio o explosión.

La válvula de alimentación manual debe localizarse a por lo menos 15 metros de distancia de las instalaciones que protege el sistema de aspersión.

La velocidad máxima de flujo permitida dentro de las tuberías de los sistemas de aspersión para agua dulce debe ser de 6.09 m/s (20 pies/s).

Las tuberías de los anillos de aspersión deben tener una pendiente de 0.5 por ciento hacia el tubo de alimentación para asegurar el drenado de los anillos y cabezales una vez que se concluya la operación del sistema.

Se debe considerar en el diseño la instalación de un manómetro que sirva para probar la presión de descarga en el punto hidráulicamente más desfavorable, determinado conforme al cálculo hidráulico.

Las áreas de Almacenamiento, Recepción y Entrega deben contar con sistemas de enfriamiento.

Área de Almacenamiento

Los tanques de almacenamiento verticales deben contar con sistema de enfriamiento a través de anillos y aplicación de espuma mediante monitores o líneas de mangueras.

El sistema debe diseñarse para que fluya el agua fluya de manera uniforme sobre toda la superficie del tanque de almacenamiento. La cobertura de agua se debe aplicar en la parte superior del tanque de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento a proteger con sistema de aspersión son los siguientes:

TAG	SERVICIO	CAPACIDAD	DIMENSIONES		TIPO
			DIÁMETRO	ALTURA	
TV-100	Tanque de almacenamiento de Gasolina Regular	55 000 barriles	d=30480 mm	h=12200 mm	Techo fijo con membrana flotante interna
TV-200	Tanque de almacenamiento de Gasolina Premium	20 000 barriles	d=18288 mm	h=12200 mm	Techo fijo con membrana interna
TV-300	Tanque de almacenamiento de Diesel	55 000 barriles	d=30480 mm	h=12200 mm	Techo fijo

El diseño de los sistemas de aspersión debe considerar una densidad de aplicación de agua, la cual nunca debe ser menor a 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/ft²), con una presión de descarga en la boquilla más lejana de 4.22 Kg/cm² (60 psi).

Los atmosféricos de almacenamiento de techo fijo con altura de 9.75 m (32 ft) o mayor, se deben diseñar con dos anillos de enfriamiento, uno ubicado en la parte media del tanque, de manera que la descarga de las boquillas se encuentren ubicadas aproximadamente a 7 m de altura, medidos a partir de la base del tanque y otro en la parte superior del recipiente cuyas boquillas descarguen en el último anillo de la envolvente.

Los tanques de 20000 y 55000 barriles de capacidad se deben diseñar con dos anillos de enfriamiento a diferentes alturas, los anillos se deben dividir en cuatro secciones de manera que la sección superior e inferior de un mismo cuadrante, tengan una alimentación común de agua, por lo que para este caso se debe disponer de cuatro alimentaciones de agua, su ubicación debe considerar la dirección de los vientos dominantes, de tal forma que se optimice la aplicación del agua de enfriamiento en la superficie involucrada o afectada por la radiación del fuego.

Todos los anillos o sectores de anillo de enfriamiento, deben estar provistos de purgas de 2.54 cm (1 in) de diámetro, localizada en la parte más baja de las tuberías, fuera del dique de contención y que garantice el drenado total de dicha tubería.

Las boquillas de aspersión deben seleccionarse del tipo chorro plano, con un ángulo de cobertura de 142°, con patrón de rociado del tipo rectangular y de impacto medio, diámetro de orificio para la densidad de aplicación requerida, tipo de agua a manejar y medio ambiente de la zona.

Las características de las boquillas de aspersión a utilizar son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOQUILLAS	
Tipo	Chorro plano
Tamaño de orificio	0.256"
Tamaño de conexión	½ " NPTM
Angulo	142°
Consumo de Agua	14.7 GPM
Presión	60 lb/pulg ² (4.08 Kg/cm ²)
Material	Bronce
Factor K	1.9

Sistema de Contra Incendio a Base de Espuma

El diseño de este sistema debe estar enfocado específicamente a la extinción de incendios, mediante la formación de burbujas generadas por la mezcla de un concentrado espumante de baja expansión y agua con densidad menor a la del líquido combustible o inflamable fuente del incendio, cuya capa cohesiva flotante sobre su superficie elimina el aire y lo enfría, evitando su re ignición al suprimir la formación de vapores inflamables.

La espuma se suministrará a través de un sistema fijo de tuberías. Los dispositivos de aplicación deben diseñarse y ser compatibles con el tipo de concentrado espumante seleccionado, tomando en consideración las especificaciones del mismo.

Para el diseño e instalación de los sistemas de espuma deben seguirse las recomendaciones del Standard NFPA 11, NFPA 16 y NFPA 30.

El requerimiento de agua y concentrado espumante se deben calcular para el combate al riesgo mayor identificado en un análisis de riesgos, con los círculos de afectación por incendio determinados mediante simulaciones y análisis de consecuencias; tomando en consideración la densidad de aplicación, el proporcionamiento del concentrado y el tiempo de ataque.

El diseño para la aplicación de espuma será mediante un sistema fijo de presión balanceada, el cual debe incluir los equipos y accesorios para el almacenamiento de concentrado espumante, bombeo, dosificación, red y aplicación de la espuma en el equipo o área a proteger.

Cada equipo debe diseñarse con una línea exclusiva para aplicación de espuma de manera que puedan ser aislados los equipos que no requieran esta protección y que provengan de un cabezal.

Paquete de presión balanceada

El paquete de presión balanceada se debe integrar por los siguientes elementos:

Tanque de almacenamiento de concentrado espumante.

El tanque debe diseñarse para almacenar el volumen requerido para el combate al riesgo mayor, conforme a la densidad de aplicación, proporcionamiento y tiempo estimado, el cual debe ser dos horas.

El tanque debe ser fabricado con materiales compatibles con el concentrado y estar protegido interiormente contra la corrosión que provoca el propio concentrado y exteriormente con un sistema de recubrimiento.

Bombas de concentrado espumante.

El diseño de las bombas para inyección de concentrado espumante deben ser del tipo desplazamiento positivo y estar listadas y/o aprobadas para servicio contra incendio y cumplir con el Standard NFPA 20. Se deben seleccionar para funcionar conforme a la viscosidad del concentrado espumante; el sello debe ser del tipo mecánico o de labio.

La presión nominal mínima de descarga de las bombas principal y redundante (de relevo) de concentrado espumante debe ser de cuando menos 1.76 Kg/cm² (25 psi) superior a la presión máxima de descarga del agua en el punto de inyección del concentrado de espuma.

El flujo nominal de las bombas principal y redundante (de relevo) de concentrado espumante debe realizarse con base en el cálculo resultante del requerimiento para el combate al riesgo mayor, adicionando un 15 por ciento a la capacidad resultante.

Se debe considerar para el funcionamiento de las bombas de concentrado espumante una succión positiva neta (NPSH) superior en 1.52 m (5 pies) a la indicada por el fabricante para la bomba seleccionada.

Las bombas deben estar equipadas con una válvula de alivio de presión, con la capacidad suficiente para aliviar el 100 por ciento de la capacidad de la bomba. Esta válvula debe instalarse en la descarga de la bomba con la finalidad de proteger el sistema de bombeo y descargar a una línea de retorno hacia el tanque de almacenamiento de concentrado espumante.

Las bombas deben estar equipadas con un filtro de succión, desmontable y lavable (tipo Y) el cual debe instalarse a cuando menos 10 diámetros de la línea de succión de las bombas; este accesorio obliga a realizar un cálculo de caída de presión a efecto de garantizar una succión positiva (NPSH) disponible en la bomba.

Los motores de las bombas de concentrado espumante deben ser, eléctrico para la bomba principal y de combustión interna para la bomba redundante (de relevo) y tener la potencia necesaria para garantizar el funcionamiento de la bomba y el grupo de engranes conductores en todos los puntos del diseño.

La alimentación al motor debe ser a través de un circuito independiente de los servicios operacionales del centro de trabajo.

Sistema de dosificación de espuma

La tubería y accesorios que conducen el concentrado espumante desde el tanque a las bombas y hasta el proporcionador, deben ser de una especificación que resista la corrosividad del concentrado y que no altere su calidad.

El proporcionador debe cumplir con las especificaciones y características requeridas para proporcionar el rango del volumen y dosificación mínima y máxima del concentrado espumante requerido para atender el riesgo mayor calculado.

El diseño debe ser de tal forma que la operación del sistema sea activado en forma automática o a través de un sistema de detección, además de permitir también su operación manual.

Red de espuma contra incendio

Tubería, accesorios y válvulas para la red de espuma

Para el diseño de la red de espuma contra incendio se deben usar los materiales y accesorios indicados en el Standard NFPA 24 y NFPA 13.

Se deben considerar las propiedades y características inherentes a los materiales y accesorios que estén implicados en su diseño, en cuanto a cálculos hidráulicos, procedimientos de construcción y pruebas, así como consideraciones para su operación.

La velocidad de la solución espumante en el punto de descarga no debe ser mayor a 6 m/s (20 pies/s). La presión mínima disponible en el dispositivo de aplicación de espuma debe ser 2.8 Kg/cm² (40 lb/pulg²).

Para obtener una respuesta rápida en el suministro de solución espumante a las cámaras de espuma de los tanques de almacenamiento y a los rociadores de espuma-agua en el área de llenaderas de auto-tanques, el diseño debe considerar un cabezal de distribución con conexión de tuberías independientes hacia cada equipo o área a proteger.

Las válvulas de control automático que direccionen la solución espumante hacia cada cámara de espuma de los tanques de almacenamiento o sistema de rociadores espuma-agua, deben diseñarse para que su operación se ejecute mediante un mecanismo de control automático activado por un sistema de detección. Estas válvulas también deben permitir su operación en forma manual.

Áreas y Equipos que Requieren Sistema Contra Incendio a Base de Espuma.

Sistema de rociadores espuma-agua.

Área de Llenaderas

Las áreas de llenaderas deben contar con sistemas de rociadores espuma-agua.

El diseño debe cumplir con los requerimientos indicados en el Standar NFPA 11 y NFPA 13.

El cálculo hidráulico del sistema de rociadores espuma-agua se debe realizar con base al área o equipo a proteger tomando en consideración la presión y densidad de aplicación requeridas, a efecto de determinar la cantidad de boquillas, selección, distribución y ubicación de éstas.

Se debe tener un espaciamiento máximo entre tuberías de distribución y entre boquillas rociadoras de 3.66 m (12 pie), no debiendo contener cada uno de los ramales o tuberías de distribución más de 6 boquillas a cada lado de la tubería principal de suministro.

Las boquillas de espuma-agua seleccionadas deben contar con un patrón estándar “tipo parábola”, ser tipo abierto, aspirantes de aire, con un formador de espuma de cuerpo de tambor abierto y con un deflector para formar el modelo de espuma-agua descargado.

De acuerdo al riesgo existente se debe seleccionar el tipo de boquilla rociadora espuma-agua a usar, todas las boquillas deben contar con un deflector que origine la formación de una cortina de agua- espuma.

En los sistemas de rociadores de espuma-agua, las boquillas se deben seleccionar para proporcionar una densidad de aplicación de solución espumante mínima de 6.5 lpm/m² (0.16 gpm/pie²) a una presión mínima de 2.04 kg/cm² (30 lb/pulg²).

Dependiendo del riesgo se debe determinar, cuál de los dos tipos de rociadores agua-espuma se debe instalar los “montantes” (tipo “upright”) que son instalados de manera que el flujo de espuma sea dirigido hacia arriba para chocar contra un deflector o los “colgantes” (tipo pendent) en donde el flujo de espuma es dirigido hacia abajo para chocar contra un deflector.

Para esta instalación serán utilizados los rociadores tipo “pendent”. Se debe considerar que para el diseño de los sistemas de rociadores espuma-agua dependiendo de la altura de las boquillas, respecto al nivel de piso terminado, se pueden obtener diversas coberturas de los rociadores a una presión determinada.

Cuando las boquillas rociadoras sean montadas directamente sobre ramales o tuberías distribuidoras a nivel de techo, se debe considerar una inclinación o declive que permita su drenado total. Asimismo deberán estar soportadas independientemente de la cubierta del techo. Las estructuras que soporten los ramales de tubería deben ser metálicas y diseñadas para soportar por lo menos 5 veces el peso de la tubería cargada con agua más 114 kilogramos en cada punto de soporte de la tubería. Estas estructuras no deben ser utilizadas como soportes de componentes de otros equipos e instalaciones.

Los arreglos típicos de tubería para la alimentación a los sistemas fijos y semifijos de rociadores espuma-agua, deben integrarse con la válvula de control automático principal de alimentación, la cuál debe ser del tipo hidráulico.

Todos los sistemas de rociadores espuma-agua deben estar provistos de una purga de cuando menos 25.4 mm (1 pulg.) que garantice el vaciado total del sistema, así como un filtro tipo “Y” a la entrada de la tubería de alimentación que no permita el paso de partículas mayores de 9.52 mm (3/8 pulg.).

Protección contra incendio a base de inyección de espuma

Tanques de almacenamiento

Aplicación superficial de espuma

Los tanques de almacenamiento TV-100 Tanque de almacenamiento de gasolina regular, TV-200 Tanque de almacenamiento de gasolina premium y TV-300 Tanque de almacenamiento de Diésel Automotriz deberán contar con un sistema de inyección de espuma superficial

Para la aplicación superficial de espuma mecánica contra incendio en tanques atmosféricos que contengan productos inflamables o combustibles, se deben utilizar cámaras de espuma tipo II, su instalación debe ser en la parte superior y por la parte externa de la envolvente de los tanques en forma equidistante conforme al número de descargas establecido en el diseño de ingeniería y con un distanciamiento radial entre ellas.

El diseño de la línea de entrada de la solución espumante debe incluir la instalación de una junta giratoria universal para tubería o una manguera flexible mecánica a prueba de fuego,

ambas fabricadas de acero inoxidable, para impedir que la distorsión del techo del tanque de almacenamiento durante un incendio, fracture la tubería de alimentación.

El diseño de la línea de entrada de la solución espumante debe incluir la instalación de una junta giratoria universal para tubería o una manguera flexible mecánica a prueba de fuego, ambas fabricadas de acero inoxidable, para impedir que la distorsión del techo del tanque de almacenamiento durante un incendio, fracture la tubería de alimentación.

Para tanques atmosféricos de almacenamiento de techo fijo (con o sin membrana interna flotante), o tanques de techo flotante que contengan líquidos inflamables no polares, productos contaminados y combustibles; la densidad de aplicación de solución espumante mediante cámaras de espuma, debe ser de 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²). A continuación se muestran las cantidades de cámaras de espuma y capacidad de éstas que requiere cada uno de los tanques de almacenamiento en base a una densidad de aplicación de solución espumante de 4.1 lpm/m² (0.1 gpm/pie²).

TAG	Capacidad del tanque (barriles)	Cámaras de espuma Tipo II	Gasto Total de Solución espumante requerido	Gasto de solución espumante requerido por cada cámara de espuma	Capacidad nominal de la cámara de espuma seleccionada	Diámetro de la placa de orificio u orificio integrado
		Cantidad				
TV-100	55 000	3	2972.58 lpm (785.40 GPM)	990.86 lpm (261.80 GPM)	1248.98 lpm (330 GPM)	37.85 mm (1.49 in)
TV-200	20 000	1	1070.11 lpm (282.74 GPM)	478.51 lpm (141.37 GPM)	643.41 lpm (170 GPM)	27.69 mm (1.09 in)
TV-300	55 000	3	2972.58 lpm (785.40 GPM)	990.86 lpm (261.80 GPM)	1248.98 lpm (330 GPM)	37.85 mm (1.49 in)

Para los tanques atmosféricos de almacenamiento, la alimentación de solución espumante se debe llevar a cabo por medio de tuberías independientes a partir del dique y hasta el tanque, para cada cámara formadora de espuma, conectadas al sistema de generación de solución espumante fijo. Las tuberías deben tener una pendiente de 1 por ciento hacia el muro de contención y una purga en su parte más baja, localizada fuera del dique de contención que permita el drenado de dicha tubería.

Los tanques de almacenamiento de petrolíferos, deben estar protegidos con espuma de baja expansión a base de líquido espumante Aqueous Film Foming Foam (AFFF) con dosificación del 3% al 6%, mediante un paquete generador de espuma, conectado a la red contra incendio.

Aplicación subsuperficial de espuma

Los tanques de almacenamiento TV-100 Tanque de almacenamiento de gasolina regular, TV-200 Tanque de almacenamiento de gasolina premium y TV-300 Tanque de almacenamiento de Diésel Automotriz deberán contar con un sistema de inyección de espuma sub-superficial.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

En la aplicación sub-superficial de espuma se deben utilizar formadores de espuma de alta contrapresión. El modelo seleccionado del formador de espuma, debe cumplir con la contrapresión de diseño especificada y con el gasto de solución espumante requerido. Los puntos de inyección deben estar equidistantes y con un distanciamiento entre ellos no mayor a 24.48 m (80 pies) desplazamiento máximo de la espuma según fabricantes.

El número de puntos de inyección subsuperficial y los gastos de solución espumante requeridos, así como los diámetros de tuberías deben cumplir con lo siguiente.

TAG	Capacidad del tanque (barriles)	Número de puntos de inyección Cantidad	Gasto Total de Solución espumante requerido	Gasto de solución espumante requerido por cada punto de inyección	Gasto de espuma por cada punto de inyección en base a una expansión de 4:1	Diámetro de la tubería ampliada para la conducción de espuma en cada punto de inyección
TV-100	55 000	2	2972.58 lpm (785.40 GPM)	1486.29 lpm (392.70 GPM)	5945.16 lpm (1570.80 GPM)	203.20 mm (8 in)
TV-200	20 000	1	1070.11 lpm (282.74 GPM)	1070.11 lpm (282.74 GPM)	4280.44 lpm (1130.96 GPM)	203.20 mm (8 in)
TV-300	55 000	2	2972.58 lpm (785.40 GPM)	1486.29 lpm (392.70 GPM)	5945.16 lpm (1570.80 GPM)	203.20 mm (8 in)

Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego (Área de Proceso).

La naturaleza de los procesos y operaciones que se realizarán en la nueva instalación, implican riesgos de ocurrencia de incidentes industriales; destacando por su magnitud los de incendio y explosión que pueden tener su origen en fugas de hidrocarburos líquidos o gaseosos, así como aquellos derivados de la presencia de atmosferas contaminadas con productos tóxicos que pueden poner en riesgo la integridad del personal, infraestructura y medio ambiente.

Por lo anterior se requiere se cuenten en la instalación con dispositivos de detección y alarma para su integración al Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego, para monitorear, alertar y suprimir eventos.

El Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego contará con los siguientes elementos:

- ◆ Controlador Electrónico Programable (CEP)
- ◆ Detectores de Mezclas explosivas
- ◆ Detectores de Fuego
- ◆ Alarmas Audibles
- ◆ Alarmas Visibles
- ◆ Estaciones manuales de alarma
- ◆ Generador de Tonos

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Controlador Electrónico Programable

El Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego de la instalación, debe ser estructurado basándose en un Controlador Electrónico Programable (CEP), para efectuar el monitoreo de las condiciones de riesgo en forma automática por medio de detectores y estaciones manuales de alarma, para activación de forma automática o manual de las alarmas audibles y visibles en campo, así como de los sistemas de aspersión.

El sistema debe ser monitoreado, supervisado y controlado desde la consola de operación ubicada en el Cuarto de Control.

Dispositivos del Sistema de Detección y Alarma de Gas y Fuego

Se deberán considerar detectores de fuego tipo UV/IR e IR3, detectores de mezclas explosivas y mezclas tóxicas.

Detección

Para la instalación de estos detectores se debe considerar: la densidad relativa de vapor, la dirección de los vientos dominantes, la concentración de gas en corrientes de proceso, las condiciones atmosféricas, ventilación y ubicación de equipo. Deben ubicarse cerca de los posibles lugares de liberación, tales como bridas, purgas, conexiones, válvulas, sellos de bombas entre otros.

Los instrumentos y equipos de detección y alarma, deben ser cableados punto a punto al CEP del Sistema de Gas y Fuego.

Los detectores se deben emplear para monitorear y detectar la presencia y la acumulación de gases tóxicos y/o combustibles en las instalaciones y enviar las señales correspondientes para activar los sistemas de alarmas visibles y audibles.

Todos los dispositivos del Sistema de Detección de Gas y Fuego deben estar señalizados, se deben identificar e indicar las instrucciones de accionamiento en idioma español y de forma permanente.

Los dispositivos de detección deben soportarse de manera independiente de otros circuitos eléctricos.

Detectores de fuego (UV/IR).

Estos detectores serán instalados en las áreas de llenaderas y descarga de carotankes.

El dispositivo debe ser a prueba de explosión y cumplir con la clasificación de área para Clase 1, División 1, grupos B, C y D.

Los detectores de Fuego deben ser dispositivos de una sola pieza; utilizarán el principio de detección combinada de radiaciones ultravioleta (UV) e infrarroja (IR) generadas y originadas por una llama proveniente de un fuego.

Los detectores deben ser ubicados de acuerdo al análisis de riesgo para el área específica a proteger y monitorear de manera que ninguno de los puntos del área de riesgo que se requiera detección esté fuera del campo de visión.

Para definir la ubicación de los detectores de flama se deben considerar el traslape de los campos de visión en el área a proteger, así como la relación entre la sensibilidad y la separación del detector de la flama.

Detectores de fuego IR Triple (IR3).

Estos detectores deben ser instalados en el área de los tanques de almacenamiento.

El dispositivo debe ser a prueba de explosión y cumplir con la clasificación de área para Clase 1, División 1, grupos B, C y D.

El detector de Fuego debe ser un dispositivo de una sola pieza.

Debe detectar flama a largas distancias con tres bandas seleccionadas en el rango del IR entre 4,0 micrones y 5,0 micrones.

Los detectores deben ser ubicados de acuerdo al análisis para el área específica a proteger y monitorear de manera que ninguno de los puntos del área de riesgo que requiera detección esté fuera del campo de visión.

Para definir la ubicación de los detectores de flama se debe considerar el traslape de los campos de visión en el área a proteger, así como la relación entre la sensibilidad y la separación del detector de la flama.

Detectores de mezclas explosivas (Hidrocarburos).

Serán instalados en las áreas de proceso: tanques de almacenamiento, llenaderas y descarga de carrotanques.

Los detectores de mezclas explosivas deben ser a prueba de explosión y cumplir con la clasificación de áreas para Clase 1, División 1, grupos B, C, D.

Los detectores de mezclas explosivas deben estar compuestos por dos dispositivos principales: sensor y transmisor.

El elemento sensible del detector de mezclas explosivas debe ser del tipo infrarrojo. Debe tener un rango de medición de 0 a 100 por ciento del límite inferior de explosividad LEL.

Deben contar con al menos 2 puntos de ajuste.

Alarma y señalización.

Las alarmas audibles y visibles deben ser independientes entre sí, se instalarán en forma de semáforo, ya sea horizontal o vertical dependiendo del área en la que sean localizadas.

La configuración de su activación debe ser automática a partir de la señal de alarma de alguno de los dispositivos de campo (detectores y estaciones manuales de alarma).

Alarmas audibles para exteriores.

Las alarmas audibles deben ser instaladas en las áreas de proceso de: descarga de carotanes, tanques de almacenamiento y llenaderas.

A través de un generador de tonos, las alarmas audibles deben ser capaces de reproducir un sonido diferente para cada tipo de riesgo diferente y de esta manera dar a viso al personal que se encuentra en el área de la existencia de la condición de emergencia.

La configuración de su activación será automática a partir de la señal de alarma de alguno de los detectores de fuego y mezclas explosivas ubicados en campo, la activación puede ser por zona o en la totalidad de la instalación; la activación de las alarmas audibles también se puede hacer por medio de estaciones manuales localizadas en diversos puntos del área instalada.

La alarma audible debe tener la capacidad de ser silenciada por el personal autorizado una vez que haya confirmado el alcance de la emergencia, mientras que la alarma luminosa permanecerá activada durante todo el evento, hasta que se restablezca a las condiciones normales.

Las alarmas audibles se deben instalar de tal manera que sean escuchadas en cualquier punto de la instalación, su ubicación debe ser estratégica como por ejemplo los accesos principales a la instalación, zonas concurridas, como son pasillos.

Estaciones manuales de alarma.

Las estaciones manuales de alarma deben ser ubicadas en lugares estratégicos, considerando que sean de fácil acceso, libres de obstrucciones y rotulados para ser fácilmente identificables por el personal.

Las estaciones manuales de alarma deben ser de doble acción del tipo “Empujar y Jalar o Levantar y Presionar” (se deben poder operar con una sola mano) y no deben contar con un elemento que pudiera requerir utilizar otra mano.

Se deben localizar a lo largo de las rutas de escape, a lo largo de los racks, parte alta y baja de una escalera, áreas de cobertizos y en cada nivel de las estructuras.

La clasificación eléctrica de la estación manual de alarma para exteriores debe ser: Clase 1 Div. 1, grupos B, C y D.

La distancia recorrida entre la ubicación de una y otra estación manual de alarma, no debe ser mayor a 60 mts.

Generador de Tonos.

Las alarmas audibles deben ser instaladas en las áreas de proceso de: descarga de carrotaques, tanques de almacenamiento y llenaderas.

Se deben localizar a lo largo de las rutas de escape, a lo largo de los racks, parte alta y baja de una escalera, áreas de cobertizos y en cada nivel de las estructuras.

La clasificación eléctrica de la estación manual de alarma para exteriores debe ser: Clase 1 Div. 1, grupos B, C y D.

La distancia recorrida entre la ubicación de una y otra estación manual de alarma, no debe ser mayor a 60 mts.

La activación de los dispositivos de notificación de alarmas o comunicaciones de voz de emergencia debe ocurrir como máximo dentro de los 30 segundos posteriores a la activación de un dispositivo iniciador.

El generador de tonos debe instalarse en áreas no clasificadas.

El generador de tonos deberá tener grabados todos los mensajes que serán escuchados en cada área o planta, así como contar con un tono específico para cada uno de los diferentes eventos.

Sistema de Detección y Alarma (Área de Edificios).

El Cuarto de Control y Laboratorio deberán contar con un sistema de Detección y Alarma, el diseño de cada uno de estos debe cumplir con los requerimientos de la NFPA 72 y NOM-002-STPS-2010.

El Sistema de Detección y Alarma de cada edificio debe contar con los siguientes elementos:

- ◆ Tablero de Seguridad
- ◆ Detectores de Humo (ubicados en área plena, falso plafón y piso falso)
- ◆ Detectores de Hidrogeno
- ◆ Detectores de Mezclas Explosivas
- ◆ Alarmas Audibles (para interiores y exteriores)
- ◆ Alarmas Visibles (para interiores y exteriores)
- ◆ Estaciones manuales de alarma (para interiores y exteriores)
- ◆ Generador de Tonos.

Las señales de los detectores, alarmas audibles, alarmas visibles, estaciones manuales de alarma y generador de tonos deben ser conectadas al tablero de seguridad del Sistemas de Detección y Alarma.

El tablero de Seguridad debe comunicarse vía RS-485 MOD-BUS con el CEP del Sistema de Gas y Fuego

Equipo de Extinción de Fuego (Extintores)

La instalación de Almacenamiento, Entrega y Recepción de Petrolíferos debe contar con extintores portátiles y móviles.

Los equipos de extinción portátil y móviles (en carretilla) deben cumplir con las normas NFPA 10 EDICIÓN 2013, NOM-102-STPS-1994 y la NOM-002-STPS-2010

Todos los extintores a instalarse en áreas interiores y exteriores deben contar con capuchón.

La determinación de la cantidad y ubicación del equipo de extinción portátil y en carretilla, debe obtenerse de las Unidades de riesgo calculadas y considerando las distancias de desplazamientos indicadas en la NFPA 10 y NOM-002-STPS-2010.

La ubicación de los extintores móviles (en carretilla) debe considerar las áreas que requieran una mayor protección.

La protección contra incendio por medio de extintores debe ser independiente del diseño que se efectúe del sistema de protección contra incendio a base de agua y espuma.

Los extintores portátiles contra incendio que se instalen en lugares en los que puedan ser dañados físicamente (por impacto, vibración, condiciones ambientales, etc.) deben ser protegidos adecuadamente.

Regaderas y Lavaojos.

El diseño y construcción de la estación debe cumplir los requerimientos del ANSI Z 358.1-2009.

La cantidad requerida de regaderas y lavaojos y su ubicación final, debe realizarse de acuerdo al análisis de riesgos, considerando aquellos sitios o áreas susceptibles a generar salpicaduras o derrames de materiales peligrosos hacia el personal.

Las regaderas y lavaojos deben ser integradas como un solo equipo fabricado en material de acero inoxidable.

Las regaderas y lavaojos, deben instalarse en áreas seguras para el operador y a la vez cercanas al lugar de emergencia (a 10 segundos caminando desde el lugar de riesgo) en el mismo nivel de piso que el riesgo y libre de obstrucciones (lo más recto posible).

La alimentación a las regaderas y lavaojos, debe ser agua de servicios.

Para el accionamiento de la operación de la estación de regadera y lavaojos, debe activarse la válvula de suministro de agua a través de barra y corte de suministro de agua al liberarse la acción del pedal.

Las tuberías de alimentación a las regaderas y lavaojos, y sus accesorios deben estar identificadas de en cumplimiento a lo indicado en la NOM-026-STPS-2008.

Las regaderas y lavaojos deben estar identificadas con su respectivo letrero de acuerdo a la NOM-026-STPS-2008.

Se deben proyectar en áreas despejadas de fácil acceso, donde se manejen sustancias químicas peligrosas y el personal esté expuesto a salpicaduras y/o derrames, como en la limpieza de filtros.

Las regaderas y lavaojos deben contar con un filtro en la tubería de alimentación del flujo de agua.

Señales, Señalización de Seguridad e Higiene y Rotulaciones.

La instalación de Almacenamiento, Entrega y Recepción de Petrolíferos; así como todos los accesos, patios de circulación y estacionamientos para Auto-tanques, deben contar con la señalización correspondiente.

Por la naturaleza de las sustancias que se manejan en el proceso, es necesario identificar las instalaciones en función de los tipos de peligros y grado de riesgo asociados a ésta, las formas geométricas, colores de seguridad, colores contrastantes, símbolos, textos, dimensiones, iluminación, materiales, ubicación e instalación de las señales, señalamientos de seguridad e higiene y rotulaciones debe cumplir e incluir los requerimientos de las normas NOM-003-SEGOB-2011, NOM-002-STPS-2010, NOM-018-STPS-2000 y NOM-026-STPS-2008.

Conos Indicadores de Viento.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Los Conos de Viento, mangas de viento o windsocks son elementos que permiten indicar la fuerza y dirección del viento en las industrias. Su información es de vital importancia en el funcionamiento cotidiano y en emergencias industriales originadas por incendios, liberación de gases o vientos atípicos, entre otras situaciones.

Se debe considerar la instalación de los conos de viento de acuerdo a la distribución de los equipos e instalaciones y la dirección de los vientos.

Equipo Especial

Se deberá considerar el equipo de Protección Personal para el personal especializado en el combate de incendios de la instalación, así como los equipos, herramientas y accesorios requeridos para la atención de una emergencia.

Se habrán de considerarse los requerimientos que al respecto establezca la normatividad específica aplicable y las recomendaciones de los fabricantes y la asesoría de especialistas en la materia.

La ropa y equipo mínimo a considerar se indica a continuación.

- ◆ Chaquetón y pantalón
- ◆ Casco:
- ◆ Botas de hule
- ◆ Guantes, monja y tirantes del pantalón
- ◆ Trajes de acercamiento al fuego y aluminizados
- ◆ Equipo autónomo de respiración
- ◆ Mangueras (conexión de 2 1/2 " y 30 m. de longitud)
- ◆ Mangueras (conexión de 1 1/2 " y 15 m. de longitud)
- ◆ Boquilla para manguera de 2 1/2 "
- ◆ Boquilla para manguera de 1 1/2 "
- ◆ Equipos de respiración autónoma.
- ◆ Gabinetes para equipo de respiración autónoma
- ◆ Gabinetes para trajes

Capítulo IV

RESUMEN

Abril 2018

ÍNDICE

CAPITULO IV		1
RESUMEN		1
IV.1	Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental.	1
IV.2	Resumen de la situación general que Presenta el proyecto en materia de riesgo Ambiental.	2

CAPITULO IV RESUMEN

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental.

De acuerdo con el análisis de riesgo desarrollado se concluye lo siguiente:

1. La selección del sitio para la planta de almacenamiento se priorizo que se ubicara fuera de núcleos poblacionales, minimizando la interacción con el ser humano, de esta manera las potenciales afectaciones a la salud humana que se podrían generar por la ocurrencia de la ocurrencia de evento no deseado, es mínima o prácticamente nula.
2. Con respecto al componente biótico, en los escenarios de riesgo más probables, pero menos catastróficos no se esperan afectaciones por la radiación térmica.
3. En el caso de los escenarios de más catastrófico, pero menos probables, de manera general en el caso de los efectos por la radiación térmica se estiman consecuencias menores, como es la perdida de follaje, aunque existe riesgo de incendio en caso de que se genera una exposición muy prolongada, lo cual es de una muy baja frecuencia de ocurrencia.

Las potenciales afectaciones por la radiación térmica son reparables, relacionadas con la perdida de follaje.

Si bien existe el riesgo de incendio en la remota ocurrencia, de este la adecuada preparación del personal para controlar el evento, minimizara los efectos negativos y los efectos negativos que se presente sobre el matorral desértico podrán ser mitigados o reparados mediante la aplicación de una medida similar a la que se ejecutó para mitigar y compensar el retiro de vegetación.

De acuerdo a la metodología aplicada los escenarios de riesgos están asociados a la liberación petrolíferos y su potencial riesgo inmediata o posterior inflamación o generación de atmosferas inflamables.

4. Derivado del análisis de riesgo se identificó que la planta no representa riesgos bajo la operación normal para los componentes del SA.
5. No se identifican riesgos a los componentes bióticos del SA delimitado, no se pondrán en riesgos especies en algún estatus de protección especial o en peligro de extinción. El nivel de riesgo que tendrá la planta **será Aceptable con Controles, con consecuencias Menores.**

IV.2 Resumen de la situación general que Presenta el proyecto en materia de riesgo Ambiental.

El Análisis de Riesgo de la Planta de Almacenamiento de Petrolíferos se realizó con la aplicación de metodologías y técnicas que permitieron identificar los escenarios e instalaciones que presentan el mayor riesgo en la operación de la planta, tales como Análisis Preliminar de Riesgos, por equipos, sustancias y procesos., HazOp. Para identificar los nodos y los potenciales eventos.

A través de la metodología HazOp se determinaron 12 nodos de análisis.

De acuerdo a las operaciones que se realizan el grupo **identifico 66 desviaciones** de operación las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1 Desviaciones a analizar en el análisis HazOp.

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Nodo 1 Descarga, Recolección y envío de Gasolina Regular a tanque primario TC – 101			
1.1	Flujo	Menos	Menor Flujo al Tanque subterráneo.
1.2	Flujo	No	No hay Flujo hacia el cabezal de recolección
1.3	Nivel	Bajo	Se presenta bajo nivel por debajo del límite operativo en el tanque primario TC - 101
1.4	Nivel	Alto	Sobrellenado del tanque
1.5	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presenta perdidas de contención en el tanque primario TC-101
1.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Fugas
Nodo 2 Trasiego de Gasolina Regular del Tanque Primario TC – 101 al Tanque Vertical TV – 100			
2.1	Flujo	Mas	Hay Mayor flujo de gasolina al Tanque Vertical
2.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo al tanque vertical.
2.3	Flujo	NO	No se presenta flujo al Tanque Vertical
2.4	Presión	Mayor	Se presenta una mayor presión en la línea de descarga a tanque vertical
2.5	Presión	Menor	Se presenta Menor presión en la línea de descarga al tanque vertical
2.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presentan fugas en las conexiones.
Nodo 3 Almacenamiento de Gasolina Regular en Tanque Vertical TV-100			
3.1	Nivel	Mas	Se presenta un nivel por arriba del límite operativo
3.2	Nivel	menos	Se presenta un nivel por debajo del límite operativo
3.3	Concentración	Mas	Se presentan Altas concentraciones de vapores del producto
3.4	De otra Manera	Agentes externos	Se presenta incendio en el tanque vertical TV-100

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Nodo 4 Bombeo de gasolina regular a las garzas de llenado.			
4.1	Flujo	Mas	Se presenta un mayor flujo de producto durante el llenado del autotanke
4.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo a las garzas de Llenado
4.3	Flujo	No	No se presenta Flujo a las Garzas de Llenado
4.4	Presión	Mas	Se presenta una alta presión en la descarga Bomba
4.5	Presión	Menos	Se presenta una menor presión en la descarga Bomba
4.6	Nivel	Mayor	Se presenta un Sobrellenado o alto nivel en el autotanke (Pipa)
No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Nodo 5 Descarga, Recolección y envío de Gasolina Premium tanque primario TC – 102			
5.1	Flujo	Menos	Menor Flujo al Tanque subterráneo.
5.2	Flujo	No	No hay Flujo hacia el cabezal de recolección
5.3	Nivel	Bajo	Se presenta bajo nivel por debajo del límite operativo en el tanque primario TC – 102.
5.4	Nivel	Alto	Sobrellenado del tanque
5.5	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presenta perdidas de contención en el tanque primario TC-102
5.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Fugas
Nodo 6 Trasiego de Gasolina Premium del Tanque Primario TC - 102 al Tanque Vertical TV - 200			
6.1	Flujo	Mas	Hay Mayor flujo de gasolina al Tanque Vertical
6.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo al tanque vertical.
6.3	Flujo	NO	No se presenta flujo al Tanque Vertical
6.4	Presión	Mayor	Se presenta una mayor presión en la línea de descarga a tanque vertical
6.5	Presión	Menor	Se presenta Menor presión en la línea de descarga al tanque vertical
6.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presentan fugas en las conexiones.
Nodo 7 Almacenamiento de Gasolina Premium en Tanque Vertical TV-200			
7.1	Nivel	Mas	Se presenta un nivel por arriba del límite operativo
7.2	Nivel	menos	Se presenta un nivel por debajo del límite operativo
7.3	Concentración	Mas	Se presentan Altas concentraciones de vapores del producto
7.4	De otra Manera	Agentes externos	Se presenta incendio en el tanque vertical TV-100
Nodo 8 Bombeo de gasolina premium a las garzas de llenado.			
8.1	Flujo	Mas	Se presenta un mayor flujo de producto durante el llenado del autotanke
8.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo a las garzas de Llenado
8.3	Flujo	No	No se presenta Flujo a las Garzas de Llenado

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

8.4	Presión	Mas	Se presenta una alta presión en la descarga Bomba
8.5	Presión	Menos	Se presenta una menor presión en la descarga Bomba
8.6	Nivel	Mayor	Se presenta un Sobrellenado o alto nivel en el autotanke (Pipa)

No.	Variable	Palabra Guía	Desviación
Nodo 9 Descarga, Recolección y envío de Diesel a Tanque primario TC – 103			
9.1	Flujo	Menos	Menor Flujo al Tanque subterráneo.
9.2	Flujo	No	No hay Flujo hacia el cabezal de recolección
9.3	Nivel	Bajo	Se presenta bajo nivel por debajo del límite operativo en el tanque primario TC – 103.
9.4	Nivel	Alto	Sobrellenado del tanque
9.5	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presenta perdidas de contención en el tanque primario TC-103
9.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Fugas
Nodo 10 Trasiego de Gasolina Premium del Tanque Primario TC - 103 al Tanque Vertical TV - 300			
10.1	Flujo	Mas	Hay Mayor flujo de gasolina al Tanque Vertical
10.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo al tanque vertical.
10.3	Flujo	NO	No se presenta flujo al Tanque Vertical
10.4	Presión	Mayor	Se presenta una mayor presión en la línea de descarga a tanque vertical
10.5	Presión	Menor	Se presenta Menor presión en la línea de descarga al tanque vertical
10.6	Perdidas de Contención	De otra Manera	Se presentan fugas en las conexiones.
Nodo 11 Almacenamiento de Diesel en Tanque Vertical TV-300			
11.1	Nivel	Mas	Se presenta un nivel por arriba del límite operativo
11.2	Nivel	menos	Se presenta un nivel por debajo del límite operativo
11.3	Concentración	Mas	Se presentan Altas concentraciones de vapores del producto
11.4	De otra Manera	Agentes externos	Se presenta incendio en el tanque vertical TV-100
Nodo 12 Bombeo de Diesel a las garzas de llenado.			
12.1	Flujo	Mas	Se presenta un mayor flujo de producto durante el llenado del autotanke
12.2	Flujo	Menos	Se presenta menor flujo a las garzas de Llenado
12.3	Flujo	No	No se presenta Flujo a las Garzas de Llenado
12.4	Presión	Mas	Se presenta una alta presión en la descarga Bomba
12.5	Presión	Menos	Se presenta una menor presión en la descarga Bomba
12.6	Nivel	Mayor	Se presenta un Sobrellenado o alto nivel en el autotanke (Pipa)

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Jerarquización de Riesgos

Para la elaboración de la Matriz de Jerarquización de Riesgos, se evaluaron y analizaron las desviaciones obtenidas en la técnica de identificación de Riesgos **HazOp**, donde se le asigna una frecuencia de ocurrencia y una severidad o consecuencia tomando en cuenta las medidas de seguridad con que cuenta la instalación. El índice ponderado de riesgo se utiliza para jerarquizar y determinar los escenarios que se consideren importantes para la simulación de consecuencias, en el **Anexo 5** del presente estudio se encuentran los resultados de la metodología Jerarquización de Riesgos.

Tipos de Riesgos.

Tipo A – Riesgo intolerable: El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Tipo C o de preferencia a Tipo D, en un lapso de tiempo menor a 90 días

Tipo B – Riesgo indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C – Riesgo aceptable con controles: El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

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

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

Índice de Riesgo.

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

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

La ponderación de la matriz de riesgo se realizó conforme a los siguientes criterios.

Consecuencias

Población:

Personal que labora en planta: En caso de ocurrencia de un evento catastrófico como la ruptura de la tubería o el BLEVE se vería afectado. Para estos casos se estimara una afectación moderada.

Comunidades o localidades: No se tienen núcleos poblacionales cercanos, la presencia de infraestructura urbana en un radio de 1000 m es escasa, por lo que no se identifican afectaciones a la salud humana.

Al ambiente.

Con base en las características Ambientales las afectaciones sobre los ecosistemas serán menores.

Al negocio.

La estimación de las potenciales afectaciones se realizó considerando las actividades económicas que se desarrollan en las inmediaciones del predio de esta manera se consideró que no habrá afectaciones al negocio bajo la ocurrencia de cualquiera de los escenarios de Riesgo identificados.

A la imagen.

Para este componente se consideró que únicamente bajo la ocurrencia del BLEVE se tendría una afectación moderada, esto debido a que si bien en evento catastrófico, las condiciones ambientales y su corto periodo de duración, afectara principalmente a la planta, sin consecuencias sobre graves sobre casas habitación o personas, lo que mitigara la percepción negativa sobre la empresa.

Resultados de la aplicación de las metodologías.

Derivado de la aplicación de las técnicas aplicadas se concluye que los riesgos presentes en la instalación se asocian con la liberación de Gasolinas y Diesel., de acuerdo a la experiencia de los participantes, las instalaciones en las que han colaborados han sido muy seguras, a la fecha señalan que los reportes sobre desviaciones operativas que hayan derivado en rupturas de líneas o mangueras son pocos, pero si se tiene conocimiento de incendios en tanques de almacenamiento.

Los escenarios de riesgo relacionadas con la eventual liberación de Gasolinas y Diesel, son fugas en:

Tuberías como conexiones roscadas.

Falla en mangueras.

Falla en conexiones de accesorios e instrumentos.

La potencial ocurrencia de eventos catastróficos que se deriven de eventos en los cuales todo falla o se presentan agentes externos como un sabotaje, o golpes accidentales por los vehículos de entrega o reparto, que darán pie a la ruptura total de la tubería o

La falla en los servicios como las bombas del sistema contraincendio.

Es importante aclarar que la posibilidad de la presencia de atmósferas tóxicas se descarta, lo anterior se sustenta en lo siguiente:

- ⊙ Las gasolinas y Diesel no son tóxicos, no obstante, puede causar asfixia.
- ⊙ La asfixia es poco probable que ocurra ya que la infraestructura que integra la planta es totalmente expuesta por lo que la probabilidad de acumulación de gases por fugas es baja, siendo potencialmente de presentarse ante liberaciones masivas.

El análisis anterior nos permite concluir que los escenarios de riesgo que pueden presentarse en la planta de almacenamiento esta referidos a la potencial ocurrencia de liberación de gasolinas y Diesel que pueden derivar en los siguientes tipos de escenarios:

- 1. Liberación continua de Gasolinas y Diesel, formando charcos o piscina con posibilidad de encontrar una fuente de ignición, dando paso al incendio o la formación de nubes con la capacidad de generar explosiones o flash fire.**

2. Liberación masiva de Gasolinas y/o Diesel debido a la acción de un agente externo que derive en la ruptura total de la tubería o la generación de un incendio en los tanques.

En el Anexo 3 se localiza las hojas de trabajo del HaZop desarrolladas para el presente estudio.

En resumen, de la aplicación de la metodología **HazOp** se identificaron **66 desviaciones operativas**.

De estas 21 fueron jerarquizadas como Tipo “D” “Riesgo Razonablemente Aceptable; 18 escenarios con un Índice de Riesgo del Tipo “C” “Riesgo aceptable con controles” y 17 como Riesgo indeseable, y 7 como Riesgo Inaceptable.

FRECUENCIA	ALTA (F4)	B	B	A	A
	MEDIA (F3)	C 4.2; 4.3; 4.4 8.2; 8.3; 8.4 12.2; 12.3; 12.4	B	B	A
	BAJA (F2)	D 1.1; 1.3; 2.2; 2.3; 2.4 3.2; 3.3; 5.1; 5.3 6.2; 6.3; 6.4 7.2; 7.3 9.1; 9.3 10.2; 10.3; 10.4 11.2; 11.3;	C 1.5; 1.6 2.6 5.5; 5.6 6.6 9.5;9.6 10.6	B 1.2 2.1; 2.5; 4.1; 4.5; 4.6 5.2 6.1; 6.5 8.5,8.6 9.2 10.1; 10.5 12.1; 12.5; 12.6	A 3.1; 3.4 7.1; 7.4 8.1 11.1; 11.4
	REMOTA(F1)	D	D	C	B
		Menor C1	Moderada C2	Grave C3	Catastrófica C4
		CONSECUENCIA			

Los escenarios de riesgo tipo B y A, son resultado de considerar las potenciales consecuencias sobre el personal y que, bajo esta premisa, se concluyó que son situaciones de riesgo que siempre están presentes, a pesar de que se tengan las suficientes protecciones, ya que el riesgo de que se tenga una falla que derive en escenarios de riesgos de este tipo siempre está presente.

El grupo considero que bajo la anterior argumentación la planta cuenta con las protecciones adecuadas y suficientes para reducir la probabilidad ocurrencia de los eventos señalados como indeseables o inaceptables.

Derivado de lo anterior se para la instalación se identificó o siguiente;

Áreas susceptibles por riesgos de incendios:

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

Instalación	Área específica y/o Equipo
Área de Recepción de carrostanques.	Conexión a Carrostanques mangueras de 4" de diámetro y cabezal de 12" de diámetro.
Área de tanques primarios	Líneas de Descarga de bombas de 8" de diámetro y cabezal a tanque vertical de 10" de diámetro.
Área de Almacenamiento.	Tanques de Almacenamiento.
Área de Bombas de Trasiego a garzas de llenado.	Descarga de bombas 8" de diámetro y cabezal del mismo diámetro. Garza de Llenado de 4" de diámetro.

Tipo de riesgo determinado.

Se determinó que el riesgo corresponde a una Frecuencia (2) Baja con Consecuencias de Menores a moderadas para la población y graves para el personal de la planta.

No obstante que de acuerdo a la experiencia del grupo se considera la probabilidad de ocurrencia de eventos denominados catastróficos es baja, estos eventos se consideraron con el fin de evaluar las potenciales afectaciones en caso de que se presente algunos de ellos.

Relación de escenarios a simular.

Tabla 2 Relación de escenarios a simular:

Referencia en HazOp.	Escenario de riesgo	TIPO	
1.6, 5.6, 9.6	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 4" y 12" de diámetro nominal	C	Más Probable menos catastrófico
2.6, 6.6, 10.6	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	C	Más Probable menos catastrófico
4.7, 8.7, 12.7	Fuga a través de un orificio equivalente al 20% de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	C	Más Probable menos catastrófico
1.2, 5.2, 9.2	Ruptura de Manguera, Desconexión accidental con el carrotanque, diámetro 4"	B	Menos Probable más catastrófico
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	Ruptura de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	B	Menos Probable más catastrófico
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	Ruptura de las tuberías de 8" y 10" de diámetro nominal	B	Menos Probable más catastrófico
4.6, 8.6, 12.6	Derrame por Falle en la Garza de Llenado.	B	Menos Probable más catastrófico
3.1, 7.1, 11.1	Derrame de todo el contenido del tanque vertical.	A	Menos Probable más catastrófico
3.4, 7.4, 11.4,	Incendio del tanque	A	Menos Probable más catastrófico

Diagramas de Pétalos.

Para la elaboración de los diagramas de pétalos se ubica en plano el radio resultante de la simulación del caso más catastrófico y menos catastrófico de la línea de mayor diámetro que es se localiza en las distintas áreas, esto es:

Área de trasiego de Tanques Subterráneos (TC – 101/102/103) a Tanques Verticales (TV-100/200/300) se considera el cabezal de 10 pulgadas y la línea de descarga de 8" Ø.

Construcción de Escenarios. Mas Probables.

Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de petrolíferos en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 4" de Ø, es decir de 0.8" de Ø (0.02032 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **0.23 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura **10 (Diez) minutos**, descargándose **140.00 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø -

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 12" de Ø, es decir de 2.4" de Ø (0.06096 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **2.10 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura **10 (Diez) minutos**, descargándose **1260.00 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas

Escenarios Más Catastróficos Menos Probables

Esc. 3 Más Catastróficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques.

Referencia en HazOp: Desviación 1.2, 5.2, 9.2

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la manguera de 4" de Ø que interconecta el carrotanque con el cabezal de Recolección; o la falla total de la válvula de interconexión de 4" de Ø del carrotanque, provocando el derrame de Gasolinas o Diésel.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de 4" de Ø (0.1016 m), a una presión de 1 **kg/cm²** y tasa de descarga de **5.84 kg/s**, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo, la fuga dura 5 (cinco) minutos, descargándose 1,760.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas.

*"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.*

Esc. 4 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical TV – 100/200/300-

Referencia en HazOp: Desviación 2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura del cabezal de recolección que conduce el producto a los tanques verticales TV-10/200/300.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de igual al diámetro nominal de La tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de **5 kg/cm²** y tasa de descarga de **34.00 kg/s**, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura **2 (Dos) minutos**, descargándose **4080.67 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 5 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403

Referencia en HazOp: Desviación 4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5

Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la línea de descarga de las Bomba BA -401/402/403– A/B, que envían los productos a las Garzas de Llenado.

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio igual al diámetro nominal de la tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de **6.18 kg/cm²** y tasa de descarga de **24.23 kg/s**, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura **2 (Dos) minutos**, descargándose **2914.80 kg**. Se tiene presencia de riesgo de incendio.

Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.

Esc. 6 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Se presenta la liberación completa de uno de los tanques TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 3.1, 7.1, 11.1.

Se presentan factores externos que derivan en la liberación del todo el contenido del tanque TV-100, 8,000, 000.00

Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua hasta su total vaciado, el producto es contenido en el dique y se formar una alberca, se encuentra una fuente de ignición y se genera un incendio.

Esc. 7 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Se presenta un incendio en cualquiera de los tanques verticales TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 3.4, 7.4, 11.4.

Se presentan factores externos que derivan en el incendio de un tanque, el cual dura hasta que el producto se termine.

Tabla 3 Catalogo de Escenarios Simulados.

Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Descripción	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)							
				CASO MAS PROBABLE							
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión		Efecto por Flash Fire	
				Tiempo de fuga	Masa Liberada	Z.A.R. 5 Kw/m²	Z.A 1.4 Kw/m²	Z.A.R. 1 psi	Z.A 0.5 psi	Z. R	Z.A.
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m	60 % LEL	10 % LEL
1.6, 5.6, 9.6.	1	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 4" de Ø, es decir de 0.8" de Ø (0.02032 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 0.23 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura 10 (Diez) minutos, descargándose 140.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas inflamables, Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	600	140.00	< 10.00	14.00	No se presenta	< 10.00	No se presenta	34.00
1.6, 5.6, 9.6	2	Se presenta corrosión, falla de materiales, mal apriete, incorrecta conexión que permite la liberación continua de Gasolina a través de un orificio equivalente al 20% del Ø de la tubería de 12" de Ø, es decir de 2.4" de Ø (0.06096 m), a una presión de 1 kg/cm² y tasa de descarga de 2.10 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo la fuga dura 10 (Diez) minutos, descargándose 1260.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión.	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	600	1260.00	22.00	40.00	No se presenta	20.00	31.00	103.00
1.6, 5.6, 9.6	3	Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la manguera de 4" de Ø que interconecta el carrotanque con el cabezal de Recolección; o la falla total de la válvula de interconexión de 4" de Ø del carrotanque, provocando el derrame de Gasolinas o Diésel. Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de 4" de Ø (0.1016 m), a una presión de 1 kg/cm2 y tasa de descarga de 5.84 kg/s, se accionan los dispositivos de alarma, y se atiende el evento, cerrando las válvulas, sin embargo, la fuga dura 5 (cinco) minutos, descargándose 1,760.00 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Flash Fire y Nubes Explosivas	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	300.00	1,760.00	32.00	62.00	No se presenta	41.00	54.00	181.00
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	5	Se presentan factores externos que derivan en la ruptura del cabezal de recolección que conduce el producto a los tanques verticales TV-10/200/300. Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio de un orificio de igual al diámetro nominal de La tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de 5 kg/cm² y tasa de descarga de 34.00 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura 2 (Dos) minutos, descargándose 4080.67 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	120.00	4080.67	64.00	122.00	19.00	57.00	No se presenta	<10.00
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	6	Se presentan factores externos que derivan en la ruptura de la línea de descarga de las Bomba BA -401/402/403– A/B, que envían los productos a las Garzas de Llenado. Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua a través de un orificio igual al diámetro nominal de la tubería de descarga es decir 10" (0.254 m), a una presión de 6.18 kg/cm2 y tasa de descarga de 24.23 kg/s, se accionan los dispositivos de seguridad, cortando el flujo, sin embargo, la fuga dura 2 (Dos) minutos, descargándose 2914.80 kg. Se tiene presencia de riesgo de incendio. Se evalúan efectos por Radiación Térmica, Atmosferas Inflamables, y Ondas de Sobrepresión	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	120	2914.00	64.00	122.00	No se presenta	< 10.00 m	19.00	56.00

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Ref. en Hazop	No De escenario simulado.	Descripción	Escenarios de Riesgo	Radios de Afectación (m)							
				CASO MAS PROBABLE							
				Inventario de fuga		Efecto por Radiación Térmica		Efecto por Sobrepresión		Efecto por Flash Fire	
				Tiempo de fuga	Masa Liberada	Z.A.R. 5 Kw/m²	Z.A 1.4 Kw/m²	Z.A.R. 1 psi	Z.A 0.5 psi	Z. R	Z.A.
				Seg.	Kg.	Radio en m	Radio en m	Radio en m	Radio en m	60 % LEL	10 % LEL
3.1, 7.1, 11.1.	7	Se presentan factores externos que derivan en la liberación del todo el contenido del tanque TV-100, 8,000, 000.00 Se presenta un derrame masivo de producto que permite su liberación continua hasta su total vaciado, el producto es contenido en el dique y se formar una alberca, se encuentra una fuente de ignición y se genera un incendio.	Incendio/ Explosión/ Flash Fire	120	6160000	309.00	564.00	No se presenta	77.00	109.00	328.00
3.1, 7.1, 11.1.	8	Se presentan factores externos que derivan en el incendio de un tanque, el cual dura hasta que el producto se termine. Se evalúan efectos por Radiación Térmica.	Incendio	ND	6160000	109.00	203.00				

Análisis de Consecuencias e Interacciones.

Para desarrollar el análisis de consecuencias e interacciones tanto con componentes ambientales como con la infraestructura urbana que se encuentra dentro del SA delimitado para el proyecto, considerando los puntos de interés identificados en el Capítulo I.

Puntos importantes de interés, cercanos a la instalación.

La identificación de los puntos de interés que puedan presentar alguna vulnerabilidad se realizó bajo la siguiente metodología.

Identificación cualitativa del evento más catastrófico, en este caso, derivado de radios de afectación obtenidos se determinó que ninguno de los puntos de interés que se encuentran fuera del predio se verían afectados por los eventos de riesgo.

De acuerdo a lo anterior no se tiene puntos de interés que puedan ser afectados por los radios de afectación que se generen por la ocurrencia de un evento no deseado.

IV.2.2 Análisis de interacciones.

El análisis de interacciones se realizará usando una matriz para cada tipo de escenarios, identificando para cada radio de afectación la infraestructura o zona que se vería afectada de la propia planta y de los puntos o sitios de interés.

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.

No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión			
	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.
Esc. 1	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 2	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 3	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Matriz de interacciones Escenarios Más Probables Menos Catastróficos.

No. de Esc.	Radiación Térmica		Ondas de Sobrepresión			
	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.	Radio de Alto Riesgo	Radio de Amortiguamiento.
Esc. 4	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 5	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.
Esc. 6	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta.	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación se circunscriben al polígono delimitado para la planta	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan el polígono del predio sin embargo no alcanzan ningún punto de interés.	Ninguna. Los radios de afectación sobrepasan los límites del predio, sin embargo, no afectan ninguno de los puntos de interés, adicionalmente, las concentraciones para nubes inflamables es muy baja, es factible que se genere el flamazo, pero es de corta duración y sus efectos no ponen en riesgo la integridad humana.

Como se puede observar de acuerdo a los resultados de los modelos matemáticos en ningún caso de los escenarios de riesgo citados en la tabla anterior, tienen interacción con los sitios de interés identificados en el Sistema Ambiental Delimitado para el proyecto. Es decir, la planta guarda una adecuada franja de protección con respecto a las actividades económicas presentes en las inmediaciones, así como con la infraestructura urbana presente. De manera que su operación bajo el estricto procedimiento de seguridad bajo el cual deben operar estas instalaciones, no pone en riesgo las actividades económicas del SA delimitado y no pone en riesgo la seguridad de las personas.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Esc. 1 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de Gasolina o Diesel en línea de 4" de Ø en la Interconexión con el carrotanque.

Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Atmosferas inflamables

Sobrepresión.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 2 Caso Menos Catastrófico, Más Probable.

Fuga de producto en el cabezal de recolección de producto con 12" de Ø.

Referencia en HazOp: 6

Referencia en HazOp: 1.2

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radios da alto riesgo y amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, los efectos por incendio y radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se mantienen dentro de los límites del predio, el radio de amortiguamiento, en caso de que el evento se presente en el sistema de vías lado Sur, alcanzaría las áreas que serian reforestadas sin embargo la intensidad de radiación termicar seria similar a la de un intenso dia soleado por lo que no se preveen efectos negativos sobre el componente biótico.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Flamazo o Llamada (Flash Pocket)-

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, la formación de atmósferas inflamables se alcanza hasta los 31.00 m, de manera que los potenciales efectos por un flamazo, se limitan al predio. En el caso del radio de amortiguamiento si bien sobrepasan los límites del predio, en realidad la probabilidad de que se genere una atmósfera inflamable es un muy baja, por lo que se estima que no se tienen afectaciones al componente biótico fuera del predio.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas inflamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

Esc. 3 Caso Más Catastrófico, Menos Probable. Liberación masiva de producto en el área de Carrotanques Referencia en HazOp: Desviación 1.6, 5.6, 9.6

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radios da alto riesgo y amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, los efectos por incendio y radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se mantienen dentro de los límites del predio, el radio de amortiguamiento, en caso de que el evento se presente en el sistema de vías lado Sur, alcanzaría las áreas que serian reforestadas sin embargo la intensidad de radiación termicar seria similar a la de un intenso dia soleado por lo que no se preveen efectos negativos sobre el componente biótico.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Llamaradas o flamazo. (Flash Pocket).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Reparable.

Radios da alto riesgo y amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, el redio en donde pueden generarse atmosferas con capacidad de infamabilidad se mantienen dentro de los limites del predio, a excepción del lado sur de sistema de vías, en donde sobrepasa ligeramente los limites del predio, por lo existe riesgo de incendio, sin embargo, el nivel de perturbación del componente biótico es muy alto, por lo que los efectos serán menores. El radio de amortiguamiento sobrepasa en el limite Sur y Oeste, los limites del predio, pero la probabilidad de que se genere una atmosfera inflamable es muy baja, por lo que no se esperan afectación por este radio.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobpresión, no alcanzan a sobrepasar los limites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 4 Caso Más Catastrófico, Menos Probable.
Liberación masiva de producto en el cabezal de descarga de bomba de trasiego al tanque vertical
TV – 100/200/300.
Referencia en HazOp: Desviación 1.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Reparable.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Los radios de afectación por radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento sobresalen del predio delimitado para la planta en sus límites Sur y Oeste, pero dentro de este radio no se tienen áreas de relevancia ambiental que puedan ser afectadas. En caso de que el evento ocurriera en el sistema de vías en su tramo sur, el radio de alto riesgo podría generar un incendio en el área que será reforestada, pero los efectos serían menores que debido a la fragmentación del ecosistema no se esperan efectos sobre la vegetación que se encuentra fuera del predio, adicionalmente se contaría con una barda perimetral que protegiera a la vegetación externa de la intensidad de radiación térmica.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Flamazo o Llamada (Flash Pocket)-

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, la formación de atmósferas inflamables se alcanza hasta los 19.00 m, de manera que los potenciales efectos por un flamazo, se mantienen dentro del predio, no se identifica riesgo de incendio en la vegetación tanto adentro del predio como fuera del mismo. En el caso del radio de amortiguamiento si bien sobrepasan los límites del predio, en realidad la probabilidad de que se genere una atmósfera inflamable es un muy baja, por lo que se estima que no se tienen afectaciones al componente biótico fuera del predio.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 5 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Liberación masiva de producto en la línea de descarga de bomba de trasiego a las Garzas de Llenado BA – 401/402/403..

Referencia en HazOp: Desviación 1.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Atmosferas inflamables

Sobrepresión.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas inflamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AI y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 6 Caso Más Catastróficos Menos Probables.

Se presenta la liberación completa de producto en tanques TV-100 o TV-300.

Referencia en HazOp: Desviación 1.6.

Los efectos negativos que se podrían presentar con respecto de:

Incendio y Radiación Térmica.

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Reparable.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

El radio de afectación por radiación térmica por alto riesgo sobresale ligeramente del predio únicamente en el límite sur, la intensidad de la radiación térmica, existe riesgo de incendio en la vegetación que será reforestada. En cuanto a la vegetación que se ubica fuera del predio, al tener la barda perimetral, será un medio de protección que impedirá que la intensidad de radiación térmica, le genere daños.

El radio de amortiguamiento sobresale del predio en todos sus límites sin embargo la intensidad de radiación térmica sería igual a la de un intenso día soleado, por lo que no se prevén afectaciones al componente biótico.

Salud Humana. Ninguna.

Radio de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Flamazo o Llamada (Flash Pocket)-

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

Radio de Alto Riesgo y Amortiguamiento.

De acuerdo a los radios de afectación que arroja el simulador, la formación de atmósferas inflamables se alcanza hasta los 109.00 m, de manera que los potenciales efectos por un flamazo, se mantienen dentro del predio, no se identifica riesgo de incendio en la vegetación tanto adentro del predio como fuera del mismo. En el caso del radio de amortiguamiento si bien sobrepasan los límites del predio, en realidad la probabilidad de que se genere una atmósfera inflamable es un muy baja, por lo que se estima que no se tienen afectaciones al componente biótico fuera del predio.

Salud Humana. Ninguna.

Radios de alto riesgo y amortiguamiento.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, ninguna infraestructura urbana particular (casas) y/o pública (centros de reunión) se verá afectada, **no se esperan afectaciones a la salud humana.**

Explosión (Ondas de Sobrepresión).

Sistema Ambiental.

Componente Biótico. Ninguno.

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica, bolsas flamables u ondas de sobrepresión, no alcanzan a sobrepasar los límites del predio-

Por lo que no se esperan afectaciones al componente biótico del AII y SA delimitado-

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben dentro de los límites del predio, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud**

Esc. 7 Caso Más Catastróficos Menos Probables.**Se presenta un incendio en cualquiera de los tanques verticales TV-100 o TV-300.****Referencia en HazOp: Desviación 3.1, 7.1, 11.1.****Incendio y Radiación Térmica.****Sistema Ambiental.****Radios de Alto Riesgo y Amortiguamiento.****Componente Biótico. Ninguno.**

De acuerdo a los radios de afectación, los efectos por incendio y radiación térmica tanto de alto riesgo como de amortiguamiento se limitan a las áreas de proceso (Recepción, Almacenamiento y Suministro), dentro de los radios potenciales de afectación no se tiene presencia de flora y fauna, hábitats que se vean afectados por lo que **no se esperan afectaciones al componente biótico.**

Salud Humana. Ninguna.

Dado que los radios de afectación por radiación térmica se suscriben al área de Recepción, Almacenamiento y Suministro, ninguna infraestructura urbana se verá afectada, **no se estiman afectaciones a la salud humana.**

Tablas Resumen de Resultados.

Sustancias involucradas.

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm3)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (m)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm ²)	Espesor (mm)	Descripción de la Trayectoria
Las gasolinas y el diésel son una mezcla de hidrocarburos								
Gasolina Magna	8006-61-9	0.770	31.50	No relevante para la determinación de inventarios	4", 8", 10" y 12"	6.18	2.77	No relevante toda la tubería se encuentra confinada en un área de 521.33 m ² , que se encuentran al interior del predio que alberga la
Gasolina Premium	8006-61-9	0.770	31.50	No relevante para la determinación de inventarios	4", 8", 10" y 12"	6.18		
Diesel.	68334-30-5	0.850	3.50	No relevante para la determinación de inventarios	4", 8", 10" y 12"	6.18		instalación.

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Identificación y jerarquización de riesgos ambientales.

No. de Falla	No. de Evento	Accidente hipotético					Unidad o Equipo	Metodología empleada para la identificación de riesgo	Componente Ambiental afectado
		Fuga	Derrame	Flas Pocket	Incendio	Explosión			
1.2	1	X		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Ninguno
1.2	2	X		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Ninguno
1.2	3	X		X	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Ninguno
1.6	4		X	X	X		Tubería o Accesorio	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo
1.6	5		X	XX	X	X	Tubería o Accesorio	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo
1.6	6		X	X	X	X	Tanque	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo
2.4	7		X				Tanque	HazOp	Relictos de Matorral Desertico Microfilo

Estimación de Consecuencias.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica		Flash Pocket Flamazo o llamarada.		Ondas de sobrepresión	
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad	C	G	S	R	N		RAR	RAMOR	RAR	RAMOR	RAR	RAMOR
												m	m		1	m	m
1.6, 5.6, 9.6.	1		X	140.00	Kg					X	ALOHA	< 10	14	< 10	0	NP	< 10.00
1.6, 5.6, 9.6	2		X	1260.00	Kg					X	ALOHA	22.00	40.00	31.00	103.00	NP	20.00
1.6, 5.6, 9.6	3		X	1760.00	Kg					X	ALOHA	33.0	62.00	54.00	81.00	NP	41.00
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	4	X		4080.67	Kg				X		ALOHA	64.00	122.00	19.00	57.00	NP	< 10.00
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	5	X		2914.00	Kg				X		ALOHA	64.00	122.00	19.00	56.00	NP	< 10
3.1, 7.1, 11.1.	6	X		6160000	Kg				X		ALOHA	309	564.00	109.00	328.00	NP	77.00
3.1, 7.1, 11.1.	7	X		6160000	Kg				X		ALOHA	109.00	203.00	NA	NA	NA	NA

C.- Catastrófico.

G.- Grave

S.- Significativo

R.- Reparable

N.- Ninguno.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica				
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR			
1.6, 5.6, 9.6.	1		X	140	Kg	Efectos por Radiación Térmica								ALOHA	< 10	14.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								ALOHA	ALOHA	NP	34.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos Ondas de Sobrepresión								ALOHA	ALOHA	NP	20.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
1.6, 5.6, 9.6	2		X	1260	Kg	Efectos por Radiación Térmica								ALOHA	22.000	40.00	
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								ALOHA	ALOHA	31.00	103.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						
						Efectos Ondas de Sobrepresión								ALOHA	ALOHA	NP	20.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X						
						Salud Humana					X						

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica		
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR	
1.6, 5.6, 9.61.6, 5.6, 9.6	3		X	1760.00	Kg	Efectos por Radiación Térmica								32.00	62.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA			
						Salud Humana					X	ALOHA			
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								54.00	181.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA			
						Salud Humana					X	ALOHA			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								NP	41.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA			
						Salud Humana					X	ALOHA			
1.6, 5.6, 9.61.6, 5.6, 9.6	4		X	4080.67	Kg	Efectos por Radiación Térmica								64.00	122.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA			
						Salud Humana					X	ALOHA			
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)								19.00	56.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA			
						Salud Humana					X	ALOHA			
						Efectos Ondas de Sobrepresión								NP	< 10.00
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA			
						Salud Humana					X	ALOHA			

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua""
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

No de Falla	No. de Evento	Tipo de Liberación		Cantidad Hipotética liberada		Componente Evaluado	Efectos Potenciales					Programa de Simulación empleado	Radiación Térmica				
		Masiva	Continua	Cantidad	Unidad		C	G	S	R	N		RAR	RAMOR			
1.6, 5.6, 9.61.6, 5.6, 9.6	5	X		2914.00	Kg	Efectos por Radiación Térmica											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo				X		ALOHA	64.00	122.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo						ALOHA	19.00	56.00			
						Salud Humana						ALOHA					
						Efectos Ondas de Sobrepresión											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA	NP	< 10.00			
Salud Humana					X	ALOHA											
3.1, 7.1, 11.1.	6	X		6160000	Kg	Efectos por Radiación Térmica											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo				X		ALOHA	309.00	564.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					
						Efectos por Flamazos (Flash Pocket)											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo						ALOHA	109.00	328.00			
						Salud Humana						ALOHA					
						Efectos Ondas de Sobrepresión											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA	NP	77.00			
Salud Humana					X	ALOHA											
3.1, 7.1, 11.1.	7	X		6160000	Kg	Efectos por Radiación Térmica											
						Biótico: Relictos de Matorral Desertico Microfilo					X	ALOHA	109.00	203.00			
						Salud Humana					X	ALOHA					

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

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

Criterios Utilizados

No. de Falla	NO. de Evento	Variables		Inflamabilidad (Flash Pocket)		Explosividad		Radiación Térmica	
		Velocidad del Viento m/seg	Estabilidad Atmosférica	Alto Riesgo+ LEL	Amortiguamiento LEL	Alto Riesgo Psi	Amortiguamiento psi	Alto Riesgo 5 kw/m ²	Amortiguamiento 1.4 kw/m ²
1.6, 5.6, 9.6.	1	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
1.6, 5.6, 9.6.	2	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
1.6, 5.6, 9.6.	3	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
2.1, 2.5, 6.1, 6.5, 10.1, 10.5	4	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
4.1, 4.5, 8.1, 8.5, 12.1, 12.5	5	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
3.1, 7.1, 11.1.	6	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4
3.1, 7.1, 11.1.	7	2.11	F	60%	10%	1.00	0.51	5	1.4

"Terminal de Recibo, Almacenamiento y Entrega de Petrolíferos "Chihuahua"
Almacén de Petrolíferos de Chihuahua S.A. de C.V.

Capítulo V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL CON EL PROYECTO

Abril 2018

ÍNDICE

CAPÍTULO V	1
IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	1
V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	1
V.1.1 PLANOS DE LOCALIZACIÓN	1
V.1.2 FOTOGRAFÍAS	1
V.1.3 VIDEOS	1
V.1.4 OTROS ANEXOS	1

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

V.1 Formatos de presentación

V.1.1 Planos de localización

En el Anexo 1 se encuentran los planos y en se han integrado imágenes al estudio de riesgo.

V.1.2 Fotografías

Incorporadas en el Estudio de Riesgo

V.1.3 Videos

De manera opcional se puede anexar un videocasete con grabación del sitio. (No se llevó a cabo videograbación).

V.1.4 Otros anexos

ANEXO 1	Planos de las Instalaciones, Memorias Técnico descriptivas y Dictamen de diseño
ANEXO 2	DTIS y Nodos de Análisis.
ANEXO 3	Hojas de trabajo Hazop
ANEXO 4	Memoria de Simulaciones.
ANEXO 5	Diagramas de pétalos.
ANEXO 6	Hojas de Seguridad
ANEXO 7	Informe Técnico.