



CAPÍTULO I

ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

ÍNDICE

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	I-1
I.1. Introducción.....	I-1
I.2. Ubicación física del proyecto y planos de localización	I-3
I.3. Bases de diseño.....	I-8
I.3.1 Proyecto civil.....	I-13
I.3.2 Criterio general de ingeniería estructural	I-18
I.3.3 Urbanización de la terminal de almacenamiento.....	I-20
I.3.4 Descripción del proyecto arquitectónico.....	I-21
I.3.5 Descripción particular de edificios y áreas	I-23
I.4. Proyecto mecánico.....	I-33
I.4.1 Bombas de Carga.....	I-38
I.4.2 Unidad Recuperadora de Vapores (URV)	I-39
I.4.3 Brazos de Carga de Auto tanques	I-40
I.4.4 Generador de Emergencia	I-41
I.4.5 Bombas Contra Incendio	I-41
I.5. Proyecto sistema contra incendio	I-41
I.6. Descripción detallada del proceso	I-44
I.6.1 Recepción de Gasolinas y Diesel.....	I-44
I.6.2 Recepción de Gasolinas.....	I-44
I.6.3 Recepción de Diesel.....	I-45
I.6.4 Sistema de Almacenamiento y Bombeo de Gasolina y Diesel	I-45
I.6.5 Sistema de Almacenamiento y Bombeo de MTBE, Etanol y Aditivos.....	I-47
I.6.6 MTBE y Etanol.....	I-47
I.6.7 Aditivos	I-48
I.6.8 Sistema de Carga a Auto-Tanques	I-48
I.6.9 Almacenamiento y bombeo de Transmix	I-49
I.6.10 Unidad Recuperadora de Vapores (URV)	I-49
Todo el producto recuperado en fase líquida se envía por tubería cerrada al tanque de gasolina regular de la terminal.....	I-50
I.7. Hojas de seguridad	I-51
I.8. Almacenamiento	I-51
Sistema de Almacenamiento y Bombeo de Gasolina y Diesel	I-51
I.9. Equipos y procesos auxiliares.....	I-52
I.9.1 Recolección de drenaje aceitoso en área de tanques de almacenamiento, área de bombas, auto-tanques y trampa de diablos	I-52
I.9.2 Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI)	I-52
I.9.3 Sistema de aire para planta e Instrumentos.....	I-53
I.9.4 Sistema de agua de planta.....	I-53

I.9.5 Bomba de transvase de diesel al generador	I-53
I.9.6 Flujos de Diseño y Propiedades de los Combustibles Empleados	I-53
I.9.7 Sistema de aire para planta e Instrumentos	I-53
I.9.8 Sistema de agua de planta	I-54
I.9.9 Sistema eléctrico	I-54
I.9.10 Sistema de distribución de fuerza	I-54
I.9.11 Bomba de transvase de diésel al generador	I-55
I.9.12 Sistema de puesta a tierra	I-55
I.9.13 Sistema de pararrayos	I-55
I.9.14 Sistema Contra Incendio	I-56
I.9.15 Cuarto de Control	I-58
I.9.16 Sistema de telecomunicación	I-59
I.10. Pruebas de verificación	I-60
I.11. Condiciones de operación	I-61
I.11.1 Especificación del cuarto de control	I-61
I.11.2 Área de Recepción de Ducto de Terminal de Almacenamiento	I-61
I.11.3 Área de Tanque de Almacenamiento	I-62
I.11.4 Carga Automática de Auto Tanque ATL	I-63
I.11.5 Área de Dosificación de Oxigenantes y Aditivos	I-65
I.11.6 Área de servicios auxiliares	I-65
I.11.7 Monitoreo, control y protección de las operaciones de la terminal	I-66
I.11.8 Sistema de medición de gasolina/diesel de transferencia de custodia	I-67
I.11.9 Sistema digital de monitoreo y control (sdmc)	I-67
I.11.10 Sistema de paro por emergencia (SPPE)	I-68
I.11.11 Criterios de diseño de instrumentos	I-70
I.11.12 Señal de Transmisión	I-71
I.11.13 Señales Neumáticas	I-71
I.11.14 Consola de Operación	I-73
I.11.15 Servidor de Datos Históricos	I-74
I.11.16 AOPS Servidor del Sistema Automático de prevención de Sobre llenado	I-74
I.11.17 Dispositivos de Prueba	I-74
I.11.18 Punto de Venta de Combustibles	I-74
I.11.19 Instrumentación de Campo General	I-75
I.11.20 Transmisor indicador de presión manométrica y diferencial	I-76
I.11.21 Válvulas operadas eléctricamente (motorizadas) para Río Bravo	I-76
I.11.22 Válvulas de corte neumáticas para Terminal P647	I-77
I.11.23 Transmisor indicador de temperatura	I-77
I.11.24 Medidores de Flujo Másico	I-78
I.11.25 Válvulas de Control	I-78

I.11.26 Instrumentación de Análisis.....	I-79
I.11.27 Canalizaciones Eléctricas para Instrumentación.....	I-80
I.11.28 Criterios generales para la canalización y acometida de ductos	I-81
I.11.29 Criterios generales para la selección del cable de instrumentos	I-81
I.12. Sistemas de aislamiento	I-83
I.12.1 Prefabricación y montaje de tuberías	I-84
I.13. Análisis de Evaluación de Riesgos	I-85
I.13.1 Antecedentes de accidentes e incidentes	I-87
I.14. Metodologías de identificación y jerarquización	I-95
I.14.1 Jerarquización de Riesgos	I-99
I.14.2 Resultados de la evaluación y jerarquización de los escenarios de riesgo identificados en el HAZOP.....	I-105
I.14.3 Relación de los escenarios de riesgo no tolerables (A) e indeseables (B) que fueron identificados en la valoración.....	I-106

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Coordenadas UTM de la poligonal del predio.....	I-3
Tabla I.2 Coordenadas UTM de los ductos de 8" existentes.....	I-4
Tabla I.3 Coordenadas UTM del ducto de 6" existente.....	I-5
Tabla I.4 Coordenadas de los cruces de los ductos de 6" y 8" existentes.....	I-6
Tabla I.5 Superficie de ocupación de las instalaciones.....	I-13
Tabla I.6 Longitud de los ductos existentes.....	I-15
Tabla I.7 Superficie de ocupación de las instalaciones.....	I-21
Tabla I.8 Descripción de tanques de almacenamiento	I-35
Tabla I.9. Patín de medición.....	I-45
Tabla I.10 Características de los tanques.....	I-46
Tabla I.11 Características de las Bombas.....	I-47
Tabla I.12 Capacidad de los tanques.....	I-48
Tabla I.13 Estaciones de carga de gasolina.....	I-48
Tabla I.14 Estaciones de carga de diésel.....	I-48
Tabla I.15 Características de los tanques.....	I-51
Tabla I.16 Flujos de diseño y propiedades de los combustibles empleados.....	I-53
Tabla I.17 Probabilidad de fugas Fuente: Federal Emergency Management Agency.....	I-86
Tabla I.18 Definiciones comunes del análisis Hazop.....	I-96
Tabla I.19 Ponderación de la Consecuencia.....	I-101
Tabla I.20 Niveles de Frecuencia.....	I-102
Tabla I.21 Índices de riesgo	I-103
Tabla I.22 Nodos analizados para TERMINAL RIO BRAVO	I-103
Tabla I.23 Resumen de Nodos, Desviaciones y Causas jerarquizadas en el Hazop.....	I-104

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Ubicación Regional del proyecto.....	I-3
Figura I.2 Ubicación del predio del proyecto.	I-4
Figura I.3 Ubicación de los ductos existentes de 6 y 8 pulgadas.	I-6
Figura I.4 Ubicación de los ductos del proyecto.	I-7
Figura I.5 Diagrama de bloques del proyecto.	I-13
Figura I.6 Arreglo general del proyecto "Terminal Rio Bravo".	I-14
Figura I.7 Distanciamiento entre los ductos de 6" y 8" de diámetro existentes del proyecto "Terminal Rio Bravo".	I-15
Figura I.8 Ubicación de los ductos de 6" y 8" de diámetro existentes del proyecto "Terminal Rio Bravo". . I-16	
Figura I.9 Arreglo de tanques en la Terminal.	I-46
Figura I.10 Arreglo de tanques en la Terminal.....	I-52
figura I.11 Emergencias Ambientales reportadas durante 2011.	I-88
Figura I.12 Emergencias ocurridas en transporte durante 2000-2014.	I-88
Figura I.13 diagrama de flujo técnica HAZOP	I-98
Figura I.14 Configuración de la Matriz para la jerarquización de Riesgos.....	I-103
Figura I.15 Clasificación de los escenarios de acuerdo con su Magnitud de Riesgo (MR).	I-105

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1. Introducción

El proyecto “Terminal Río Bravo” (en lo sucesivo el proyecto) que pretende llevar a cabo “Terminal Río Bravo, S.A. de C.V.”, se ubicará dentro de un predio **previamente impactado y regularizado**, donde operaba una planta de Gas LP. El proyecto consiste en la recepción de gasolina y Diesel provenientes de Estados Unidos de América, los cuales serán transportados a la terminal mediante una tubería 6” y otra de 8” **existentes**, ambos con una longitud de 10.512 km. La línea de 6” será empleada para el transporte de Diesel mientras que por la línea de 8” será empleada para el transporte de Gasolina. El combustible recibido es almacenado en 10 tanques para gasolina y 2 tanques para diésel, posteriormente el producto es bombeado a 5 estaciones de carga de Autotanques para su distribución y venta, incluyendo los servicios auxiliares requeridos, que garanticen una operación segura y eficiente.

Por otro lado, se cumplirá con los estándares internacionales y convenios vigentes, así como también, se dispondrá de mejores condiciones de seguridad para las operaciones terrestres, ofreciendo mejores oportunidades para el desarrollo de la región en materia de inversión.

Debido a que la demanda de combustibles se ha comportado en forma ascendente en los últimos años, como consecuencia del crecimiento comercial e industrial, la distribución de combustibles por vía terrestre ha reflejado incrementos importantes que dificultan garantizar el abastecimiento oportuno en la República Mexicana.

Derivado de lo anterior, se ha creado el proyecto “Terminal Río Bravo”, lo que busca eficientizar la cadena de distribución de productos petrolíferos y ofrecer mayor confiabilidad de abasto en Monterrey y en el resto del país. Todo el equipo deberá estar diseñado y construido de acuerdo con los códigos y normas vigentes, que pueden encontrarse en el Capítulo VIII de la presente MIA-P. La superficie en donde se pretende realizar el proyecto, se encuentra previamente impactado por actividades antropogénicas, por lo que se intenta aprovechar estas características.

Los combustibles que se almacenarán y distribuirán son los siguientes:

- Gasolina Regular M
- Gasolina Regular ROC
- Gasolina Premium M
- Gasolina Premium ROC
- Diésel

Donde: M = Monterrey y ROC = Resto del País

El proyecto incluirá la siguiente infraestructura:

- Dos Trampas de diablos (receptoras) conectadas a líneas existentes de 6" y 8" de diámetro.
- Patines de medición colocados después de las trampas de diablos (receptoras).
- Sistema de Almacenamiento y Bombeo de Combustibles.
 - Gasolina Regular M (3 Tanques y 2 bombas)
 - Gasolina Regular ROC (3 Tanques y 2 bombas)
 - Gasolina Premium M (2 Tanques y 2 bombas)
 - Gasolina Premium ROC (2 Tanques y 2 bombas)
 - Diesel (2 Tanques y 2 bombas)
- Sistema de almacenamiento y bombeo de MTBE y Etanol (2 Tanques y 4 bombas).
- Estos serán adicionados a las gasolinas para alcanzar la calidad requerida.
- Tanques y bombas de aditivos (4 Tanques y 8 bombas).
- 5 Estaciones de Carga a auto-tanque. Con dos brazos de carga de Gasolina y dos brazos de carga de Diesel cada estación.
- Cada brazo contará con un patín de medición.
- Una Unidad Recuperadora de Vapores (URV).
- Sistema de aire de planta e instrumentos (2 compresores, una secadora de aire y un tanque).
- Sistema de agua de planta (Cisterna, bomba, tanque hidroneumático y red de distribución).
- Bomba de transvase de diesel al generador.
- Recolección de drenaje aceitoso.
- Tratamiento de aguas aceitosas (CPI).
- Laboratorio.
- Subestación Eléctrica.
- Generador Eléctrico de Emergencia.
- Edificio de Oficinas y cuarto de control.
- Caseta de venta de Tickets.
- Casa de cambio, cuarto de trabajos y mantenimiento.
- Sistema Contra Incendio (1 Tanque, 2 bombas principales y una Jockey).

I.2. Ubicación física del proyecto y planos de localización

El proyecto está localizado en: Carretera 122, S/N en Matamoros, Tamaulipas, México CP 87300. Las coordenadas de la planta y de los ductos de 6" y 8" respectivamente, se presentan a continuación.

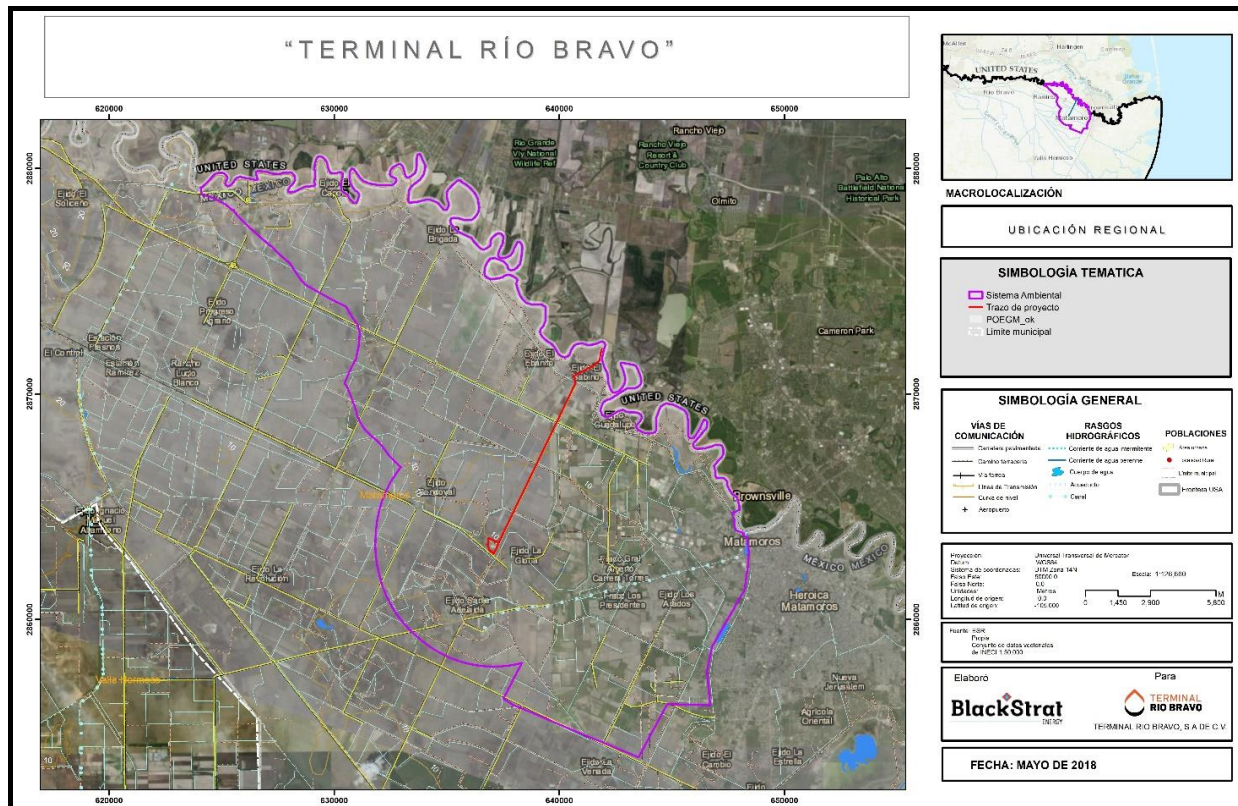


Figura I.1 Ubicación Regional del proyecto.

Tabla I.1 Coordenadas UTM de la poligonal del predio.

V	X	Y
1	637272	2863328
2	637264	2863310
3	637257	2863300
4	637074	2862930
5	636895	2863085
6	636762	2863511
Área del predio = 14.73 ha		

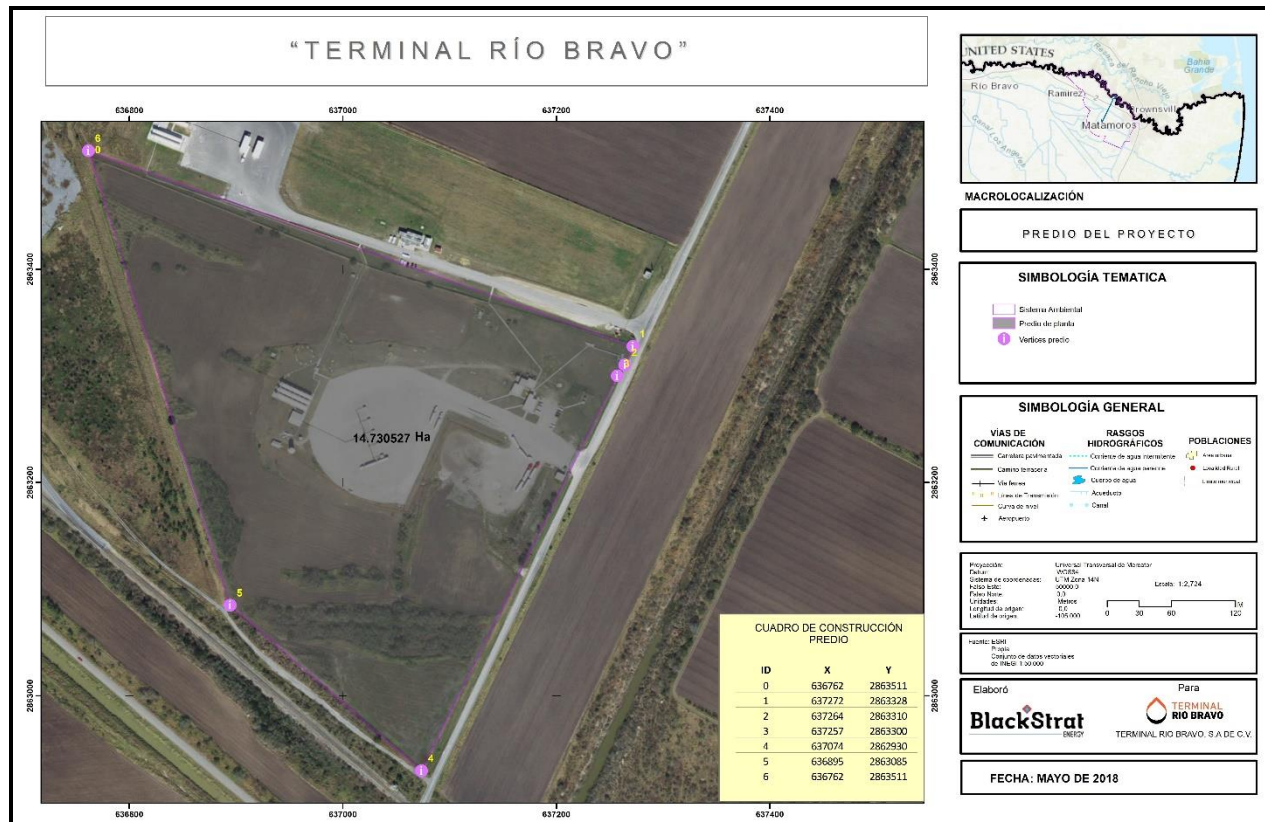


Figura I.2 Ubicación del predio del proyecto.

Aunque los dos ductos de 6 y 8 pulgadas respectivamente se pretenden utilizar en el proyecto ya se encuentran construidos, se presentan a continuación las coordenadas de la trayectoria en donde se ubica estos. Estos ductos cuentan con una distancia entre ellos de 50 cm.

Tabla I.2 Coordenadas UTM de los ductos de 8" existentes.

Consecutivo	X	Y
1	637261	2863315
2	637321	2863473
3	637420	2863647
4	637588	2864085
5	637833	2864587
6	638386	2865733
7	638937	2866876
8	639486	2868019
9	639642	2868340
10	639858	2868729
11	640069	2869154
12	640470	2869981
13	640640	2870324
14	640742	2870525
15	640648	2870747

Consecutivo	X	Y
16	641373	2871172
17	641752	2871369
18	641825	2871402
19	641810	2871791
20	641844	2871949
21	641878	2871945
22	641930	2871934

Tabla I.3 Coordenadas UTM del ducto de 6" existente.

Consecutivo	X	Y
1	641930	2871934
2	641878	2871945
3	641844	2871949
4	641810	2871791
5	641825	2871402
6	641752	2871369
7	641373	2871172
8	640648	2870747
9	640742	2870525
10	640640	2870324
11	640470	2869981
12	640069	2869154
13	639858	2868729
14	639642	2868340
15	639486	2868019
16	638937	2866876
17	638386	2865733
18	637833	2864587
19	637588	2864085
20	637420	2863647
21	637321	2863473
22	637261	2863315

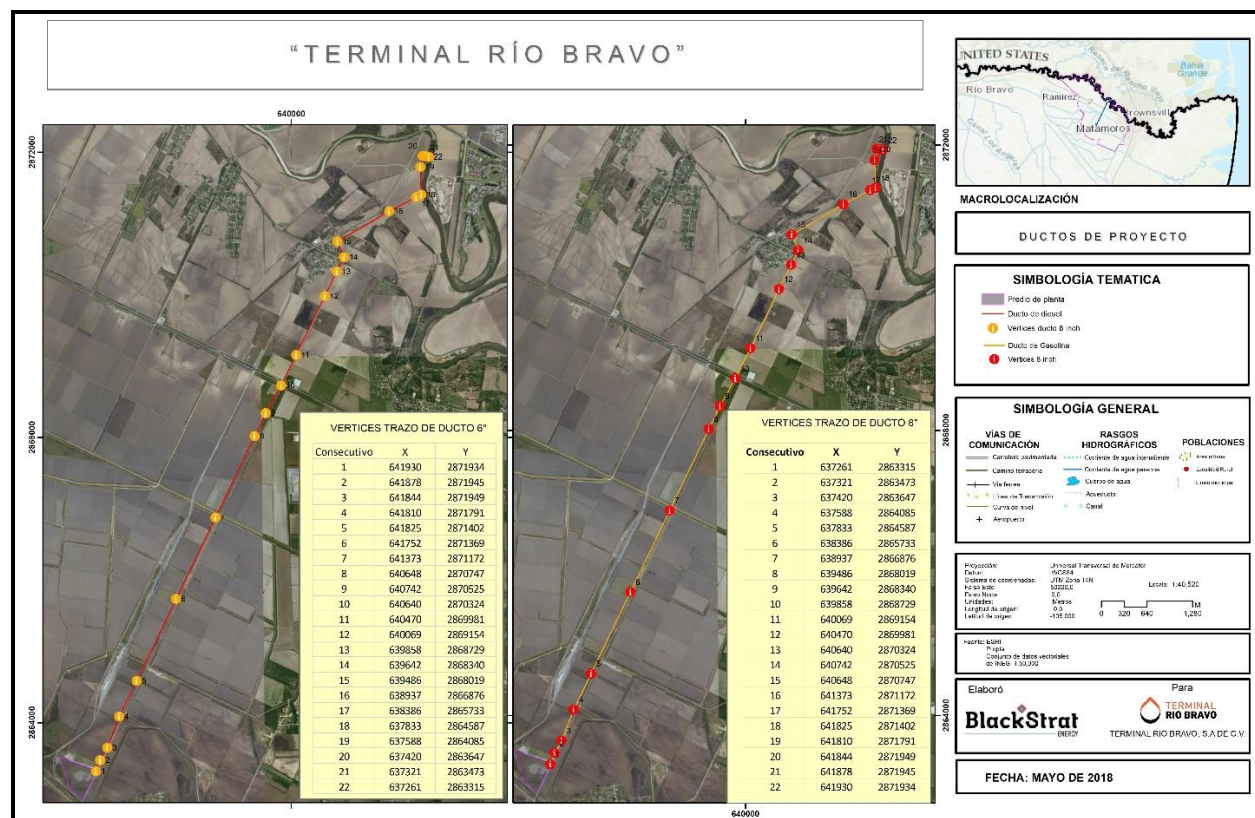


Figura I.3 Ubicación de los ductos existentes de 6 y 8 pulgadas.

A continuación, se presentan las coordenadas de los cruces que tienen los ductos.

Tabla I.4 Coordenadas de los cruces de los ductos de 6" y 8" existentes.

No.	V	X	Y
0	Camino vecinal	637273.8	2863348.7
1	Camino vecinal	637304.5	2863429.6
2	Camino vecinal	637405.6	2863621.8
3	Canal de riego	637578.5	2864060.3
4	Camino vecinal	637679.7	2864273.0
5	Camino vecinal	637783.1	2864484.8
6	Camino vecinal	637881.9	2864688.3
7	Canal de riego	637946.8	2864822.9
8	Camino vecinal	638133.2	2865209.1
9	Camino vecinal	638438.5	2865841.9
10	Canal de riego	638544.1	2866061.0
11	Camino vecinal	638949.0	2866901.0
12	Canal de riego	638961.7	2866927.5
13	Camino vecinal	639191.3	2867405.4
14	Camino vecinal	639401.2	2867842.4
15	Camino vecinal	639638.7	2868333.3
16	Carretera Federal	639872.9	2868759.1

No.	V	X	Y
17	Camino vecinal	640403.7	2869844.2
18	Camino vecinal	640486.6	2870014.4
19	Camino vecinal	640650.7	2870345.1
20	Carretera Federal	640723.6	2870488.6
21	Camino vecinal	640838.9	2870858.9
22	Camino vecinal	641377.2	2871174.2
23	Camino vecinal	641646.8	2871314.3

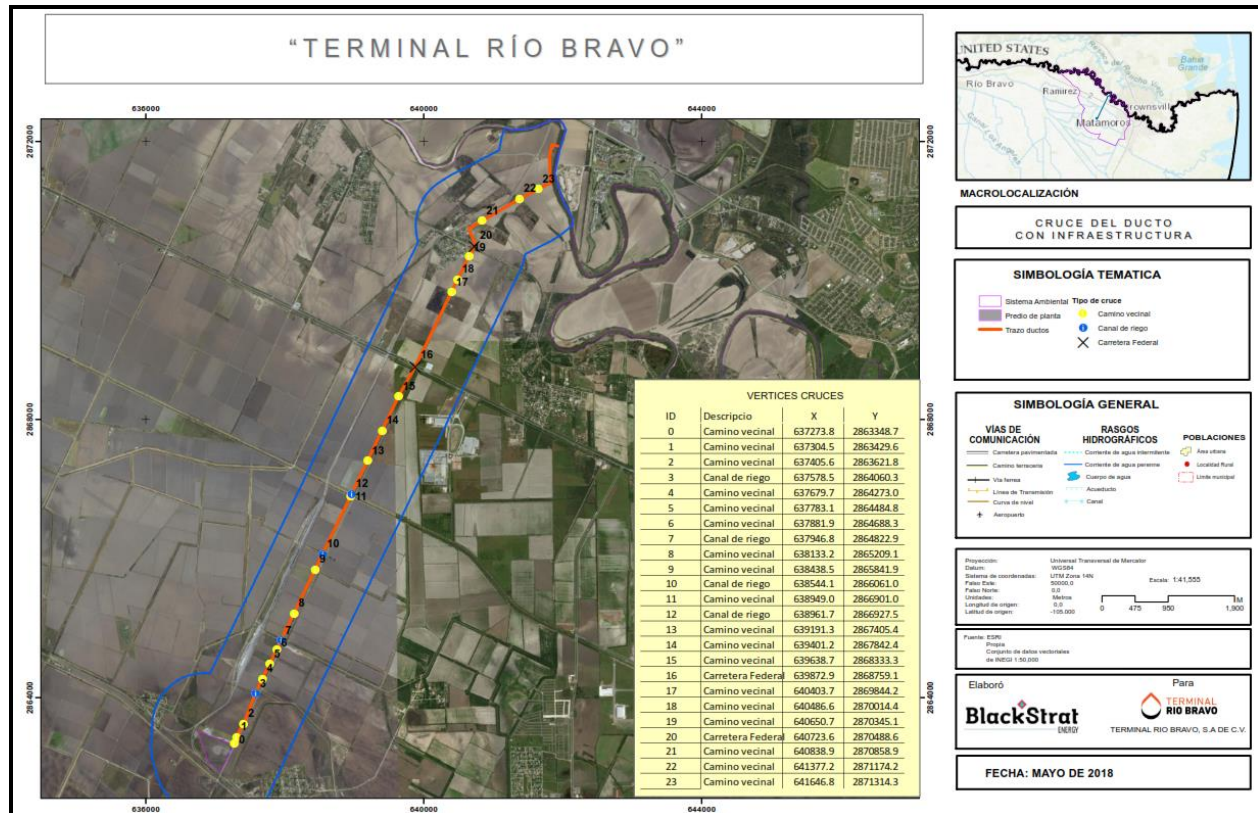


Figura I.4 Ubicación de los ductos del proyecto.

Aunado con lo anterior, el proyecto se encuentra:

A 11.0 km de Estación Meteorológica Automática (EMAS) más cercana

A 16.0 km de Matamoros

A 21.0 km de Aeropuerto de Brownsville

A 20.0 km de Nuevo progreso

A 20.0 km de Valle Hermoso

A 48.6 km de la costa

A 124 km de San Fernando

A 9 Altura sobre el nivel del mar (msnm)

I.3. Bases de diseño

Esta instalación tiene como base de diseño 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.

Las bases de diseño de las instalaciones equipos y sistemas, fueron fijadas de acuerdo a los códigos, normas y estándares Nacionales e internacionales siguientes:

- ANSI: Instituto Nacional Americano de Estándares.
- API: Instituto Americano del petróleo.
- ASME: Sociedad Americana de Ingenieros mecánicos.
- NACE: Asociación Nacional de Ingenieros en corrosión.
- NFPA: Asociación Nacional de protección contra incendios.
- NEMA: Asociación Nacional de manufactureros eléctricos.
- IEC: Comisión Internacional electrotécnica
- ISA: Sociedad de instrumentación de América.
- ACI: Instituto Americano de concreto.
- ASTM: Sociedad Americana de pruebas y materiales.
- NOM-008-SCFI
- NMX-B-199
- NMX-B-254-CANACERO
- ISO 8501
- IMCA-MCA
- MDOC - CFE
- ASCE 7
- AISC 325-11
- NOM-001-SEMARNAT – 1996 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- NOM-006-CONAGUA – 1997 fosas sépticas prefabricadas - especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-018-STPS-2015 sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-093-SCFI-1994 válvulas de relevo de presión (seguridad, seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas de acero y bronce

- PROY-NOM-006-ASEA-2016 especificaciones y criterios técnicos de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos, excepto para gas licuado de petróleo.
- NOM-003-SCFI-2014 productos eléctricos – especificaciones de seguridad.
- NOM-008-SCFI-2002 sistema general de unidades de medida.
- NOM-013-SCFI-2004 instrumentos de medición – manómetros con elemento elástico-especificaciones y métodos de prueba.
- NOM-063-SCFI-2001 productos eléctricos – conductores – requisitos de seguridad.
- NOM-001-SEDE-2012 instalaciones eléctricas (utilización).
- NOM-001-STPS-2008 edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-004-STPS-1999 sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipos que se utilicen en los centros de trabajo
- NOM-005-STPS-1998 condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas
- NOM-008-SCFI-2002 sistema general de unidades de medida. MOD008SCFI:2009.
- NOM-009-STPS-2011 condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
- NOM-011-STPS-2001 condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- NOM-012-SCT-2-2008 sobre el peso y dimensiones máximas con las que pueden circular los vehículos de autotransporte que transitan en las vías generales de comunicación de jurisdicción federal.
- NOM-017-STPS-2008 equipos de protección personal. Selección, uso y manejo en centros de trabajo
- NOM-018-STPS-2015 sistemas para identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.
- NOM-020-STPS-2011 recipientes sujetos a presión y calderas-funcionamiento-condiciones de seguridad.
- NOM-022-STPS-2008: electricidad estática en los centros de trabajo – condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-025-STPS-2008 condiciones de iluminación 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.
- NOM-027-STPS-2008 actividades de soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.

- NOM-029-STPS-2011 mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo- condiciones de seguridad.
- NOM-033-STPS-2015 trabajos en espacios confinados
- NOM-EM-004-SECRE-2014 transporte por medio de ductos de gas licuado de petróleo y otros hidrocarburos líquidos obtenidos de la refinación del petróleo
- NOM-EM-005-CRE-2015 especificaciones de calidad de los petrolíferos.
- NOM-EM-006-CRE-2015 especificaciones de calidad de los petroquímicos.
- NMX-CH-003-1993-SCFI instrumentos de medición – manómetros de presión, vacuómetros y monovacúómetros indicadores y registradores con elementos elásticos (instrumentos ordinarios)
- NMX-CH-036-1994-SCFI instrumentos de medición – indicadores de carátula
- NMX-CH-060-IMNC-2006 mediciones de presión – vocabulario
- NMX-CH-064-IMNC-2006 mediciones de temperatura – vocabulario
- NMX-CH-070- SCFI-1993 instrumentos de medición-termómetros bimetálicos de carátula.
- NMX-J-010-ANCE-2005 conductores con aislamiento termoplástico para instalaciones hasta 600 volts – especificaciones.
- NMX-J-012-ANCE-2005 conductores – cable de cobre con cableado concéntrico para usos eléctricos –especificaciones.
- NMX-J-017-ANCE-2006 accesorios para cables y tubos – especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-023/1-ANCE-2007 productos eléctricos-cajas registro metálicas de salida parte 1: especificaciones y métodos de prueba
- NMX-J-030-ANCE-2006 conductores – determinación de descargas parciales en cables de energía de media y baja tensión – método de prueba
- NMX-J-035-ANCE-2001 conductores – alambres de cobre semiduro para usos eléctricos – especificaciones.
- NMX-J-058-ANCE-2007 conductores – cable de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero ACSR – especificaciones.
- NMX-J-061-ANCE-2004 conductores – cables multiconductores para distribución aérea o subterránea a baja tensión – especificaciones
- NMX-J-235/1-ANCE-2000 envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico parte 1. requerimientos generales – especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-235/2-ANCE-2000 envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico parte 2. requerimientos específicos – especificaciones y métodos de prueba
- NMX-J-294-ANCE-2002 conductores - resistencia de aislamiento – método de prueba.
- NMX-J-438-ANCE-2003 conductores – cables de aislamiento de policloruro de vinilo 75°C y 90 °C para alambrado de tableros – especificaciones.

- NMX-J-511-ANCE-1999 productos eléctricos-sistema de soportes metálicos tipo charola para cables-especificaciones y métodos de prueba. cancela a la NMX-J-511-1997-ANC
- NMX-J-534-ANCE-2008 tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores eléctricos – especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-554-ANCE-2004 roscas para tubo (CONDUIT) y sus accesorios – especificaciones y método de prueba.
- NMX-Z-055-IMNC-2009 vocabulario internacional de metrología conceptos fundamentales y generales, y términos asociados (VIM)
- NMX-J-549-ANCE-2005 Sistema de protección contra tormentas eléctricas- especiaciones, materiales y métodos de medición
- NMX-J-075/1-1994-ANCE motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en corto circuito, en potencias desde 0.062 a 373 kW.
- NMX-J-075/3-ANCE métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna del tipo de rotor en cortocircuito, en potencias desde 0.062 kW.
- NMX-J-098-ANCE sistemas eléctricos de potencia-suministro-tensiones eléctricas normalizadas
- NMX-J-109-ANCE transformadores de corriente.
- NMX-J-116-ANCE transformadores de distribución tipo poste y tipo subestación –especificaciones.
- NMX-J-118/1-ANCE productos eléctricos – tableros de alumbrado y distribución en baja tensión – especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-118/2-ANCE tableros - tableros de distribución de baja tensión – especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-123-ANCEaceites minerales aislantes para transformadores-especificaciones, muestreo y métodos de prueba.
- NMX-J-142/1-ANCE-2011conductores - cables de energía con pantalla metálica aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno - propileno para tensiones de 5 a 35 kV – especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-162-ANCE desconectadores en gabinete y de frente muerto especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-266-ANCE productos eléctricos-interruptores-interruptores automáticos en caja moldeada-especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-284-ANCE transformadores de potencia-especificaciones
- NMX-J-288 transformadores de potencial método de prueba.
- NMX-J-290-ANCE productos eléctricos-arrancadores manuales magnéticos y contactores-especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-J-295-ANCE productos eléctricos-iluminación-lámparas fluorescentes para alumbrado general-especificaciones y métodos de prueba.

- NMX-J-351-ANCE transformadores de distribución y potencia tipo seco – especificaciones.
- NMX-J-359-ANCE productos eléctricos – luminarios - para áreas clasificadas como peligrosas
- NMX-J-353-ANCE productos eléctricos-centros de control de motores- especificaciones y métodos de pruebas.
- NMX-J-513-ANCE balastos de alta frecuencia para lámparas fluorescentes-especificaciones.
- NMX-J-534-ANCE tubos metálicos rígidos de acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores eléctricos-especificaciones y métodos de prueba.
- NMX-C-083-ONNCCE-2014, Industria de la construcción-concreto-determinación de la resistencia a la compresión de especímenes-método de ensayo
- NMX-C-111-ONNCCE-2014,
- NMX-C-122-ONNCCE-2004,
- NMX-C-155-ONNCCE-2014,
- NMX-C-255-2013
- NMX-C-414-ONNCCE-2014.
- NMX-B-253-CANACERO-2013,
- NMX-B-290-CANACERO-2013
- ISO 12944-1 al 5
- AASHTO-H20

I.3.1 Proyecto civil

El proyecto "Terminal Río Bravo" consiste en la recepción y almacenamiento de gasolinas y Diesel provenientes de Estados Unidos de América, y un sistema de carga por bombeo de tanques de almacenamiento a auto-tanques para transportar los combustibles como son gasolinas Regular, Premium y Diesel, fuera de la terminal para su distribución y venta.

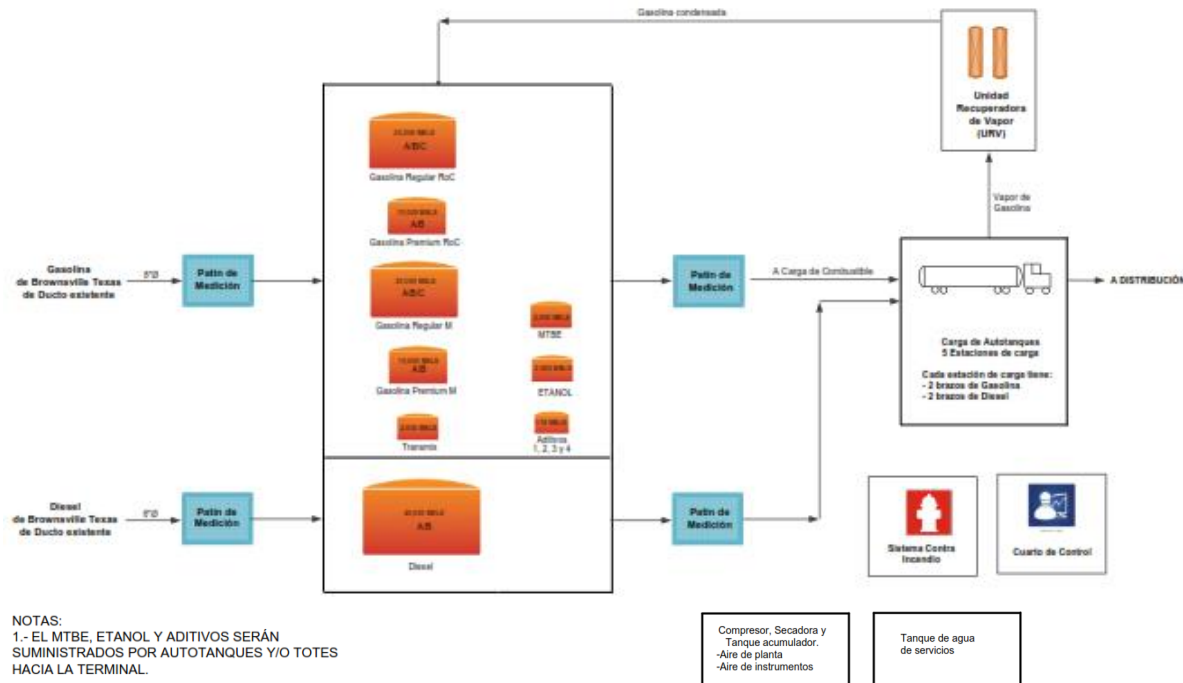


Figura I.5 Diagrama de bloques del proyecto.

El predio para el proyecto presenta un total de un aproximado de 15 ha.

En la siguiente tabla, se presenta el desglose de superficies totales del predio (en m²).

Tabla I.5 Superficie de ocupación de las instalaciones.

No.	Nombre del edificio	Niveles	Área m ²
A	Caseta para tickets y caseta de vigilancia	1	30.10
C	Edificio administrativo (oficinas, cuarto de control central, telecom, vestidores, servicio médico)	2	600.00
D	Laboratorio	1	50.00
E	Subestacion eléctrica	1	72.25
F	Generador de emergencia	1	58.20
Estructura metálica			
G	Almacén y taller de mantenimiento	1	288.00
H	Cobertizo de bombas contra incendio	1	184.00
Áreas generales			
J	Barda perimetral		1697.78 m
K	Estacionamiento		600.00
Área de río bravoblock valves			
L	Cuarto de telecomunicaciones y control	1	15.40
M	Barda perimetral	1	84.00

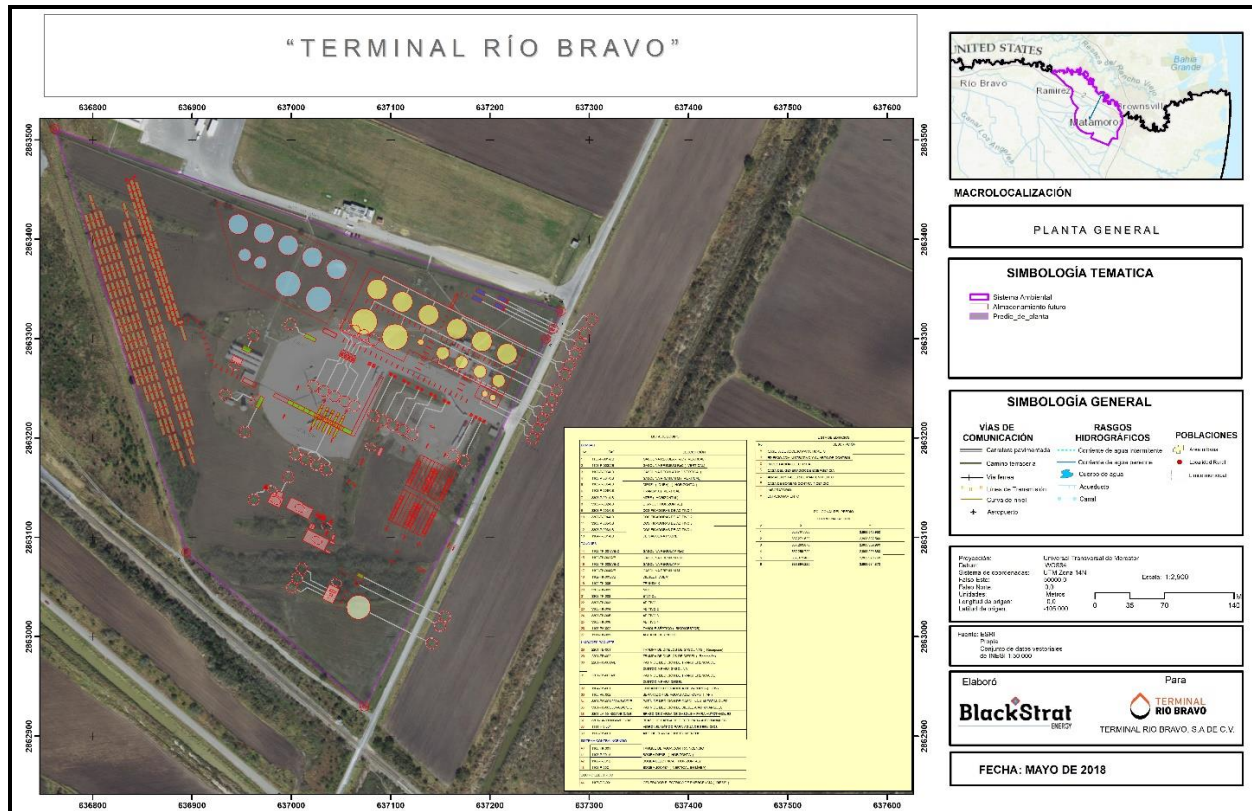


Figura I.6 Arreglo general del proyecto "Terminal Río Bravo".

Cabe mencionar que como parte de los anexos del capítulo V del presente documento, se integra en el anexo V.1.2. Arreglo general de componentes, los planos Planta de conjunto, áreas clasificadas y ductos de proyecto donde se puede observar la ubicación de cada uno de los componentes del proyecto.

El proyecto operará las tuberías cuya longitud es de 10.512 km (cada una), la Franja de Seguridad (DDV) tiene un ancho de 6 metros, los cuales se ubican desde la frontera internacional ubicada cerca del centro del río de Río Bravo, hacia la terminal. Las tuberías ubicadas del lado de Estados Unidos en la frontera serán operadas y mantenidas por un operador establecido en Estados Unidos.

La superficie que ocupa el derecho de vía es de 6.3072 ha, cabe mencionar que en esa superficie encuentran instalados los dos ductos de 6" y 8" respectivamente y la distancia entre ellos es de 50 cm.

Los ductos de 6 y 8 pulgadas respectivamente, ya se encuentran previamente instalados a los cuales se les ha realizado pruebas de integridad, para el ducto de 8 pulgadas se realizó dicha prueba en mayo de 2017, para el ducto de 6 pulgadas el ducto se desactivó el 2009. Estos documentos se encuentran anexos en el Capítulo 8 de la MIA P.

Tabla I.6 Longitud de los ductos existentes.

Ductos	Longitud km	DDV km
Ducto de 6"	10.512	0.06
Ducto de 8"	10.512	0.06
Superficies 6.3072 ha		

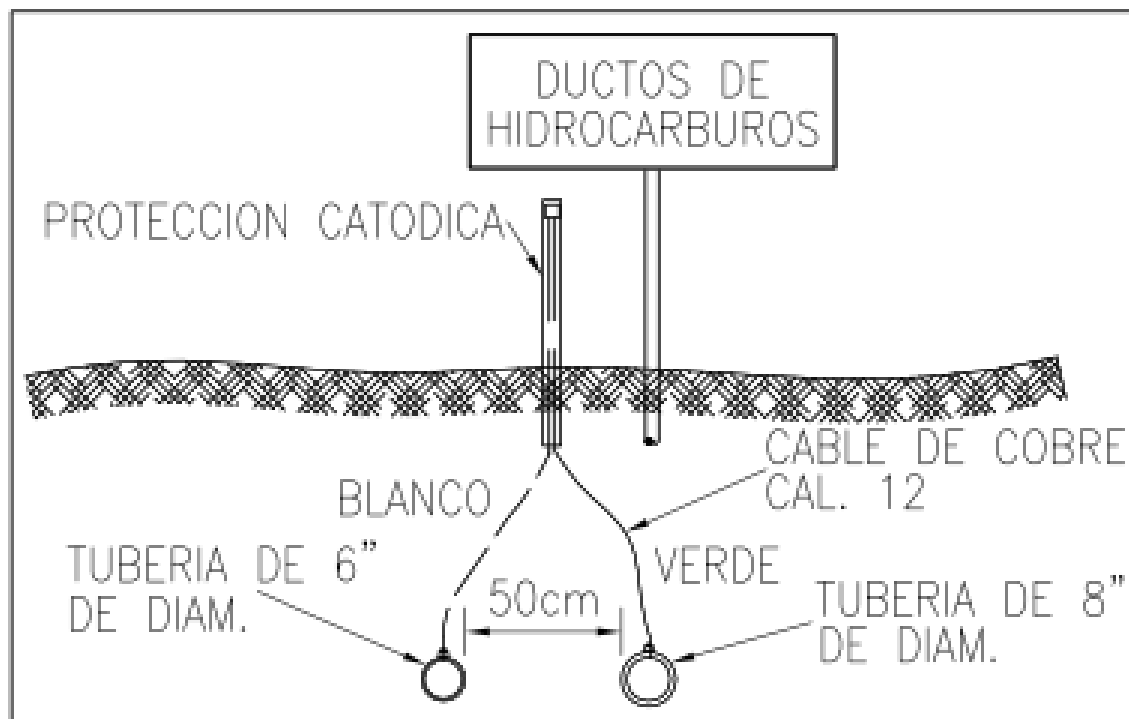


Figura I.7 Distanciamiento entre los ductos de 6" y 8" de diámetro existentes del proyecto "Terminal Rio Bravo".

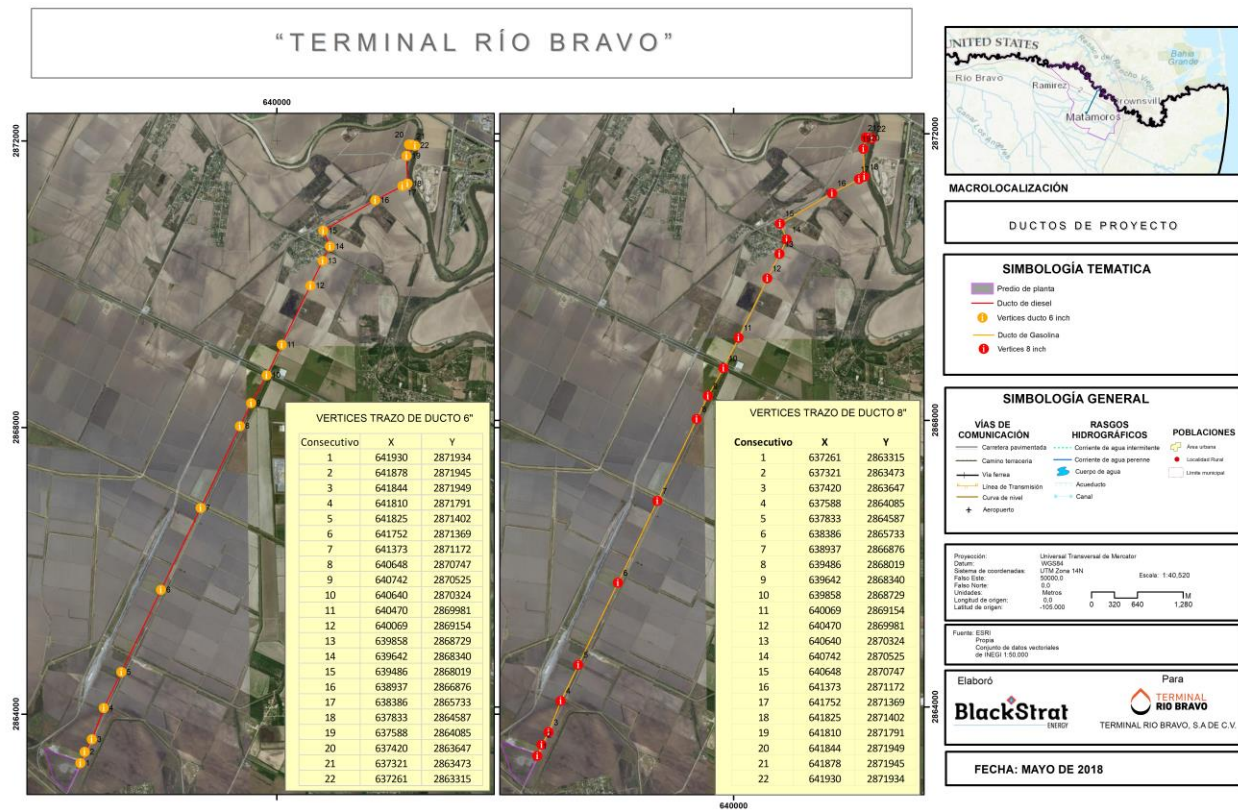


Figura I.8 Ubicación de los ductos de 6" y 8" de diámetro existentes del proyecto "Terminal Río Bravo".

La actividad primera, dentro del proyecto civil, para el acondicionamiento del terreno de la terminal de almacenamiento radica principalmente en la demolición de los edificios existentes, estacionamiento, losas, fosas, cimentaciones de equipos, ductos, mochetas, trincheras existentes y que será llevada a cabo por el propio cliente. La eliminación de restos propios de esta actividad representaría la pauta para la preparación de las áreas que ocuparán instalaciones principales tales como los tanques de almacenamiento y área de carga, mediante el afine de plataformas de terracería de manera posterior a las obras de demolición, lo cual si forma parte del alcance de esta contratista.

Entonces, las actividades de compactación se llevarán a cabo utilizando para ello maquinaria adecuada a fin de lograr una reducción de volumen de los espacios entre las partículas sólidas del suelo y con ello aumentar la capacidad de carga del área de almacenamiento de fluidos. Una vez compactada el área destinada al almacenamiento se procederá a realizar la excavación a un nivel apropiado para la colocación de los diques limitantes del área de almacenamiento que contribuyen en el control de derrames, llevando a cabo excavaciones en forma de cepa para permitir los trabajos de cimbrado, armado y colado de las cimentaciones.

El principal volumen de excavación se tendrá en los puntos en que se establecerán los tanques de almacenamiento de cada uno de los diferentes tipos de fluidos. El material sobrante de esta actividad

podrá ser utilizado posteriormente para el relleno de diversas excavaciones de acuerdo a las recomendaciones de mecánica de suelos, o bien será dispuesto en sitios convenientes para su retiro.

Será necesario rellenar las excavaciones en las que se realizará la cimentación cuando esta haya concluido; dicho procedimiento, se llevará a cabo como se describe a continuación:

El material para efectuar el relleno provendrá de bancos de material autorizados o bien podrá emplearse también el material que se vaya extrayendo de las excavaciones para los cimientos. La técnica constructiva utilizada para el relleno será la de vaciado, compactación y nivelación.

Las cimentaciones o bases de los tanques podrían ser consideradas de tipo zapata con muro anillo superficial de concreto reforzado de tal forma que los esfuerzos al terreno debajo de la zapata sean menores que la capacidad de carga del mismo ya sea en su condición estática o accidental. El refuerzo será el indicado para resistir las fuerzas de tensión generadas por las solicitaciones. Y se diseñarán considerando medidas que atenúen la corrosión de las partes del tanque que se apoyen sobre tales bases. El centro del anillo será rellenado con una capa de material de banco (o el material producto de excavación material de la plataforma de terracería) y en la parte superior del relleno con material granular controlado que soporte el peso del producto y las sobrecargas aplicables. El tipo suelo del proyecto deberá ser analizado mediante un estudio detallado de mecánica de suelos para determinar con precisión sus características y propiedades que permitan ratificar el tipo de cimentación, su dimensionamiento y el cumplimiento con la normatividad vigente aplicable.

Estructuralmente los diques son elementos simples tipo muro de retención con cimentación integrada a base de zapata corrida y diseñados para soportar la carga hidrostática de algún fluido en caso de derrame y bajo el arreglo y dimensiones que satisfagan la normatividad aplicable y vigente respecto del volumen a contener. El tipo de producto contenido en los tanques también es un importante factor que define las interdivisiones que dan lugar a los diques del área de tanques. Cada dique que contenga dos o más tanques debe ser subdividido por muretes intermedios no menores de 0.45 m (1.48 pies) de altura, para evitar que derrames menores desde un tanque pongan en peligro los tanques adyacentes dentro del área de dique, teniendo en cuenta las capacidades individuales de los tanques. Ante ninguna circunstancia se utilizarán bardas de colindancia como muros de los diques de contención.

Estos diques en la zona de almacenamiento cuentan con dos drenajes, uno para servicio pluvial a base de polietileno de alta densidad y uno para las aguas aceitosas (acero al carbón) que se llegasen a producir en las áreas de operación de la terminal, los cuales se encuentran separados y diseñados para cubrir las necesidades de la instalación y los volúmenes máximos esperados. Se harán las interconexiones necesarias en el drenaje de tal manera que cumpla con las necesidades de la instalación considerando la máxima precipitación anual registrada en la zona y la cantidad de agua pudiera aportar la red de agua contra incendio. El drenaje aceitoso capta y dirige el agua de desalojo hacia el separador

CPI.A la salida de los diques, el drenaje debe tener una caja de válvulas de tal manera que se pueda controlar el desalojo de agua pluvial y separar el agua aceitosa.

En la zona de recepción y entrega, cada isla y el espacio entre ellas deben contar con registros para drenajes aceitosos (provistos de sellos hidráulicos) que capten posibles derrames de hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

I.3.2 Criterio general de ingeniería estructural

Criterios de diseño

La totalidad de criterios de diseño correspondientes a ingeniería civil y estructural se deben consultar en el documento denominado "Bases de diseño" ubicado en la carpeta **V.3.8 Otros documentos** dentro del capítulo V del presente estudio. El análisis y diseño de las estructuras con el cumplimiento de estos estándares permite que las instalaciones sean capaces de soportar los efectos de las acciones permanentes, variables y accidentales, cumpliendo con los siguientes estados límite.

Estados Límite de Servicio

Se revisa que las respuestas de las estructuras (deformaciones, asentamientos, desplazamientos totales y relativos tomando en cuenta las interconexiones entre equipos, agrietamiento y vibraciones) queden limitadas a valores tales que su funcionamiento en condiciones de servicio sea satisfactorio y que no perjudiquen su capacidad para soportar cargas, sin exceder los límites establecidos en los códigos, normas y reglamentos, aplicables al proyecto.

Estados límite de falla

Se considera como estado límite de falla a cualquier situación que corresponda al agotamiento de la capacidad resistente de la estructura o de cualquiera de sus componentes, incluyendo la cimentación, o al hecho de que ocurran daños irreversibles que afecten significativamente su resistencia ante nuevas aplicaciones de carga. Las estructuras se dimensionan 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 incluyen el correspondiente factor de reducción de resistencia o esfuerzo permisible, según aplique.

El análisis estructural debe estar basado en las hipótesis de comportamiento elástico lineal y el diseño estructural debe ser por el método de factores de carga y resistencia, conforme a los lineamientos estipulados en el código AISC Steel Construcción Manual y ACI, American Concrete Instituto.

Soportes

Las estructuras de los soportes de tuberías dentro de la terminal se diseñarán para soportar o controlar el movimiento de las tuberías en donde sea apropiado; y, por ende, proteger al equipo como las bombas, tanques y válvulas en contra de una carga mecánica excesiva. Dicho diseño considera el peso muerto de la tubería, el peso del fluido transportado, condiciones ambientales de lugar, la resistencia del terreno, así como las cargas propias de la operación del sistema, fricción, anclaje, etc. La separación longitudinal entre marcos estructurales que soportan tuberías en corredores será máxima de 6 m.

Cobertizos y edificaciones

Las edificaciones y los cobertizos como el de sistema contra incendio cuentan con cimentación de concreto reforzado con zapatas y/o contra trabes, elevación de estructura metálica con soportes para la lámina de la cubierta, etc.

Los cobertizos de bombeo, se diseñan de materiales no combustibles, ubicados en áreas libres de afectaciones ocasionadas por: explosión, fuego, inundación, entre otros en el que deben estar integrados preferentemente, el equipo de bombeo para el suministro de agua y espuma.

En el cobertizo de bombas de agua contra incendio todo equipo de bombeo estará apoyado en su cimentación que a su vez tendrá a su alrededor piso impermeable de concreto, el cual estará delimitado por un sardinel y cuya superficie tenga una pendiente que direcciona cualquier escurrimiento de fluido a un drenaje aceitoso con capacidad suficiente para contener y drenar, además del posible combustible derramado, el volumen de agua aplicado en una situación de emergencia por fuego.

Otros equipos como las trampas de diablos, el generador de emergencia o los patines de medición estarán apoyados sobre cimentación tipo bloque superficial de concreto reforzado con las dimensiones y elevaciones obtenidas del diseño.

Sistema para carga de auto-tanques

En general, los sistemas de carga de autos tanques está debidamente soportado por un sistema estructural metálico para el apoyo de tuberías y equipos distribuidos en el número de camas adecuado para su correcto funcionamiento y un pasillo de operación o plataforma con rejilla tipo Irving o equivalente y barandales en ambos lados del pasillo, para los procesos inherentes a la carga de los auto-tanques. La estructura estará formada a base de marcos rígidos transversales y unidos longitudinalmente por puntales y contravientos. Todos los perfiles serán laminados en caliente y serán de alma abierta y de acero estructural ASTM A-36. Adicionalmente se cuenta con dos escaleras metálicas de acceso en cada

extremo de la estructura y un cobertizo metálico sobre esta área de llenado por arriba del nivel del pasillo, dando el suficiente espacio para el paso de personas sin interferencias.

El tipo de edificios se presenta de manera general en la sección de arquitectura de esta descripción técnica de proyecto.

I.3.3 Urbanización de la terminal de almacenamiento

Los pisos dentro de las zonas de almacenamiento serán de concreto y contarán con un declive necesario del 1% para evitar el estancamiento de aguas pluviales.

Los tramos nuevos de bardas perimetrales o de delimitación de predio consideran para su soporte dados de concreto reforzado.

Las construcciones destinadas para oficinas, servicios sanitarios, cobertizo contra incendio, están localizadas en el interior del predio; los materiales con que estarán construidas son en su totalidad incombustibles, ya que su techo es de losa de concreto, paredes de tabique y cemento, puertas y ventanas metálicas. Estas edificaciones se construirán con cimentación de concreto reforzado, dala de nivelación, castillos y cerramientos, muros de block, etc.

Se construirán sistemas de andadores peatonales a base de guarniciones y banquetas de concreto para acceso a todas las áreas de trabajo de la terminal, se construirán sistemas de vialidades secundarias para vehículos a base de calles de concreto asfáltico que darán acceso a todas las áreas incluyendo rutas de evacuación.

Las zonas destinadas para estacionamiento interior de vehículos propios de los empleados de la terminal y visitantes, serán de concreto asfáltico y estarán ubicadas de tal forma que la entrada o salida de cualquier vehículo no interfiera con la libre circulación de los demás ni afecte a los ya estacionados. Las superficies cuentan con la pendiente adecuada para evitar encharcamientos.

La terminal de almacenamiento podrá disponer de una ruta de evacuación, del lado Este hacia la Brecha 22.

El proyecto contempla en su alcance más general una etapa de ampliación futura definida por un área de almacenamiento mediante tanques, rack y soportes de tuberías, espuela de ferrocarril para el reparto de hidrocarburos por medio de carros – tanques y una ampliación de islas para llenado de autotanques contigua a la de este alcance, dicho lo anterior únicamente como referencia de esta memoria técnica descriptiva.

I.3.4 Descripción del proyecto arquitectónico

Se ha diseñado la terminal con los criterios de seguridad para este tipo de instalaciones que garanticen que el personal administrativo, operativo y eventual, transiten y laboren con la confianza de una terminal que responde a los estándares de seguridad, confort y movilidad tanto dentro como en el entorno de las construcciones, así como el conjunto.

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de varios edificios que tienen como característica principal el proporcionar instalaciones funcionales a través de la optimización de espacios con bajos costos de mantenimiento por medio de la utilización de materiales seleccionados por su durabilidad. De la misma forma, el diseño en general considera el aprovechamiento de energía, ventilación e iluminación.

Los edificios que forman parte del proyecto arquitectónico para la Terminal son los siguientes:

Tabla I.7 Superficie de ocupación de las instalaciones.

No.	Nombre del edificio	Niveles	Área m ²
A	Caseta para tickets y caseta de vigilancia	1	30.10
C	Edificio administrativo (oficinas, cuarto de control central, teleco, vestidores, servicio médico)	2	600.00
D	Laboratorio	1	50.00
E	Subestación eléctrica	1	72.25
F	Generador de emergencia	1	58.20
Estructura metálica			
G	Almacén y taller de mantenimiento	1	288.00
H	Cobertizo de bombas contra incendio	1	184.00
Áreas generales			
J	Barda perimetral		1697.78 m
K	Estacionamiento		600.00
Área de río bravoblock valves			
L	Cuarto de telecomunicaciones y control	1	15.40
M	Barda perimetral	1	84.00

El área de acceso a la terminal dará las facilidades adecuadas tanto para el personal que laborará en ella como para los visitantes, de manera peatonal como vehicular, con las facilidades de circulación a personas con movilidad limitada hacia los edificios dentro de las instalaciones buscando que las circulaciones que serán de concreto sean preferentemente las mismas para el personal a pie y para el personal en silla de ruedas como una imagen de integración e igualdad de las personas.

La zona de ingreso a la terminal se encuentra en la zona sur- este del predio donde se localizan las puertas de acceso de personal de una hoja y acceso a camiones y vehículos con puertas de doble hoja, el acceso será por medio de un sistema de control que se encontrará en el edificio administrativo monitoreando por medio de cámaras para autorizar el ingreso o salida de automóviles particulares, camiones y personal.

Al ingresar a la planta de manera vehicular, el diseño arquitectónico focaliza la jerarquía del complejo en el Edificio Administrativo, al que se llega por medio de andadores y banquetas ubicado de manera directa del acceso principal y por un estacionamiento destinado para el personal operativo que se encuentra al frente del Edificio Administrativo.

Al sur del edificio Administrativo se encuentra el Almacén y Taller de Mantenimiento con acceso directo a la vialidad para la carga y descarga.

Al sur-oeste del edificio administrativo se encuentra la Subestación Eléctrica con unas dimensiones aproximadas de 164.50 m².

Al este de esta Subestación se encuentra el Cuarto Eléctrico que tiene la capacidad de proveer de energía, iluminación normal y de emergencia de manera general a los edificios y zonas de la terminal. La selección de luminarias y su distribución estarán basadas en cumplir con los niveles de iluminación requeridos.

En la zona de los tanques de almacenamiento se localiza el edificio de Laboratorio que será para el aseguramiento de la calidad del producto; con una superficie aproximada de 50.00 m² para llevar a cabo el análisis preliminar de la calidad de cada uno de los fluidos que lleguen a la terminal para su posterior comercialización. Contará con los dispositivos y equipo necesario para la toma de muestras y verificación de composición de los residuos.

En la zona de descargaderas en el lado este del edificio administrativo se localiza la caseta de tickets y la caseta de vigilancia, la cual estará destinada a dar el servicio de control y medición para los recibos de oleoducto a la terminal, así como la medición de la verificación de la calidad de la custodia para la transferencia de tanque a tanque.

La Terminal cuenta con señalización en cumplimiento con las normas aplicables. La señalización se instalará tanto dentro de los edificios como en las áreas exteriores de acuerdo con los requerimientos normativos. Los tipos de señalización serán del tipo informativo, prohibitivo, de seguridad y preventivo, de forma de proporcionar una instalación segura y bajo la cultura de la prevención y de la seguridad.

Para delimitar el área de la Terminal se empleará una barda perimetral que abarcará todo el perímetro del predio, con la finalidad de mantener seguras las instalaciones y evitando la visibilidad desde el exterior.

I.3.5 Descripción particular de edificios y áreas

Caseta de tickets y Caseta de vigilancia

1 nivel de 30.10 m²

La caseta de tickets se ha diseñado para alojar al personal que dará servicio de control de medición para los recibos de oleoducto a la terminal, así como la medición de la verificación de la calidad de la custodia para las transferencias de tanques a tanques, dimensiones aproximadas de 8.60 x 3.50 m con una altura de 3.45 m.

La caseta de vigilancia se encontrará aun lado de la caseta de tickets, esta tendrá como finalidad el vigilar la planta, así como el área de los tanques que ingresen a la planta.

El diseño de las fachadas será a base de líneas rectas con colores y un estilo tradicional empleado en industrias con la utilización de materiales de bajo costo y mantenimiento que de manera sobria reflejen modernidad. La cubierta sobresale del lado donde se brindará la atención al público formando un faldón a manera de parasol y como zona de espera.

Se considera espacio para dos personas que por medio de la puerta accederán de manera directa a la zona de la caseta de tickets y vigilancia donde se encuentra el equipo de cómputo y escritorios, contará con un sanitario común para ambas casetas, con un inodoro y un lavabo de pedestal, ambas casetas contarán con un espacio para tener un microondas.

Descripción de Acabados

El edificio será a base de estructura con losa de concreto y muros de block hueco de concreto.

El piso contará con loseta de cerámica al interior, al exterior tendrá banquetas con acabado escobillado integral al concreto. Los muros tendrán aplanado acabado fino al exterior e interior, con aplicación de pintura acabado mate en ambos lados.

El plafón será aplicación de pintura con acabado mate sobre losa de concreto. La cubierta contará con sistema de impermeabilización a base de manto prefabricado de asfaltos modificados.

La puerta exterior será metálica con tableros de lámina rolada en frío, con los sellos necesarios, la puerta interior será a base de tablero de madera según diseño. La caseta tendrá visibilidad al exterior por medio de ventanas de tableros corredizos y fijos de perfiles de aluminio de línea con tableros de cristal inastillable.

La instalación hidráulica para alimentación al sanitario será por medio de tubería y accesorios de cobre rígido tipo "M". La instalación sanitaria para desalojo de aguas negras y jabonosas será por medio de tubería y conexiones de PVC sanitario de acoplamiento rápido.

Los muebles sanitarios (lavabo e inodoro) y accesorios (espejo, portarrollos, despachador de toallas) serán de línea tipo institucional.

Edificio Administrativo

2 Niveles, 600 m²

Este edificio se ha diseñado para alojar al personal administrativo de la planta y para locales de servicios de la misma, será desarrollado en dos niveles con dimensiones aproximadas de 25.00 x 12.00 m con una altura de 4.50 m en cada nivel.

Se considera estancia de personal dentro de horarios establecidos para oficinas y por turnos así como personal de manera permanente en el cuarto de control central para su operación continua.

El diseño de las fachadas será a base de líneas rectas con colores y un estilo tradicional empleado en industrias con materiales de bajo costo y mantenimiento que de manera sobria refleje modernidad. Es por eso que el volumen representa movimiento a través de los rematamientos en la fachada principal y la combinación de luces y sombras.

Al llegar a la zona de acceso principal de este edificio se ubican unas escalinatas que suben a una plataforma a la que también se llega por medio de una rampa que no debe rebasar el 8% de pendiente de acuerdo a los requerimientos para permitir el tránsito a las personas con movilidad limitada.

Las puertas exteriores abren en el sentido de flujo de salida de las personas y cuentan con mecanismos que permiten abrirlas desde el interior verificando que las rutas de emergencia para evacuación estén libres de obstáculos.

Descripción de Locales

Planta Baja. Al interior se encuentra la recepción y un vestíbulo para control de acceso al edificio, frente al acceso se localiza el área de comedor con un espacio para cocineta, en este mismo nivel y por el pasillo principal se localiza el cuarto de primeros auxilios, archivo y cuarto de aseo, al fondo del pasillo en el lado contrario se encuentra el núcleo de sanitarios con área de vestidores para hombres y para mujeres con el número de muebles sanitarios indicados como mínimos en las NTC como sigue:

NÚMERO DE MUEBLES SANITARIOS PARA OFICINAS (hasta 22 personas)		
WC = 2	LAVABOS = 2	REGADERAS = 2
Consideraciones de diseño: 1. No se hace distinción en la cantidad de muebles para sanitarios de hombres y mujeres. 2. En los sanitarios para hombres a partir de 2 W.C. se debe añadir un mingitorio. 3. En los sanitarios se debe destinar por lo menos, un espacio para escusado para uso prioritario de personas con discapacidad ubicados dentro de los locales para hombres y mujeres respectivamente.		

Dado que cumple con la condición indicada en las Normas Técnicas Complementarias (NTC) de que los sanitarios se ubicarán de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 m para acceder a ellos sí es que se ubican en la Planta Baja en la zona de servicios ya que las oficinas están en Planta Alta y así también sirven al personal usuario de los vestidores y a externos.

De manera directa al acceso y vestíbulo se encuentra el cubo de escaleras para acceder a la planta alta.

Planta Alta. Al llegar a la Planta alta se llega al vestíbulo de ese nivel que se conecta con un pasillo que dirige al Cuarto de Control Central en el cual se encontrará el equipo de control como son las estaciones de trabajo, gabinetes SDMC y SPPE, el Gabinete de fibra óptica, Rack de servidores e impresoras, también se encuentra el cuarto de Telecom el cual contara con los gabinetes de Voz y Datos, SCADA, CCTV, INTERCOM, gabinete de Control d acceso, y de cableado estructurado, así como cuarto eléctrico con las dimensiones adecuadas respetando los espacios de mantenimiento necesarios.

A la izquierda por el pasillo se localiza el área para personal administrativo compuesta de 3 oficinas con las dimensiones mínimas necesarias con un área abierta para estaciones de trabajo y con acceso a la sala de juntas logrando así privacidad a las oficinas en el caso de llegada de visitas las que se recibirán de preferencia en este local.

Descripción de Acabados

El edificio será a base de estructura, losa de concreto y muros de block hueco de concreto.

El piso contará con loseta de cerámica en vestíbulos, pasillos, oficinas, sala de juntas y servicio médico, así como cocineta (break ron), vestidores y sanitarios, en el Cuarto de Control Central se utilizará piso falso, en el Cuarto Eléctrico el acabado será acabado pulido fino con endurecedor, el cuarto de aseo solamente será pulido; al exterior contará con banquetta con acabado escobillado integral al concreto.

Los muros tendrán aplanado acabado fino y de acuerdo al diseño entrecalles al exterior e interior, con aplicación de pintura acabado mate en ambos lados.

Para los muros de zonas húmedas, el lambrín llegará a una altura de 1.80 m desde el nivel de piso terminado para continuar con el aplanado acabado fino hasta el nivel lecho bajo de losa.

Contará con falso plafón modular de lana mineral de línea y paneles de yeso de acuerdo al local, en sanitarios el falso plafón será a base de paneles de tabla cemento con aplicación de pintura acabado mate.

La cubierta contará con sistema de impermeabilización a base de manto prefabricado de asfaltos modificados.

La puerta principal será de marcos de aluminio extruido con acabado anodizado color muestra aprobada por el cliente con cristal inastillable.

Las puertas exteriores y las interiores para Cuartos de Control, Cuarto eléctrico y Telecom serán metálicas de una o dos hojas de lámina galvanizada, estándar de línea de fabricante con accesorios según diseño, se adaptarán las puertas exteriores de salida de emergencia; las puertas interiores serán a base de tablero de madera de pino según diseño.

Este edificio tendrá iluminación natural por medio de ventanas de tableros fijos de perfiles de aluminio de línea con tableros de cristal.

La instalación hidráulica para alimentación a los sanitarios será por medio de tubería y accesorios de cobre rígido tipo "M". La instalación sanitaria para desalojo de aguas negras y jabonosas será por medio de tubería y conexiones de PVC sanitario de acoplamiento rápido.

Los muebles sanitarios (lavabo e inodoro) y accesorios (espejo, portarrollos, despachador de toallas) serán de línea tipo institucional. En la cocineta se considera el arreglo de mobiliario para comedor con capacidad para 16 personas sentadas, sillas y cocineta (no incluye electrodomésticos ni mobiliario) de acuerdo al espacio.

Laboratorio

1 Nivel de 50 m²

Este edificio se ha diseñado para alojar al personal asignado para el aseguramiento de la calidad del producto con dimensiones aproximadas de 5.00 x 10.00 m con una altura de 4.00 m.

El diseño de las fachadas será a base de líneas rectas con colores y un estilo tradicional empleado en industrias que de manera sobria refleja modernidad.

Descripción de Locales

Se considera espacio para tres personas, que por medio de la puerta accederá de manera directa a la zona donde se localizarán las estaciones de trabajo para investigación, cubículos, áreas para almacén de reactivos.

Descripción de Acabados

El edificio será a base de estructura con losa de concreto y muros de block hueco de concreto.

El piso contará con loseta de cerámica antiácida, al exterior tendrá banquetta con acabado escobillado integral al concreto.

Los muros tendrán aplanado acabado fino al exterior e interior, con aplicación de pintura acabado mate en ambos lados. Para los muros del sanitario el lambrín llegará a una altura de 1.80 m desde el nivel de piso terminado para continuar con el aplanado acabado fino hasta el nivel lecho bajo de losa.

Contará con falso plafón modular de lana mineral de línea, en sanitarios el falso plafón será a base de paneles de tabla cemento con aplicación de pintura acabado mate.

La cubierta será a un agua y contará con sistema de impermeabilización a base de manto prefabricado de asfaltos modificados.

Las puertas exteriores serán metálicas de una hoja de lámina galvanizada, estándar de línea de fabricante con accesorios según diseño con barra de pánico.

La instalación hidráulica para alimentación al sanitario será por medio de tubería y accesorios de cobre rígido tipo "M". La instalación sanitaria para desalojo de aguas negras y jabonosas será por medio de tubería y conexiones de PVC sanitario de acoplamiento rápido. Los muebles sanitarios (lavabo e inodoro) y accesorios (espejo, portarrollos, despachador de toallas) serán de línea tipo institucional.

Subestación Eléctrica

1 Nivel de 72.25 m²

Este edificio ha sido diseñado para alojar el equipo eléctrico con los espacios de mantenimiento necesarios, no se consideran tripulados, con dimensiones aproximadas de 13.00 x 4.50 Cuarto de CCM's y 5.50 x 2.50 m Cuarto de Baterías con una altura de 7.00 m.

Contarán con los locales requeridos de los Cuartos Eléctricos, áreas de servicio, y demás requerimientos de acuerdo a las normas aplicables para su función.

El diseño de las fachadas será a base de líneas rectas y colores que armonizan con los demás edificios de la terminal sin salir de lo tradicional empleado en industrias pero que refleje modernidad.

Descripción de Locales

El edificio Eléctrico se desarrollará en un solo nivel donde se ubicarán las charolas, baterías y adosado en área exterior los transformadores.

Descripción de Acabados

El piso será a base de acabado pulido en concreto con aplicación de endurecedor; al exterior contarán con banquetta acabado escobillado integral al concreto; las rampas de acceso tendrán acabado estriado integral al concreto.

Los muros serán a base de block hueco de concreto (de la región) para resistir al fuego mínimo por 1 hora ya que cuenta con sistema de supresión de incendio, con aplanado acabado fino al exterior y acabado aparente al interior, como acabado final, aplicación de pintura acabado mate en ambos lados.

Las losas tendrán al interior acabado aparente con aplicación de pintura acabado mate en plafón. La cubierta será a una o dos aguas de acuerdo al diseño y contarán con sistema de impermeabilización a base de manto prefabricado de asfaltos modificados.

Las puertas serán resistentes al fuego con lámina de acero resistente al fuego mínimo de 1 hora ya que cuenta con sistema de supresión de incendio, con accesorios según diseño incluyendo las previsiones necesarias para salida de emergencia.

Generador de emergencia

1 Nivel de 58.20 m²

Este edificio ha sido diseñado para alojar el Generador de emergencia con los espacios de mantenimiento necesarios, no se considera tripulado, con dimensiones aproximadas de 9.70 x 6.00 m.

Descripción

El Cuarto para Generador de Emergencia se desarrollará en un solo nivel donde se ubicará el Generador.

Descripción de Acabados

El piso será a base de acabado pulido en concreto con aplicación de endurecedor; al exterior contarán con banquetas acabado escobillado integral al concreto; las rampas de acceso tendrán acabado estriado integral al concreto.

Los muros serán a base de block hueco de concreto (de la región) con aplanado acabado fino al exterior y acabado aparente al interior, como acabado final, aplicación de pintura acabado mate en ambos lados y dos lados con muro a base de celosía para propiciar la ventilación natural al cuarto.

Las losas tendrán al interior acabado aparente con aplicación de pintura acabado mate en plafón. La cubierta será a una o dos aguas de acuerdo al diseño y contarán con sistema de impermeabilización a base de manto prefabricado de asfaltos modificados. La puerta será metálica a base de louvers.

Almacén y Taller de Mantenimiento

1 Nivel, 288.00 m²

Este edificio ha sido diseñado para brindar espacio de almacenamiento a cubierto, así como para servicios de mantenimiento menor a la planta y vehículos. Contará con espacio en un sólo nivel con dimensiones de 12.00 x 24.00 m y 6.00 m de altura aprox.

Se considera la estancia de personal dentro de horarios establecidos para servicio de taller y almacén.

Las puertas abren en el sentido de flujo de salida de las personas y cuentan con mecanismos que permiten abrirlas desde el interior verificando que las rutas de emergencia para evacuación estén libres de obstáculos.

Descripción de Locales

El acceso principal se compone de dos puertas, una para personal y otra enrollable de despliegue manual con las dimensiones adecuadas para el paso de equipos o maquinaria al fondo se localiza un cuarto de herramientas para servicio del mismo.

A la derecha y contraria a la puerta de acceso principal se ubica una salida de emergencia.

Al fondo del edificio se aprecia una estructura interna de 2 niveles que compone un núcleo de servicios, oficina y almacenes.

En planta baja se encuentran los almacenes y una oficina.

Para acceder a la planta alta es por medio de unas escaleras metálicas, en este nivel se localiza la zona de baños para hombres, con el número de muebles sanitarios indicados como mínimos en las NTC como sigue:

NÚMERO DE MUEBLES SANITARIOS PARA INDUSTRIA (hasta 22 personas)		
WC = 2	LAVABOS = 2	REGADERAS = 2

Consideraciones de diseño:

1. No se hace distinción en la cantidad de muebles para sanitarios de hombres y mujeres.
2. En los sanitarios para hombres a partir de 2 wc se debe añadir un mingitorio.

Dado que la ubicación cumple con la condición indicada en las Normas Técnicas Complementarias (NTC) de que los sanitarios se ubicarán de manera que no sea necesario para cualquier usuario subir o bajar más de un nivel o recorrer más de 50 m para acceder a ellos, es que se considera que darán servicio a los propios operadores y a personal de otras áreas de la terminal por lo que se ha acondicionado un acceso a la izquierda del edificio que lleva directamente al pie de la escalera para subir a esos servicios sin tener que transitar por la zona del almacén o taller de igual manera en el caso de una eventualidad se tiene ésta como salida de emergencia directa del baño.

Descripción de Acabados

El Edificio se ha diseñado a base de estructura metálica con muros perimetrales de block de concreto hasta una altura de 3.00 m a partir de los cuales se instalarán muro a base de lámina metálica, la cubierta será a dos aguas en el sentido longitudinal, con una pendiente mínima del 10%, los materiales serán de bajo costo y mantenimiento propios de la región.

Al interior los locales en dos niveles serán de muros de block de concreto y losa de concreto armado con aplanados y/o aplicación de pintura de acuerdo al local, en las zonas húmedas se colocará azulejo, estos niveles están conectados por medio de una escalera metálica.

El piso al interior será a base de acabado pulido en concreto con aplicación de endurecedor en el área del taller de mantenimiento, almacén y cuarto de herramientas, acabado de loseta cerámica en oficina y baño de hombres; al exterior contará con banquetas con acabado escobillado, las rampas de acceso tendrán acabado estriado integral al concreto.

La cubierta será a dos aguas con una pendiente del 10%, a base de lámina metálica y lámina acanalada acrílica reforzada con fibra de vidrio según diseño, para brindar iluminación natural hacia las áreas de trabajo. Se incluyen los accesorios necesarios como tapajuntas, botaguas, canalones y bajadas pluviales, las cuales desaguarán superficialmente canalizando el agua a la red pluvial por medio de pendientes.

Las puertas exteriores serán metálicas de una hoja de lámina galvanizada, estándar de línea de fabricante con accesorios según diseño con barra de pánico; para acceso de equipos se incluye una cortina de acero enrollable con accionamiento manual de perfil tipo duela.

Cobertizo de bombas contra incendio

1 Nivel de 184.00 m²

Este edificio ha sido diseñado para alojar dos bombas principales una eléctrica y una de combustión interna además de una bomba jockey eléctrica, con dimensiones aproximadas de 16.00 x 11.50 m con una altura de 3.50 m.

Descripción de Locales

Sera un cobertizo el cual se desarrollará en un solo nivel donde se ubicarán las bombas, no se considera tripulada.

Descripción de Acabados

El piso será a base de acabado pulido en concreto con aplicación de endurecedor.

La cubierta será a una o dos aguas de acuerdo al diseño con una pendiente del 10%, a base de lámina acanalada tipo Ternium.

Se canalizará el agua pluvial por medio de un canalón fabricado a base de lámina lisa de acero galvanizada con una pendiente del 1% hacia las bajadas pluviales, sujeto con zunchos de solera de acero a la estructura. Se deben colocar canastillas fijadas al canalón. En los laterales de la cubierta, se instalarán botaguas.

Cuarto de Telecomunicaciones y control (Rio Bravo)

1 Nivel de 15.40 m²

Este edificio ha sido diseñado para alojar el equipo de Telecom con los espacios de mantenimiento necesarios, no se considera tripulado, con dimensiones aproximadas de 4.00 x 3.85 m con una altura de 3.45 m.

Descripción de Locales

El cuarto se desarrollará en un solo nivel donde se ubicará un gabinete.

Descripción de Acabados

El piso será a base de acabado pulido en concreto con aplicación de endurecedor.

Los muros serán a base de block hueco de concreto (de la región), con aplanado acabado fino al exterior y acabado aparente al interior, como acabado final, aplicación de pintura acabado mate en ambos lados.

Las losas tendrán al interior acabado aparente con aplicación de pintura acabado mate en plafón. La cubierta será a un agua de acuerdo al diseño y contarán con sistema de impermeabilización a base de manto prefabricado de asfaltos modificados.

Las puertas serán de lámina de acero rolado en frío, con accesorios según diseño.

Estacionamiento

La terminal cuenta con estacionamiento que contará con cajones para 20 autos y 1 cajón de estacionamiento para discapacitados de acuerdo a lo indicado en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 2004, última Reforma publicada en la Gaceta Oficial de la Ciudad de México el 17 de junio de 2016 y sus Normas Técnicas Complementarias 2011 que se refleja en la siguiente tabla con el siguiente criterio:

1. La demanda total de cajones de estacionamiento de un inmueble con dos o más usos, será la suma de las demandas de cada uno de ellos por rango o destino.
2. Los estacionamientos públicos y privados deben destinar un cajón de cada 25 o fracción a partir de 12 para uso exclusivo de personas con discapacidad.

Cerca Perimetral

1694.78 m

El cercado perimetral será por medio de block hueco cara de piedra con dimensiones de 15 x 20 x 40 cm con una altura de 2.50 m. Contará con concertina de cuchillas galvanizadas de 28 mm, alambre de alta resistencia de 2,5 mm; en diámetro de 400 mm colocada en la parte superior del muro hasta alcanzar los 3.00 m de altura total. Se incluirán 3 puertas dobles para acceso vehicular, además de 2 sencillas de una hoja para acceso peatonal a base de marcos y tablero metálico.

I.4. Proyecto mecánico

Para el diseño y construcción de la siguiente infraestructura como son: Los tanques de almacenamiento, el equipo de bombeo, el equipo de carga y descarga de combustibles, sistemas para la recuperación de vapores y sistemas contra incendio; se contempla el cumplimiento de la normatividad vigente y los estándares internacionales aplicables.

Tanques de Almacenamiento de Combustibles

Combustible / Producto	Volumen de diseño
TERMINAL RÍO BRAVO	
Gasolina Regular RoC	3 @ 25,000 BBL (3,974m ³)
Gasolina Regular M	3 @ 25,000 BBL (3,974m ³)
Gasolina Premium Roc	2 @ 10,000 BBL (1,590 m ³)
Gasolina Premium M	2 @ 10,000 BBL (1,590 m ³)
Diesel	2 @ 40,000 BBL (6,359m ³)
MTBE	1 @ 2,000 BBL (318 m ³)
Etanol	1 @ 2,000 BBL (318 m ³)
Transmix	1 @ 2,000 BBL (318 m ³)
Aditivos	4 @ 119 BBL (19 m ³)

Todos los Tanques de Almacenamiento de Combustibles, así como los de almacenamiento de aditivos, serán diseñados conforme al Código Internacional API-650 "WELDED TANKS FOR OIL STORAGE, 12 Ed., en cumplimiento con las indicaciones y recomendaciones del proyecto de Norma Mexicana: PROY-NOM-006-ASEA- 2017 "Especificaciones y Criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre-arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre y Desmantelamiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos y Petróleo, excepto para Gas Licuado de Petróleo". Las condiciones y criterios para cálculo de diseño para viento y sismo serán conforme a los "Manuales de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E." (para cada condición), aplicando la edición que señalen las Bases de Diseño de la Disciplina de Ingeniería Civil-Estructural y lo que sea convenido en mutuo acuerdo con el cliente para el diseño de la instalación.

El Tanque de Agua Contra Incendio se diseña únicamente conforme a la Norma Internacional: API-650 y en cumplimiento con los requerimientos de NFPA.

Para una correcta y segura operación, los tanques de almacenamiento cuentan con los siguientes accesorios de acuerdo con el proyecto de norma: PROY-NOM-006-ASEA-2017

- Sistema de medición y monitoreo de nivel e inventarios, agua y temperatura

- Dispositivos para la purga
- Entrada hombre superior e inferior, y otras boquillas con brida
- Válvulas presión-vacío con arrestador de flama
- Venteo de emergencia
- Drenaje de techo
- Sensor de sobrellenado y alarma sonora y visual
- Alarmas (bajo-alto nivel, detección de fuga
- Boquillas
- Cámara de espuma
- Escalera y plataforma de hacer
- Bridas de conexión de sistemas de calentamiento (productos pesados)
- Vertederos de sobrellenado y respiraderos de techo
- Bridas de conexión de sistema de alivio de presión por temperatura
- Escalera
- Registros de purga o drenado
- Conexión de tierra física

Tabla I.8 Descripción de tanques de almacenamiento

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CANT.	CAPACIDAD (DE TRABAJO)	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	PESO VACÍO M. TONS.	PESO DE EQUIPO EN PRUEBA (M TONS.)	DIMENSIONES L X A X ALTO (mm)
1102-TK-001 A/B/C	GASOLINA REGULAR RoC TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	3	25,000 BLS.	36	110	4 543	20,370Diam. X 12,190 H
1102-TK-002 A/B	GASOLINA PREMIUM RoC TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	2	10,000 BLS.	36	52	1,813	12,980 DIAM. X 12,1980H
1102-TK-003 A/B/C	GASOLINA REGULAR M TANQUE DE ALMACENAMIENTO	3	25,000 BLS.	36	110	4 543	20,370Diam. X 12,190 H
1102-TK-004 A/B	GASOLINA PREMIUM M TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	2	10,000 BLS.	36	52	1,813	12,980 DIAM. X 12,1980H
1102-TK-005 A/B	DIESEL (DUBA) TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	2	40,000 BLS.	36	P1 190	7,354	25,910 DIAM. X 12,190 H
1102-TK-006	TRANSMIX TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	2,000 BLS.	36	15	364	6,360 DIAM. X 10,000 H
3303-TK-001	MTBE TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	2,000 BLS.	36	15	364	6,360 DIAM. X 10,000 H

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CANT.	CAPACIDAD (DE TRABAJO)	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	PESO VACÍO M. TONS.	PESO DE EQUIPO EN PRUEBA (M TONS.)	DIMENSIONES L X A X ALTO (mm)
3303-TK-002	ETANOL TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	2,000 BLS.	36	15	364	6,360 DIAM. X 10,000 H
1108-TK-001	AGUA VS. INCENDIO TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	P1 12,580 BLS.	36	P1 55	P1 2,050	P1 12,500 DIAM x 16,450 H
3303-TK-003	ADITIVO 1 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	119 BLS.	36	2	20	2 300 DIAM X 4 600 H
3303-TK-004	ADITIVO 2 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	119 BLS.	36	2	20	2 300 DIAM X 4 600 H
3303-TK-005	ADITIVO 3 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	119 BLS.	36	2	20	2 300 DIAM X 4 600 H
3303-TK-006	ADITIVO 4 TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	119 BLS.	36	2	20	2 300 DIAM X 4 600 H

CLAVE	DESCRIPCIÓN	CANT.	CAPACIDAD (DE TRABAJO)	TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C)	PESO VACÍO M. TONS.	PESO DE EQUIPO EN PRUEBA (M TONS.)	DIMENSIONES L X A X ALTO (mm)
1107-TK-001	DIESEL (TANQUE DE DÍA) TANQUE DE ALMACENAMIENTO ATMOSFÉRICO	1	90BLS.	36	2	14	2,438 DIAM x 3,054 H

I.4.1 Bombas de Carga

Las bombas centrífugas que manejen Diesel, así como las bombas centrífugas que manejan otros productos relacionados con los combustibles (MTBE y Etanol), serán diseñadas y fabricadas en cumplimiento con el estándar ANSI/ASME B73.1 "Specification for Horizontal End Suction Centrifugal Pumps for Chemical Process" (para bombas horizontales). Para el caso de los equipos de bombeo verticales para Gasolinas, serán "bombas industriales" del tipo "enlatadas", accionadas por motores eléctricos de inducción tipo jaula de ardilla.

Las capacidades de diseño de las bombas de carga de combustible y aditivos se enumeran a continuación:

Carga de Combustible	No. de Bombas de Carga	Capacidad Requerida (m³/h)
TERMINAL RÍO BRAVO		
Gasolina Regular RoC	2 x 100%	1362
Gasolina Premium RoC	2 x 100%	1362
Gasolina Regular M	2 x 100%	1362
Gasolina Premium M	2 x 100%	1362
Diesel	2 x 100%	1362
Transmix	2 x 100%	159
MTBE	2 x 100%	409
Etanol	2 x 100%	272.6

Las bombas estarán equipadas con sello mecánico doble tipo API-682. Además, se les instalará un pequeño tanque acumulador de líquido barrera que lubrica la zona entre sellos, extendiendo su vida de operación y evitando que, en caso de falla de alguno de los sellos, no se presente una potencial fuga de combustible hacia el exterior de la bomba.

El cople entre bomba y motor será tipo espaciador, equipado con una protección (guarda cople) fabricado en material antichispas (como puede ser aluminio o material sintético). Esta protección protege al equipo y al personal, en caso de la falla de algún elemento del cople accionador que pudiera representar un riesgo por ser piezas en continuo movimiento giratorio. La operación de cada bomba se supervisa desde el cuarto de control central por medio de un sistema remoto de monitoreo operatorio. Para una segura y correcta operación de los sistemas de bombeo, se consideran los siguientes sistemas y accesorios:

- Instrumento indicador de presión a la descarga

- Válvulas de retención (a la descarga) que eviten el flujo de líquido en sentido inverso
- Válvula de control de flujo mínimo con recirculación al tanque de almacenamiento respectivo
- Motores, componentes e instalaciones eléctricas que cumplen con la clasificación de áreas
- Cada bomba de carga, cuenta con medición de presión local (PG), medición desde el SDMC por medio de (PIT) en succión y descarga, protección por baja presión con alarma por baja presión (PAL) y paro por muy
- bombeo
- Filtro de cartucho a la descarga que evite el paso de partículas sólidas hacia el patín de medición y hacia los brazos de carga de producto a los auto-tanques. El filtro contará con un interruptor de presión diferencial que alarmará cuando el filtro acumule una determinada cantidad de impurezas que se conviertan en una obstrucción del elemento de filtración y afectando el libre paso de líquido
- Válvulas de aislamiento y retención para mantenimientos

I.4.2 Unidad Recuperadora de Vapores (URV)

La Unidad Recuperadora de Vapores serán diseñada para una capacidad de 35 mg/lt de gasolina cargada a auto- tanque en ppm de compuestos orgánicos volátiles (COV's), conforme a lo indicado por la Norma Mexicana: PROY- NOM-006-ASEA-2017.

Las URV contarán con el equipo siguiente para garantizar su operación:

- Accesorios incluyendo manguera de recolección de vapor, arrestador de flama, válvula automática, indicador de presión, interruptor de alta presión, alarma sonora y luminosa.
- Cabezal de recolección de vapores, incluyendo válvula de presión-vacío (plataforma y escalera de acceso);
- Instalación de válvulas de presión-vacío y arrestador de flama en la tubería colectora y cabezal de vapor, antes de la Unidad Recuperadora de Vapores;
- Medidor de flujo de vapor;
- Puerto de muestreo para instalar analizador de gases y realizar las pruebas de evaluación de la Operación y eficiencia del sistema;
- Unidad analizadora de vapores de Hidrocarburo;

- Tubería de retorno de gasolina recuperada, incluyendo válvula de bloqueo y válvula de alivio por expansión térmica en el punto de interconexión;
- Conexiones herméticas para prevenir escape de vapor a la atmósfera;
- Sistema de alimentación eléctrica;
- Instalación del sistema de tierras;
- Instrumentación con alarmas sonoras y luminosas.

Todo el producto recuperado en fase líquida se envía por tubería cerrada al tanque de gasolina regular de la terminal.

I.4.3 Brazos de Carga de Auto tanques

El diseño considera la instalación de (5) Estaciones de carga de combustible en Terminal Río Bravo. Cada estación cuenta con (4) Brazos (Articulados) de carga que permita la carga a Auto-tanques de los (5) diferentes combustibles que almacena la Terminal: Gasolina Regular RoC y M, Gasolina Premium RoC y M y Diesel. Cada brazo tiene una capacidad de diseño para despachar hasta 136 m³/he de cada uno de los combustibles.

Brazos de Carga para Combustible	No. de Brazos de Carga	Capacidad Requerida (m ³ /h)
Gasolina Regular y Premium Roc y M	10 x 100%	136
Diesel	10 x 100%	136

El sistema considera la instalación de instrumentos y equipos en el área de carga de Auto-tanques de tal forma que todas las posiciones de llenado cuenten con la instrumentación propia para la medición del producto y temperatura, así como para el control de la carga del mismo a través de un sistema de medición, conformado por:

- Válvula de bloqueo
- Filtro
- Medidor de flujo
- Válvula electrohidráulica
- Sensor de temperatura
- Unidad de control local
- Conexión a tierra

I.4.4 Generador de Emergencia

Para garantizar la operatividad de la instalación en caso de falla de energía eléctrica, se instalará un generador de emergencia operado por diésel con capacidad del 100% de respaldo para las instalaciones de la "Terminal Río Bravo". Este equipo de emergencia proveerá la energía eléctrica necesaria para alimentar en su totalidad la demanda de las operaciones tanto de carga como de descarga y despacho de combustibles. Mantendrá en operación los sistemas de seguridad, control y registro de las operaciones de carga/descarga hasta por doce horas continuas sin reabastecimiento de combustible. Al cabo de ese período de tiempo, si no se restablece el suministro eléctrico, se determinará si se reabastece el equipo con diésel o bien, se llevará la instalación a paro seguro.

I.4.5 Bombas Contra Incendio

El suministro de agua contra incendio se hará por medio de dos bombas centrífugas horizontales (una principal y una de relevo). Fabricadas en completo apego al NFPA-20 última edición aplicable, listadas y certificadas por UL. La bomba principal es accionada por medio de un motor eléctrico de inducción tipo jaula de ardilla. La bomba auxiliar, es accionada por un motor de combustión interna a Diesel. El sistema se mantiene presurizado por una bomba "Jockey" del tipo centrífuga montada en línea, accionada por un motor eléctrico vertical.

I.5. Proyecto sistema contra incendio

Los Sistemas de Seguridad y Contra incendio para la Terminal de Almacenamiento se basa y cumple con la Norma Oficial Mexicana de Emergencia: PROY-NOM-006-ASEA-2017, "Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre- Arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos y Petróleo, excepto para Gas Licuado de Petróleo" y con los estándares de la NFPA (National Fire Protection Association), que se indican en este documento.

El Sistema Contra Incendio tiene como equipo principal: Tanque de Agua Contra incendio de 1,828 m³ de capacidad, sistema de bombeo, una bomba principal con motor eléctrico, otra bomba de relevo con motor a diesel y la bomba Jockey para presurización de la red de agua. Se tendrá sistema de alarma y monitoreo. Los tanques estarán protegidos con cámaras de espuma y anillos de rociadores para enfriamiento, también se tendrá suministro de espuma en los puntos donde se considere que se puede dar una fuga de hidrocarburo que pueda iniciar un incendio. El suministro del agua para servicio Contra incendio es a partir de un Tanque de Almacenamiento, el cual será llenado con agua dulce por la planta.

En general, los Sistemas de Protección Contra incendio de la Terminal, incluyen:

- a) Sistema de Diluvio Solución Agua- Espuma para las bombas de proceso, de acuerdo a la norma API-2030-2014, NFPA 13-2016.
- b) Sistema de Diluvio base agua, usando anillos de enfriamiento para el área de tanques de almacenamiento, de acuerdo a la norma NFPA 11-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- c) Cámara de espuma para área de tanques de almacenamiento de acuerdo a los requerimientos de la norma NFPA 11-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- d) Monitores para el área de Diques de los tanques de almacenamiento, bombas de proceso, llenaderas y unidad recuperadora de vapor de acuerdo a la norma NFPA 11-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- e) Red de agua Contra incendio, enterrada (tubería HDPE), monitores de agua-espuma, hidrantes, válvulas de diluvio, válvulas aisladoras con poste indicador, de acuerdo a la NFPA-24-2013
- f) Bombas principales de agua Contra incendio, 1 (una). Accionamiento con motor eléctrico acuerdo a NFPA-20-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- g) Bomba de Emergencia Contra incendio accionada con motor de combustión interna a Diesel suministrada con tanque de almacenamiento de Diesel y su tablero de control, de acuerdo a NFPA-20-2016 y **PROY-NOM-006- ASEA-2017**.
- h) Bomba Jockey de Agua Contra incendio, 1(unos), presión de descarga de 10 a 15 psi arriba de la presión de descarga de la bomba principal. Accionamiento con motor eléctrico, de acuerdo a NFPA-20-2016 y **PROY- NOM-006-ASEA-2017**.
- i) Tanque de Almacenamiento de Agua Contra incendio, 1 (uno) capacidad adecuada para almacenar durante 4 horas, de acuerdo a **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- j) Sistema de Gabinetes con Manguera, de acuerdo a NFPA-14-2016.
- k) Sistemas de Supresión de Incendio en el Área de Edificios de acuerdo a la NFPA-2001, NFPA-12, NFPA-13, NMX-S-066-SCFI-2015 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- a. Cuarto de control y Telecom, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, Protegido con sistema de supresión de agente limpio.

b. Cuarto Eléctrico, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, Protegido con extintores de CO₂

c. Subestación Eléctrica/ MCC, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con un sistema de supresión a base de CO₂ y el cuarto de baterías con detectores de hidrogeno.

d. Generador de emergencia, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con un sistema de supresión a base de CO₂ y detección de humo.

e. Almacén y Taller de mantenimiento, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con extintores de polvo químico seco (PQS) y gabinetes con manguera.

l) Detectores de Humo para los edificios deberán ser tipo fotoeléctrico inteligentes para áreas no clasificadas de acuerdo a los requisitos de la NFPA-72-2016.

m) Detectores de flama en el área de Tanques, Trampa de Diablos, Casa de Bombas y Llenaderas, provista con detectores de flama del tipo UV/IR, que cuando detecten fuego se activaran las alarmas audibles y visible, con un segundo detector cuando detecte fuego se activara el paro del área donde se detectó el fuego.

n) Detectores de Gas Combustible en el área de Tanques, Patines de Medición, Trampa de Diablos, Casa de Bombas y Llenaderas, se activarán las alarmas audibles y visibles cuando se detecte alta concentración de gas combustible (LEL), en el área donde estén ubicados los detectores de gas combustible.

o) Alarmas Audibles/Visibles, dentro de los edificios y área de proceso, de acuerdo con la NFPA-72-2016 y estar listados UL y/o aprobados FM.

p) Estaciones manuales de alarma por fuego, en los edificios y área de proceso debe ser listada UL y/o aprobada FM.

q) Módulos monitor y mini módulos monitor para los edificios.

r) Extintores portátiles y sobre ruedas,

- Base de polvo químico seco tipo ABC
- Base de Dióxido de Carbono

Están determinados de acuerdo a lo indicado en la NOM-002-STPS-2010 y NFPA-10

s) Equipo de Seguridad – Regaderas y Lavajos

- Regaderas de emergencia con lavajos, de acuerdo a lo indicado en Z358.1-2014
- Regaderas de emergencia con lavajos, de acuerdo a lo indicado en Z358.1-2014

I.6. Descripción detallada del proceso

I.6.1 Recepción de Gasolinas y Diesel

Para mayor referencia ver los Diagramas de Tuberías e Instrumentación

- 7459-2203-280-DTI-101. Válvulas de paro por emergencia en la frontera.
- 7459-2201-280-DTI-103. Trampa de diablos y patín de medición de gasolina.
- 7459-2201-280-DTI-104. Trampa de diablos y patín de medición de diesel.

El proceso se inicia con la recepción de Gasolina y Diesel.

I.6.2 Recepción de Gasolinas

La gasolina es enviada desde Estados Unidos a la Terminal Rio Bravo, esta es transportada a través de una tubería existente de 8 pulgadas, la cual es una línea que cuenta con varias válvulas en su trayectoria, por lo que se habilitará la válvula más cercana al rio Bravo para que opere como una SDV (Shut Down Valve).

La gasolina es transportada una distancia aproximada de 10.512 km (contando solo del lado mexicano) hasta llegar a la terminal. Ahí la gasolina será recibida por un Patín de Medición de Transferencia de Custodia que medirá el volumen de Gasolina que será enviado al Tanque de Almacenamiento correspondiente.

En el punto de recepción en la frontera se contará con lo siguiente:

- Kit de aislamiento
- Habilitación de una Válvula SDV (Shut Down Valve)

En el punto de recepción en la terminal Matamoros contará con lo siguiente:

- Kit de aislamiento
- Válvula SDV
- Válvula PSV (para evitar el golpe de ariete)
- Trampa de diablos (receptora)

- Válvula de control de presión
- Válvula PSV (para evitar altas presiones en el lado de baja presión)
- Un patín de medición de transferencia de custodia para medir el volumen de combustible recibido.

I.6.3 Recepción de Diesel

Para el caso del Diesel ocurre el mismo sistema que para la gasolina, con única diferencia que el ducto de transporte existente es de 6 pulgadas.

Tabla I.9. Patín de medición.

Descripción	Gasolina	Diésel
Patín de medición en la recepción de la terminal	2201-PK-001	2201-PK-002

I.6.4 Sistema de Almacenamiento y Bombeo de Gasolina y Diesel

Para mayor referencia ver Diagramas de Tuberías e Instrumentación:

- 7459-1102-280-DTI-105. Tanque de gasolina regular RoC 1102-TK-001A.
- 7459-1102-280-DTI-106. Tanque de gasolina regular RoC 1102-TK-001B.
- 7459-1102-280-DTI-107. Tanque de gasolina regular RoC 1102-TK-001C.
- 7459-1102-280-DTI-108. Tanque de gasolina premium RoC 1102-TK-002A.
- 7459-1102-280-DTI-109. Tanque de gasolina premium RoC 1102-TK-002B.
- 7459-1102-280-DTI-110. Tanque de gasolina regular M 1102-TK-003A.
- 7459-1102-280-DTI-111. Tanque de gasolina regular M 1102-TK-003B.
- 7459-1102-280-DTI-112. Tanque de gasolina regular M 1102-TK-003C.
- 7459-1102-280-DTI-113. Tanque de gasolina premium M 1102-TK-004A.
- 7459-1102-280-DTI-114. Tanque de gasolina premium M 1102-TK-004B.
- 7459-1102-280-DTI-116. Tanque de diesel 1102-TK-005A.
- 7459-1102-280-DTI-117. Tanque de diesel 1102-TK-005B.
- 7459-1103-280-DTI-118. Bombas de carga de gasolina regular RoC.
- 7459-1103-280-DTI-119. Bombas de carga de gasolina premium RoC.
- 7459-1103-280-DTI-120. Bombas de carga de gasolina regular M.
- 7459-1103-280-DTI-121. Bombas de carga de gasolina premium M.
- 7459-1103-280-DTI-123. Bombas de carga de diesel.

Una vez que el combustible es medido se envía al tanque correspondiente según el tipo de fluido, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla I.10 Características de los tanques.

Descripción	Cantidad de tanques	Capacidad BBL (m ³)	Tipo de techo
Tanque de Gasolina Regular ROC	3	25,000 (3,975)	Techo fijo Membrana flotante
Tanque de Gasolina Regular M	3	25,000 (3,975)	
Tanque de Gasolina Premium ROC	2	10,000 (1,590)	
Tanque de Gasolina Premium M	2	10,000 (1,590)	
Tanque de Diesel	2	40,000 (6,360)	Techo fijo

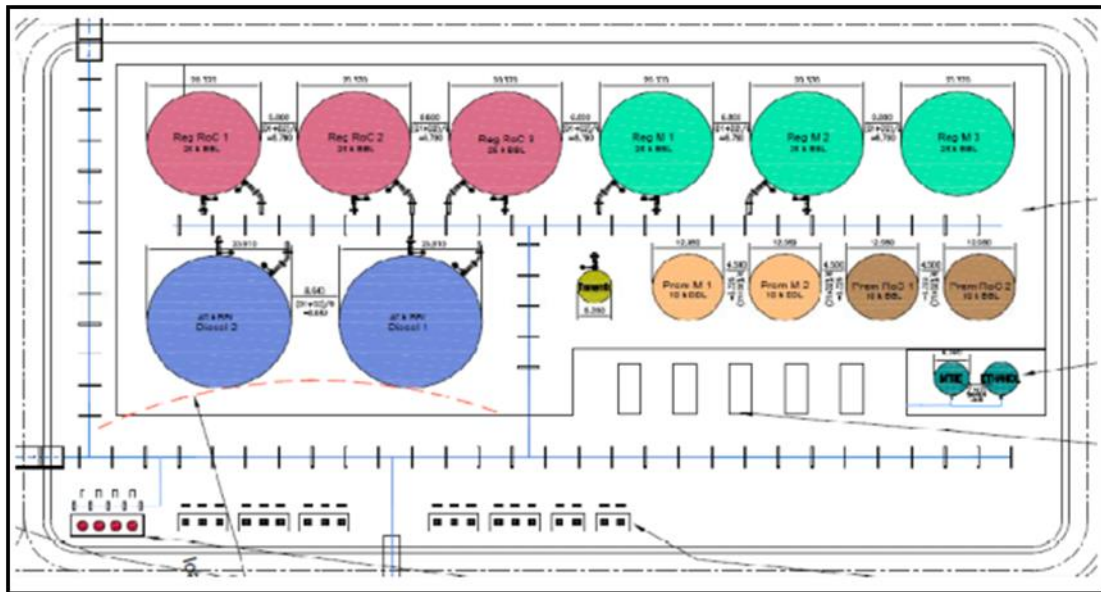


Figura I.9 Arreglo de tanques en la Terminal.

Los tanques de almacenamiento de gasolina y diesel cuentan con la instrumentación necesaria para su buen funcionamiento, incluyendo un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) cuando se detecte un alto-alto nivel con la activación de una alarma sonora y visual, así como el corte de alimentación de gasolina al tanque y para cuando se detecte un bajo-bajo nivel se enviará señal de paro a las Bombas de Carga y a la URV. En las tuberías de entrada y salida del tanque se tendrán válvulas automáticas XV con indicaciones de abierto/cerrado y accionamiento local/remoto.

Se emplearán 2 bombas con flujo de diseño de 1362 m³/h (6,000 GPM) cada una (1 bomba en operación y una de relevo), las cuales transferirán el producto desde el tanque de almacenamiento hasta el sistema de carga para auto-tanques, las bombas están dimensionadas para permitir la carga simultánea de 5 auto-tanques con su remolque (tándem tráiler).

Tabla I.11 Características de las Bombas.

Descripción	Cantidad	Flujo m ³ /h (GPM)
Bomba de Gasolina Regular ROC	1+1	1362 (6,000)
Bomba de Gasolina Regular M	1+1	1362 (6,000)
Bomba de Gasolina Premium ROC	1+1	1362 (6,000)
Bomba de Gasolina Premium M	1+1	1362 (6,000)
Bomba de Diesel	1+1	1362 (6,000)

Notas

1.- Se tienen 10 brazos en total y cada brazo descargará 136.27 m³/h (600 GPM)

Se considera también que estas bombas pueden realizar el trasvase entre tanques, en caso de que así se requiera por mantenimiento o alguna eventualidad para lo cual se instalaran medidores de flujo másico y de este modo tener un mayor control de estos eventos.

I.6.5 Sistema de Almacenamiento y Bombeo de MTBE, Etanol y Aditivos

Para mayor referencia ver Diagramas de Tuberías e Instrumentación:

7459-3301-280-DTI-132. Tanque de MTBE 3301-TK-001.

7459-3301-280-DTI-133. Tanque de etanol 3301-TK-002.

7459-3301-280-DTI-134. Bombas de carga de MTBE y etanol.

7459-3301-280-DTI-135. Aditivos 1 Y 2.

7459-3301-280-DTI-136. Aditivos 3 Y 4.

I.6.6 MTBE y Etanol

Estos son agregados a la Gasolina para que pueda cumplir con la calidad requerida, el Diesel no requiere de estos componentes.

Los tanques de almacenamiento de MTBE y Etanol, cuentan con la instrumentación necesaria para su buen funcionamiento, incluyendo un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) cuando se detecte un alto-alto nivel con la activación de una alarma sonora y visual, así como el corte de alimentación a los tanques, y para cuando se detecte un bajo-bajo nivel se enviará una señal de paro a las bombas. En las tuberías de entrada y salida del tanque se tienen válvulas automáticas con indicaciones de abierto/cerrado y accionamiento local/remoto. Se enviará MTBE y Etanol poco antes de los patines de medición de Gasolina, con la dosificación adecuada para mejorar la calidad de los productos. El punto de interconexión llevará un inyector.

I.6.7 Aditivos

Estos son agregados a la Gasolina para que pueda cumplir con la calidad requerida, el Diesel no requiere de estos componentes.

Los tanques de almacenamiento de aditivos, cuentan con la instrumentación necesaria para su buen funcionamiento, incluyendo un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE). Se enviará aditivos poco antes de los patines de medición de Gasolina, con la dosificación adecuada para mejorar la calidad de los productos. El punto de interconexión llevará un inyector.

A continuación, se indican las capacidades de los tanques:

Tabla I.12 Capacidad de los tanques.

Descripción	Cantidad de tanques	Capacidad BBL (m ³)	Tipo de techo
Tanque de MTBE	1	2,000 (18)	Techo fijo Membrana flotante
Tanque de Etanol	1	2,000 (18)	
Tanques de Aditivos	4	119 (18.3)	Techo fijo

Nota: Estos serán llenados mediante pipas o totes.

I.6.8 Sistema de Carga a Auto-Tanques

Para mayor referencia ver Diagramas de Tuberías e Instrumentación:

- 7459-3301-280-DTI-124A. Diagrama de distribución.
- 7459-3301-280-DTI-124B. Líneas de carga a autotanque.

El sistema de carga a Auto-tanques se compone de 5 estaciones de carga, con 2 brazos para gasolinas y 2 brazos para Diesel, esto para poder abastecer a los Auto-tanques dobles (tándem).

Se cuenta con un patín de medición para cada brazo de carga como se indica en las siguientes tablas.

Tabla I.13 Estaciones de carga de gasolina.

Patín de Medición/Brazos de Carga	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Patín de medición de Gasolina	3301-PK-001A	3301-PK-001B	3301-PK-001C	3301-PK-001D	3301-PK-001E
	3301-PK-002A	3301-PK-002B	3301-PK-002C	3301-PK-002D	3301-PK-002E
Brazos de carga de Gasolina	3301-LA-001A	3301-LA-001B	3301-LA-001C	3301-LA-001D	3301-LA-001E
	3301-LA-002A	3301-LA-002B	3301-LA-002C	3301-LA-002D	3301-LA-002E

Tabla I.14 Estaciones de carga de diésel.

Patín de Medición/Brazos de Carga	No. 1	No. 2	No. 3	No. 4	No. 5
Patín de medición de Diesel	3301-PK-003A	3301-PK-003B	3301-PK-003C	3301-PK-003D	3301-PK-003E
	3301-PK-004A	3301-PK-004B	3301-PK-004C	3301-PK-004D	3301-PK-004E
Brazos de carga de Diesel	3301-LA-003A	3301-LA-003B	3301-LA-003C	3301-LA-003D	3301-LA-003E
	3301-LA-004A	3301-LA-004B	3301-LA-004C	3301-LA-004D	3301-LA-004E

Cada brazo con una capacidad de carga para auto-tanques de 136.27 m³/h (600 GPM).

Cada auto-tanque (tándem tráiler) tiene una capacidad de 79.5 m³ (21,000 US galones = 500 BBL) y se llenará en 0.59 hrs.

Las 5 estaciones de carga estarán diseñadas para el envío de Gasolina (de cualquiera de los 4 tipos) y de Diesel, por lo que se instalará un arreglo de tuberías y un sistema automatizado para la carga del producto requerido.

I.6.9 Almacenamiento y bombeo de Transmix

Para mayor referencia ver Diagramas de Tuberías e Instrumentación:

- 7459-1102-280-DTI-115. Tanque de Transmix 1102-TK-006.
- 7459-1103-280-DTI-122. Bombas de gasolina Transmix.

Al realizarse el cambio de una gasolina en el tubo de llegada, el producto fuera de especificación se enviará a un Tanque Transmix de 318 m³ (2,000 barriles).

El tanque de almacenamiento será de techo fijo con membrana flotante, contará con la instrumentación necesaria para su buen funcionamiento, incluyendo un Sistema de Paro por Emergencia (SPPE) cuando se detecte un alto-alto nivel con la activación de una alarma sonora y visual, así como el corte de alimentación de combustible al tanque, y para cuando se detecte un bajo-bajo nivel se accionará una alarma. En la tubería de entrada y salida al tanque se tiene una válvula automática con indicaciones de abierto/cerrado y accionamiento local/remoto.

Se emplearán 2 bombas con flujo de diseño de 159 m³/h (700 GPM) cada una (1 bomba en operación y 1 de relevo), las cuales transferirán el producto desde el Tanque Transmix hasta los tanques de gasolina regular RoC o a Auto-tanque cuando la gasolina este fuera de especificación.

I.6.10 Unidad Recuperadora de Vapores (URV)

Para mayor referencia ver Diagramas de Tuberías e Instrumentación: 7459-1104-280-DTI-137. Unidad recuperadora de vapores 1104-PK-001

Al momento del llenado de los auto-tanques con Gasolina, los vapores desprendidos serán recolectados y enviados a un cabezal que está conectado a la URV para su tratamiento. La Unidad Recuperadora de Vapores será diseñada para una capacidad de 35 mg/lit de gasolina cargada a autotanque en ppm de

compuestos orgánicos volátiles (COV's), conforme a lo indicado por la Norma Mexicana: **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.

Las URV contarán con el equipo siguiente para garantizar su operación:

- Accesorios incluyendo manguera de recolección de vapor, arrestador de flama, válvula automática, indicador de presión, interruptor de alta presión, alarma sonora y luminosa.
- Cabezal de recolección de vapores, incluyendo válvula de presión-vacío (plataforma y escalera de acceso); Instalación de válvulas de presión-vacío y arrestador de flama en la tubería colectora y cabezal de vapor, antes de la Unidad Recuperadora de Vapores;
- Medidor de flujo de vapor;
- Puerto de muestreo para instalar analizador de gases y realizar las pruebas de evaluación de la Operación y eficiencia del sistema;
- Unidad analizadora de vapores de Hidrocarburo;
- Tubería de retorno de gasolina recuperada, incluyendo válvula de bloqueo y válvula de alivio por expansión térmica en el punto de interconexión;
- Conexiones herméticas para prevenir escape de vapor a la atmósfera;
- Sistema de alimentación eléctrica;
- Instalación del sistema de tierras;
- Instrumentación con alarmas sonoras y luminosas.

Todo el producto recuperado en fase líquida se envía por tubería cerrada al tanque de gasolina regular de la terminal.

I.7. Hojas de seguridad

Ver anexo

I.8. Almacenamiento

Sistema de Almacenamiento y Bombeo de Gasolina y Diesel

Para mayor referencia ver Diagramas de Tuberías e Instrumentación:

- 7459-1102-280-DTI-105. Tanque de gasolina regular RoC 1102-TK-001A.
- 7459-1102-280-DTI-106. Tanque de gasolina regular RoC 1102-TK-001B.
- 7459-1102-280-DTI-107. Tanque de gasolina regular RoC 1102-TK-001C.
- 7459-1102-280-DTI-108. Tanque de gasolina premium RoC 1102-TK-002A.
- 7459-1102-280-DTI-109. Tanque de gasolina premium RoC 1102-TK-002B.
- 7459-1102-280-DTI-110. Tanque de gasolina regular M 1102-TK-003A.
- 7459-1102-280-DTI-111. Tanque de gasolina regular M 1102-TK-003B.
- 7459-1102-280-DTI-112. Tanque de gasolina regular M 1102-TK-003C.
- 7459-1102-280-DTI-113. Tanque de gasolina premium M 1102-TK-004A.
- 7459-1102-280-DTI-114. Tanque de gasolina premium M 1102-TK-004B.
- 7459-1102-280-DTI-116. Tanque de diesel 1102-TK-005A.
- 7459-1102-280-DTI-117. Tanque de diesel 1102-TK-005B.
- 7459-1103-280-DTI-118. Bombas de carga de gasolina regular RoC.
- 7459-1103-280-DTI-119. Bombas de carga de gasolina premium RoC.
- 7459-1103-280-DTI-120. Bombas de carga de gasolina regular M.
- 7459-1103-280-DTI-121. Bombas de carga de gasolina premium M.
- 7459-1103-280-DTI-123. Bombas de carga de diesel.

Una vez que el combustible es medido se envía al tanque correspondiente según el tipo de fluido, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla I.15 Características de los tanques.

Descripción	Cantidad de tanques	Capacidad BBL (m³)	Tipo de techo
Tanque de Gasolina Regular ROC	3	25,000 (3,975)	Techo fijo Membrana flotante
Tanque de Gasolina Regular M	3	25,000 (3,975)	
Tanque de Gasolina Premium ROC	2	10,000 (1,590)	
Tanque de Gasolina Premium M	2	10,000 (1,590)	
Tanque de Diesel	2	40,000 (6,360)	Techo fijo

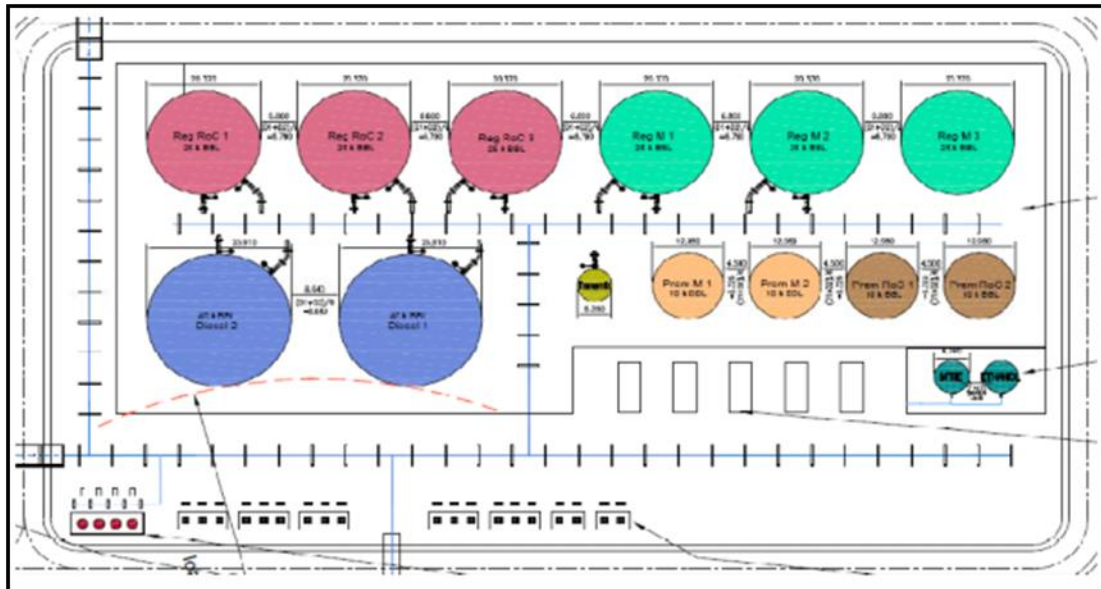


Figura I.10 Arreglo de tanques en la Terminal

I.9. Equipos y procesos auxiliares

I.9.1 Recolección de drenaje aceitoso en área de tanques de almacenamiento, área de bombas, auto-tanques y trampa de diablos

Para mayor referencia ver Diagrama de Tubería e Instrumentación: 7459-1105-280-DTI-138. Tratamiento de agua aceitosa.

Los tanques estarán localizados dentro de un dique de contención, así como un sardinel en el área de bombas, auto-tanques y trampa de diablos. Los diques y sardineles tendrán sistema de doble válvula, para poder direccionar el tipo de drenaje que se tenga, ya sea aceitoso o pluvial y se dirigirán al CPI o al drenaje pluvial según corresponda.

I.9.2 Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI)

Para mayor referencia ver Diagrama de Tubería e Instrumentación: 7459-1105-280-DTI-138. Tratamiento de agua aceitosa

La función de esta sección (CPI) es la separación agua-aceite de los drenajes aceitosos recolectados de los diques de contención y sardineles provenientes del área de tanques de almacenamiento, área de bombas, auto-tanques de la terminal y de las trampas de diablos. El agua tratada del CPI se enviará al drenaje municipal y el aceite o hidrocarburo líquido recuperado será captado en una cisterna para almacenarlo temporalmente. Después será enviado a disposición final al igual que los lodos.

I.9.3 Sistema de aire para planta e Instrumentos.

- 1) Dos Compresores de 222.5 Nm³/h (8306 SCFH) (40 Hp) (aprox.). Uno en operación y uno en espera.
- 2) Un Tanque de almacenamiento de aire, con un tiempo de retención de 15 min.
 - Volumen del tanque de 18 m³ aprox.
 - Intervalo de presión 7.5 – 4.3 kg/cm²
- 3) 1 Secadora de aire (equipo paquete).
- 4) Estaciones de aire de planta.

I.9.4 Sistema de agua de planta.

- 1) Cisterna (5.2 m Largo x 2.6 m de Ancho x 2.6 m Profundidad)
- 2) Bomba y Tanque Hidroneumático
- 3) Red de distribución
- 4) Estaciones de servicio de agua de planta.

I.9.5 Bomba de transvase de diesel al generador.

Esta bomba alimenta al generador eléctrico principalmente, pero además alimentara a las bombas contra incendio. Capacidad de la bomba 9.1 m³/h aprox.

I.9.6 Flujos de Diseño y Propiedades de los Combustibles Empleados

Los flujos de diseño y propiedades de los combustibles empleados para diseñar el equipo y los sistemas de almacenamiento, medición y carga son los siguientes:

Tabla I.16 Flujos de diseño y propiedades de los combustibles empleados.

Descripción	Unidad	Gasolina	Diésel
Gravedad Específica	adim	0.72-0.775	0.79-0.84
Viscosidad @ 38°C	cP	0.4	2.0-4.0
Presión de Vapor @ 38 °C	bar	0.865	0
Diámetro de la línea de alimentación a la estación	in	8	6
Flujo de la línea de alimentación a la estación	m ³ /h		
Presión de la línea de alimentación a la estación	barg		
Flujo de Diseño en Estaciones de Carga. (por brazo)	m ³ /h	136.27	136.27
Presión @ Tanque de Almacenamiento de productos	barg	0	0
Presión de operación @ Autotanque	barg	0.07	0.07

I.9.7 Sistema de aire para planta e Instrumentos

- Dos Compresores de 222.5 Nm³/h (8306 SCFH) (40 Hp) (aprox.).
- Uno en operación y uno en espera.
- Un Tanque de almacenamiento de aire, con un tiempo de retención de 15 min.

- Volumen del tanque de 18 m³ aprox.
- Intervalo de presión 7.5 – 4.3 kg/cm²
- 1 Secadora de aire (equipo paquete).
- Estaciones de aire de planta.

I.9.8 Sistema de agua de planta.

- 1) Cisterna (5.2 m Largo x 2.6 m de Ancho x 2.6 m Profundidad)
- 2) Bomba y Tanque Hidroneumático
- 3) Red de distribución
- 4) Estaciones de servicio de agua de planta.

I.9.9 Sistema eléctrico

El suministro eléctrico de la será a través de una línea aérea en 13.8 kV existente de la CFE (Comisión Federal de Electricidad). En el punto de interconexión, se hará una transición aérea a subterránea para alimentar a una subestación unitaria SEP-01. Dicha subestación unitaria SEP-01 alimentará a un Bomba contra incendio. Por otra parte, de la subestación unitaria SEP-01 alimentará a un transformador de distribución TR-01 13.8 -0.48 kV 2000KVA que alimentará al tablero TT-01. Todos estos equipos cuentan con sus equipos de protección y medición.

El tablero de baja tensión en TT-01, 480 V contiene interruptor principal, relevadores, equipo de medición y derivados, para alimentar cargas de baja tensión para las áreas de proceso y las instalaciones de la Terminal de almacenamiento P647. Los motores del área de proceso se arrancarán con los Centro de Control de Motores (CCM-BT-01). El sistema de energía ininterrumpible (UPS) es para alimentar al sistema de control, sistema contra incendio, sistema de comunicación, alumbrado de emergencia (si se requiere). El generador de emergencia alimentará a todas las cargas de la planta del sistema eléctrico.

I.9.10 Sistema de distribución de fuerza

Se denomina sistema de distribución de fuerza a los distintos niveles de tensión requeridos para todo el equipo y material que se utilizará para interconectar los equipos nuevos en la subestación hacia las áreas de almacenamiento y edificios. En esta definición se consideran los cables eléctricos, las canalizaciones, las protecciones, la soportería, accesorios, y todos aquellos elementos que se requieran para la distribución de energía eléctrica.

Toda la distribución de fuerza en interiores dentro de edificios o cobertizos, áreas de proceso exteriores se construirá con ductos eléctricos subterráneos, instalaciones aéreas en muros y/o estructura metálica.

Para los edificios de la Terminal, casetas, laboratorio, cuarto de control, cobertizos, etc. En un sistema de distribución de fuerza se utilizará tubería conduit, cajas registro con tapas, soportes que garanticen el desempeño eficiente de las instalaciones.

Para las áreas de proceso, el sistema de distribución de fuerza se realizará con soportes para cable tipo charola eléctrica para las rutas de cable entre la subestación y las áreas de proceso (motores, válvulas, instrumentos, botoneras, etc). La charola se soportará a través del rack o estructuras específicas. Para evitar interferencias con los demás sistemas la charola eléctrica debe terminar en algún punto y hacer una transición de acuerdo a la clasificación de áreas empleando tubería conduit, cajas registros, sellos.

Los bancos de ductos subterráneos eléctricos aplicarán para la transición aérea - subterránea en el punto de interconexión entre la línea de media tensión y la subestación unitaria. Además, este sistema aplica para alcanzar áreas de proceso o edificios donde no sea posible usar charola eléctrica, trayectorias de conduit, por lo tanto, la única posibilidad para acercarse a estas áreas será por bancos de ductos subterráneos eléctricos.

I.9.11 Bomba de transvase de diésel al generador

Esta bomba alimenta al generador eléctrico principalmente, pero además alimentara a las bombas contra incendio. Capacidad de la bomba 9.1 m³/h aprox.

I.9.12 Sistema de puesta a tierra

La Terminal de Almacenamiento requiere un sistema de puesta a tierra para la seguridad del personal y las instalaciones, por lo tanto, se diseñó una red de tierra principal para la subestación eléctrica, sala de control y edificios de acuerdo con los requisitos del Estándar IEEE 80, IEEE Std 142, Norma Mexicana sección 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Todos los equipos eléctricos, botoneras, equipos de HVAC, interruptores desconectados, gabinetes, cajas de conexión, receptáculos con apagadores, motores, válvulas motorizadas, instrumentos, etc.; serán puestos a tierra mediante la malla de tierras, de acuerdo con la sección 250.122 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 con un tamaño mínimo de cable de conexión a tierra de 2 AWG.

I.9.13 Sistema de pararrayos

El sistema de pararrayos se aplica a los edificios y estructuras con una altura superior a 7,5 metros, cumpliendo con la norma estándar NFPA 780 para la instalación de sistemas de protección contra descargas atmosféricas o equivalente, analizando las estructuras, equipos, edificios y sistemas de pararrayos existentes (si es necesario). Se consideran todos los criterios, para las zonas de protección y los métodos recomendados como el método de esfera rodante donde la protección de zona debe incluir

el espacio no invadido por una esfera rodante, con un radio de la distancia, determinado para el tipo de estructura que se protege.

Por lo tanto, el sistema de pararrayos es un sistema de terminales aéreas, conductores (que incluyen elementos estructurales conductores), electrodos de puesta a tierra, conductores de interconexión, dispositivos de protección contra sobretensiones y otros conectores y accesorios necesarios para completar el sistema.

Se utiliza la Norma mencionada para aplicar los criterios de protección para requisitos generales de las instalaciones, protección de las estructuras diversas y aplicaciones especiales, protección para estructuras que contengan vapores, gases o líquidos inflamables, protección de estructuras, cubiertas, materiales explosivos. Se deben usar las mejores prácticas para hacer la interconexión entre el sistema de puesta a tierra y el sistema de pararrayos.

I.9.14 Sistema Contra Incendio

El Sistema Contra Incendio tiene como equipo principal: Tanque de Agua Contra incendio de 1,828 m³ de capacidad, sistema de bombeo, una bomba principal con motor eléctrico, otra bomba de relevo con motor a diesel y la bomba Jockey para presurización de la red de agua. Se tendrá sistema de alarma y monitoreo. Los tanques estarán protegidos con cámaras de espuma y anillos de rociadores para enfriamiento, también se tendrá suministro de espuma en los puntos donde se considere que se puede dar una fuga de hidrocarburo que pueda iniciar un incendio.

El Sistema de Protección Contra incendio de la Terminal, incluye:

- a) Sistema de Diluvio Solución Agua- Espuma para las bombas de proceso, de acuerdo a la norma API-20302014, NFPA 13-2016.
- b) Sistema de Diluvio base agua, usando anillos de enfriamiento para el área de tanques de almacenamiento, de acuerdo a la norma NFPA 11-2016 y PROY-NOM-006-ASEA-2017.
- c) Cámara de espuma para área de tanques de almacenamiento de acuerdo a los requerimientos de la norma NFPA 11-2016 y PROY-NOM-006-ASEA-2017.
- d) Monitores para el área de Diques de los tanques de almacenamiento, bombas de proceso, llenaderas y unidad recuperadora de vapor de acuerdo a la norma NFPA 11-2016 y PROY-NOM-006-ASEA-2017.

- e) Red de agua Contra incendio, enterrada (tubería HDPE), monitores de agua-espuma, hidrantes, válvulas de diluvio, válvulas aisladoras con poste indicador, de acuerdo a la NFPA-24-2013
- f) Bombas principales de agua Contra incendio, 1 (una). Accionamiento con motor eléctrico acuerdo a NFPA-20- 2016 y PROY-NOM-006-ASEA-2017.
- g) Bomba de Emergencia Contra incendio accionada con motor de combustión interna a Diesel suministrada con tanque de almacenamiento de Diesel y su tablero de control, de acuerdo a NFPA-20-2016 y PROY-NOM-006ASEA-2017.
- h) Bomba Jockey de Agua Contra incendio, 1(unos), presión de descarga de 10 a 15 psi arriba de la presión de descarga de la bomba principal. Accionamiento con motor eléctrico, de acuerdo a NFPA-20-2016 y PROYNOM-006-ASEA-2017.
- i) Tanque de Almacenamiento de Agua Contra incendio, 1 (uno) capacidad adecuada para almacenar durante 4 horas, de acuerdo a PROY-NOM-006-ASEA-2017.
- j) Sistema de Gabinetes con Manguera, de acuerdo a NFPA-14-2016.
- k) Sistemas de Supresión de Incendio en el Área de Edificios de acuerdo a la NFPA-2001, NFPA-12, NFPA-13, NMX-S-066-SCFI-2015 y PROY-NOM-006-ASEA-2017.
- a. Cuarto de control y Telecom, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, Protegido con sistema de supresión de agente limpio.
- b. Cuarto Eléctrico, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, Protegido con un extintores de CO₂
- c. Subestación Eléctrica/ MCC, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con un sistema de supresión a base de CO y el cuarto de baterías con detectores de hidrogeno.
- d. Generador de emergencia, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con un sistema de supresión a base de CO₂ y detección de humo.
- e. Almacén y Taller de mantenimiento, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con extintores de polvo químico seco (PQS) y gabinetes con manguera.
- l) Detectores de Humo para los edificios deberán ser tipo fotoeléctrico inteligentes para áreas no clasificadas de acuerdo a los requisitos de la NFPA-72-2016.
- m) Detectores de flama en el área de Tanques, Trampa de Diablos, Casa de Bombas y Llenaderas, provista con detectores de flama del tipo UV/IR, que cuando detecten fuego se activaran las alarmas

audibles y visible, con un segundo detector cuando detecte fuego se activara el paro del área donde se detectó el fuego.

n) Detectores de Gas Combustible en el área de Tanques, Patines de Medición, Trampa de Diablos, Casa de Bombas y Llenaderas, se activarán las alarmas audibles y visibles cuando se detecte alta concentración de gas combustible (LEL), en el área donde estén ubicados los detectores de gas combustible.

o) Alarmas Audibles/Visibles, dentro de los edificios y área de proceso, de acuerdo con la NFPA-72-2016 y estar listados UL y/o aprobados FM.

p) Estaciones manuales de alarma por fuego, en los edificios y área de proceso debe ser listada UL y/o aprobada FM.

q) Módulos monitor y mini módulos monitor para los edificios.

r) Extintores portátiles y sobre ruedas,

- Base de polvo químico seco tipo ABC
- Base de Dióxido de Carbono
- Sobre ruedas a base de producto químico seco

Están determinados de acuerdo a lo indicado en la NOM-002-STPS-2010 y NFPA-10

s) Equipo de Seguridad – Regaderas y Lavajos

- Regaderas de emergencia con lavajos, de acuerdo a lo indicado en Z358.1-2014

I.9.15 Cuarto de Control

Se considerará la definición de los espacios requeridos para el cuarto de control, con base a una distribución de equipos asociada con los gabinetes de control, gabinetes de servidores, sistema ininterrumpible de energía (UPS), entre otros; la cual es representativa de los requerimientos que demanda el proyecto. Los criterios para el desarrollo de la ingeniería de este recinto, son los siguientes:

- a) La entrada de cables al edificio administrativo se realizará a través de canalización subterránea.
- b) Proveer un ambiente para los equipos electrónicos mediante la incorporación de un sistema de aire acondicionado, que mantenga condiciones adecuadas de temperatura y humedad.
- c) Aprovechamiento de áreas y espacios internos respetando las dimensiones exteriores y accesos, verificando que cumplan con los requerimientos normativos y de seguridad, así como, las preparaciones para la acometida del cableado de campo.
- d) Canalización y cableado de campo, hasta llegar a los gabinetes, considerando los detalles de la soportaría interna, así como la acometida por el exterior al edificio administrativo.
- e) Consideración del área necesaria para integrar:
 - Estación de Operación SDMC
 - Estación de Operación SPPE
 - Estación de Operación Sistema de Administración de la Terminal

- Estación de Operación Sistema de Inventario
- Servidor de Datos
- Servidor de Históricos
- Servidor de AOPS.
- Gabinete SDMC
- Gabinete SPPE
- Gabinete Fibra Óptica
- Estación de Impresoras

I.9.16 Sistema de telecomunicación

Los sistemas de telecomunicación incluirán:

- Sistema de CCTV
- Sistema de Control de Acceso
- PA/GA (Dirección pública y alarma general) Sub sistema
- Cableado estructurado.
- Voz y datos
- Comunicación satelital para SCADA.

I.10. Pruebas de verificación

La ingeniería de tuberías del Proyecto comprende el desarrollo y/o definición de la ingeniería de detalle, documentos base para la procura de materiales, construcción, pruebas, preparativos de arranque, puesta en operación y pruebas de comportamiento de todos los sistemas de tubería para maximizar el flujo de carga en el Centro de Distribución de Combustibles Matamoros para el recibo, almacenamiento y manejo de hidrocarburos para el envío final de estos productos a gasolineras, clientes industriales, clientes de gobierno y distribuidores; incluyendo drenaje pluvial-aceitoso subterráneo. Estos sistemas de tuberías de proceso y servicios auxiliares, deben quedar de conformidad con:

- La ingeniería básica realizada de acuerdo al alcance del Proyecto.
- El diseño y las Especificaciones de Materiales para Tuberías (EMT's) deben cumplir con estas bases de diseño. Los casos no cubiertos, deben cumplir con la norma ISO 15649 y bajo los requerimientos de ASME B31.3 vigente.

Durante la construcción, se deben integrar los registros documentales siguientes:

- Especificaciones y certificaciones técnicas de equipos, accesorios y refacciones.
- Administración de cambios durante cualquier etapa del proyecto.
- Procedimientos de construcción de cada una de las actividades para la procura, prefabricación, pruebas no destructivas e instalación de los sistemas de tuberías.
- Certificados de prueba hidrostática y/o neumática de equipos y sistemas.
- Certificados de pruebas de hermeticidad y continuidad de equipos y tuberías.
- Reporte Técnico final del cumplimiento del diseño y la construcción.

Para la etapa final de la construcción, previo a la entrega, se realizarán las siguientes verificaciones:

- La red Contra incendio y los sistemas auxiliares deben estar completamente terminados y disponibles.
- Todas las líneas de proceso, servicios auxiliares y drenajes deben estar limpias e interconectadas.
- Todas las válvulas de proceso deben operar y estar orientadas correctamente (verificando previamente apertura y cierre total).

Demostrar la confiabilidad de los equipos a través de la integridad mecánica de las instalaciones por parte de cada especialidad que intervengan en la construcción

I.11. Condiciones de operación

I.11.1 Especificación del cuarto de control

El alcance de este apartado comprende el establecimiento de las características y funciones que deben cumplir los instrumentos, equipos y sistemas de control, con las estrategias de control para la Terminal de Almacenamiento de Productos refinados P 647 en Matamoros, Tamaulipas, México.

Así como el adecuado desarrollo de los criterios, definiciones, pautas de selección y dimensionamiento, especificaciones, y planos a ser elaborados por esta disciplina, considerando la compatibilidad y conectividad de la instrumentación, elementos y equipos que conformen los sistemas de control, considerando lo siguiente:

Río Bravo, Ducto Sur.

Del sur del Río Bravo del lado México, las instalaciones deben considerar como mínimo:

- Previamente debe haber válvulas de bloqueo actuadas (válvula bajo el grado) una por ducto.
- Considerar la RTU (Unidad Terminal Remota) basado en micro controlador, para automatización y monitoreo de las válvulas de bloqueo y sus instrumentos. la RTU debe estar integrada al sistema SCADA, la comunicación satelital es preferible.

I.11.2 Área de Recepción de Ducto de Terminal de Almacenamiento.

Dentro de las limitadas instalaciones de la Terminal de Almacenamiento, se debe considerar como mínimo:

- Dos medidores de flujo con calidad de custodia, uno para gasolina y otro para Diesel. B. Previamente debe haber válvulas de bloqueo actuadas, una por ducto.
- Transmisor indicador de paso de diablos.
- Instrumentación asociada a la acción de las válvulas de bloqueo.
- Válvula de control localizada antes del medidor de flujo de calidad de custodia, uno para gasolina y otro para diesel.
- Aguas Arriba y debajo de los patines de medición de flujo de calidad de custodia se debe aislar por válvulas automáticas de bloqueo.

I.11.3 Área de Tanque de Almacenamiento.

Como parte de los sistemas de la Terminal de Almacenamiento, es requerido un sistema de control de inventario para la Terminal de almacenamiento de combustibles de hidrocarburos que permiten realizar las siguientes funciones:

Medidor de nivel tipo radar. El cual proporcionará precisión certificada de transferencia de custodia para un manejo de activos preciso de volumen de almacenamiento de combustible, y una pérdida confiable de control de datos.

Monitoreo local de nivel es requerido; nivel local electrónico y medidores de nivel local montados directamente, serán considerados.

Medición de temperatura de puntos múltiples, hasta 16 elementos de punto Rads.

Esto proporcionará precisión de volumen neto de transferencia de custodia con sensores multi punto de 3 o 4 hilos para voluminosa tanques de almacenamiento de líquidos.

- Medición de presión es requerida para conocer la densidad en el tanque.
- Medición de volumen bruto y cálculos de densidad y masa.
- Cálculos de volumen API netos.
- Inventario total, transferencia de custodia y funciones híbridas.
- Operaciones y movimientos.
- Funciones de transferencia y reportes.
- Visualización de campo local.
- Control de inventario, medidores de tanque automáticos (ATG) por API MPMS 3.1B, debe ser considerado (transmisores de nivel, presión y temperatura) para 5 tanques de almacenamiento de gasolina (Premium, RoC) 5 tanques de almacenamiento de combustible (Regular M) y 2 para DIESEL y 1 tanque de Transmix.
- Además, debe ser considerado indicador local de nivel y monitoreo remoto. Los datos del tanque deben ser enviados a la HMI del SDMC y software de manejo de inventario de Tanques será incluido para monitoreo.
- El ATG debe cumplir con las siguientes características mínimas:
- Todos los instrumentos del ATG serán considerados para el área donde deben ser instalados.
- Debe tener el suficiente espacio para mantenimiento y maniobras de calibración.
- Todo el equipo debe ser suministrado con todos los accesorios y componentes necesarios para lograr una instalación funcional.

- El hardware, software de manejo de inventario de tanques, licencias y dispositivos de comunicación necesitan ser incluidos con el fin de transmitir datos al Sistema de Control Distribuido (DCS) en áreas abiertas.
- La conexión de Instrumentación de campo y equipos periféricos será ejecutada por el proveedor, garantizando alta velocidad, gran capacidad y una óptima transferencia de información.
- El equipo e instrumentación del sistema localizado en campo debe ser de fácil acceso para su re calibración, mantenimiento o remplazo.
- De preferencia considerar, la unidad concentradora por tanque, debe ser capaz de comunicarse inteligentemente. Protocolo de comunicación Ethernet MODBUS TCP/IP con SDMC en tiempo real.
- La contratista debe suministrar un gabinete de campo de interfaz, el cual debe tener la capacidad de alojar las unidades concentradoras de señales, unidades concentradoras de datos y sistema de control de inventario, así como la interfaz de comunicación.
- El ATG debe ser diseñado con un sistema automático de prevención de sobre llenado AOPS.
- El nivel de integridad debe ser resultado de determinación de SIL; sin embargo, la condición de sobre llenado de tanques debe ser considerado como parte del SPPE.
- Acciones de paro por emergencia deben ser consideradas derivadas de la determinación del SIL.
- La determinación del SIL debe ser considerada como parte de la ingeniería de detalle.
- La filosofía del SPPE será desarrollada en la ingeniería de detalle.
- Válvulas neumáticas automáticas (tipo mariposa) debe ser considerada para aislar el tanque en caso de emergencia.
- Un botón de SPPE debe ser considerado en el área de almacenamiento de Tanques.

I.11.4 Carga Automática de Auto Tanque ATL.

La carga automática de auto tanques (ATL) de gasolina y Diesel son diseñados para una carga y medición automatizada del producto por masa y volumen, que deben ser considerados. Los sistemas del ATL son usados en las áreas de carga de tanque para carga de gasolina y Diesel a vehículos.

Los principales componentes del sistema son:

- Brazo de carga: Es diseñado para llenar Auto tanques con flujo creciente para evitar generación de estática al extremo del tubo. Brazos de carga del fondo deben ser considerados como parte del alcance de la ingeniería de detalle del departamento mecánico.

- El alcance de trabajo para la Terminal, incluye 5 bahías de carga, con 2 islas cada una (2 brazos por isla).
- Todas las posiciones de carga deben ser diseñadas con un Sistema Automático de carga (ATL) en la tubería, a ser controlado por la unidad de control local (UCL) por cada bahía de carga. Adicional debe considerar una corrección de volumen de acuerdo al Estándar ISO-91-2.
- Todas las UCL's deben ser capaces de comunicarse con SDMC y SCADA.
- Líneas de carga de auto tanques y UCL's deben estar calibrados y certificados por una institución especializada y debe ser acreditada por EMA y/o CENAM.

Como mínimo cada bahía de carga debe tener el siguiente equipo e instrumentación:

- Válvula de corte (tipo mariposa).
- Filtro Canasta
- Medidor de flujo y transmisor (de desplazamiento positivo).
- Válvula de control hidráulico con válvula de seguridad.
- Elemento de temperatura (Tipo RTD).
- Presión.
- Indicador de presión diferencial.
- Medidor de densidad.
- Dispositivo de control a tierra.
- Válvulas, tuberías y accesorios asociados como se muestra en DTI's.
- Válvulas check
- Brazo de carga inferior o de fondo.
- Paquete de dosificación de químicos (para instalaciones futuras).
- Válvula de relevo térmico.
- Sistema de aterrizaje y sobre llenado de Auto tanque.
- Los brazos de carga de gasolina también tendrán:
- Arrestador de flama.
- Válvula de recuperación de vapor (tipo mariposa con actuador eléctrico).

El ATL debe estar diseñado y especificado de tal forma que será un patín de medición y debe cumplir con estándares API MPMS 5.2 y API RP-1004.

Cada componente del patín (incluyendo instrumentación) debe cumplir con los requerimientos del proceso (presión y rango de temperatura, tipo y tamaño de conexión, etc.), clasificación de área y ambiental, para una correcta y segura operación. Del mismo modo deben ser verificadas las características de soporte del fluido y condiciones de operación.

Las consideraciones deben ser dadas para los soportes necesarios para la instalación correcta de la tubería, así como facilitar la instalación de los medidores.

Los soportes de tubería y refuerzos serán para aislar el medidor de fuerza externa por incremento de temperatura y movimiento del tubo debido al súbito paro de la válvula. Todos los puntos bajos en los tubos tendrán las preparaciones para drenar después de la prueba hidrostática y los tubos de medición y el tubo a ser drenado con aire o gas.

El ATL debe ser un paquete totalmente terminado, con nuevos dispositivos, accesorios y materiales, listos para operación, garantizando operación para las condiciones de diseño, especificados en las hojas de datos y bases de licitación.

Cualquier omisión de detalles en este documento no libera al proveedor de su obligación de proporcionar sistemas completos operando satisfactoriamente. Del mismo modo, los arreglos mostrados en los DTI's son tomados como referencia, pero la disposición final es responsabilidad del proveedor.

I.11.5 Área de Dosificación de Oxigenantes y Aditivos.

El tanque involucrado para sistema de dosificación de oxigenantes y aditivos, tales como: MTB, Etanol, Lubricante, detergente, aditivo 3 y aditivo 4, requiere un control mínimo, como se indica, a continuación:

- Control remoto de nivel de tanques e instrumentos asociados.
- Monitoreo local de nivel.
- Válvulas neumáticas automáticas (tipo mariposa) debe ser considerada para aislar el tanque en caso de emergencia.
- Control remoto de bombas.
- Condición local de medición de bombas.
- El control remoto debe ser del SDMC.

I.11.6 Área de servicios auxiliares

- Monitoreo y control remoto de sistema de recuperación de vapores (tipo paquete)
- Monitoreo y control remoto de paquete de inyección de químicos.
- Monitoreo y control remoto del paquete de tratamiento de aguas residuales.
- Monitoreo y control remoto de la unidad de Compresión de Aire de Instrumentos.
- Monitoreo y control remoto será del SDMC.

La instrumentación de proceso en equipos paquete de la terminal de almacenamiento debe ser con protocolo Hart 4-20 mA e intrínsecamente segura. Para el caso de la instrumentación que no sea intrínsecamente segura, debe cumplir con la clasificación del área donde debe ser instalado y estar certificado.

I.11.7 Monitoreo, control y protección de las operaciones de la terminal.

Para el control y supervisión de cada área de la Terminal, se diseñarán los siguientes sistemas:

- Sistema de Medición de Flujo de Gasolina para transferencia de Custodia.
- Sistema de Medición de Flujo de Diesel para transferencia de Custodia.
- Sistema de Medición llenaderas auto-tanque.
- Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).
- Sistema de Paro Por Emergencia (SPPE).

Los sistemas mencionados estarán enlazados administrativa y operativamente por una red de control LAN, que permitirá una operación confiable y segura del proceso.

La información generada en la Terminal, tanto eventos como alarmas y estados de variables, serán comunicadas al cuarto de control, donde se controlarán y supervisarán las variables de proceso y servicios auxiliares, así como el monitoreo de las alarmas y eventos.

Todas las señales de flujo, nivel, presión, temperatura y análisis que se requieren para mantener el correcto funcionamiento de la planta con mínima intervención del personal de operación deben ser controladas y registradas automáticamente. Las variables no esenciales y no controladas de utilidad para el personal de operación deben ser sólo de indicación.

Los paneles locales de equipos tipo paquetes y bombas serán utilizados principalmente para el arranque y paro, y deben contar con capacidad de entrada remota para paro de emergencia, y de comunicación y monitoreo remoto desde el SDMC.

Los dispositivos finales (tales como transmisores, controladores, etc.) y los procesadores no deben compartirse entre el sistema de paro por emergencia y el sistema de control regulatorio de proceso. El SPPE debe comunicarse y ser monitoreado por el Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).

Todo el sistema de instrumentación debe ser diseñado de tal manera que se pueda llevar a cabo un paro ordenado del proceso en el caso de una pérdida de alimentación.

La alimentación eléctrica debe provenir de una fuente de alimentación confiable como es el caso de un sistema ininterrumpible de energía (UPS) para el suministro eléctrico del Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC) y Sistema de Paro por Emergencia (SPPE).

I.11.8 Sistema de medición de gasolina/diesel de transferencia de custodia

Los componentes principales del sistema de medición de transferencia de custodia deben estar integrados por:

Válvula de relevo térmico (Través).

Medidores de flujo (Coriolis) de preferencia.

Secciones de instrumentos con: Transmisor de temperatura, (TIT) Indicador de presión, Transmisor de densidad., Termopozo de prueba, Controlador de flujo.

La corrección de presión y temperatura debe ser basada en API MPMS Chapter 11 – Temperature and Pressure Volume Correction Factors for Generalized Crude Oils, Refined Products, and Lubricating Oils. Y los medidores de flujo en API MPMS 5.6 Measurement of Liquid Hydrocarbons by Coriolis Meters.

I.11.9 Sistema digital de monitoreo y control (sdmc)

La ingeniería considerará un sistema de control de proceso para la terminal, localizado en el cuarto de control, mediante el cual se ejecuten las secuencias de control para organizar en forma automática o manual las diferentes áreas operativas.

Este sistema se integrará con las estaciones de operación, servidores y otros equipos relacionados mediante una red dual Ethernet de tipo industrial, para la operación automática en lo referente a la entrada, llenado y documentación de los autotanques en la terminal, así como la transferencia de información de recibo e inventarios, se requiere una interfaz de comunicación entre ambos sistemas.

El SDMC estará diseñado para cubrir el control y supervisión del proceso y equipos de la terminal. Las señales de la instrumentación para el SDMC serán 4-20 mA y HART con seguridad intrínseca, alimentado en 24 VCD desde el lazo.

El SDMC contará con consolas localizadas en el cuarto de control. Todos los sistemas (SDMC, SPPE) estarán integrados como único sistema automatizado de supervisión y protección mediante protocolo libre (Modbus TCP/IP, Ethernet TCP/IP, etc.).

Se contempla el monitoreo de la medición electrónica de presión, temperatura, nivel, flujo y variables de análisis, lo cual permitirá contar con datos en tiempo real de las variables operativas asociadas al proceso de la Terminal. Esto incluye también el monitoreo de los parámetros operativos y el control local/remoto de las bombas de carga.

Para el Sistema Digital de Monitoreo y Control se deben considerar redundancia 1:1 en procesadores y fuentes con alimentadores independientes. Las fuentes de alimentación deberán poder reemplazarse mientras el sistema esté en operación. Los desperfectos y/o fallas en las fuentes de alimentación deben tener señal de alarma en la estación de operación.

El Controlador Electrónico Programable mediante la red de área local redundante; se comunicará con el Gabinete del Servidor de Históricos localizado en el cuarto de control, para efectuar el envío y recepción de variables y parámetros, bajo un protocolo propietario de uso industrial, determinístico y tolerante a fallas.

Para los módulos de entradas/salidas se considerará una reserva en canales alambrados disponibles del 20% sobre el total de puntos requeridos para este proyecto.

I.11.10 Sistema de paro por emergencia (SPPE)

El Sistema de Paro Por Emergencia (SPPE) y los sistemas de protección con sus circuitos asociados deben ser diseñados para operar de forma independiente al Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).

La función del SPPE es garantizar la protección del personal, medio ambiente e instalaciones a través del monitoreo y la determinación de las condiciones de operación del proceso que son de emergencia de tal forma que el SPPE podrá realizar automáticamente una secuencia de paro parcial o total para prevenir cualquier situación de riesgo y alertar a los operadores.

Todos los componentes inteligentes del SPPE deben basar su funcionamiento en el uso de microprocesadores de la tecnología más reciente. El Sistema debe tener alta integridad y ser tolerantes a falla en software y hardware, para cumplir con los estándares ISA TR-84.00.02, IEC-61508, IEC-61511. Todos los diagnósticos deben realizarse automáticamente en línea y sin perturbar el proceso o reducir la confiabilidad del SPPE.

El Sistema de Paro Por Emergencia (SPPE) deberá contar con la capacidad de comunicarse de manera inteligente con el SDMC y con el SG&F de la Terminal.

Es responsabilidad del contratista que ejecute la ingeniería de detalle, a partir del resultado del reporte que arroje el estudio de peligrosidad del proceso (HazOp) y posterior a la valoración el riesgo remanente a través del Análisis de Riesgo correspondiente, localizar y determinar el SIL Objetivo para cada Función Instrumentada de Seguridad (SIF por sus siglas en ingles), utilizando para ello la metodología aceptada por la norma IEC-61511 "Seguridad Funcional – Sistemas Instrumentados de Seguridad – para los procesos del sector industrial".

Mediante este análisis se podrá verificar las capas de protección que el proceso requiere, así como también, identificar y localizar las Funciones Instrumentadas de Seguridad (SIF); una vez, determinado el nivel de integridad de seguridad para cada Función Instrumentada de Seguridad se procederá a la implementación de los sensores y elementos finales de control que componen al Sistema de Paro por Emergencia.

El Controlador Electrónico Programable (CEP) concentrara en forma Punto - Punto todas las señales de los Sensores y Elementos Finales y debe cumplir con los lineamientos establecidos en la Norma Internacional IEC-61508 "Functional safety of electrical/electronic/ programmable electronic safety-related systems", partes de 1 hasta 7.

El Controlador Electrónico Programable (CEP) será apropiado para aplicaciones críticas en sistemas instrumentados de seguridad, que demanden un nivel de integridad de seguridad SIL de acuerdo al resultado del estudio de Análisis de Riesgo y tendrá certificación por TÜV para este nivel en todos los módulos. Contará con diagnósticos extensos en todos sus componentes y su arquitectura será tal que sea tolerante a fallas.

El gabinete del Controlador Electrónico Programable del Sistema de Paro por Emergencia se localizará en el cuarto de control, en el mismo se encuentra la Estación de operación en donde se podrá monitorear mediante gráficos dinámicos el estado que guarda el Sistema.

El gabinete para el controlador electrónico programable será autosoportado, metálico, tipo NEMA 12 y se localizará en el cuarto de control principal, tendrá comunicación hacia la Consola de Operación mediante un enlace Ethernet – TCP/IP, donde se podrá monitorear mediante gráficos dinámicos en la Estación de operación el estado que guarda el Sistema de Paro por Emergencia.

En el SPPE no se acepta el uso de Buses de campo, la instrumentación de campo para el SPPE debe ser suministrada con señal protocolizada 4-20 mA Hart y deben ser cableados punto a punto hasta el Sistema Electrónico Programable correspondiente.

Adicionalmente la instrumentación debe ser del tipo intrínsecamente segura para conectarse en circuitos con barreras de seguridad intrínseca (ubicadas en el gabinete del SPPE) para operar en áreas clasificadas.

El SPPE recibirá una señal de fuego confirmado para la ejecución de la secuencia de paro por emergencia por el Panel de Control de Alarma de Fuego.

I.11.11 Criterios de diseño de instrumentos.

Características generales.

Los instrumentos electrónicos analógicos serán 4-20 mA y HART con seguridad intrínseca, alimentado en 24 VCD desde el lazo. La instrumentación será diseñada NEMA 4X (IP 65) como mínimo.

La instrumentación debe ser del tipo intrínsecamente segura para conectarse en circuitos con barreras de seguridad intrínseca (ubicadas en los gabinetes del SDMC y SPPE) para operar en áreas clasificadas y estar certificada con este requerimiento.

Los instrumentos de campo de señal discreta serán alimentados en 24 VCD procedentes de los gabinetes que alojan los PLC's y sus módulos de entradas/salidas.

Cuando el instrumento requiera alimentación eléctrica externa, es decir que no son alimentados por el lazo, deberán ser especificados para ser alimentados en una tensión de 120Vca desde una unidad de UPS.

Las señales neumáticas deben ser de 3-15 psi representando 0-100% del rango de entrada de presión calibrado.

Los instrumentos de campo deben diseñarse para atmosfera agresiva, ambiente marino, y sus envoltentes deben ser especificados de acuerdo a la clasificación de área donde deben ser instalados.

Los materiales de tuberías, válvulas y accesorios a escoger para el diseño de la instalación de instrumentos deberán ser compatibles y apropiados para el servicio o fluido de proceso.

Los instrumentos se deberán instalar en lugares de fácil acceso al operador de la estación y personal de mantenimiento sin obstruir el libre tránsito de éste y lo más cerca posible a la conexión del proceso, considerando una altura máxima de 1,5 m, a menos que el proceso no lo permita.

Los siguientes equipos e instrumentos deberán ser accesibles desde una plataforma, escalera o piso con suficiente espacio de trabajo para permitir una fácil instalación, desmontaje o mantenimiento:

- Válvulas de control
- Dispositivos de relevo de presión
- Cualquier instrumento o accesorio que requiera servicio.

La instrumentación del SPPE (Sistema de Paro por Emergencia) debe ser totalmente independiente de la instrumentación de proceso del SDMC, así como también, las tomas de proceso para la instrumentación de cada sistema deberán ser independientes.

I.11.12 Señal de Transmisión

Los Transmisores de Temperatura recibirán señales de RTD de los elementos sensores.

El rango normal de las señales discretas para el proceso (interruptores, lamparas, etc.) serán de 24 VCD e intrínsecamente seguras, incluyendo las válvulas solenoides.

Para la transmisión de señales electrónicas se utilizarán sistemas de dos conductores hacia una caja concentradora de señales y de ahí hacia las tarjetas de I/O ´s localizadas en los sistemas de control.

Para el caso de la instrumentación que no sea intrínsecamente segura, debe cumplir con la clasificación del área donde debe ser instalado y estar certificado.

I.11.13 Señales Neumáticas

Toda la tubería del sistema de aire de instrumentos debe ser de acuerdo a la especificación de tuberías del proyecto. Los cabezales de aire de instrumentos deben ser de 2", los disparos de ¾" y el suministro a instrumentos de ½" con tubing de acero inoxidable 316. Los accesorios para tubing deben ser de tipo compresión con dos anillos de sello.

El Tubinga para señal neumática debe ser de 0.035 de espesor sin costura, de acero inoxidable 316.

El tubing para la toma de impulso debe ser ½" de 0.049 de espesor sin costura de acero inoxidable 316.

La compresión de las roscas de los accesorios de tubing debe estar dada en rosca tipo NPT. Los instrumentos neumáticos deberán ser de 3 a 15 psi (0.21-1.054 Kg/cm²). Toda la instrumentación neumática que lo requiera deberá contar con filtro regulador de presión para adecuar el suministro neumático a la presión requerida.

Conexiones a Proceso.

Tipo de Instrumento	Tubería	Equipo	Notas
Analizadores	20 mm (3/4 in.) mínimo		
Instrumentos de Presión	3/4" NPT	2" NPT	
Instrumentos de Temperatura	Brida 1 1/2" diam. 1" NPT	Brida 2" Ø	
Instrumentos de Nivel Montaje Interno.		Brida 2" Ø	
Transmisores tipo Presión Diferencial.	3/4" NPT	3/4" NPT	
Tomas en Bidas (Flujo)	1/2" NPT		

Las conexiones de instrumentos para Equipos, Tanques o Líneas de Proceso deben ser como sigue:

Las tomas de señal para instrumentos de proceso y seguridad deben ser independientes.

Para la instrumentación remota se utilizará tubing de acero inoxidable 316, desde la toma de proceso hasta el instrumento, de la misma manera se deben utilizar conectores para tubing, alto sello de acero inoxidable 316 como mínimo, doble férula.

Cuarto de Control

Se considerará la definición de los espacios requeridos para el cuarto de control, con base a una distribución de equipos asociada con los gabinetes de control, gabinetes de servidores, sistema ininterrumpible de energía (UPS), entre otros; la cual es representativa de los requerimientos que demanda el proyecto. Los criterios para el desarrollo de la ingeniería de este recinto, son los siguientes:

- La entrada de cables al edificio administrativo se realizará a través de canalización subterránea.
- Proveer un ambiente para los equipos electrónicos mediante la incorporación de un sistema de aire acondicionado, que mantenga condiciones adecuadas de temperatura y humedad.
- Aprovechamiento de áreas y espacios internos respetando las dimensiones exteriores y accesos, verificando que cumplan con los requerimientos normativos y de seguridad, así como, las preparaciones para la acometida del cableado de campo.
- Canalización y cableado de campo, hasta llegar a los gabinetes, considerando los detalles de la soportaría interna, así como la acometida por el exterior al edificio administrativo.
- Consideración del área necesaria para integrar:
 - Estación de Operación SDMC
 - Estación de Operación SPPE

- Estación de Operación Sistema de Administración de la Terminal
- Estación de Operación Sistema de Inventario
- Servidor de Datos
- Servidor de Históricos
- Servidor de AOPS.
- Gabinete SDMC
- Gabinete SPPE
- Gabinete Fibra Óptica
- Estación de Impresoras.

I.11.14 Consola de Operación

Se considerará la ingeniería para una consola de operación, localizada en el cuarto de control, con espacio suficiente para alojar tres estaciones de operación dedicadas a las siguientes funciones:

- a. 1 (una) estación de operación/configuración para el sistema de control de proceso y el Sistema de Paro por Emergencia, que conforman la terminal: brazo de carga, patines de medición, recipientes de almacenamiento, casa de bombas y llenaderas de autotanques. La estación incluye: 1 Monitor, 1 Teclado, CPU, 1 Controlador de Cursor.
- b. 2 (dos) estaciones de operación para el sistema de control de proceso y para el monitoreo del Sistema de paro por emergencia. Cada estación incluye: 1 Monitor, 1 Teclado, CPU, 1 Controlador de Cursor.
- c. 1 (una) estación de operación dedicada para el sistema de control de proceso, para el monitoreo del Sistema de paro por emergencia y para el monitoreo del sistema de gas y fuego. La estación incluye: 1 Monitor, 1 Teclado, CPU, 1 Controlador de Cursor.

Las estaciones se integrarán a través de una red dual Ethernet de tipo industrial.

- a. La consola de operación tendrá un diseño ergonómico, cuidando que este diseño cumpla con las condiciones de espacio, operación, funcionalidad y seguridad, con capacidad para 1 (uno) operador.
- b. La consola de operación será del tipo "escritorio" constituida por una superficie de trabajo de altura fija fabricada de aglomerado con superficie laminada de alta resistencia, base metálica con niveladores y capacidad para montar y fijar hasta 4 monitores de 21", como máximo.
- c. En la consola de operación se instalarán cuatro estaciones de operación completas, es decir: unidad de procesamiento central, monitor LCD de 21", teclado y controlador de cursor. Las estaciones de operación serán estructuralmente independientes de la consola.

I.11.15 Servidor de Datos Históricos

El Servidor de Datos Históricos para el SDMC de la Terminal de Almacenamiento de Fluidos, tiene como función primordial recolectar, archivar, procesar, presentar y distribuir los datos de proceso que se generan en los controladores del proceso. Tendrá capacidad de operar como un servidor OPC, mediante la ejecución de programas de aplicación cliente-servidor bajo las especificaciones de la Fundación OPC.

El servidor de datos históricos estará alojado en un gabinete autosoportado donde se soporten sus componentes como son: una unidad de procesamiento central, unidad de almacenamiento masivo, monitor, teclado y controlador de cursor.

I.11.16 AOPS Servidor del Sistema Automático de prevención de Sobre llenado.

Se debe contar con un servidor independiente al servidor de datos históricos del sistema automático de prevención de sobre llenado, el cual estará recibiendo los datos de la instrumentación correspondiente al ATG. Este servidor tendrá la capacidad de recolectar, archivar, procesar, presentar y distribuir los datos del ATG al Sistema de Manejo de la Terminal, con el fin de mantener la información disponible al usuario.

Este servidor, tal y como el Servidor de datos históricos, estará alojado en un gabinete de características similares en el cuarto de control de la Terminal.

I.11.17 Dispositivos de Prueba

Para mantener el nivel de integridad de seguridad en los elementos finales de control del Sistema de Paro de Emergencia se requiere efectuar pruebas periódicas y analizar la respuesta para programar mantenimientos preventivos de los mismos.

Se debe suministrar un dispositivo para la prueba de cierre parcial para cada válvula de bloqueo de emergencia que debe estar instalado entre las válvulas y los actuadores y debe permitir el cierre parcial de las válvulas hasta un máximo del 10% y un interruptor de posición para indicar que la prueba se está llevando a cabo.

I.11.18 Punto de Venta de Combustibles.

Se considera esta aplicación como Transferencia de Custodia, por lo que el diseño de los sistemas de medición estará acorde a lo indicado en el estándar extranjero API MPMS 6.2. Sistemas de Medición (Patines de Medición)

Los patines de medición estarán equipados cada uno con un tren de medición con válvulas de bloqueo, válvulas de control, filtros tipo canasta, medidor de flujo másico y de densidad, medidor de presión, medidor de temperatura, analizador en línea de azufre y computador de flujo, para realizar la medición del caudal y el cálculo en línea del volumen neto de cada operación de descarga para cada tipo de fluido y debe de operar en condiciones extremas con confiabilidad y seguridad. Toda la instrumentación electrónica debe estar basada en microprocesadores e incluir software de aplicación configurable con tecnología de punta. El Computador de Flujo debe tener como mínimo las siguientes características: procesador 32 bits, coprocesador numérico, respaldo de batería de memoria RAM, reloj de tiempo real, puertos de comunicación Ethernet para transmisión/recepción de señales en protocolo morbos TCP/IP, pantalla remota LCD, teclado alfanumérico integrado, lenguaje de control de alto nivel, indicación con LED 's para señales digitales, LED 's de diagnóstico, etc. El Computador de Flujo deberá estar diseñado para realizar las siguientes funciones como mínimo: lógica de control, interlocks, fallas, manejo de tiempos y calendarios, procesamiento por lotes incluyendo lógica de control y secuencial, cálculos de flujo, lenguaje de programación, multitareas, etc. Deberá contener tarjetas de entradas/salidas integradas a bloques de terminales de conexión y alimentadas a 24 VCD.

Se considera esta aplicación como Transferencia de Custodia, por lo que el diseño de los sistemas de medición estará acorde a lo indicado en el estándar extranjero API MPMS 5.6.

El computador de flujo se localizará en Sitio con envoltente de acuerdo a la clasificación del área en donde se instalará y deberá tener un software de aplicación para llevar a cabo el cálculo de flujo de líquidos y todas las funciones requeridas; deberá tener capacidad para la adquisición de datos y de todas las señales de instrumentos, generación de alarmas, generación de alarmas programables en función a las señales recibidas, totalización del flujo y contar con memoria suficiente NO volátil para almacenar datos por hora, por día, por semana, por mes o variables. El suministro eléctrico para el Computador de Flujo deberá ser de 127 VCA. En caso de falla de suministro eléctrico principal este será dado por el suministro eléctrico de respaldo.

I.11.19 Instrumentación de Campo General

Todos los instrumentos y accesorios deben ser adecuados para operar a la intemperie en un ambiente corrosivo, típico de ambiente marino con temperaturas entre -8°C y 50°C, y una humedad relativa de hasta 95% de condensación.

Toda la instrumentación electrónica de campo debe ser adecuada para cumplir con una clasificación de área, NEMA 4X de acuerdo al PLANO DE CLASIFICACION DE AREAS y la NOM-001-SEDE-2012 CLASIFICACIÓN DE AREAS PELIGROSAS Y SELECCIÓN DE EQUIPO ELÉCTRICO.

I.11.20 Transmisor indicador de presión manométrica y diferencial.

Los transmisores de presión manométrica y diferencial se considerarán del tipo digital basado en microprocesador, con caja para alojar la electrónica de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxido, adecuada para uso en intemperie, tipo NEMA 4X, con aprobación de FM, para instalarse en áreas clasificadas, con elemento sensor tipo celda capacitiva de acero inoxidable 316, conexión al proceso de 1/2" NPT hembra, contara con manifold de acero inoxidable 316 de dos vías para facilitar la calibración, la acometida eléctrica será de 1/2" NPT hembra para tubería conduit estándar. Los transmisores contarán con indicadores digitales locales tipo LCD (Liquid Crystal Display) para facilitar la lectura en campo.

Los transmisores indicadores de presión se seleccionarán de forma tal que la presión normal este al 50% del span ajustado y la presión máxima esperada no sobrepase el límite superior del rango ajustado. La presión mínima esperada no debe ser menor que el límite inferior del rango ajustado. El rango del sensor siempre será mayor que el span ajustado.

I.11.21 Válvulas operadas eléctricamente (motorizadas) para Río Bravo.

Las Válvulas operadas eléctricamente son válvulas de un cuarto de vuelta de acuerdo a la especificación de tuberías y al tipo indicado en los diagramas de tubería e instrumentación (DTI's), con motor tipo jaula de ardilla con aislamiento tipo F, para aceptar alimentación trifásica de 480 Vca @ 60 Hz. Contará con una caja de transmisión alojada en una carcasa tipo carter cerrada y lubricada por medio de aceite y con volante de operación manual con palanca de desembrague.

Cada actuador eléctrico tendrá una caja de engranes multiplicadora de par que garantice accionar la válvula sin exceder los límites del vástago y la válvula. Debido a que se desconoce el estado de los internos de cada válvula se considerará un factor de servicio de para dimensionar el actuador.

Los datos de torque requeridos para el dimensionamiento del actuador, serán tomados del manual del fabricante para cada válvula.

A menos que se indique otra cosa durante el desarrollo del proyecto; el tiempo de ciclo o carrera será de 5 segundos por cada pulgada del diámetro nominal de la válvula.

Los actuadores tendrán un puerto de comunicación serial, bajo protocolo propietario y se alambrarán en una topología de anillo, a través de un cable tipo par trenzado; el punto de inicio y terminación del anillo se localizará la Estación Maestra de Control de los Actuadores.

I.11.22 Válvulas de corte neumáticas para Terminal P647.

Las válvulas localizadas en la Terminal de Almacenamiento de Productos Refinados P647, deben ser de corte, de operación automática, válvula: de triple offset, tipo mariposa, cuarto de vuelta, disco rotatorio, Cuerpo y bonete construido en Ac. Al carbón A-216WCB, conexiones 150# R.F., terminado estándar ASME B 16.5, vástago ac. inox. 316, Asiento de BUNA-N. Deben ser cuerpo construido a prueba de fuego. Deben proporcionar sello hermético (cero fugas), en caso de situaciones de exposición al fuego, deben cumplir con estándares API-607, API-6FA, API-6D, API-598 y con volante de acción manual.

El actuador debe ser neumático, yugo escocés de simple acción. Pistón- resorte, retorno por resorte, a falla cierra, cuarto de vuelta, con selector de operación manual/off/auto, selector de abrir/cerrar válvula, válvulas solenoides con operación a 24 VCD, cierre parcial, dispositivo de prueba, interruptores límite de posición. Todos los dispositivos previos deben ser localizados dentro de un gabinete NEMA7, a prueba de explosión (Ex) para áreas Clase 1, Diva. 2 Grupo D.

El suministro neumático debe ser de 3 a 15 PSIG (0.21-1.054 Kg/cm²) y debe ser suministrado por la unidad de Compresión de Aire de Instrumentos.

I.11.23 Transmisor indicador de temperatura

Se considerará del tipo digital basado en microprocesador, con caja para alojar la electrónica de aluminio libre de cobre con recubrimiento epóxico, adecuada para uso en intemperie, tipo NEMA 4X con aprobación de FM para instalarse en áreas clasificadas, con capacidad para recibir señal de elemento sensor tipo RTD Pt100, contará con dos acometidas eléctricas de ½" NPT hembra, una para el sensor y otra para la salida analógica. Los transmisores de temperatura contarán con indicador digital local tipo LCD (Liquid Crystal Display) para facilitar la lectura en campo.

Para la selección del Transmisor indicador de temperatura manejarán señales de salida analógica de 4-20 mA, se alimentarán a 24 VCD directamente sobre el lazo de salida analógica, tendrán capacidad de manejar protocolo HART, para facilitar la programación de los mantenimientos preventivos y la calibración.

Los Transmisores indicadores de temperatura se seleccionarán de forma tal que la temperatura normal este al 50% del span ajustado y la temperatura máxima esperada no sobrepase el límite superior del rango ajustado. La temperatura mínima esperada no debe ser menor que el límite inferior del rango ajustado.

I.11.24 Medidores de Flujo Másico

Los medidores de flujo másico y deberán basarse en el principio de "Coriolis" y deberán ser capaces de medir flujo másico, flujo volumétrico, densidad y temperatura con gran exactitud para Transferencia de Custodia. El material de construcción de las partes húmedas, cuerpo y bridas del sensor de flujo deberá ser el adecuado para el fluido que maneje siendo el mínimo aceptable acero inoxidable 316.

El suministro eléctrico deberá ser de 120 VCA @ 60 Hz; para la configuración, el cambio de rango de ajuste de cero y el autodiagnóstico de los transmisores podrá hacerse en campo con el configurador portátil y con el indicador local; la exactitud para flujo debe ser $\pm 0.10\%$ del "Span", para densidad deberá ser ± 0.0005 g/cc y para temperatura deberá ser ± 1 pc $\pm 0.5\%$ de la lectura con una rangeabilidad de 80:1. Los transmisores deberán tener filtros adecuados para eliminar las interferencias por radiofrecuencia (RFI) (800-950 MHz) y electromagnéticas (EMI); Los transmisores deberán ser suministrados con yugo de montaje para tubo de 2" Diam. Los sensores deberán operar satisfactoriamente a una temperatura de operación de -24°C a 50°C y los transmisores en un rango de temperatura ambiente de -10°C a 50°C; los transmisores deberán tener autodiagnóstico continuo; deberán ser resistentes al choque y a la vibración y deberán cumplir con IEC 68.2.6.

I.11.25 Válvulas de Control

Se considerará que las válvulas controladoras de presión (cuerpo y actuador) son del tipo operadas por actuadores neumáticos del tipo diafragma con posicionador integrado tipo electrónico, inteligente, para recibir señal eléctrica de control de 4 – 20 mA y alimentación de 24 VCD directamente sobre el lazo de control y capacidad de manejo de protocolo HART e intrínsecamente segura para facilitar la programación de los mantenimientos preventivos y la calibración.

La válvula de control será del tipo globo, con cuerpo de acero al carbón, con internos de acero inoxidable 316 y su posición a falla de aire será normalmente cerrada a menos que se especifique lo contrario en casos particulares. Se considerarán con accesorios internos para abatir el ruido a un máximo permitido de 85 dB a 3 pies de distancia.

Las válvulas serán controladas por el SDMC localizada en el cuarto de control, utilizando un modo de control proporcional + integral + derivativa (PID). Las conexiones del cuerpo de la válvula serán bridadas con libraje de acuerdo a la especificación de tuberías que aplique.

La ingeniería considerará todos los accesorios y materiales para el estimado de costos de las válvulas de control con actuador inteligente en la Terminal.

I.11.26 Instrumentación de Análisis.

Los analizadores de medición continua de azufre total en línea, tanto en la carga como en el producto, cumplirán con los métodos ASTM D5453 e ISO 20846. El analizador contará con una alta precisión y exactitud. El analizador empleará la tecnología de espectrometría de fluorescencia UV pulsada, PUVF, en conjunto con un Sistema oxidativo de pirólisis, para la determinación de azufre total. La intensidad de la luz emitida, será directamente proporcional al contenido total de azufre en la muestra, utilizará una lámpara tipo flasheo de Xenón, de larga duración.

Un cambio en la dirección de la concentración de azufre total será detectado en un tiempo máximo de 30 segundos.

Los analizadores incluirán un sistema de acondicionamiento de muestra adecuado para las mediciones a efectuar, el sistema contará con un diseño de montaje en panel de aluminio, soportará una temperatura de proceso de hasta 60 °C, la presión de proceso será de hasta 700 PSIG (49.21 Kg/cm2g). Contará con filtros en las entradas de la muestra de proceso para el retiro de partículas. La filtración será redundante, a fin de que los elementos de filtrado puedan ser reemplazados sin desconectar el flujo de muestra al analizador. Los elementos de filtrado serán de 10 y 5 micrones. Los sistemas de muestreo incluirán un interruptor de flujo para alarmar en el SDMC, y demás accesorios necesarios para su correcta funcionalidad en la aplicación solicitada.

El protocolo de comunicación para los analizadores debe ser 4-20 mA Hart, al computador de flujo en sitio del patín correspondiente.

Se requiere como mínimo la instalación de analizadores en línea para medir el contenido de azufre en el producto; además de que en la etapa de ingeniería básica extendida se recomiende para otras corrientes de proceso. En caso de que se determine la necesidad de la construcción de cuartos de analizadores o gabinetes instalados en campo para alojar los equipos y dispositivos necesarios para el funcionamiento de estos analizadores, tales cuartos o gabinetes deben ser diseñados para que cumplan con la clasificación de área eléctrica del lugar donde habrán de ser instalados. Los gabinetes deberán contar con sistemas de presurización, control de temperatura y corrosión.

Del mismo modo los analizadores de medición de azufre, tanto en la carga como en el producto, deben ser adecuados para el área y ambiente en que serán instalados, considerando que, para gabinetes, bastidores y soportes se usará acabado tropicalizado y que todas las partes expuestas al proceso deben ser como mínimo de acero inoxidable. Todo el equipo de análisis directo en las líneas de proceso y en gabinete, deberá contar con control de temperatura en los cuartos o gabinetes donde serán instalados las partes electrónicas de los analizadores (por ejemplo: los módulos de control).

Los Analizadores deben ser adecuados para realizar análisis continuos, deben en general tener cuatro partes principales que deben estar completamente ensambladas, interconectadas y alambradas en un rack auto soportado con recubrimiento epóxico:

- Muestreo (Toma de Muestra).
- Sistema de acondicionamiento de muestra.
- Unidad de análisis.
- Unidad electrónica de control.

I.11.27 Canalizaciones Eléctricas para Instrumentación

Canalización Tipo Aérea.

a. Donde se requiera emplear canalizaciones eléctricas aéreas para los tendidos de cables se considerará el uso de tubería conduit de aluminio tipo pesado, recubierta exteriormente de PVC y recubrimiento interior de uretano y con cople con recubrimiento exterior de PVC de acuerdo a norma NMX-J-534-ANCE-2008.

b. Así mismo los accesorios que componen la canalización área como son cajas condulets, sellos condulets, coples flexibles, tuercas unión, serán de aluminio libre de cobre con recubrimiento de PVC e interior de uretano, además de esto todos los condulets y accesorios serán a prueba de explosión, aprobados para instalarse en áreas clasificadas.

c. Donde se requiera emplear canalizaciones eléctricas subterráneas para los tendidos de cables de instrumentos se considerará el uso de tubería conduit de acero galvanizado por inmersión en caliente pared gruesa tipo pesada sin costura extremos roscados y con cople en un extremo de acuerdo a norma NMX-J-534-ANCE-2008.

d. La distribución de las señales intrínsecamente seguras mediante canalización hacia los instrumentos en campo hacia la caja con barreras de seguridad intrínseca debe realizarse mediante disparos con charola tipo rejilla de aluminio, no debiendo quedar cableado expuesto (sin protección). Para los casos en que se requiera protección mecánica se deberá considerar conduit rígido de aluminio tipo pesado con recubrimiento de PVC e interior de uretano. La conexión entre el instrumento y el conduit rígido se hará mediante acople flexible tipoliquididad- tight.

e. Las señales de los instrumentos y equipos ubicados en las áreas de procesos serán recolectadas en cajas de conexiones. Para la ruta principal entre sala de control y áreas de proceso los cables serán instalados directamente bajo tierra, así como en aquellos tramos en donde deba evitarse la canalización a la vista.

f. El cable a utilizar será mínimo # 16 AWG. Para la conexión de instrumentos a las cajas de conexión se utilizará cable bipolar, mientras que la conexión entre cajas de conexión y sala de control se hará mediante cables multiconductores.

g. Los materiales y accesorios asociados a la canalización tipo conduit serán del tipo apropiado para la instalación, de acuerdo al ambiente y a la clasificación eléctrica de área correspondiente.

I.11.28 Criterios generales para la canalización y acometida de ductos

a. Los tubos conguitos se dimensionarán con un espacio de relleno cubriendo como máximo el 40% del área transversal del tubo de acuerdo a la norma NOM-001-SEDE-2012. En el interior de los tubos conduit se dejará un cable o alambre forrado de PVC como guía.

b. Para la tubería conduit en instalación visible el diámetro mínimo que se considerara es de 21mm ($\frac{3}{4}$ ").

c. Para la tubería conduit en instalación subterránea el diámetro mínimo que se considerara es de 27 mm (1 ").

I.11.29 Criterios generales para la selección del cable de instrumentos

Señales Analógicas (4-20 Ma)

Cable para señales analógicas formado por un par trenzado de conductores de cobre estañado calibre 16 AWG con aislamiento de PVC de 300 V, en color blanco y negro, con pantalla metálica cobertura de 100% en contacto con hilo de dren de cobre estañado y cordón de desgarre, cubierta exterior de PVC resistente a la humedad y a la luz del sol, listado por UL como PLTC/ITC y aprobado como resistente a la propagación del fuego.

Sensores De Temperatura

Cable de extensión para sensor RTD, formado por una triada trenzada de conductores de cobre estañado calibre 18 AWG con aislamiento de PVC de 300 V, en color blanco, negro y rojo, con pantalla metálica cobertura de 100% en contacto con hilo de dren de cobre estañado y cordón de desgarre, cubierta exterior de PVC resistente a la humedad y a la luz del sol, listado por UL como PLTC/ITC y aprobado como resistente a la propagación del fuego.

Cable De Comunicación Protocolo Propietario (Subsistema De Control De Inventarios)

Cable para comunicación multiconductor formado por cuatro hilos sencillos de conductores de cobre suave estañado cal. 18 AWG con aislamiento de PVC, 300 V, 105 oC, color blanco, negro, verde y rojo con pantalla de aluminio Mylar alambre de drene de cobre estañado cal. 20 AWG recubrimiento exterior de PVC negro, retardante a la flama. Deben cumplir con UL.

Señal Digital 24 VCD ó 120 VCA

Para conducir las señales digitales desde el instrumento de campo hasta el gabinete correspondiente en el cuarto de control se considerará cable formado por dos conductores de cobre suave cal. 12 AWG con aislamiento de PVC/NYLON 600 V, 90 °C, con cordón de desgarre y cubierta exterior de PVC resistente a la humedad y a la luz del sol. Listado por UL como TC.

Enlace Ethernet

Para efectuar la comunicación Ethernet hacia el LAN switch redundante se considerará el uso de cable tipo UTP Cat 5e, para uso interior, aplicación plenum, formado por ocho conductores de cobre sólido suave calibre 24 AWG con aislamiento de poliofina de alta densidad, trenzados en cuatro pares, con cubierta exterior de PVC color azul.

Seguridad Intrínseca

Para conducir las señales analógicas y/o discretas intrínsecamente seguras se considerará cableado en Chaqueta exterior azul, señal desde el instrumento de campo intrínsecamente seguro a barreras de campo localizadas en caja de conexiones (JB) y las características del mismo corresponderán al del tipo de señal arriba descritos.

Unidad de fuerza ininterrumpible

Se considerará como parte del alcance el diseño un Sistema Ininterrumpible de Energía, que provea un suministro eléctrico regulado y con capacidad de autonomía de 30 minutos a pérdida del suministro principal que permita respaldar los equipos que a continuación se indican:

- a. Gabinete del Sistema Digital de Monitoreo y Control (SDMC).
- b. Gabinete del Sistema de Paro por Emergencia (SPPE).
- c. Gabinete del Servidor Redundante de Aplicaciones.
- d. Gabinete de Interfaces de campo: Válvulas neumáticas, sistema de control e. Inventarios.

- f. Las unidades de control local para las llenaderas de autotanques.
- g. La instrumentación y elemento finales de control.
- h. Las estaciones de operación/ingeniería,
- i. Gabinete para recibir la fibra óptica

El diseño del UPS considerara los siguientes componentes:

- a. 1 Rack /Gabinete
- b. 1 Modulo de Potencia
- c. Módulos de Batería (los que se requieran de acuerdo a la aplicación).
- d. 1 Interruptor principal.
- e. 1 Centro de Carga.

Para el diseño se considerara un Sistema de Fuerza Ininterrumpible del tipo modular, basada en tecnología de doble conversión "On-Line", cero tiempo de transferencia, sección de entrada de 220 VCA una fase, 60 Hz, aislada galvánicamente mediante transformador y sección de salida basada en inversor con tecnología PWM [Pulse Width Modulation], 127 VCA, 1 fase, 60 Hz, interruptor estático de transferencia e interruptor manual de by-pass, con sistema electrónico de monitoreo y control basado en microprocesador, con un puerto de comunicación Ethernet para transmisión/recepción de señales en protocolo MODBUS TCP/IP para monitoreo. El UPS se localizará en el cuarto de gabinetes.

Placa de Identificación

Las placas de identificación en los instrumentos deberán estar en un lugar visible y en la que contendrá como mínimo la siguiente información:

- Tag
- Nombre del Fabricante
- Número de Modelo
- Número de Serie
- Material de construcción

I.12. Sistemas de aislamiento

Una vez compactada el área destinada al almacenamiento se procederá a realizar la excavación a un nivel apropiado para la colocación de los diques limitantes del área de almacenamiento que contribuyen en el control de derrames, llevando a cabo excavaciones en forma de cepa para permitir los trabajos de cimbrado, armado y colado de las cimentaciones. El principal volumen de excavación se tendrá en los puntos en que se establecerán los tanques de almacenamiento de cada uno de los diferentes tipos de fluidos.

Estructuralmente los diques son elementos simples tipo muro de retención con cimentación integrada a base de zapata corrida y diseñados para soportar la carga hidrostática de algún fluido en caso de derrame y bajo el arreglo y dimensiones que satisfagan la normatividad aplicable y vigente respecto del volumen a contener. El tipo de producto contenido en los tanques también es un importante factor que define las interdivisiones que dan lugar a los diques del área de tanques. Cada dique que contenga dos o más tanques debe ser subdividido por muretes intermedios no menores de 0.45 m (1.48 pies) de altura, para evitar que derrames menores desde un tanque pongan en peligro los tanques adyacentes dentro del área de dique, teniendo en cuenta las capacidades individuales de los tanques. Ante ninguna circunstancia se utilizarán bardas de colindancia como muros de los diques de contención.

Estos diques en la zona de almacenamiento cuentan con dos drenajes, uno para servicio pluvial a base de polietileno de alta densidad y uno para las aguas aceitosas (acero al carbón) que se llegasen a producir en las áreas de operación de la terminal, los cuales se encuentran separados y diseñados para cubrir las necesidades de la instalación y los volúmenes máximos esperados. Se harán las interconexiones necesarias en el drenaje de tal manera que cumpla con las necesidades de la instalación considerando la máxima precipitación anual registrada en la zona y la cantidad de agua pudiera aportar la red de agua contra incendio. El drenaje aceitoso capta y dirige el agua de desalojo hacia el separador CPI. A la salida de los diques, el drenaje debe tener una caja de válvulas de tal manera que se pueda controlar el desalojo de agua pluvial y separar el agua aceitosa.

En la zona de recepción y entrega, cada isla y el espacio entre ellas deben contar con registros para drenajes aceitosos (provistos de sellos hidráulicos) que capten posibles derrames de hidrocarburos mediante pendientes diseñadas para este fin.

I.12.1 Prefabricación y montaje de tuberías

La prefabricación de la tubería podrá ser realizada en talleres externos, o en un taller instalado en el interior de la obra. Los soportes típicos serán fabricados en algún taller externo, incluyendo su pintura. El montaje de la tubería será efectuado de acuerdo a las prioridades establecidas y bajo el cumplimiento de normas y especificaciones del proyecto.

Las interconexiones a líneas existentes deberán realizarse hasta donde sea posible en frío. De requerirse interconexiones en caliente, los trabajos serán realizados por empresas subcontratadas que cuenten con el equipo y experiencia adecuada. Los trabajos de exámenes no destructivos serán realizados por un subcontratista especialista en esta actividad. Para la ejecución de pruebas hidrostáticas se contará con bombas de llenado, de presurización, mangueras y manómetros. Se prepararán paquetes de liberación, con la información requerida acerca del circuito a probar, esta información formará parte de los paquetes de transferencia de los sistemas.

I.13. Análisis de Evaluación de Riesgos

Para fines de este estudio, una sustancia peligrosa es todo aquel elemento, compuesto, material o mezcla de ellos que, independientemente de su estado físico, representa un riesgo potencial para la salud, el ambiente, la seguridad de los usuarios y los bienes materiales.

Las sustancias peligrosas se pueden clasificar en: Corrosivas, Reactivas, Explosivas, Tóxicas e Inflamables. Por otro lado, la incompatibilidad entre dos o más sustancias está considerada como las reacciones violentas y negativas para el equilibrio ecológico y para el ambiente, que se producen con motivo de la mezcla de dos o más sustancias peligrosas.

Los riesgos de una empresa o instalación están en función de la naturaleza de los materiales y de las variables presentes en el proceso u operación, tales como: temperatura, flujo, presión, volumen, con lo que se determinan las causas posibles, consecuencias, gravedad de los riesgos y posibles reacciones del sistema de operación, por lo que el equipamiento e instalaciones del TERMINAL RIO BRAVO ha sido diseñados aplicando la normatividad Nacional además de los códigos internacionales de seguridad y construcción, para garantizar una operación sin riesgo.

Para los fluidos en estado líquido la experiencia indica que cuándo la instalación analizada corresponde a un ducto que transporta a estos por medio de una red de distribución u operación general, los eventos de riesgo máximos probables, en la mayoría de los casos, corresponden a fugas en los ductos, válvulas y conexiones, teniendo como consecuencia la formación de nubes inflamables o charcos de fuego, dándose las condiciones pertinentes.

La probabilidad de ocurrencia de fugas de los líquidos combustibles, aumenta de manera significativa cuando existe una falta de mantenimiento o se practica el mantenimiento inadecuado o incorrecto, o bien cuando no se programa en el tiempo justo y no se consideran las medidas adecuadas contra la corrosión.

Para la determinación de riesgos correspondientes al manejo de líquidos combustibles, se pueden determinar varios escenarios que se apegan a las condiciones reales de las instalaciones, operación y condiciones climáticas. Uno de estos escenarios podría ser la fuga en conexiones o ruptura de un ducto; situación que provocaría un evento máximo ya que se tendría las peores afectaciones en la propia empresa y en el entorno.

Con base a la inspección técnica en campo y los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTÍ'S) del sistema de almacenamiento y distribución, se identificarán y jerarquizarán los principales riesgos que podrían ocurrir en las instalaciones del TERMINAL RIO BRAVO.

En los Estados Unidos de América, las agencias Federales de U.S.E.P.A. , DOT y la Federal Emergency Management Agency, a través de los años y experiencia operativa de este tipo de instalaciones, ha podido reunir en estudios o estadísticas, información que permite llegar a una serie de estimaciones bajo las siguientes bases:

En la siguiente Tabla se presentan las bases para la evaluación de incidentes por el manejo de combustibles en estado líquido en instalaciones fijas.

Tabla I.17 Probabilidad de fugas Fuente: Federal Emergency Management Agency.

Supuestos	Probabilidad de Fugas y derrames	Incidentes
Fuga en accesorios o por tubería	0.0000015 / año	90% de veces por orificio de 1 pulg. de diámetro.
Fuga o derrame	0.0000015 / año	10% de veces por ruptura total.

La aplicación de este criterio se considera como equivalente también para las suposiciones o escenarios en los cuales se estime la falta de una brida o un empaque, en las que por falta de mantenimiento o reposición podría presentarse un derrame en ese punto. Asimismo, los riesgos derivados son una posible formación de: un charco de fuego, una nube inflamable o una nube explosiva.

La probabilidad de ocurrencia de alguno de estos eventos aumenta de manera significativa cuando existe una falta de mantenimiento o éste se practica de forma inadecuada, o bien, cuando no se programa en el tiempo justo y no se consideran las medidas adecuadas contra el desgaste.

Se ha determinado que las instalaciones de la TERMINAL RIO BRAVO representan riesgos significativos, los cuales se determinarán durante el desarrollo del presente apartado, tomando en consideración lo siguiente:

- Las características físicas, químicas y los riesgos a la salud que los combustibles representan.
- Las condiciones de operación de los sistemas.
- La ubicación de la instalación.

En base a lo anterior, un derrame de algunas de las sustancias a evaluar dentro de la empresa representaría un riesgo considerable.

Las causas que conlleven a un derrame de alguna sustancia pueden ser de diferentes tipos, del mismo modo las consecuencias pueden diferenciar una de otra en gran magnitud dependiendo de las condiciones de operación que existan en el momento. En otras palabras, se puede decir que

dependiendo de la causa que haya originado un derrame este puede tener una magnitud de afectación mayor o menor.

I.13.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

A través de la historia la humanidad siempre ha sido propensa a los accidentes de todos tipos, un accidente es definido como "Una ocurrencia indeseada e indeseable que sucede sin intención y usualmente resulta en daños, heridas, destrucción, o pérdida".

Una Terminal de Almacenamiento y Reparto, es un Centro de Trabajo de Pemex Refinación, en donde se reciben y almacenan productos terminados, para su despacho y reparto a estaciones de servicio, clientes industriales, clientes gobierno, distribuidores y otros.

Pemex Refinación cuenta con 77 Terminales de Almacenamiento y Reparto, adscritas a cuatro Gerencias de Almacenamiento y Reparto, Norte, Centro, Golfo y Pacífico, con lo cual se satisface la demanda del mercado nacional de este tipo de productos.

En los últimos tres años, el índice de frecuencia de accidentes en el sector petrolero está por arriba de la meta establecida, debido a un incremento en la accidentabilidad. De acuerdo con la Entidad, durante el año 2011, en Pemex Refinación se registraron 92 accidentes incapacitantes, 18 más que en el mismo periodo de 2010, por lo que el índice de frecuencia, que significa el número de lesiones incapacitantes ocurridas por cada millón de horas-hombre laboradas, aumentó de 0.66 a 0.76 accidentes en 2011.

Desde 1993 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, al observar las graves consecuencias que ocasionan los accidentes asociados con sustancias químicas para las poblaciones humanas y para los ecosistemas, se dio a la tarea de recopilar información acerca de las emergencias asociadas con sustancias químicas que ocurren en el interior de la República Mexicana, con repercusiones ambientales; contando en la actualidad con una base de datos con información estadística de diez años para tener conocimiento de lo que ocurre en México al respecto y poder definir estrategias de prevención y control de accidentes.

Cabe mencionar que dentro de la información recopilada, los accidentes en Terminales de Almacenamiento y Reparto (TAR) han disminuido, así mismo sólo se tienen datos de aquellos que han ocurrido en este tipo de centros y que en la mayoría de los casos los daños ocasionados trascienden los límites de propiedad; así como los que ocurren al exterior por el transporte de estas sustancias, que pueden provocar daños a la población y/o al ambiente, requiriendo la movilización de los cuerpos de respuesta a emergencias (Protección Civil, Bomberos, etc.).

Así mismo de acuerdo a la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), se tiene que en 2014 se registraron 7590 eventos, relacionados con derrames, fugas, explosiones e incendios de sustancias químicas, con repercusiones a la salud o al ambiente, de las cuales 2027 (57%) ocurrieron en el medio terrestre y 46 (0.9 %) en el medio marino, 104 (2.0 %) en ferrocarril y 2901 (57.0) en ductos tal y como se muestra en las siguientes figuras:

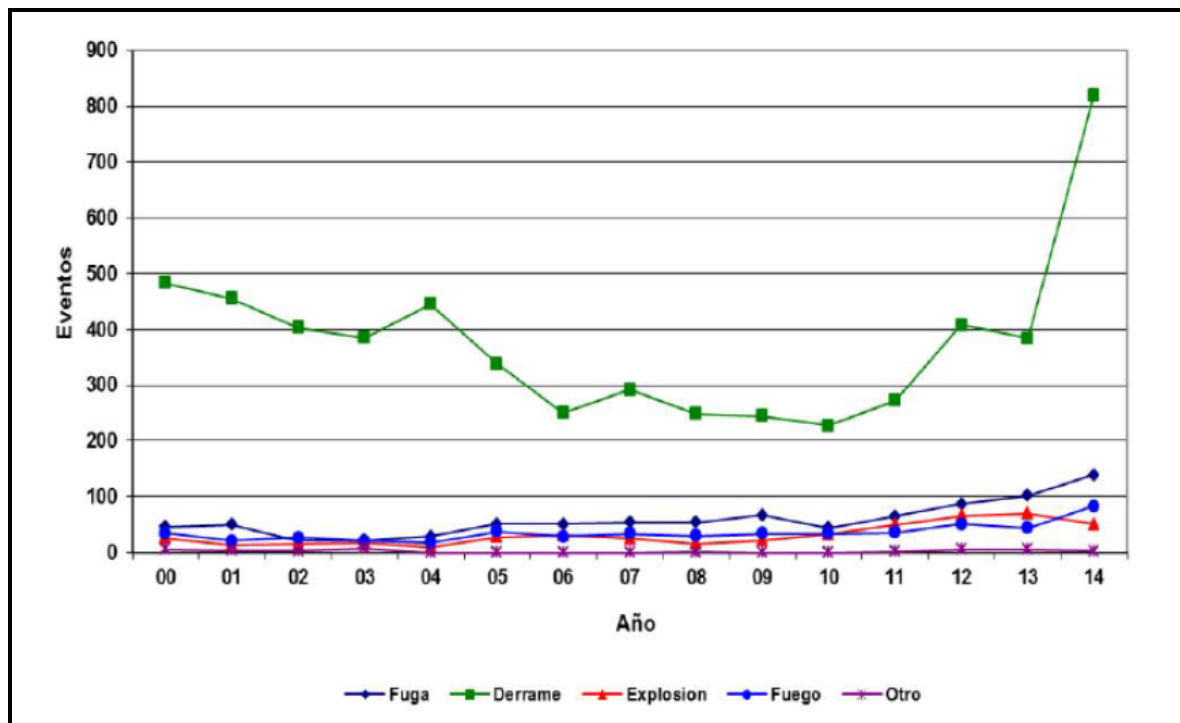


Figura I.11 Emergencias Ambientales reportadas durante 2011.

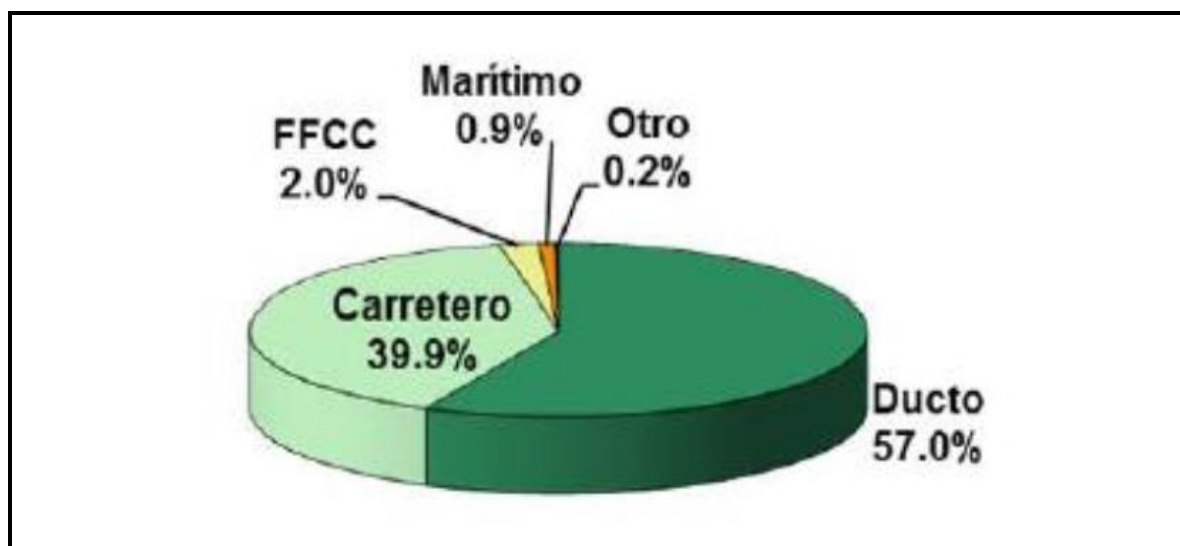


Figura I.12 Emergencias ocurridas en transporte durante 2000-2014.

Explosión en planta de Pemex en Salamanca deja ocho heridos Tres de los lesionados son empleados de Petróleos Mexicanos, los otros cinco operarios externos; ya reciben atención médica

SALAMANCA, Gto. 15 MARZO, 2017 - Una explosión ocurrida esta tarde en el área donde se llenan los transportes con los combustibles de la refinería "Ing. Antonio M. Amor" de Petróleos Mexicanos (Pemex) en esta ciudad, dejó por lo menos ocho trabajadores con quemaduras.

Algunas de las víctimas sufrieron lesiones graves, de acuerdo con las primeras versiones. Entre los heridos se encuentran tres trabajadores directos de Pemex y otros cinco de compañías que prestan servicios a la empresa productiva del Estado, los cuales fueron trasladados de inmediato al Hospital General local.

El número de víctimas fue confirmado por Pemex a través de reportes en sus redes sociales. "Tres trabajadores de Pemex y cinco trabajadores externos resultaron lesionados y ya reciben atención médica", publicó en su cuenta de Twitter, ante los señalamientos de que habían muerto algunos trabajadores en el incidente. De manera preliminar, se informó que los lesionados son: Evelin Ángel Palacios, José Manuel Díaz García, Alejandro Patlán, Jesús García Araiza, Iván Martínez Mendieta, Jacobo Ávalos, Juan Ávalos García y Miguel Ángel Olivares.

La explosión ocurrió alrededor de las 3:30 de la tarde en la puerta 4 del área mencionada. Una pipa era cargada con combustible cuando presuntamente hubo un cortocircuito que ocasionó la explosión. Personal de la zona hizo varias llamadas al número de emergencia 911 para pedir auxilio. En ellas se aclaraba que no se trataba de un simulacro, sino de una explosión real. Socorristas, personal de seguridad de Pemex, Protección Civil Municipal, Bomberos y otras corporaciones acudieron a atender la emergencia. Elementos del Ejército resguardaron la zona, en particular sobre la calle Héroes de Cananea, la cual fue cerrada a la circulación vial, lo mismo que algunas otras vialidades aledañas. Trabajadores que se encontraban en el proceso de cambio de turno ya no pudieron ingresar a las instalaciones. Vecinos de la zona informaron que el estruendo se escuchó en varias colonias aledañas como La Obrera y Nativitas, además de que se observó una columna de humo negro durante algunos minutos.

Fuente: <http://www.proceso.com.mx/478205/explosion-en-refineria-pemex-en-salamanca-deja-ocho-empleados-heridos>

Incendio en refinería de Pemex deja al menos 9 heridos

14 JUNIO 2017.- El director general José Antonio González Anaya asumió la responsabilidad por el siniestro ocurrido en la refinería de Salina Cruz, Oaxaca, donde las fuertes lluvias mantienen inundada la planta.

Un incendio se registró este miércoles en la mayor refinería de Pemex, ubicada en Oaxaca, dejando un saldo de al menos nueve heridos. El director general de Petróleos Mexicanos (PEMEX) José Antonio

González Anaya, asumió la responsabilidad por el suceso. El funcionario destacó que, desde el primer momento de lo ocurrido, tuvo comunicación con la autoridad en Oaxaca.

"Quiero decirles que el incendio no está sofocado, sino controlado, que acabamos de llegar de la refinería y notamos una disminución del siniestro, aunque aún tenemos el sitio en observación", afirmó. A su vez, el gobernador Alejandro Murat, anunció que habrá un "paquete" especial de atención de parte de Pemex para algunas áreas que resultaron afectadas con motivo del incendio.

Cabe recordar que desde la tarde, la empresa productiva del estado anunció que hubo 9 heridos. Un tanque de almacenamiento de 500 mil litros de petróleo crudo se incendió en el patio de almacenamiento de la refinería Antonio Dovali Jaime, en Salina Cruz. Un portavoz de la empresa descartó que el incendio alcanzara algún tanque de almacenamiento. El siniestro se derivó de un corto circuito en unos transformadores tras la inundación provocada por las fuertes lluvias que ocasionó la tormenta tropical 'Calvin', y que llevó el cese temporal de actividades el martes.

A las 9:00 horas los vecinos escucharon una fuerte explosión y enseguida comenzó a levantarse la columna de humo; media hora después, se escuchó una segunda explosión en la zona. Rogelio Ríos Benítez, gerente de Pemex en Salina Cruz, informó que personal de bomberos y de Petróleos Mexicanos trabajan en el lugar y pidió evitar que se alarme a la población, agregó que "solo es una gran cantidad de humo, pero ya no representa peligro". La contingencia generó la evacuación de al menos 800 familias de colonias cercanas; el Palacio Municipal de Salina Cruz funciona como refugio temporal y ha recibido a 300 personas provenientes de colonias aledañas a la refinería.

De igual manera se activó el refugio ubicado en las instalaciones de la Confederación de Trabajadores de México donde se han recibido hasta el momento a 250 personas. La refinería de Salina Cruz, ubicada a cinco kilómetros del puerto del mismo nombre en la costa de Oaxaca, es una de las más grandes del país, con capacidad para procesar 330 mil barriles de crudo por día.

Fuente:<http://www.elfinanciero.com.mx/economia/se-incendia-tanque-de-almacenamiento-en-refineria-de-salina-cruz.html>

Explosión en refinería de Pemex en Hidalgo deja un muerto

PACHUCA, HIDALGO (01/OCT/2013). - Alrededor de las 15:30 horas, se registró una explosión durante el arranque de la planta Hidros I de la **refinería Miguel Hidalgo** en Tula, de manera oficial, la paraestatal reconoce un muerto y cinco heridos, sin embargo, trabajadores señalaron que podrían ser más 15 los obreros lesionados, la mayoría de ellos de empresas externas.

El vocero de la zona centro, Fabrizio Guerra, dio a conocer que se realizaban trabajos de mantenimiento en la planta cuando sobrevino un flamazo y posteriormente una explosión que dejó seis heridos uno de los cuales uno ya falleció en el hospital, se trata del trabajador Jorge Galindo de la empresa ATSI.

De forma extraoficial se dio a conocer que el percance ocurrió durante el manejo de un catalizador, lo que provocó que los químicos originaran el flamazo.

Así también, indicaron que están a la espera del helicóptero del gobierno de Hidalgo para el traslado de los heridos al hospital de Lomas Verdes, en el Estado de México. Se reportaban como graves a los trabajadores de la empresa ATSI.

En un comunicado, Pemex añadió que procederá al análisis causa raíz del accidente.

Informó que las personas que resultaron lesionadas son: Otoniel Sánchez y Ernesto García Lara, de la compañía ATSI; así como Anselmo Martínez Hernán, Celso León y Esteban Ríos Aguilar, trabajadores de Pemex.

Algunos de los lesionados fueron ingresados al hospital de Pemex en Tula, pero se señaló que otros podrían ser llevados a la clínica de Picho, en el Estado de México, debido a sus heridas.

Fuente: <http://www.informador.com.mx/mexico/2013/488688/6/explosion-en-refineria-de-pemex-en-hidalgo-deja-un-muerto.htm>

Sofocan conato de incendio al interior de la Refinería "Miguel Hidalgo" en Tula

Marzo 6, 2015.- TULA DE ALLENDE, 06 Mar /News Hidalgo/.- Personal de contraincendios de la **Refinería "Miguel Hidalgo"** sofocó un conato de incendio que se registró esta mañana en la planta hidrodesulfuradora de residuales del sector 10 de este centro de trabajo. El incendio se ubicó en un compresor de hidrógeno que presentó fuga en uno de sus sellos y conforme al procedimiento interno de seguridad se realizó el aislamiento del sistema. No se reporta personal lesionado y los daños a la instalación fueron menores. Una vez colocados los equipos en condición segura, la unidad 3200 del sector y el resto de los procesos operativos trabajan con normalidad. Petróleos Mexicanos realizará el análisis de la causa raíz de este evento.

Fuente: <http://www.newshidalgo.mx/sofocan-conato-de-incendio-al-interior-de-la-refineria-miguel-hidalgo-en-tula/>

Pemex reporta incendio en refinería de Hidalgo

El incidente ocurrió en el calentador BA-701 de la unidad de proceso 700-1 de la **refinería Miguel Hidalgo** de Petróleos Mexicanos situada en la región de Tula. El fuego ya fue controlado. Pachuca, Hidalgo. (22 Julio 2015). Durante los primeros minutos del miércoles se registró un incendio en el calentador BA-701 de la unidad de proceso 700-1 de la refinería Miguel Hidalgo de Petróleos Mexicanos (Pemex) situada en la región de Tula. Consultado por Milenio, Ulises Guerra González, representante regional de Comunicación Social de Pemex indicó que el incidente se suscitó a las 0:00 horas, luego de que se registrara una fuga de diésel en el equipo por los trabajos que se realizaban en él.

"Fue un conato de incendio lo que ocurrió ayer, al filo de las 0:00 horas; fue un evento breve, un evento menos (y) no hay lesionados; no hay daños a la instalación" expresó. Y es que, reiteró, al momento se efectuaban trabajos de rehabilitación por mantenimiento programado. "Es una unidad que está fuera de operación, porque está programada por mantenimiento mayor; al parecer hubo por ahí producto caliente y sobrevino el conato de incendio, pero se atendió de inmediato y se sofocó y no hubo emergencia mayor" afirmó. El funcionario de Pemex insistió en que el accidente fue considerado como "un evento menor". Guerrero González señaló que durante la mañana del miércoles circulaban versiones erróneas sobre el percance, por lo que puntualizó que la refinería registraba una operación normal tras el conato de incendio. "por ahí se está tergiversando la información; no hay gravedad del incendio ni hay incendio en este momento, la instalación opera normalmente" aseveró. Por último, señaló que la Unidad de Seguridad Industrial y Protección Ambiental de la refinería Miguel Hidalgo será la encargada de efectuar un análisis sobre las causas.

Fuente:http://www.milenio.com/estados/incendio_tula_hidalgo-incendio_pemex_refineria-petroleo_accidente_incendio_0_559144218.html

Pemex sofoca incendio en refinería de Tula; hay una trabajadora lesionada

Debido al incendio en la planta Hidros, ubicada en el sector 1 de la refinería de Tula, hay una trabajadora lesionada, quien es atendida en el Hospital General de Pemex.

21 septiembre 2015. Petróleos Mexicanos sofocó el incendio que se presentó en la planta Hidros ubicada en el sector 1 de la **refinería de Miguel Hidalgo** en Tula. La petrolera informó en su cuenta de la red social Twitter que debido al incidente hay una trabajadora lesionada, quien es atendida en el hospital General de Pemex.

Un portavoz dijo que el incidente era aislado y que la refinería, con capacidad para procesar 315 mil barriles por día y ubicada en Tula, en el estado de Hidalgo, estaba operando normalmente, por lo que se descarta algún impacto en la producción.

"Fue menos de una hora de incendio. No hubo daños importantes. Ahora está operando normalmente la refinería", dijo la porta voz que no fue identificado.

Fuente:<http://www.elfinanciero.com.mx/economia/pemex-atiende-incendio-en-refineria-de-tula.html>

Controlan incendio en refinería de Tula

El incidente ya fue controlado por el equipo de contraincendios de Petróleos Mexicanos, y se aseguró que no representa riesgos para la población México (06 enero 2017). - Aparentemente el robo de combustible, ocasionó un incendio en el sector seis de la **refinería Miguel Hidalgo**, localizada en Tula Hidalgo.

Se conoció que el incidente fue ocasionado por el robo combustible en ese sector que se localiza a 200 metros del área de ventas. Al parecer se rompió el filtro de la línea de tuberías de la nave del carro del carro tanque de esféricos, según señalaron fuentes al interior del complejo petrolero. El incidente ya fue controlado por el equipo de contraincendios de Petróleos Mexicanos, y se aseguró que no representa riesgos para la población, cabe señalar que no se pudo obtener la información oficial ya que no fue posible localizar al personal del área de comunicación.

Fuente:<https://www.debate.com.mx/mexico/Controlan-incendio-en-refineria-de-Tula-20170106-0003.html>

Los accidentes más severos de Pemex desde 1984

La siguiente es la cronología de los accidentes más graves sufridos por Pemex en la historia reciente de esta compañía, fundada en 1938. La explosión ocurrida el jueves en la sede central de Petróleos Mexicanos (Pemex), que causó 33 muertos y 121 heridos, es la peor tragedia que sufren instalaciones de la empresa pública en los últimos veinte años tras la sufrida en 1992 cuando fallecieron 210 personas.

Según el último saldo oficial, la explosión que sufrió la sede corporativa, en esta capital, causó 33 muertos y 121 heridos. Aún no se han establecido las causas, aunque las hipótesis apuntan hacia un accidente de origen todavía desconocido.

La siguiente es la cronología de los accidentes más graves sufridos por Pemex en la historia reciente de esta compañía, fundada en 1938:

El 18 de septiembre de 2012 se registró una explosión y un incendio en la en una planta de gas de Pemex Exploración y Producción (PEP) ubicada a 19 kilómetros de Reynosa, en el nororiental estado de Tamaulipas, que dejó un total de 30 muertos y decenas de heridos.

El 19 de diciembre de 2011 una fuga de combustible, explosión y un incendio en un oleoducto de Pemex en la población de San Martín Texmelucan, en el estado de Puebla, dejó 30 muertos y 52 lesionados además de 5 mil evacuados y 80 casas afectadas.

El 23 de octubre de 2007 dos plataformas marinas colisionaron en el Golfo de México, con un saldo de 18 personas muertas y dos desaparecidas, y hubo una de las mayores fugas de crudo de un pozo petrolero.

El 17 de octubre del 2006 la explosión e incendio del buque tanque Quetzalcóatl, anclado en la Terminal Marítima de Pajaritos, dejó ocho muertos, un desaparecido y 14 lesionados.

El 18 de noviembre de 1998 el choque de dos helicópteros que transportaban personal de Pemex a las plataformas petroleras en las costas del estado de Campeche, en el Golfo de México, dejó un saldo de 22 muertos.

El 22 de abril de 1992 en Guadalajara, capital del estado de Jalisco, una fuga de gasolina de un ducto de Pemex se vertió al subsuelo y al sistema de drenaje, lo que causó una explosión que dejó unos 210 muertos.

El 19 de noviembre de 1984 en la peor tragedia en la historia de Pemex, la explosión de un depósito de gas en San Juanico, en el Estado de México, vecino al Distrito Federal, dejó, según fuentes oficiales, medio millar de muertos, aunque de manera extraoficial se habló de más de 2 mil.

Según los reportes, una fuga de gas provocó una explosión en cadena de varios de estos depósitos que generó una bola de fuego de centenares de metros en una zona muy habitada.

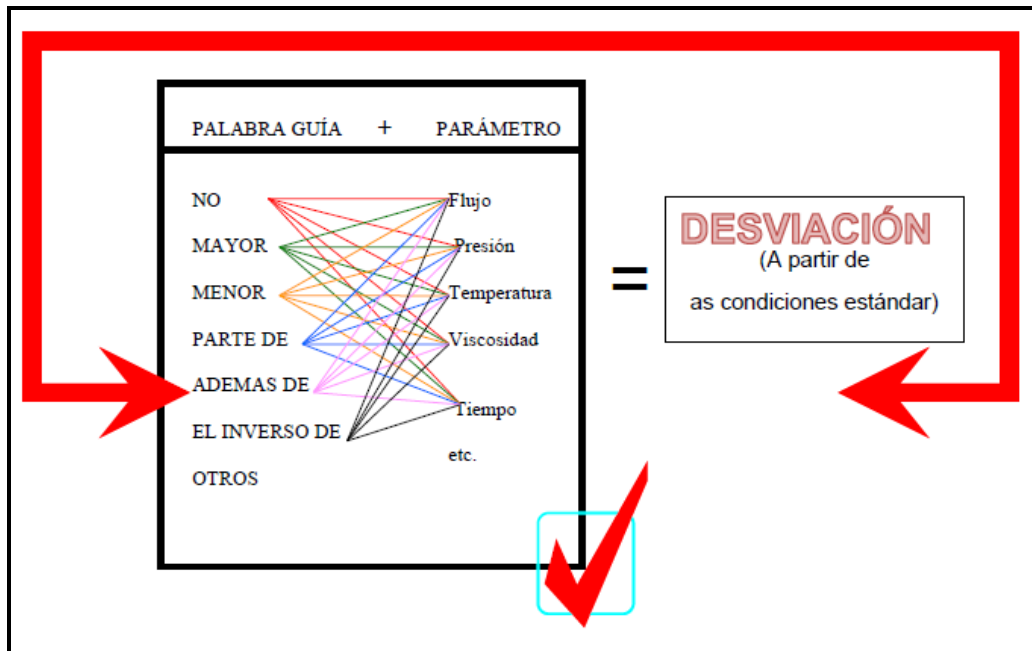
Fuente: <http://www.excelsior.com.mx/2013/02/01/882272>

I.14. Metodologías de identificación y jerarquización

La técnica Hazard and Operability Study (Estudio de peligros y Operabilidad "Hazop") se basa en el principio de que varios expertos con diferentes especialidades pueden interactuar de una manera creativa y sistemática para identificar más problemas trabajando juntos que trabajando por separado. La técnica de análisis Hazop fue originalmente desarrollada por el Dr. Trevor Kletz en la década de los '60 (1960-1970) en la compañía Imperial Chemical Industries, para evaluar la operación de sus instalaciones industriales, posteriormente esta técnica fue adaptada de manera colegiada por el American Institute of Chemical Engineers y difundida a partir de 1992 a través de las Guías editadas por el Center for Chemical Process Safety, y es recomendada para identificar los problemas de seguridad y de operabilidad que se pudiesen presentar en una instalación durante su operación normal, arranque y paro, AICHE 1999.

Para desarrollar un estudio Hazop, se integra un grupo multidisciplinario de especialistas con experiencia y conocimiento en diseño, operación, mantenimiento y seguridad de instalaciones similares a la que se va a estudiar, encabezado por un líder con conocimiento profundo de la técnica. Se requiere que comprendan completamente el proceso y sus interrelaciones, a fin de poder cuestionar correctamente cada una de las secciones del proceso y sus componentes, identificando las desviaciones al propósito original que puedan ocurrir y así, determinar cuáles de esas desviaciones pudiesen dar lugar a riesgos para el personal y las instalaciones durante la operación de estas. El Hazop (Hazard and Operability Study) es una técnica cualitativa que permite identificar postulados de accidentes que pudieran ocurrir en la instalación.

La metodología consiste en dividir la instalación en subsistemas que tengan una identidad funcional propia y en seleccionar una serie de nodos en cada subsistema donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (presión, temperatura, caudal, etc.). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía que califican el tipo de desviación. Ejemplos de palabras guía más utilizadas se mencionan en la siguiente Figura.



En la Tabla se indican las definiciones que aplican para este estudio:

Tabla I.18 Definiciones comunes del análisis Hazop.

Término	Definición
Secciones de proceso (o nodos de estudio)	Las secciones de equipo con fronteras definidas (por ejemplo, una línea entre dos recipientes) o los sitios en los DTIs (por ejemplo, un reactor) sobre los cuales los parámetros del proceso son analizados para encontrar sus desviaciones.
Intención de diseño	Definición del propósito y función del nodo analizado, cómo se espera que opere en condiciones normales. Esta puede ser tanto descriptiva como esquemática (por ejemplo, la descripción del proceso, los diagramas de flujo, los diagramas de líneas, DTIs).
Palabras guía	Palabras simples que son utilizadas para calificar o cuantificar la intención de diseño y para guiar y estimular el proceso de tormenta de ideas en la identificación de los peligros del proceso.
Parámetro de proceso	Una propiedad física o química asociada a un proceso. Incluye aspectos generales tales como reacción, mezclado concentración, pH y aspectos específicos como temperatura, presión, fase y flujo.
Desviaciones	Alejamiento de la intención de diseño por la aplicación sistemática de las palabras guías a los parámetros del proceso (flujo, presión, etc.).
Causas	Modos en que las desviaciones pueden ocurrir. Una vez que se ha detectado que una desviación tiene una causa verosímil, puede ser tratada como una desviación importante. Estas causas pueden ser fallas en hardware, errores humanos, estados no previstos del proceso (cambios en la composición), discontinuidades externas (por ejemplo, pérdida de energía), etc.
Consecuencias	Resultados de las desviaciones (ejemplo, liberación de materiales tóxicos). Normalmente el equipo asume que los sistemas de protección activos fallan en demanda. Las consecuencias menores que no están relacionadas al objetivo de estudio, no se consideran.
Salvaguardas	Medios o mecanismos existentes por los cuales las consecuencias o las causas pueden evitarse o mitigarse, constituidos por sistemas de ingeniería o controles administrativos (por ejemplo, alarmas de proceso, bloqueos internos, procedimientos).

Recomendaciones	Sugerencias para añadir o mejorar salvaguardas. Contempla cambios de diseño, cambios de procedimiento o áreas para estudio futuro (por ejemplo, adicionar una alarma de presión redundante o revertir la secuencia de dos etapas operativas).
Fuga	El escape accidental a la atmósfera de hidrocarburos líquidos o gaseosos desde el nodo analizado, debido al deterioro por corrosión, erosión, falla mecánica o exceso de temperatura.
Ruptura	El escape accidental a la atmósfera de hidrocarburos líquidos o gaseosos desde el nodo analizado debido a una sobrepresión o daño accidental por un impacto externo y que, debido a su magnitud, es detectada por sensores de baja presión.
Función Instrumentada de Seguridad (FIS)	Función con un SIL (Nivel de Integridad de Seguridad) específico, la cual tiene como intención alcanzar o mantener un estado seguro para el proceso con respecto a un evento peligroso en particular.
Nivel de Integridad de Seguridad (SIL)	Nivel de Integridad de Seguridad de una FIS (Función Instrumentada de Seguridad), el cual se expresa en términos de la probabilidad de falla en demanda promedio o del factor de reducción de riesgo.

El desarrollo del estudio Hazop se puede resumir en las siguientes etapas:

1. Seleccionar puntos o nodos de estudio (líneas de proceso, recipientes y/o equipos de proceso) siguiendo el sentido de flujo del proceso y continuando con servicios auxiliares.
2. Establecer la intención de diseño del equipo. Ésta incluye una descripción del diseño y operación normal en cada nodo de estudio, así como funciones de nodo, composiciones del proceso y rangos de valores numéricos de todos los parámetros de importancia. (El hecho de que la instalación funcione fuera de la capacidad de su intención de diseño significaría un riesgo potencial).
3. Seleccionar la palabra guía combinada con un parámetro de proceso para desarrollar la desviación en un nodo de estudio (revisar todas las palabras guía con cada parámetro, y entonces, cambiar de parámetro).
4. Evaluar las consecuencias posibles (asumiendo que todas las protecciones fallan).
5. Listar las causas que originan la desviación.
6. Listar todas las salvaguardas existentes (sistemas de ingeniería o controles administrativos diseñados para prevenir las causas o mitigar las consecuencias de las desviaciones).
7. Considerar y recomendar las acciones necesarias para prevenir la desviación o mitigar las consecuencias.
8. Se establece la siguiente desviación del nodo, hasta concluir con todas las combinaciones posibles.
9. Analizar un nuevo nodo o punto de estudio.

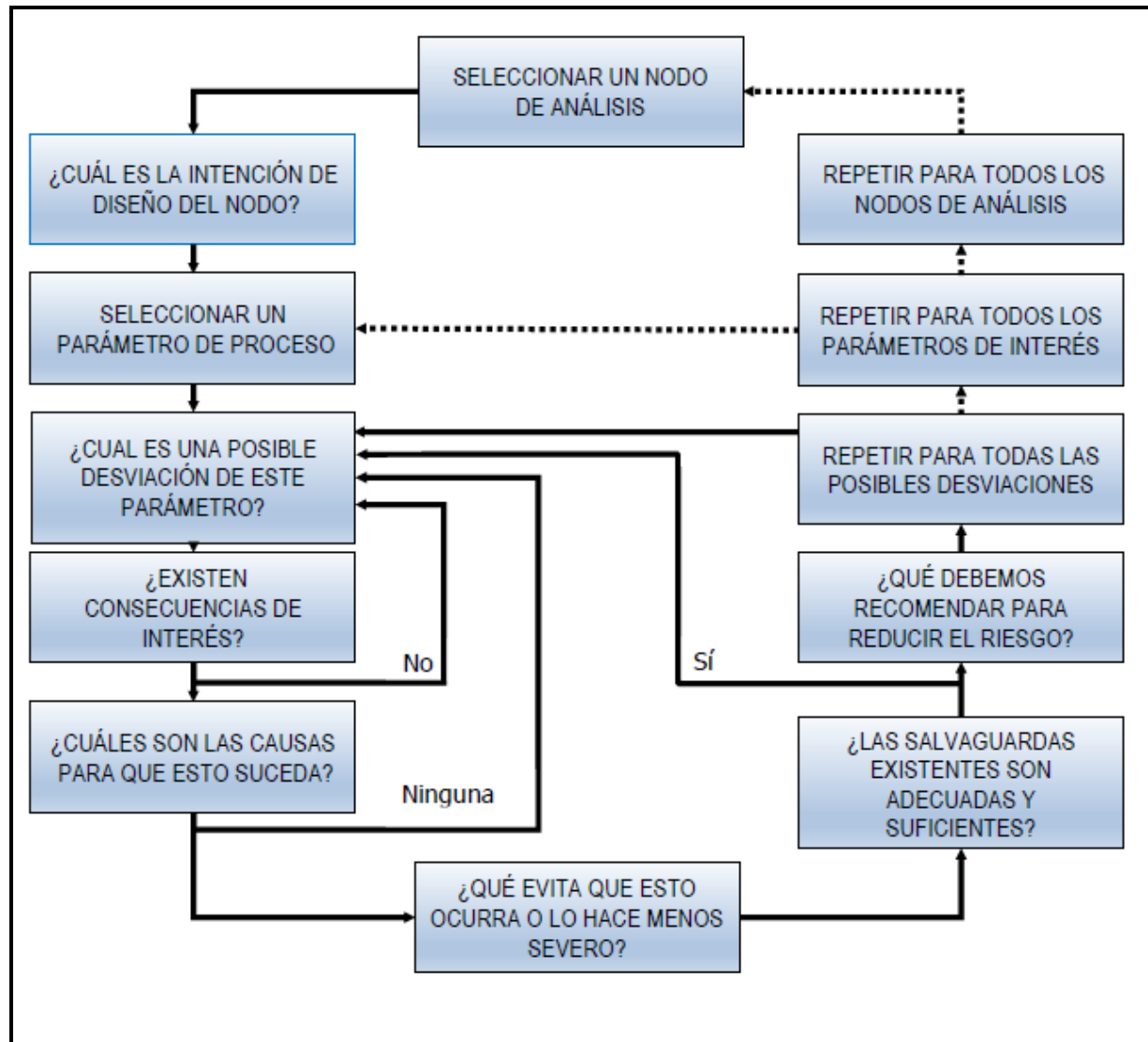


Figura I.13 diagrama de flujo técnica HAZOP

Cuando se desarrolla un análisis Hazop, el equipo de especialistas que realiza el análisis, hace un listado potencial de las causas y consecuencias de las desviaciones que puedan surgir, así como de las salvaguardas con las que se cuenta y que protegen contra la desviación analizada. Cuando el equipo determina que existe una inadecuada protección para alguna desviación posible o creíble, usualmente, se recomienda tomar alguna acción al respecto, para reducir el riesgo por severidad o frecuencia de la desviación potencial identificada.

Para cada desviación se reseña la siguiente información:

- La lista de las posibles causas que la provocan.
- La lista de las consecuencias factibles que se pueden producir.
- La respuesta del sistema ante la desviación estudiada.

- Acciones que se podrían tomar para evitar las causas o limitar las consecuencias.

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

El enfoque como se describe puede que parezca generar muchas desviaciones hipotéticas en una forma mecánica, el éxito o el fracaso dependen de cuatro aspectos a conocer:

- La exactitud de los diagramas y demás información utilizados como base para el estudio.
- Las habilidades técnicas y el conocimiento del proceso que tenga el equipo.
- La habilidad del equipo para utilizar el enfoque como una ayuda para su imaginación en la visualización de las desviaciones, causas y consecuencias.
- La habilidad del equipo para mantener un sentido de proporción, particularmente cuando valoran la seriedad de los riesgos que se identifican.

Aunque el método está enfocado básicamente a identificar sucesos iniciadores relativos a la operación de la instalación, por su propia esencia, también puede ser utilizado para sucesos iniciadores externos a la misma.

I.14.1 Jerarquización de Riesgos

El análisis simplificado de riesgos de las instalaciones (FRR, del inglés Facility Risk Review) consiste en la combinación de los aspectos cualitativos del análisis de riesgos - identificación y evaluación de peligros, con los aspectos cuantitativos – evaluación de consecuencias y estimación de frecuencias.

La técnica FRR es una técnica – semicuantitativa – simplificada de análisis de riesgos en los procesos, que utiliza los escenarios de accidentes potenciales ya identificados y evaluados para luego clasificarlos y jerarquizarlos. Se ha comprobado que esta técnica es una herramienta efectiva para el análisis cuantitativo de riesgos en muchas instalaciones de la industria del petróleo y del gas; además, el uso apropiado de ésta permitirá disponer de sus recursos de manera efectiva en la prevención de los riesgos más importantes (v.gr., riesgos no tolerables o indeseables), que amenazan la seguridad del personal, la población, el medio ambiente, la producción y la instalación.

La herramienta FRR se debe utilizar para enfocar la atención en aquellos accidentes potenciales que deben ser tratados con prioridad durante las actividades de prevención de accidentes, así como para identificar aquellos accidentes potenciales para los cuales es necesario conducir un análisis detallado de riesgo.

Los objetivos de la revisión de riesgos de las instalaciones son:

Identificar, seleccionar, evaluar y clasificar los riesgos más importantes con el potencial de ocasionar daños al personal y/o a la población, el medio ambiente, el producto manejado y la instalación.

Desarrollar recomendaciones para reducir los riesgos.

Identificar los procesos y las áreas más importantes que requieren de una evaluación más detallada para determinar las medidas más efectivas destinadas a reducir el riesgo.

Un análisis detallado de riesgos puede ser un proceso largo y costoso si se aplica a todos los procesos/sistemas de una instalación; sin embargo, con el empleo de la técnica FRR el análisis se vuelve mucho menos costoso, ya que se emplea una estructura definida para revisión y jerarquización de los riesgos en áreas o procesos, y que se determinan de acuerdo con su riesgo relativo, permitiéndole al analista concentrar su atención en los escenarios de mayor riesgo.

La caracterización del riesgo mediante la técnica FRR, a veces llamada semicuantitativa, se logra con sólo estimar el orden de magnitud de la consecuencia y de la frecuencia de los eventos seleccionados. En la mayoría de las ocasiones no hace falta obtener una estimación puntual de la frecuencia y de la consecuencia, por esta razón la técnica FRR es más eficiente, y permite concentrar los recursos en los escenarios más peligrosos que necesiten una caracterización más precisa (es decir, un análisis cuantitativo de frecuencia y/o consecuencia).

Basándose en los resultados del análisis de riesgo cualitativo, el equipo debe seleccionar casos de accidentes (escenarios), que representen el mayor riesgo, para llevar el FRR.

Generalmente, la selección de estos escenarios se hace con base en las consecuencias de interés de la desviación "Fuga o Ruptura" de cada una de las secciones del proceso en cuestión.

Es decir, cada una de las consecuencias de interés listadas en la columna de consecuencias de la tabla Hazop, de la desviación correspondiente a "Fuga o Ruptura" de cada una de las secciones, representan los escenarios que deben ser seleccionados para ser analizados en el FRR.

En la Tabla I.18 de ponderación de la consecuencia, se consideran cinco tipos de consecuencias: daños al personal, efectos en la población, impacto ambiental, pérdida de producción y daños a la instalación. El personal de la instalación es imprescindible a la hora de asignar categorías de consecuencia, ya que poseen el conocimiento del proceso y la experiencia necesarias; por ejemplo, el personal puede proporcionar información valiosa sobre las variables principales acerca de los efectos en la vida y la salud del personal, el impacto ambiental y la evaluación económica, como pueden ser los costos de reparación o reemplazo de equipos, el tiempo muerto que se necesita para restaurar los sistemas después de paros, el tiempo de paralización necesario para volver a arrancar unidades de proceso y los costos asociados con interrupciones en la producción.

Para la estimación de frecuencia, se deben utilizar bases de datos sobre fallas en sus instalaciones, información de confiabilidad para la industria de proceso de hidrocarburos u otras fuentes de información o bases de datos de la industria en general. El objetivo en este caso es evaluar la frecuencia de los accidentes con la precisión suficiente como para determinar la categoría de frecuencias que se debe asignar a cada escenario de accidente, sin tratar de encontrar un valor de frecuencia puntual.

Por lo tanto, una vez culminada la fase cualitativa del análisis de riesgos, es decir, la fase de identificación/evaluación de los peligros y las consecuencias de interés asociadas con estos peligros, el equipo de análisis de riesgo debe utilizar las tablas antes mencionadas para asignar las categorías de consecuencia y frecuencia a los escenarios (consecuencias o accidentes de interés), seleccionados para ser analizados en el FRR.

Tabla I.19 Ponderación de la Consecuencia.

Categoría de Consecuencia (Impacto)	Daños al Personal	Efecto en la Población	Impacto Ambiental	Pérdida o diferimiento de Producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
6 (Catastrófico)	Lesiones o daños que puedan generar más de 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar más de 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones mayores a 1 semana.	>500'000,000	>500'000,000
5 (Mayor)	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 2 a 10 fatalidades.	Lesiones o daños físicos que puedan generar de 6 a 30 fatalidades.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones de 1 día hasta 1 semana.	>50'000,000 a 50'000,000	>50'000,000 a 500'000,000
4 (Grave)	Lesiones o daños físicos con atención médica que puedan generar incapacidad permanente o una fatalidad.	Lesiones o daños físicos mayores que generan de una a 5 fatalidades. Evento que requiere de hospitalización.	Se presentan fugas y/o derrames con efectos fuera de los límites de la instalación. El control implica acciones en hasta 24 hrs.	>5'000,000 a 50'000,000	>5'000,000 a 50'000,000
3 (Moderado)	Lesiones o daños físicos que requieren atención médica que pueda generar una incapacidad.	Ruidos, olores e impacto visual que se detectan fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía se requieren acciones de evacuación y	Se presentan fugas y/o derrames evidentes al interior de las instalaciones. El control implica acciones que lleven hasta 1 hora.	>500,000 a 5'000,000	>500,000 a 5'000,000

Categoría de Consecuencia (Impacto)	Daños al Personal	Efecto en la Población	Impacto Ambiental	Pérdida o diferimiento de Producción (USD)	Daños a la instalación (USD)
		existe la posibilidad de lesiones o daños físicos.			
2 (Menor)	Lesiones o daños físicos que requieren atención de primeros auxilios y/o atención médica.	Ruidos, olores e impacto visual que se detecten fuera de los límites de la instalación y/o derecho de vía con posibilidades de evacuación.	Fugas y/o derrames solamente perceptibles al interior de la instalación, el control es inmediato.	>50, 00 a 500,000	>50, 00 a 500,000
1 (Despreciable)	No se esperan lesiones o daños físicos	No se esperan impactos, lesiones o daños físicos.	No se esperan fugas, derrames y/o emisiones por arriba de los límites establecidos.	<50,000	<50,000

En la Figura I.14 se ilustra la Matriz de Riesgo para la jerarquización de Riesgos para el personal, Riesgos para la población, Riesgos para el Medio Ambiente y Riesgos para la Producción y a la Instalación.

Tabla I.20 Niveles de Frecuencia

Clasificación	Categoría	Descripción de la Frecuencia de Ocurrencia	Frecuencia/año
F6	Muy frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un año.	≥ 1.0 ($\geq 1 \times 10^0$)
F5	Frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 1 año y hasta 5 años.	≥ 0.2 a < 1.0 ($\geq 1 \times 10^{-1}$ a 1×10^0)
F4	Poco frecuente	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 5 años y hasta 10 años.	≥ 0.1 a < 0.2 ($\geq 1 \times 10^{-1}$ a 2×10^{-1})
F3	Raro	Puede ocurrir una o más veces en un periodo mayor a 10 años.	≥ 0.01 a < 0.1 ($\geq 1 \times 10^{-2}$ a 1×10^{-1})
F2	Muy raro	Puede ocurrir solamente una vez en la vida útil de la instalación.	≥ 0.001 a < 0.01 ($\geq 1 \times 10^{-3}$ a 1×10^{-2})
F1	Extremadamente raro	Es posible que ocurra, pero a la fecha no existe ningún registro.	≥ 0.0001 a < 0.001 ($\geq 1 \times 10^{-4}$ a $< 1 \times 10^{-3}$)

FRECUENCIA	F6	C	B	A	A	A	A
	F5	C	C	B	B	A	A
	F4	D	C	C	B	B	A
	F3	D	C	C	C	B	A
	F2	D	D	C	C	C	B
	F1	D	D	D	D	C	C
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
CONSECUENCIA							

Figura I.14 Configuración de la Matriz para la jerarquización de Riesgos.

Tabla I.21 Índices de riesgo

Índice de riesgo/ Jerarquización – Aceptación/ Descripción
Tipo A. Riesgo No Tolerable
El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas durante el diseño y/o construcción del proyecto de exploración y/o explotación. Un riesgo Tipo "A" representa una situación de riesgo "No Tolerable"; se deberá realizar una administración de riesgos por medio de controles de ingeniería hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D".
Tipo B. Riesgo Indeseable
El riesgo requiere se implementen acciones inmediatas durante el diseño y/o construcción del proyecto de exploración y/o explotación. Un riesgo Tipo "B" representa una situación de riesgo Indeseable, se deberá realizar una administración de riesgos por medio de controles de ingeniería hasta reducirlo a Tipo "C" y en el mejor de los casos, hasta riesgo Tipo "D".
Tipo C. Riesgo Aceptable con Controles
El riesgo permite se implementen acciones correctivas y preventivas, pero se puede administrar las acciones durante las siguientes etapas del proyecto. Un riesgo Tipo "C" representa una situación de riesgo Aceptable siempre y cuando se establezcan Controles Permanentes La administración de un riesgo Tipo "C" deberán enfocarse en la Disciplina Operativa, Integridad Mecánica y en la Confiabilidad de las diferentes Capas de Seguridad y/o Sistemas de Protección de la Instalación y/o Equipo.
Tipo D. Riesgo Tolerable
El riesgo no requiere de acciones correctivas y preventivas adicionales, es de bajo impacto. Un riesgo Tipo "D" representa una situación de riesgo tolerable. Se debe continuar con los programas de trabajo para mantener la integridad de las capas de protección.

Se realizó y aplicó la técnica Hazop con grupo multidisciplinario, logrando analizar 14 nodos, en la Tabla I.21 se describen dichos nodos analizados para el sistema de la terminal Rio Bravo.

Tabla I.22 Nodos analizados para TERMINAL RIO BRAVO

No.	Nodo/sistema	Intención de diseño
1	DUCTO DE LLEGADA DE GASOLINA REGULAR ROC Y TRAMPA DE DIABLOS.	LLENAR LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR, PREMIUM Y DIESEL A TRAVÉS DE DUCTOS
2	TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A TANQUE DE GASOLINA REGULAR RoC	FLUJO HACIA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR
3	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR RoC	ALMACENAMIENTO A CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE GASOLINA REGULAR, PARA SU RECIBO Y VENTA
4	SUCCION Y DESCARGA DE BOMBAS DE GASOLINA REGULAR RoC	TRANSFERIR GASOLINA REGULAR DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR PARA VENTA

No.	Nodo/sistema	Intención de diseño
5	TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A TANQUE DE TRANSMIX	AL REALIZARSE EL CAMBIO DE UNA GASOLINA EN EL TUBO DE LLEGADA, EL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIÓN SE ENVIARÁ A UN TANQUE TRANSMIX DE 318 M3
6	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TRANSMIX	AL REALIZARSE EL CAMBIO DE UNA GASOLINA EN EL TUBO DE LLEGADA, EL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIÓN SE ENVIARÁ A UN TANQUE TRANSMIX DE 318 M3
7	SUCCION Y DESCARGA DE BOMBAS DE TRANSMIX	AL REALIZARSE EL CAMBIO DE UNA GASOLINA EN EL TUBO DE LLEGADA, EL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIÓN SE ENVIARÁ A UN TANQUE TRANSMIX DE 318 M3
8	SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADITIVO	ESTOS SON AGREGADOS A LA GASOLINA PARA QUE PUEDA CUMPLIR CON LA CALIDAD REQUERIDA, EL DIESEL NO REQUIERE DE ESTOS COMPONENTES
9	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ADITIVOS	ESTOS SON AGREGADOS A LA GASOLINA PARA QUE PUEDA CUMPLIR CON LA CALIDAD REQUERIDA, EL DIESEL NO REQUIERE DE ESTOS COMPONENTES
10	TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A TANQUE DE DIESEL	FLUJO HACIA LOS TANQUES DE DIESEL
11	TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL	ALMACENAMIENTO A CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE DIESEL, PARA SU RECIBO Y VENTA
12	SUCCION Y DESCARGA DE BOMBAS DE DIESEL	TRANSFERIR DIESEL DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR PARA VENTA
13	PAQUETE DE RECUPERACIÓN DE VAPORES	PROVEER SERVICIOS AUXILIARES TERMINAL RIO BRAVO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN
14	DRENAJES ACEITOSOS	CAPTAR LOS DRENAJES ACEITOSOS

En la Tabla I.22 se muestra el total de nodos, desviaciones y causas que se analizaron durante las sesiones, después de haber realizado la ponderación de frecuencias y consecuencias, así mismo se muestran las matrices de riesgos para cada uno de los receptores de riesgos analizados.

Tabla I.23 Resumen de Nodos, Desviaciones y Causas jerarquizadas en el Hazop.

Nodo	Desviaciones	Causas
1	7	9
2	6	6
3	7	11
4	6	12
5	6	5
6	7	11
7	3	6
8	4	5
9	7	11
10	6	6
11	7	11
12	6	12
13	2	2
14	4	4
TOTAL: 18	TOTAL: 78	TOTAL:111

I.14.2 Resultados de la evaluación y jerarquización de los escenarios de riesgo identificados en el HAZOP

Para identificar los escenarios No Tolerables, e Indeseables se calcula la Magnitud de Riesgos (MR). Se entiende como Magnitud de Riesgo (MR) al producto de la Frecuencia (F) por la Consecuencia (C) y se expresa su cálculo de la siguiente manera:

$$MR = F \times C$$

Bajo este concepto se entenderá que la MR de un escenario de riesgo será calculada por la fórmula siguiente:

$$MR = F \times CDP + F \times CEP + F \times CIA + F \times CDI/PP$$

Dónde:

C_{DP} , C_{EP} , C_{IA} , $C_{DI/PP}$ son los valores absolutos que se asignan a las categorías de la consecuencia al F es el valor absoluto de la clasificación de frecuencia de acuerdo a su categoría.

Los valores resultantes de utilizar la formula anterior a cada par causa-consecuencia de cada uno de los escenarios desarrollados se representan en la Matriz de Riesgo de la Figura 12, la cual sirve para clasificar los escenarios en las áreas o regiones del riesgo jerarquizado según su Magnitud de Riesgo en Tipo A – Riesgo no tolerable, Tipo B – Riesgo Indeseable, Tipo C – Riesgo Aceptable con Controles, Tipo D – Riesgo Tolerable.

F6	24	48	72	96	120	144
F5	20	40	60	80	100	120
F4	16	32	48	64	80	96
F3	12	24	36	48	60	72
F2	8	16	24	32	40	48
F1	4	8	12	16	20	24
	C1	C2	C3	C4	C5	C6

CONSECUENCIA

Figura I.15 Clasificación de los escenarios de acuerdo con su Magnitud de Riesgo (MR).

MAGNITUD DEL RIESGO

A	$77 \geq MR \leq 144$	B	$48 \geq MR \leq 76$	C	$20 \geq MR \leq 47$	D	$1 \geq MR \leq 19$
----------	-----------------------	----------	----------------------	----------	----------------------	----------	---------------------

I.14.3 Relación de los escenarios de riesgo no tolerables (A) e indeseables (B) que fueron identificados en la valoración.

Los escenarios identificados en el análisis Hazop que cayeron en la categoría de No Tolerables (A) o Indeseables (B) son los que se indican en la siguiente Tabla.

NODO	DESVIACION	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MR
1	BAJA PRESION	DAÑOS POR TERCEROS/SABOTAJE	CONTAMINACIÓN, EXPLOSIÓN, PERDIDA DE PRODUCTO.	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
2	BAJA PRESION	CORROSIÓN	CONTAMINACIÓN, EXPLOSIÓN, PERDIDA DE PRODUCTO	M.R=48 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
3	MAS NIVEL	FALLA DE TRANSMISOR DE NIVEL	DERRAME DE GASOLINA POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
3	MAS NIVEL	FALLA DE CIERRE DE VÁLVULA DE ENTRADA	DERRAME DE GASOLINA POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
3	MENOS NIVEL	RUPTURA DE TANQUE	FUGA Y VACIADO DEL TANQUE	M.R=48 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
3	CONTENCIÓN	CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE GASOLINA FUEGO	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
6	MAS NIVEL	FALLA DE TRANSMISOR DE NIVEL	DERRAME DE GASOLINA POR SOBRELLENADO.	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE

NODO	DESVIACION	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MR
			FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	
		FALLA DE CIERRE DE VÁLVULA DE ENTRADA	DERRAME DE GASOLINA POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
6	MENOS NIVEL	RUPTURA DE TANQUE	FUGA Y VACIADO DEL TANQUE	M.R=48 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
6	FUGA	CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE GASOLINA FUEGO	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
9	MAS NIVEL	FALLA DE TRANSMISOR DE NIVEL	DERRAME DE ETANOL POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
9		FALLA DE CIERRE DE VÁLVULA DE ENTRADA	DERRAME DE ETANOL POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE

NODO	DESVIACION	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MR
9		CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE ETANOL FUEGO	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
11		FALLA DE TRANSMISOR DE NIVEL	DERRAME DE DIÉSEL POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
11		FALLA DE CIERRE DE VÁLVULA DE ENTRADA	DERRAME DE DIÉSEL POR SOBRELLENADO. FORMACIÓN DE NUBE INFLAMABLE Y EXPLOSIVA. FUEGO EXPLOSIÓN	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
11		FALLA DE CIERRE DE VÁLVULA DE SALIDA	DAÑO POTENCIAL DE MEMBRANA POR EL AGITADOR GENERACIÓN DE ATMOSFERA EXPLOSIVA DAÑO A LAS BOMBAS POR CAVITACIÓN DAÑO POTENCIAL DEL AGITADOR	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
11		CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE GASOLINA FUEGO	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE

Los escenarios identificados en el análisis Hazop que cayeron en la categoría de No Tolerables (A) o Indeseables (B) y que son los de mayores consecuencias y por lo tanto son los nodos que se traducirán en el capítulo II en escenarios de riesgo (ver sección II.1.1) son los que se indican en la siguiente Tabla.

NODO	DESVIACION	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MR
1	BAJA PRESION	DAÑOS POR TERCEROS/SABOTAJE	CONTAMINACIÓN, EXPLOSIÓN, PERDIDA DE PRODUCTO.	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
2	BAJA PRESION	CORROSIÓN	CONTAMINACIÓN, EXPLOSIÓN, PERDIDA DE PRODUCTO	M.R.=48 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
3	CONTENCIÓN	CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE GASOLINA FUEGO	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
6	FUGA	CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE GASOLINA FUEGO	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
8	FUGA	ERROR HUMANO AL REALIZAR LAS CONEXIONES EN AUTO TANQUE	FORMACIÓN DE CHARCOS DE ETANOL. FORMACIÓN DE NUBES DE VAPORES DE ETANOL. FUEGO EXPLOSIÓN.	M.R.=52 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
9	FUGA	CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE. DERRAME DE ETANOL FUEGO	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE
11	FUGA	CORROSIÓN POR PRESENCIA DE AGUA EN EL FONDO DEL TANQUE.	PERDIDA DE CONTENCIÓN EN FONDO DE TANQUE.	M.R.=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE

NODO	DESVIACION	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MR
			DERRAME DE GASOLINA FUEGO	

HOJAS DE TRABAJO HAZOP

Abreviaciones que se deberán tomar en cuenta:

1. F= frecuencia
 2. DP= daños al personal
 3. EP= daños a la población
 4. IA= impacto al ambiente
 5. DI/PP= riesgos a la producción e instalación
 6. B=clasificación de riesgo INDESEABLE
 7. C=clasificación de riesgo ACEPTABLE CON CONTROLES
 8. D= clasificación de riesgo ACEPTABLE
 9. M.R= magnitud de riesgo de acuerdo a la formula $MR= F \times C$
- $MR= F \times C_{DP} + F \times C_{EP} + F \times C_{IA} + F \times C_{DI/PP}$
10. C.R. TOTAL= clasificación de riesgo total.

**ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP
HOJAS DE TRABAJO**

NODO 1: DUCTO DE LLEGADA DE GASOLINA REGULAR ROC Y TRAMPA DE DIABLOS.

INTENCIÓN DE DISEÑO: LLENAR LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR, PREMIUM Y DIESEL A TRAVÉS DE DUCTOS

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Problemas operativos en poliducto. Falla en el SCADA	Daños a la tubería, válvulas e instrumentos	3	2	2	3	2	M.R.= 27 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Válvula de alivio de presión, especificaciones de tubería, comunicación con la empresa encargada del mantenimiento del ducto.	Confirmar con la empresa encargada del ducto el correcto funcionamiento del sistema de ducto, confirmar que las bombas seleccionadas y la tubería no sobrepasen la presión de diseño
	Expansión térmica	Daños a la tubería, válvulas e instrumentos	2	2	2	3	2	M.R.= 18 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Válvula de alivio de presión, especificaciones de tubería, comunicación con la empresa encargada del mantenimiento del ducto.	Considerar válvula de expansión térmica donde se requiera, verificar con la empresa encargada del ducto esta recomendación.
Baja presión	Problemas operativos en poliducto.	Falta de alimentación de productos hacia tanques de almacenamiento. Posibles daños económicos	2	2	2	3	2	M.R.=18 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Alarma por baja presión Con cierre de Válvula Flexibilidad operativa de Suministro de producto por Autotank	Elaborar procedimiento De operación por recibo de Poliducto.
	Corrosión	Contaminación, explosión, pérdida de producto.	2	2	2	3	2	M.R.=18 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Protección catódica e inspección periódica, corrida de diablos, programa de mantenimiento y seguridad, material adecuado con	Confirmar el correcto funcionamiento del sistema de ducto, confirmar que la tubería no sobrepase la presión de diseño

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									recubrimiento, SDV	
	Daños por terceros/Sabotaje	Contaminación, explosión, pérdida de producto.	4	4	3	4	3	M.R= 56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Revisión rutinaria del ducto, señalización en trayectoria SDV.	Tener un grupo de vigilancia las 24 horas dentro y fuera de la terminal Rio Bravo
	Falla de PCV	Sin consecuencias en este nodo, posibles consecuencias en otros nodos.							Procedimiento de mantenimiento	Considerar cambiar el tipo de válvula por una válvula de control automática Considerar conexión a SCADA Considerar Transmisores de presión Antes y después de la PCV

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Alta temperatura		Sin consecuencias de interés								
Baja temperatura		Sin consecuencias de interés								
PARÁMETRO: FLUJO										
Menos flujo	Ver baja presión									
Mas flujo	Dren abierto por error humano	Perdida de producto Formación de nubes de vapores de gasolina Fuego	2	4	1	3	2	M.R= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de detección de gas y fuego en patín de medición Sistema contra incendio en área de patín de medición Sistema de drenaje aceitoso Sistema de tierras de la instalación. Aplicación de procedimientos operativos para la entrega y recibo de equipo o instalación de mantenimiento.	Implementar un programa de operación, inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y equipos.
PARÁMETRO: FENÓMENO PERTURBADOR DE ORIGEN GEOLÓGICO										
Menos flujo	Sismo de grandes magnitudes	Fuga causando Contaminación, explosión, perdida de producto.	2	4	1	3	2	M.R.= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Revisión rutinaria del ducto, señalización en trayectoria. sistema de drenaje aceitoso sistema de tierras de la instalación. aplicación de procedimientos operativos para la entrega y recibo de equipo o instalación de mantenimiento.	Implementar un programa de operación, inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y equipos.

**ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP
HOJAS DE TRABAJO**

NODO 2: TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A TANQUE DE GASOLINA REGULAR R0C
INTENCIÓN DE DISEÑO: FLUJO HACIA LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Falla de PVC	Daño a la tubería, válvulas, instrumentos y tanque. Daño potencial a trabajadores, contaminación, explosión, pérdida de producto	2	4	1	3	2	M.R= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Detector de gas y fuego Sistema contra incendio	Considerar la instalación de un dispositivo para prevenir sobrepresión PSV
	Expansión térmica	Daño a la tubería, válvulas, instrumentos	2	4	1	3	2	M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	TSV, Especificación de tuberías, capacitación De operadores	
Baja presión	Corrosión	Contaminación, explosión, pérdida de producto	4	4	1	4	3	M.R=48 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Inspección periódica, programa de Mantenimiento y seguridad, material adecuado Con recubrimiento	Considerar testigos de corrosión
	Daños por vehículos	Contaminación, explosión, pérdida de producto	2	4	1	3	2	M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Capacitación de personal, procedimientos de seguridad para trabajos de contratistas	Señales y bolardos
	Filtro obstruido	Daño a los filtros	2	4	1	3	2	M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Programa de mantenimiento,	Realizar un PPA

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Menos temperatura		Sin consecuencias de interés								
Mas temperatura	Expansión térmica	Daño a la tubería, válvulas e instrumentos	2	4	1	3	2	M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	TSV, Especificación de tuberías, capacitación de operadores	
PARÁMETRO: FLUJO										
Mas flujo		Sin consecuencias de interés								
Menos flujo		Sin consecuencias de interés								

**ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP
HOJAS DE TRABAJO**

NODO 3: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR RoC
INTENCIÓN DE DISEÑO: ALMACENAMIENTO A CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE GASOLINA REGULAR, PARA SU RECIBO Y VENTA

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
alta presión	NO APLICA									
Baja presión	No aplica									
PARÁMETRO: NIVEL										
Mas nivel	Falla de transmisor de Nivel	Derrame de gasolina por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla de cierre de válvula de entrada	Derrame de gasolina por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención.	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Explosión							Alarma por alto nivel	Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Derrame de gasolina por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
Menos nivel	Falla de transmisor de Nivel.	Cavitación de bombas de Succión Alta temperatura en Bombas Daño a bombas	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla de cierre de válvula de salida	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de atmosfera explosiva	4	3	1	3	4	M.R=44 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador								Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de atmosfera explosiva Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Considerar selección y cambio de tanques programado por SCADA. Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Ruptura de tanque	Fuga y vaciado del tanque	3	4	4	4	4	M.R=48 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Dique de contención Sistema de tierras y pararrayos Recubrimiento interno Protección catódica	Implementar un programa de mantenimiento al tanque Realizar cuando menos cada 5 años una prueba de hermeticidad del tanque y sus líneas.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Mas temperatura	Fuego externo	Daño mecánico tanque Pérdida de producto	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques.	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Emisiones a la atmósfera							Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
	Descarga eléctrica	Daño mecánico tanque Posible pérdida de tapa De techo, fuego y/o Explosión Perdida de producto Emisiones a la atmósfera	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Corrosión por presencia De agua en el fondo del Tanque.	Perdida de contención En fondo de tanque. Derrame de gasolina Fuego	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas. Recubrimiento interior Para	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años
PARÁMETRO: FENÓMENOS PERTURBADORES (hidrometeorológicos)										
Fuga	Granizada de gran magnitud	Derrame de gasolina Fuego Explosión	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas. Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									Sistema de tierras de la Instalación.	

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 4: SUCCION Y DESCARGA DE BOMBAS DE GASOLINA REGULAR RoC
INTENCIÓN DE DISEÑO: TRANSFERIR GASOLINA REGULAR DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR PARA VENTA

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Descarga bloqueada Válvula de corte manual Cerrada por error humano.	Calentamiento de la Bomba	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Indicación de flujo en el paquete de medición Correspondiente. Localizar el sistema de recirculación para las Bombas de llenado de Producto. Al cabezal de Succión de bombas lo más Alejado a la boquilla de Succión.	Verificar que la presión de shut down de las bombas no exceda la presión de diseño de las tuberías
	Taponamiento de filtro	Potencial daño al filtro	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Programa de mantenimiento Alarma de alta presión	
Baja presión	Cierre de válvula a la succión de la bomba	Daño potencial a las bombas por cavitación	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	PIT con alarma de baja presión	Verificar que la alarma de baja presión funcione durante todo el proceso.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
	Fuga o ruptura en la tubería corriente arriba del medidor	Daño potencial a las bombas por cavitación. Contaminación, fuego, pérdida de producto.	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Material adecuado con recubrimiento. Botón de paro de SPPE, detector de gas.	Verificar que el paro de emergencia se encuentre instalado corriente arriba del medidor.
	Falla en la bomba	Paro en la carga de producto	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Se tiene bomba de relevo	Verificar que la bomba de relevo cumpla con características similares a la bomba principal.
	Fuga en la bomba	Contaminación, pérdida de producto, potencial causa de fuego.	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Detector de flama, CCTV.	Verificar que los sellos de la bomba se encuentre en óptimas condiciones de operación antes de comenzar actividades.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Alta temperatura	Este escenario solo ocurre cuando se presenta Bajo nivel en tanque. (ver Bajo nivel en tanques)									
PARÁMETRO: NIVEL										
Alto nivel en autotank	Falla del sensor de los autotankes	Presencia de líquidos en recuperación de vapores	2	1	1	1	2	M.R.=10 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Procedimientos Operativos.	Procedimiento del acceso de autotankes, deberá de contemplar que los autotankes lleguen vacíos Aplicar el procedimiento De verificación para el Control de acceso de Autotankes.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
										Incluir en el sistema de control de acceso la Verificación del sensor Óptico, conexión de tierra e inhabilitación del encendido del motor. El procedimiento del Acceso de autotanques Deberá contemplar que los autotanque lleguen vacíos.
Menos flujo	Restricción parcial del Flujo en filtros.	Retraso en el llenado de Autotanque	2	1	1	1	1	M.R=8 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Indicación de presión Diferencial en filtro. Alarma por alta presión del Paquete de medición	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos
	Falla suministro de Energía eléctrica (CFE)	Retraso en la logística de llenado de los autotanques	4	1	1	1	1	M.R=16 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Sistema de respaldo de Generación de energía Eléctrica	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y Equipos., así como de la planta de emergencia para que siempre este en óptimas condiciones.
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Error humano al realizar Las conexiones en auto Tanque	Formación de charcos de Gasolina. Formación de nubes de Vapores de gasolina Fuego	3	4	1	2	3	M.R= 30 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Válvula de corte manual En el brazo de carga al auto Tanque. Sistema de detección de Gas y fuego en área de Llenadera de auto tanques.	Supervisión por parte del personal de seguridad de TERMINAL RIO BRAVO Aplicar lista de Verificación de puntos de conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual).

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Explosión.							Sistema contra incendio En área de llenadera de Auto tanques. Sistema de tierras de la Instalación. Sistema de drenaje Aceitoso	Proveer de capacitación En procedimientos de Operación en la conexión y Desconexión de auto Tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento (inspección de rutina). Implementar un programa De verificación de la Resistividad de forma anual, para asegurar el estado y funcionamiento del sistema de tierras Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / desconexión de auto tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección de rutina).
	Mangueras deterioradas (daño mecánico a manguera Flexible y collar de Seguridad).	Formación de charcos de Gasolina regular. Formación de nubes de Vapores de gasolina Fuego Explosión.	2	4	1	3	2	M.R= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Válvula de corte manual En el brazo de carga al auto Tanque. Sistema de detección de Gas y fuego en área de Llenadera de auto tanques. Sistema contra incendio En área de llenadera de Auto tanques. Sistema de tierras de	Supervisión por parte del personal de seguridad de TERMINAL RIO BRAVO Aplicar lista de Verificación de puntos de conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual). Proveer de capacitación En procedimientos de Operación en la conexión y Desconexión de auto

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									la Instalación. Sistema de drenaje Aceitoso	Tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento (inspección de rutina). Implementar un programa De verificación de la Resistividad de forma anual, para asegurar el estado y funcionamiento del sistema de tierras Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / desconexión de auto tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección de rutina).

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 5: TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A TANQUE DE TRANSMIX
INTENCIÓN DE DISEÑO: AL REALIZARSE EL CAMBIO DE UNA GASOLINA EN EL TUBO DE LLEGADA, EL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIÓN SE ENVIARÁ A UN TANQUE TRANSMIX DE 318 M3

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Válvula cerrada	Daño a la tubería, válvulas, instrumentos y tanque. Daño potencial a trabajadores, contaminación, explosión, pérdida de producto	2	4	1	3	2	M.R= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Detector de gas y fuego Sistema contra incendio	Considerar la instalación de un dispositivo para prevenir sobrepresión PSV Evaluar las dimensiones del Transmix y verificar si es necesario enviar el flujo de psv de la línea de entrada a otro tanque.
	Expansión térmica	Daño a la tubería, válvulas, instrumentos	2	4	1	3	2	M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	TSV, Especificación de tuberías, capacitación De operadores	
Baja presión	Corrosión	Contaminación, explosión, pérdida de producto	3	4	1	3	2	M.R=30 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Inspección periódica, programa de Mantenimiento y seguridad, material adecuado Con recubrimiento	Considerar testigos de corrosión
	Daños por vehículos	Contaminación, explosión, pérdida de producto	2	4	1	3	2	M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON	Capacitación de personal, procedimientos de seguridad para trabajos de	Señales y bolardos

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
								CONTROLES	contratistas	
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Menos temperatura		Sin consecuencias de interés								
Mas temperatura	Expansión térmica	Daño a la tubería, válvulas e instrumentos							TSV, Especificación de tuberías, capacitación de operadores	
PARÁMETRO: FLUJO										
Mas flujo		Sin consecuencias de interés								
Menos flujo		Sin consecuencias de interés								

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 6: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE TRANSMIX
INTENCIÓN DE DISEÑO: AL REALIZARSE EL CAMBIO DE UNA GASOLINA EN EL TUBO DE LLEGADA, EL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIÓN SE ENVIARÁ A UN TANQUE TRANSMIX DE 318 M3

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
alta presión	NO APLICA									
Baja presión	No aplica									
PARÁMETRO: NIVEL										
Mas nivel	Falla de transmisor de Nivel	Derrame de gasolina por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla de cierre de válvula de entrada	Derrame de gasolina por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego.	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Explosión							Dique de contención. Alarma por alto nivel	de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Derrame de gasolina por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
Menos nivel	Falla de transmisor de Nivel.	Cavitación de bombas de Succión Alta temperatura en Bombas Daño a bombas	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla de cierre de válvula de salida	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		atmosfera explosiva Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador						INDESEABLE		Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de atmosfera explosiva Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Considerar selección y cambio de tanques programado por SCADA. Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Ruptura de tanque	Fuga y vaciado del tanque	3	4	4	4	4	M.R=48 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Dique de contención Sistema de tierras y pararrayos Recubrimiento interno Protección catódica	Implementar un programa de mantenimiento al tanque Realizar cuando menos cada 5 años una prueba de hermeticidad del tanque y sus líneas.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Mas temperatura	Fuego externo	Daño mecánico tanque Pérdida de producto	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Emisiones a la atmosfera						ACEPTABLE CON CONTROLES	de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
	Descarga eléctrica	Daño mecánico tanque Posible pérdida de tapa De techo, fuego y/o Explosión Pérdida de producto Emisiones a la atmósfera	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Corrosión por presencia De agua en el fondo del Tanque.	Perdida de contención En fondo de tanque. Derrame de gasolina Fuego	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas. Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años
PARÁMETRO: FENÓMENOS PERTURBADORES (hidrometeorológicos)										
Fuga	Granizada de gran magnitud	Derrame de gasolina Fuego Explosión	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas.	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 7: SUCCION Y DESCARGA DE BOMBAS DE TRANSMIX

INTENCIÓN DE DISEÑO: AL REALIZARSE EL CAMBIO DE UNA GASOLINA EN EL TUBO DE LLEGADA, EL PRODUCTO FUERA DE ESPECIFICACIÓN SE ENVIARÁ A UN TANQUE TRANSMIX DE 318 M3

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Descarga bloqueada Válvula de corte manual Cerrada por error humano.	Calentamiento de la Bomba	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Indicación de flujo en el paquete de medición Correspondiente. Localizar el sistema de recirculación para las Bombas de llenado de Producto. Al cabezal de Succión de bombas lo más Alejado a la boquilla de Succión.	Verificar que la presión de shut down de las bombas no exceda la presión de diseño de las tuberías
	Taponamiento de filtro	Potencial daño al filtro	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Programa de mantenimiento Alarma de alta presión	
Baja presión	Cierre de válvula a la succión de la bomba	Daño potencial a las bombas por cavitación	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	PIT con alarma de baja presión	Verificar que la alarma de baja presión funcione durante todo el proceso.
	Fuga o ruptura	Daño potencial a las	2	4	1	3	2		Material adecuado con	Verificar que el paro de

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
	en la tubería corriente arriba del medidor	bombas por cavitación. Contaminación, fuego, pérdida de producto.						M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	recubrimiento. Botón de paro de SPPE, detector de gas.	emergencia se encuentre instalado corriente arriba del medidor.
	Falla en la bomba	Paro en la carga de producto	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Se tiene bomba de relevo	Verificar que la bomba de relevo cumpla con características similares a la bomba principal.
	Fuga en la bomba	Contaminación, pérdida de producto, potencial causa de fuego.	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Detector de flama, CCTV.	Verificar que los sellos de la bomba se encuentre en óptimas condiciones de operación antes de comenzar actividades.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Alta temperatura	Este escenario solo ocurre cuando se presenta Bajo nivel en tanque. (ver Bajo nivel en tanques)									

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	SIADSA
--	---	---------------

NODO 8: SISTEMA DE DOSIFICACION DE ADITIVO

INTENCIÓN DE DISEÑO: ESTOS SON AGREGADOS A LA GASOLINA PARA QUE PUEDA CUMPLIR CON LA CALIDAD REQUERIDA, EL DIESEL NO REQUIERE DE ESTOS COMPONENTES

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Válvulas Cerrada a descarga de las Bombas por error humano	Sobrepresión en líneas De descarga Fuga en bridas Ruptura de líneas Fuego Explosión Derrame de producto Pérdida de venta o Compra de producto	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de detección de Gas y fuego en área de Bombas. Sistema contra incendio En área de bombas. Alarma Activación del sistema de Paro por emergencia. La bomba cuenta Con recirculación a la Succión	Verificar durante el Desarrollo de la ingeniería De detalle que la presión de Diseño de los equipos no es Mayor a presión de flujo Cero de la bomba (shut-off).
	Válvulas manuales Cerradas en descarga de Las bombas por error Humano.	Sobrepresión en líneas De descarga 2 4 1 3 2 Fuga en bridas Ruptura de líneas	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de detección de Gas y fuego en área de Bombas. Sistema contra	Verificar durante el Desarrollo de la ingeniería De detalle que la presión de Diseño de los equipos no es Mayor a presión de flujo Cero de la bomba (shut-off).

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Fuego Explosión Derrame de producto							incendio En área de bombas. Alarma Activación del sistema de Paro por emergencia. La bomba cuenta Con recirculación a la Succión	
	Falla en instrumentos de nivel	sobrellenado	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES		Considerar la adición de una válvula a la entrada del tanque. Considerar la conexión a tierras en las descargaderas de aditivos. Adicionar sistema de dren (fosas) en el área de descargadera de aditivos Cambiar el diámetro de la línea de llegada a 4 pulg Considerar agregarle señales de luz para indicar si el tanque está lleno o vacío y una alarma sonora cuando esté lleno. Adicionar arrestador de flama.
Baja presión	Falla de dispositivo Igualador de presión en Autotanque.	Colapso de autotanque Fuga Derrame de producto Atmosfera con Características inflamables Y explosivas Fuego y explosión	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de detección de Gas y fuego en área de Bombas. Sistema contra incendio En área de bombas. Alarma Activación del	Verificar durante el Desarrollo de la ingeniería De detalle que la presión de Diseño de los equipos no es Mayor a presión de flujo Cero de la bomba (shut-off).

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									sistema de Paro por emergencia. La bomba cuenta Con recirculación a la Succión	
PARÁMETRO TEMPERATURA										
Mas temperatura		Sin consecuencias de interés								
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Error humano al realizar Las conexiones en auto Tanque	Formación de charcos de Etanol. Formación de nubes de Vapores de etanol. Fuego Explosión.	4	4	3	3	3	M.R.=52 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Válvula de corte manual Pegado al auto tanque. Sistema de detección de Gas y fuego en área de Descarga de auto tanques. Sistema contra incendio En área de descarga de auto Tanques. Sistema de tierras de la Instalación.	Aplicar lista de Verificación de puntos de Conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual). Proveer capacitación en procedimientos de operación en la conexión y desconexión de autotanques antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento Implementar un programa de verificación de la Resistividad de forma anual, Para asegurar el estado y Funcionamiento del sistema De tierras. Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / Desconexión de auto Tanque, antes de iniciar el Bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección De rutina). Los detectores de gas

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
										En el área de etanol Deberán ser adecuados Para el monitoreo de Vapores de etanol.
	Mangueras deterioradas (daño mecánico a manguera Flexible y collar de Seguridad).	Formación de charcos de Etanol. Formación de nubes de Vapores de etanol. Fuego Explosión	2	4	1	3	2	M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Válvula de corte manual Pegado al auto tanque. Sistema de detección de Gas y fuego en área de Descarga de auto tanques. Sistema contra incendio En área de descarga de auto Sistema contra incendio en área de descarga de autotankers Sistema de tierra de la instalación	Implementar un programa De verificación de la Resistividad de forma anual, Para asegurar el estado y Funcionamiento del sistema De tierras. Verificar la integridad física de la manguera previo a la conexión Elaborar un programa De inspección de mangueras De acuerdo a los manuales Del proveedor. Los detectores de gas En el área de etanol Deberán ser adecuados Para el monitoreo de Vapores de etanol.

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 9: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE ADITIVOS
INTENCIÓN DE DISEÑO: ESTOS SON AGREGADOS A LA GASOLINA PARA QUE PUEDA CUMPLIR CON LA CALIDAD REQUERIDA, EL DIESEL NO REQUIERE DE ESTOS COMPONENTES

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
alta presión	NO APLICA									
Baja presión	No aplica									
PARÁMETRO: NIVEL										
Mas nivel	Falla de transmisor de Nivel	Derrame de Etanol por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla de cierre de válvula de entrada	Derrame de Etanol por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego.	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Explosión							Dique de contención. Alarma por alto nivel	de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Derrame de Etanol por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
Menos nivel	Falla de transmisor de Nivel.	Cavitación de bombas de Succión Alta temperatura en Bombas Daño a bombas	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla de cierre de válvula de salida	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de	4	5	1	4	4	M.R=56 C.R. TOTAL= B	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		atmosfera explosiva Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador						INDESEABLE		Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de atmosfera explosiva Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador	2	4	1	3	4	M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Considerar selección y cambio de tanques programado por SCADA. Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Ruptura de tanque	Fuga y vaciado del tanque	5	2	2	2	3	C, C, C,B M.R=45 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Dique de contención Sistema de tierras y pararrayos Recubrimiento interno Protección catódica	Implementar un programa de mantenimiento al tanque Realizar cuando menos cada 5 años una prueba de hermeticidad del tanque y sus líneas.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Mas temperatura	Fuego externo	Daño mecánico tanque Pérdida de producto	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Emisiones a la atmosfera						ACEPTABLE CON CONTROLES	de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
	Descarga eléctrica	Daño mecánico tanque Posible pérdida de tapa De techo, fuego y/o Explosión Pérdida de producto Emisiones a la atmósfera	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Corrosión por presencia De agua en el fondo del Tanque.	Perdida de contención En fondo de tanque. Derrame de gasolina Fuego	4	5	1	4	4	B, D, B, B M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas. Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años
PARÁMETRO: FENÓMENOS PERTURBADORES (hidrometeorológicos)										
Fuga	Granizada de gran magnitud	Derrame de etanol Fuego Explosión	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas.	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años

**ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP
HOJAS DE TRABAJO**

NODO 10: TUBERÍA DE ALIMENTACIÓN A TANQUE DE DIESEL
INTENCIÓN DE DISEÑO: FLUJO HACIA LOS TANQUES DE DIESEL

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Falla de PVC	Daño a la tubería, válvulas, instrumentos y tanque. Daño potencial a trabajadores, contaminación, explosión, pérdida de producto	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Detector de gas y fuego Sistema contra incendio	Considerar la instalación de un dispositivo para prevenir sobrepresión PSV
	Expansión térmica	Daño a la tubería, válvulas, instrumentos	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	TSV, Especificación de tuberías, capacitación De operadores	
Baja presión	Corrosión	Contaminación, explosión, pérdida de producto	3	4	1	3	2	C, D, C, C M.R=30 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Inspección periódica, programa de Mantenimiento y seguridad, material adecuado Con recubrimiento	Considerar testigos de corrosión
	Daños por vehículos	Contaminación, explosión, pérdida de producto	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Capacitación de personal, procedimientos de seguridad para trabajos de contratistas	Señales y bolardos
	Filtro obstruido	Daño a los filtros	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R=20	Programa de mantenimiento,	Realizar un PPA

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
								C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES		
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Menos temperatura		Sin consecuencias de interés								
Mas temperatura	Expansión térmica	Daño a la tubería, válvulas e instrumentos							TSV, Especificación de tuberías, capacitación de operadores	
PARÁMETRO: FLUJO										
Mas flujo		Sin consecuencias de interés								
Menos flujo		Sin consecuencias de interés								

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 11: TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL
INTENCIÓN DE DISEÑO: ALMACENAMIENTO A CONDICIONES ATMOSFÉRICAS DE DIESEL, PARA SU RECIBO Y VENTA

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
alta presión	NO APLICA									
Baja presión	No aplica									
PARÁMETRO: NIVEL										
Mas nivel	Falla de transmisor de Nivel	Derrame de diésel por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	4	5	1	4	4	B, D, B,B M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla de cierre de válvula de entrada	Derrame de diésel por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego	4	5	1	4	4	B, D, B,B M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención.	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Explosión							Alarma por alto nivel	Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Derrame de diésel por Sobrellenado. Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Función instrumentada De seguridad de cierre De válvula de entrada por alto nivel Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Alarma por alto nivel	Sistema de paro de emergencia manual. Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor Considerar la adición de un indicador de nivel local.
Menos nivel	Falla de transmisor de Nivel.	Cavitación de bombas de Succión Alta temperatura en Bombas Daño a bombas	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla de cierre de válvula de salida	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de atmosfera explosiva	4	5	1	4	4	B, D, B, B M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador								Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Falla del operador en el cambio de tanques	Daño potencial de membrana por el agitador Generación de atmosfera explosiva Daño a las bombas por cavitación Daño potencial del agitador	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Alarma por bajo nivel. Soportes de techo flotantes.	Considerar selección y cambio de tanques programado por SCADA. Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias. Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
	Ruptura de tanque	Fuga y vaciado del tanque	5	2	2	2	3	C, C, C,B M.R=45 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Dique de contención Sistema de tierras y pararrayos Recubrimiento interno Protección catódica	Implementar un programa de mantenimiento al tanque Realizar cuando menos cada 5 años una prueba de hermeticidad del tanque y sus líneas.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Mas temperatura	Fuego externo	Daño mecánico tanque Pérdida de producto	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared de	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Emisiones a la atmosfera						CONTROLES	Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
	Descarga eléctrica	Daño mecánico tanque Posible pérdida de tapa De techo, fuego y/o Explosión Perdida de producto Emisiones a la atmósfera	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Separación entre Tanques, constituida por Distancia entre pared de Tanque a dique y calle entre Grupos de tanques. Venteos atmosféricos en Techos de tanques Sistema de detección de Gas y fuego. Sistema fijo contra incendios Sistema de pararrayos Sistema de tierras	Aplicar procedimientos Operativos en forma segura Y de mantenimiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento. Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
Fuga	Corrosión por presencia De agua en el fondo del Tanque.	Perdida de contención En fondo de tanque. Derrame de gasolina Fuego	4	5	1	4	4	B, D, B, B M.R=56 C.R. TOTAL= B INDESEABLE	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas. Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques de Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años
PARÁMETRO: FENÓMENOS PERTURBADORES (hidrometeorológicos)										
Fuga	Granizada de gran magnitud	Derrame de diésel Formación de nube Inflamable y explosiva. Fuego Explosión	2	4	1	3	4	C, D, C, C M.R=24 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Sistema de drenaje de Agua y sistema de Separación de agua aceitosa Manual Inspecciones periódicas.	Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador. Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques de

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									Recubrimiento interior Para prevención de Corrosión. Sistema de detección de Gas y fuego. Dique de contención. Sistema contra incendio En área del tanque Sistema de drenaje Aceitoso Sistema de tierras de la Instalación.	Almacenamiento. Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650 Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años

**ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP
HOJAS DE TRABAJO**

NODO 12: SUCCION Y DESCARGA DE BOMBAS DE DIESEL

INTENCIÓN DE DISEÑO: TRANSFERIR DIESEL DESDE LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR PARA VENTA

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Alta presión	Descarga bloqueada Válvula de corte manual Cerrada por error humano.	Calentamiento de la Bomba	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Indicación de flujo en el paquete de medición Correspondiente. Localizar el sistema de recirculación para las Bombas de llenado de Producto. Al cabezal de Succión de bombas lo más Alejado a la boquilla de Succión.	Verificar que la presión de shut down de las bombas no exceda la presión de diseño de las tuberías
	Taponamiento de filtro	Potencial daño al filtro	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Programa de mantenimiento Alarma de alta presión	
Baja presión	Cierre de válvula a la succión de la bomba	Daño potencial a las bombas por cavitación	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	PIT con alarma de baja presión	Verificar que la alarma de baja presión funcione durante todo el proceso.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
	Fuga o ruptura en la tubería corriente arriba del medidor	Daño potencial a las bombas por cavitación. Contaminación, fuego, pérdida de producto.	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Material adecuado con recubrimiento. Botón de paro de SPPE, detector de gas.	Verificar que el paro de emergencia se encuentre instalado corriente arriba del medidor.
	Falla en la bomba	Paro en la carga de producto	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Se tiene bomba de relevo	Verificar que la bomba de relevo cumpla con características similares a la bomba principal.
	Fuga en la bomba	Contaminación, pérdida de producto, potencial causa de fuego.	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R.=20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Detector de flama, CCTV.	Verificar que los sellos de la bomba se encuentre en óptimas condiciones de operación antes de comenzar actividades.
PARÁMETRO: TEMPERATURA										
Alta temperatura	Este escenario solo ocurre cuando se presenta Bajo nivel en tanque. (ver Bajo nivel en tanques)									
PARÁMETRO: NIVEL										
Alto nivel en autotank	Falla del sensor de los autotankes	Presencia de líquidos en recuperación de vapores	2	1	1	1	2	D, D, D, D M.R.=10 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Procedimientos Operativos.	Procedimiento del acceso de autotankes, deberá de contemplar que los autotankes lleguen vacíos Aplicar el procedimiento De verificación para el Control de acceso de Autotankes.

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
										Incluir en el sistema de control de acceso la Verificación del sensor Óptico, conexión de tierra e inhabilitación del encendido del motor. El procedimiento del Acceso de autotanques Deberá contemplar que los autotanque lleguen vacíos.
Menos flujo	Restricción parcial del Flujo en filtros.	Retraso en el llenado de Autotanque	2	1	1	1	1	D, D, D, D M.R=8 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Indicación de presión Diferencial en filtro. Alarma por alta presión del Paquete de medición	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos
	Falla suministro de Energía eléctrica (CFE)	Retraso en la logística de llenado de los autotanques	4	1	1	1	1	D, D, D, D M.R=16 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Sistema de respaldo de Generación de energía Eléctrica	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y Equipos., así como de la planta de emergencia para que siempre este en óptimas condiciones.
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Error humano al realizar Las conexiones en auto Tanque	Formación de charcos de Gasolina. Formación de nubes de Vapores de gasolina Fuego	3	4	1	2	3	C, D, C, C M.R= 30 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Válvula de corte manual En el brazo de carga al auto Tanque. Sistema de detección de Gas y fuego en área de Llenadera de auto tanques.	Supervisión por parte del personal de seguridad de TERMINAL RIO BRAVO Aplicar lista de Verificación de puntos de conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual).

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
		Explosión.							Sistema contra incendio En área de llenadera de Auto tanques. Sistema de tierras de la Instalación. Sistema de drenaje Aceitoso	Proveer de capacitación En procedimientos de Operación en la conexión y Desconexión de auto Tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento (inspección de rutina). Implementar un programa De verificación de la Resistividad de forma anual, para asegurar el estado y funcionamiento del sistema de tierras Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / desconexión de auto tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección de rutina).
	Mangueras deterioradas (daño mecánico a manguera Flexible y collar de Seguridad).	Formación de charcos de Gasolina regular. Formación de nubes de Vapores de gasolina Fuego Explosión.	2	4	1	3	2	C, D, C, D M.R= 20 C.R. TOTAL= C ACEPTABLE CON CONTROLES	Válvula de corte manual En el brazo de carga al auto Tanque. Sistema de detección de Gas y fuego en área de Llenadera de auto tanques. Sistema contra incendio En área de llenadera de Auto tanques. Sistema de tierras de	Supervisión por parte del personal de seguridad de TERMINAL RIO BRAVO Aplicar lista de Verificación de puntos de conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual). Proveer de capacitación En procedimientos de Operación en la conexión y Desconexión de auto

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
									la Instalación. Sistema de drenaje Aceitoso	Tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento (inspección de rutina). Implementar un programa De verificación de la Resistividad de forma anual, para asegurar el estado y funcionamiento del sistema de tierras Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / desconexión de auto tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección de rutina).

	ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP HOJAS DE TRABAJO	
--	---	--

NODO 13: PAQUETE DE RECUPERACIÓN DE VAPORES
INTENCIÓN DE DISEÑO: PROVEER SERVICIOS AUXILIARES TERMINAL RIO BRAVO PARA SU CORRECTO FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN

DESVIACIÓN	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACIÓN DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACIÓN HALLAZGO DE INGENIERÍA
PARÁMETRO: PRESIÓN										
Más presión	Paquete fuera de operación	Contaminación ambiental Por emisión de vapores de Gasolina a la atmósfera. Daños económicos por Sanción de las autoridades.	2	3	1	2	2	C, D, D, D M.R=16 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Ninguna	El proveedor del equipo (paquete de recuperación de vapores) deberá proveer el análisis De riesgos correspondiente cumpla Con la normatividad en Materia ambiental y de Seguridad. Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos.
PARÁMETRO: CONTENCIÓN										
Fuga	Daño mecánico y/o Deterioro en la tubería.	Formación de charcos de Gasolina. Formación de nubes de Vapores de gasolina. Fuego. Explosión	2	3	1	2	2	C, D, D, D M.R=16 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Sistema de detección de Gas y fuego	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos.

**ESTUDIO DE PELIGRO Y OPERABILIDAD HAZOP
HOJAS DE TRABAJO**

NODO 14: DRENAJES ACEITOSOS

INTENCIÓN DE DISEÑO: CAPTAR LOS DRENAJES ACEITOSOS

DESVIACION	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACION DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACION HALLAZGO DE INGENIERIA
PARAMETRO: FLUJO										
Mas flujo	Más de un monitor contra Incendio operando por fuga De hidrocarburos o conato De incendio en área de Llenaderas.	Paquete de drenajes Aceitosos rebasado en su Diseño. Posible envío de Hidrocarburos hacia Drenaje pluvial Posible envío de Hidrocarburos a zonas Circunvecinas	3	1	1	3	1	D, D, C, D, M.R.=18 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Aplicación de plan de Respuesta a emergencias de La instalación. Programa de simulacros Y capacitación de personal De seguridad o respuesta a Emergencias.	Instalar válvula de Bloqueo manual en la salida Del sistema de drenaje Pluvial considerando este Escenario. Realizar un plan de Simulacros y programa de Capacitación de personal en materia de seguridad y respuesta a emergencias
Alto nivel de agua	Falla de la bomba	Salida de agua por la Salida hidrocarburos hacia El tanque Salida de agua con Hidrocarburos por venteo Del equipo Encharcamiento de Aguas con hidrocarburos	3	1	1	2	1	D, D, C, D, M.R.=15 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Sistema contra incendio En paquete de drenajes Aceitosos	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos. Implementar paro de emergencia por muy alto Nivel Indicador local de nivel
Alto nivel de hidrocarburo	Falla de la bomba	Salida de agua con Hidrocarburos por venteo Del equipo	3	1	1	2	1	D, D, C, D, M.R.=15 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Sistema contra incendio En paquete de drenajes	Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos.

DESVIACION	CAUSA	CONSECUENCIA	F	DP	EP	IA	DI/PP	CLASIFICACION DEL RIESGO	SALVAGUARDA	RECOMENDACION HALLAZGO DE INGENIERIA
		Encharcamiento de Aguas con hidrocarburos							Aceitosos	Implementar paro de emergencia por muy alto Nivel Indicador local de nivel
Agua fuera de especificación	Disminución de la Eficiencia del separador de Placas corrugadas	Contaminación de Drenaje pluvial Problemas con la Autoridad (multas, cierre de Instalaciones) Posible daño a la Comunidad Fuego Contaminación del Drenaje municipal con Etanol.	2	1	1	3	1	D, D, C, D. M.R.=12 C.R. TOTAL= D TOLERABLE	Toma de muestras antes De la bomba de descarga Programa de Mantenimiento a equipos	El manual de operación Debe establecer que la Toma de muestras se realice En forma periódica El proveedor del equipo Debe garantizar la Eficiencia para una Concentración de 25 ppm en La descarga de aguas. Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos. Dentro de los Procedimientos de Mantenimiento del tanque De etanol se deberá Considerar que su Disposición sea a través de Un autotanque.

JERARQUIZACION DEL IMPACTO DE RIESGO

Abreviaciones que se deberán tomar en cuenta:

1. F= frecuencia
2. DP= daños al personal
3. EP= daños a la población
4. IA= impacto al ambiente
5. DI/PP= riesgos a la producción e instalación
6. B=clasificación de riesgo INDESEABLE
7. C=clasificación de riesgo ACEPTABLE CON CONTROLES
8. D= clasificación de riesgo ACEPTABLE
9. M.R= magnitud de riesgo de acuerdo a la formula $MR= F \times C$
 $MR= F \times CDP + F \times CEP + F \times CIA + F \times CDI/PP$
10. C.R. TOTAL= clasificación de riesgo total.

MAGNITUD DE RIESGOS TOTAL

F	DP	EP	IA	DI/PP	MR
NODO 1					
3	2	2	3	2	27
2	2	2	3	2	18
2	2	2	3	2	18
2	2	2	3	2	18
4	4	3	4	3	56
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
NODO 2					
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
4	4	1	4	3	48
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
NODO 3					
4	5	1	4	4	56
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	3	1	3	4	44
2	4	1	3	4	24
3	4	4	4	4	48
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
NODO4					

F	DP	EP	IA	DI/PP	MR
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	1	1	1	2	10
2	1	1	1	1	8
4	1	1	1	1	16
3	4	1	2	3	30
2	4	1	3	2	20
NODO 5					
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
3	4	1	3	2	30
2	4	1	3	2	20
NODO 6					
4	5	1	4	4	56
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
5	2	2	2	3	45
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24

F	DP	EP	IA	DI/PP	MR
NODO 7					
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
NODO 8					
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
4	4	3	3	3	52
2	4	1	3	2	20
NODO 9					
4	5	1	4	4	56
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
5	2	2	2	3	45
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
NODO 10					
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20

F	DP	EP	IA	DI/PP	MR
3	4	1	3	2	30
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
NODO11					
4	5	1	4	4	56
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
5	2	2	2	3	45
2	4	1	3	4	24
2	4	1	3	4	24
4	5	1	4	4	56
2	4	1	3	4	24
NODO 12					
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	4	1	3	2	20
2	1	1	1	2	10
2	1	1	1	1	8
4	1	1	1	1	16
3	4	1	3	2	30
2	4	1	3	2	20
NODO 13					
2	3	1	2	2	16

F	DP	EP	IA	DI/PP	MR
2	3	1	2	2	16
NODO 14					
3	1	1	3	1	18
3	1	1	2	1	15
3	1	1	2	1	15
2	1	1	3	1	12

MAGNITUD DE RIESGO A:

1. DP= daños al personal
2. EP= daños a la población
3. IA= impacto al ambiente
4. DI/PP= riesgos a la producción e instalación

F	D P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	E P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	I A	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	DI/ PP	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO
NODO 1												
3	2	6	D	2	6	D	3	9	D	2	6	D
2	2	4	D	2	4	D	3	6	D	2	4	D
2	2	4	D	2	4	D	3	6	D	2	4	D
2	2	4	D	2	4	D	3	6	D	2	4	D
4	4	16	D	3	12	D	4	16	D	3	12	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 2												
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
4	4	16	D	1	4	D	4	16	D	3	12	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 3												
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	3	12	C	1	4	D	3	12	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
3	4	12	D	4	12	D	4	12	D	4	12	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
NODO 4												

F	D P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	E P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	I A	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	DI/ PP	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	1	2	D	1	2	D	1	2	D	2	4	D
2	1	2	D	1	2	D	1	2	D	1	2	D
4	1	4	D	1	4	D	1	4	D	1	4	D
3	4	12	D	1	3		2	6	D	3	9	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 5												
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
3	4	12	D	1	3	D	3	9	D	2	6	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 6												
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
5	2	10	D	2	10	D	2	10	D	3	15	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D

F	D P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	E P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	I A	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	DI/ PP	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO
NODO 7												
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 8												
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
4	4	16	D	3	12	D	3	12	D	3	12	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 9												
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
5	2	10	D	2	10	D	2	10	D	3	15	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
NODO 10												
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D

F	D P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	E P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	I A	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	DI/ PP	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
3	4	12	D	1	3	D	3	9	D	2	6	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
NODO 11												
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
5	2	10	D	2	10	D	2	10	D	3	15	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
4	5	20	C	1	4	D	4	16	D	4	16	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	4	8	D
NODO 12												
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D
2	1	2	D	1	2	D	1	2	D	2	4	D
2	1	2	D	1	2	D	1	2	D	1	2	D
4	1	4	D	1	4	D	1	4	D	1	4	D
3	4	12	D	1	3	D	3	9	D	2	6	D
2	4	8	D	1	2	D	3	6	D	2	4	D

F	D P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	E P	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	I A	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO	DI/ PP	MAGNITUD DEL RIESGO	CLASIFICACION DEL RIESGO
NODO 13												
2	3	6	D	1	2	D	2	4	D	2	4	D
2	3	6	D	1	2	D	2	4	D	2	4	D
NODO 14												
3	1	3	D	1	3	D	3	9	D	1	3	D
3	1	3	D	1	3	D	2	6	D	1	3	D
3	1	3	D	1	3	D	2	6	D	1	3	D
2	1	2	D	1	2	D	3	6	D	1	2	D



CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

ÍNDICE

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES.....	II-3
II.1 Radios potenciales de afectación	II-3
II.1.1 Escenarios de riesgos	II-3
II.1.2 Radios potenciales de afectación.....	II-8
II.1.3 Consideraciones para el modelado de gasolina.....	II-8
II.1.4 Clima.....	II-10
II.1.5 Determinación de las zonas de riesgo	II-14
II.1 Interacciones de riesgo	II-44
II.2 Efectos sobre el Sistema Ambiental	II-47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Propiedades físico-químicas del heptano, octano y benceno.....	II-9
Tabla II.2 Datos de la estación meteorológica.	II-11
Tabla II.3 Temperatura reportada por la estación meteorológica.	II-11
Tabla II.4. Valores Umbrales Seleccionados. Secretaría Del Medio Ambiente Recursos Naturales. Guía Para La Presentación Del Estudio De Riesgo Ambiental-Análisis de Riesgos.....	II-15
Tabla II.5 Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica.	II-17
Tabla II.6. Efectos Generados A Diferentes Niveles De Sobrepresión.....	II-17
Tabla II.7. Radiación térmica escenario 1 modelado con ALOHA	II-21
Tabla II.8. Toxicidad escenario 1 modelado con ALOHA	II-22
Tabla II.9. Explosión escenario 1 modelado con ALOHA	II-23
Tabla II.10. Nubes con potencial de explosión escenario 1 modelado con ALOHA.....	II-23
Tabla II.11. Radiación escenario 2 modelaciones con ALOHA	II-24
Tabla II.12. Toxicidad escenario 2 modelaciones con ALOHA	II-25
Tabla II.13. Tabla. Explosión escenario 2 modelaciones con ALOHA.....	II-26
Tabla II.14. Nubes con potencial de explosión escenario 2 modelaciones con ALOHA	II-26
Tabla II.15. Radiación escenario 2 modelaciones con SCRI	II-26
Tabla II.16. Radiación escenario 3	II-27
Tabla II.17. Toxicidad escenario 3	II-28
Tabla II.18. Explosión escenario 3	II-30
Tabla II.19. Nubes con potencial de explosión escenario 3.....	II-30
Tabla II.20. Radiación escenario 2 modelaciones con SCRI	II-30
Tabla II.21. Radiación escenario 4.....	II-32

Tabla II.22. Toxicidad escenario 4	II-32
Tabla II.23. Explosión escenario 4	II-33
Tabla II.24. Nubes con potencial de explosión escenario 4.....	II-33
Tabla II.25. Radiación escenario 4 modelados con SCRI.....	II-33
Tabla II.26. Radiación escenario 5 modelado con ALOHA.....	II-35
Tabla II.27. Toxicidad escenario 5 modelado con ALOHA	II-36
Tabla II.28. Explosión escenario 5 modelado con ALOHA	II-36
Tabla II.29. Nubes con potencial de explosión escenario 5 modelado con ALOHA.....	II-36
Tabla II.30. Radiación escenario 2 modelaciones con SCRI	II-37
Tabla II.31. Radiación escenario 6 modelado con ALOHA.....	II-38
Tabla II.32. Toxicidad escenario 6 modelado con ALOHA	II-39
Tabla II.33. Explosión escenario 6 modelado con ALOHA	II-39
Tabla II.34. Nubes con potencial de explosión escenario 6 modelado con ALOHA.....	II-39
Tabla II.35. Radiación escenario 6 modelados con SCRI.....	II-40
Tabla II.36. Toxicidad escenario 7 modelado con ALOHA	II-42
Tabla II.37. Explosión escenario 7 modelado con ALOHA	II-42
Tabla II.38. Nubes con potencial de explosión escenario 7 modelado con ALOHA.....	II-43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II. 1. Efectos sobre el Sistema Ambiental.	II-48
--	-------

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 Radios potenciales de afectación

II.1.1 Escenarios de riesgos

Como resultado del análisis de los eventos jerarquizados se realiza la proposición de las modelaciones, se realizó la modelación de los mismos por considerarse sustancias de alto riesgo y sobrepasar las cantidades de reporte, cabe mencionar que los escenarios lo dividiremos en dos los escenarios de mayor probabilidad de ocurrencia y los escenarios del peor caso posible (mínima probabilidad de ocurrencia) cabe mencionar que estos escenarios son hipotéticos. Por lo que se pueden describir los escenarios modelados para el presente estudio:

Escenario 1 (Nodo 1) modelado con el programa ALOHA

fuga accidental de gasolina magna por un orificio de 2.4" de diámetro (equivalente al 20% del diámetro de la tubería), debido a ruptura por toma clandestina, en un punto del tramo de poliducto de 8", ubicado a 50° m del punto de interconexión durante un tiempo promedio de 30 minutos, que es el tiempo máximo de una fuga antes de que sea detectada y controlada desde la planta de bombeo mas cercana.

En este escenario no existe ningún tipo de contención, por lo que el combustible se extiende sobre la superficie del terreno.

Se considera el escenario de una fuga de Gasolina regular en una fisura de la línea del ducto, al aire libre y a nivel de piso, el cual entra en contacto con una fuente de ignición, produciendo posteriormente la explosión de una nube de vapor.

Cálculo de la tasa de descarga del líquido

El flujo de cualquier fluido por un orificio o tobera, cualquiera que sea la velocidad de avenida, puede expresarse por:

$$q = Cd A \sqrt{2gn hL}$$

donde:

q = Caudal en metros cúbicos por segundo en las condiciones de flujo

Cd = Coeficiente de descarga para orificios y toberas

A = Area de la sección transversal de tubería u orificio en metros cuadrados

gn = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

hL = Pérdida de carga debida al flujo del fluido, en metros de columna de fluido.

La velocidad de avenida puede tener un considerable efecto en la cantidad descargada a través de una tobera u orificio. El factor corrector para la velocidad de avenida,

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}}$$

puede incorporarse en la ecuación anterior, como sigue:

$$q = \frac{A C_d}{\sqrt{1-\beta^4}} \sqrt{2g_n} h_L$$

Donde:

b = Relación entre los diámetros menor y mayor en orificios y toberas durante las contracciones o ensanchamientos de las tuberías.

La cantidad

$$\frac{C_d}{\sqrt{1-\beta^4}}$$

Se define como el coeficiente de flujo C. El uso del coeficiente C elimina la necesidad de calcular la velocidad de avenida, y la ecuación anterior queda como:

$$q = C A \sqrt{2g_n} h_L = C A \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

$$q = C A \sqrt{2g} h_L = C A \sqrt{\frac{2g(144)\Delta p}{\rho}}$$

donde:

q = Caudal en metros cúbicos por segundo en las condiciones de flujo

C = Coeficiente de flujo para orificios y toberas

A = Área de la sección transversal de tubería u orificio en metros cuadrados

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

h_L = Pérdida de carga debida al flujo del fluido, en metros de columna de fluido.

p = Presión relativa o manométrica en bars

P = Presión manométrica en Newtons por metro cuadrado (Pascal) (libras/pulg²)

ρ = Densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico (Gasolina: 729 kg/m³)

Para toberas y orificios que descargan fluidos incompresibles a la atmósfera, los valores de C pueden tomarse de la página A-38 del Crane (Coeficiente de flujo C para orificios de cantos vivos) si h_L o Δp en la ecuación anterior se toma como la presión manométrica.

El flujo de líquidos en toberas y orificios puede determinarse a partir de las fórmulas dadas a continuación.

$$q = 0.0438 d_1^2 C \sqrt{h_L} = 0.525 d_1^2 C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

donde:

Q = Caudal en litros por minuto (galones/minuto).

q = Caudal en metros cúbicos por segundo en las condiciones de flujo (pie³/seg)

C = Coeficiente de flujo para orificios y toberas (0.62)

h_L = Pérdida de carga debida al flujo del fluido, en metros de columna de fluido (pies).

p = Presión relativa o manométrica en bars

P = Presión manométrica en Newtons por metro cuadrado (Pascal) (libras/pulg²)

d_1 = diámetro del orificio.

r = Densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico (Gasolina : 729 kg/m³)

(Tomado del CRANE, 1992)

Para el presente modelo se consideró un evento en el cual se produjera una fuga a través de un orificio de una pulgada en la estructura del ducto, con un coeficiente de descarga de 0.62.

- Diámetro del orificio en pulgadas 2'', diámetro del orificio en metros 0.0508 metros.
- 7.03 kg/cm²= 689,500 N/m²

$$q = 0.0438 d_1^2 C \sqrt{h_L} = 0.525 d_1^2 C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

$$q = 0.525 d_1^2 C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

$$q = (0.525)(0.0508m)^2 (0.62) \sqrt{\frac{689,500 \text{ N/m}^2}{729 \text{ kg/m}^3}}$$

Análisis dimensional

1 newton= kg.m/s²

$$\frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{\frac{m^2}{1}} = \frac{kg \cdot m}{(m^2)(s^2)} = \frac{kg}{(m)(s^2)}$$

$$\frac{\frac{kg}{m \cdot s^2}}{\frac{kg}{m^3}} = \frac{kg \cdot m^3}{m \cdot s^2 \cdot kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Por lo tanto:

$$\sqrt{\frac{689,500 \text{ N/m}^2}{729 \text{ kg/m}^3}} = 30.75 \text{ m/s}$$

$$q = (0.525)(0.0508\text{m})^2 (0.62)\sqrt{\frac{689,500 \text{ N/m}^2}{729 \text{ kg/m}^3}}$$

$$q=(0.525)(0.0508 \text{ m})^2 (0.62) (30.75 \text{ m/s})$$

$$q=(0.525)(0.0026\text{m}^2) (0.62) (30.75 \text{ m/s})$$

$$q= 0.026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = m/v$$

Despejando m

$$m = \rho/v$$

$$m = (729 \text{ kg/m}^3) (0.026 \text{ m}^3/\text{s})$$

$$m = 18.954 \text{ kg/s}$$

Tasa de descarga= 18.954 kg/s

$$\text{Masa} = (18.954 \text{ kg/s})(60\text{s/min})(30\text{min}) = 34117.2 \text{ kg}$$

Área máxima creíble de la charca: 29,758.9 pies², equivalentes a 2,765.7 m².

El área de la charca calculada por el modelo, sería de 2,765.7 m² lo que es igual a un círculo de 194.7 pies de diámetro (59.34 metros), o un cuadrado con lados de 172.6 pies (52.61 metros).

Lo anterior considerando condiciones ideales, suelo regular y plano, sin drenajes pluviales, etc.

Ahora bien, para estimar el área de la charca en peligro de fuego se pueden considerar dos escenarios probables:

1.- La charca se extiende a todo su tamaño antes de encontrar una fuente de ignición. Ya que el líquido no está ardiendo mientras se extiende, el tamaño total del fuego será más grande que en el siguiente escenario.

2.- El líquido de enciende tan pronto como empieza la fuga del contenedor. Debido a que el líquido de incendia mientras se extiende, el tamaño del fuego generalmente será mucho menor.

Para este caso se consideró la primera posibilidad. Por lo tanto se asume que el tamaño de la charca incendiada es del mismo tamaño que la charca de evaporación generada, y que el derrame no se detectó desde que se empezó a fugar el producto del ducto.

Escenario 2 (nodo 3) Modelado con ALOHA y SCRI

Fuga accidental de gasolina regular a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 25, 000 barriles de capacidad (3974m³), liberándose producto durante un tiempo

aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Escenario 3 (nodo 6) Modelado con ALOHA y SCRI

Fuga accidental de TRANSMIX a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 2, 000 barriles de capacidad (318 m³), liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Escenario 4 (nodo 9) Modelado con ALOHA y SCRI

Fuga accidental de etanol a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 2, 000 barriles de capacidad (318 m³), liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Escenario 5 (nodo 11) Modelado con ALOHA y SCRI

Fuga accidental de Diesel regular a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte mas baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 40, 000 barriles de capacidad liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Escenario 6 (nodo 8) Modelado con ALOHA y SCRI

Incendio por derrame de etanol en la descargadera generándose un charco de 4 metros de largo por 2 metros de ancho y 0.3 metros de alto. 2.4 metros cúbicos de etanol.

Escenario 7 (nodo 2) Modelado con ALOHA

Fuga en tubería de alimentación a tanque de gasolina regular de 8 pulgadas por corrosión.

NOTA: estos son escenarios supuestos que en base a los antecedentes, el HAZOP y experiencia de este tipo de instalaciones son escenarios que pudieran suceder.

II.1.2 Radios potenciales de afectación

Tamaño de fuga o derrame: Determinación de los orificios equivalentes de fuga dependerá del tipo de equipo involucrado para ello se consideran los criterios 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.

Adicionalmente se tomaron las siguientes consideraciones para la simulación:

- El orificio formado por corrosión en las bridas, sellos de las válvulas y en las líneas analizadas es de forma regular, de un diámetro determinado.
- Las características físicas y químicas de los fluidos permanecen constantes respecto al tiempo.

II.1.3 Consideraciones para el modelado de gasolina

Para la realización de los modelos de escenarios de riesgos se utilizó el programa ALOHA este programa, al igual que la mayoría de los software disponibles en el mercado tienen la particularidad de trabajar solo con sustancias puras, ya que para simular mezclas es necesario cargar al programa todas las constantes físico-químicas del compuesto, en este caso la gasolina, pero debido a que no se cuenta con todas estas constantes, se procedió a utilizar la información de gasolina natural, es decir el n-octano para alimentar al software con esos datos y algunos que se pueden encontrar en las hojas de seguridad de PEMEX de conformidad a lo manifestado en el libro titulado Petroquímica y Sociedad, en el cual los autores establecen que el n-octano es la gasolina base, pero al no tener la capacidad de detonación requerida se añaden diversos compuestos para tener una solución final con un poder de detonación mínimo requerido para obtener un mejor rendimiento en los automotores.

Los combustibles no son una sustancia pura, ni una mezcla con características constantes, dado que se trata de destilados de petróleo, sus componentes varían (aunque de pequeña manera), por esta razón, las hojas de datos de seguridad proporcionados por PEMEX no cuentan con la información fisicoquímica

necesaria para la realización de los modelados, Para ello se tomó como base la siguiente proporción más común de los combustibles:

Sustancia	No. CAS	%
Combustibles (mezcla de N-Heptano, octano y otras parafinas)	8006-61-9	100%
Aromáticos	N.D	< 1%
Olefinas	N.D	<1%
Benceno	71-43-2	Max. 4.9

Con esta proporción base, (y despreciando el contenido de aromáticos y olefinas, los cuales modifican de manera no representativa las propiedades fisicoquímicas de la mezcla al tratarse todos de una mezcla de solventes orgánicos ligeros con propiedades similares), se realizaron los cálculos con la información fisicoquímica de sustancia llamada N-Octano por tener el mayor peso molecular, sin embargo las características de todos los componentes son muy parecidos, esta información se alimentó al software ALOHA.

Tabla II.1 Propiedades físico-químicas del heptano, octano y benceno.

Propiedad	Heptano	Octano	Benceno
Peso Molecular:	100.202 g/mol	114.229 g/mol	78.112 g/mol
Punto de Ebullición:	98.4 °C	125.67 °C	80.09 °C
Gravedad específica del líquido:	0.6795	0.6986	0.8765
Flash Point:	-1 °C	15 °C	-11°C
Punto de Fusión:	-90.55 °C	-56.82 °C	5.49 °C
Capacidad calorífica del liquido (Cp. @ 25 °C y 1 atm)	211.8 J/mol.k	254.6 J/mol.k	136 J/mol.k
Capacidad calorífica del gas	143.59 J/mol.k	145.3 J/mol.k	82.4 J/mol.k
Calor de Combustión (H)	4,817.0 kJ/mol	5,465.96 kJ/mol (ver nota 1)	3,267.6 kJ/mol
LEL ³ :	1.1 %	0.96 %	1.3 %
UEL ⁴ :	7 %	6.5 %	7.9 %
Presión de vapor:	40 mm Hg (@ 20 °C)	11 mm Hg (@ 20 °C)	84 mm Hg (@ 20 °C)

Para el caso del DIESEL se alimentaron estos datos al software ALOHA y SCRI

- Calor de combustión 39700.00 kJ/kg
- Tasa de combustión 0.0350 kg/m² s
- Fracción de energía radiada 0.4
- Temperatura ambiente 301.2 K (28.0 °C)
- Humedad relativa 60.0 %

Los datos que se van a utilizar en las modelaciones son:

- Velocidad del viento: 4.9 m/s (17.8 Km/hr)
- Dirección del viento: E
- Temperatura media: 28 grados centígrados
- Estabilidad clase F

Cabe mencionar que se realizaron modelaciones tanto en ALOHA (radiación, explosión, nubes inflamables, toxicidad) como en SCRI (radiación pool fire)

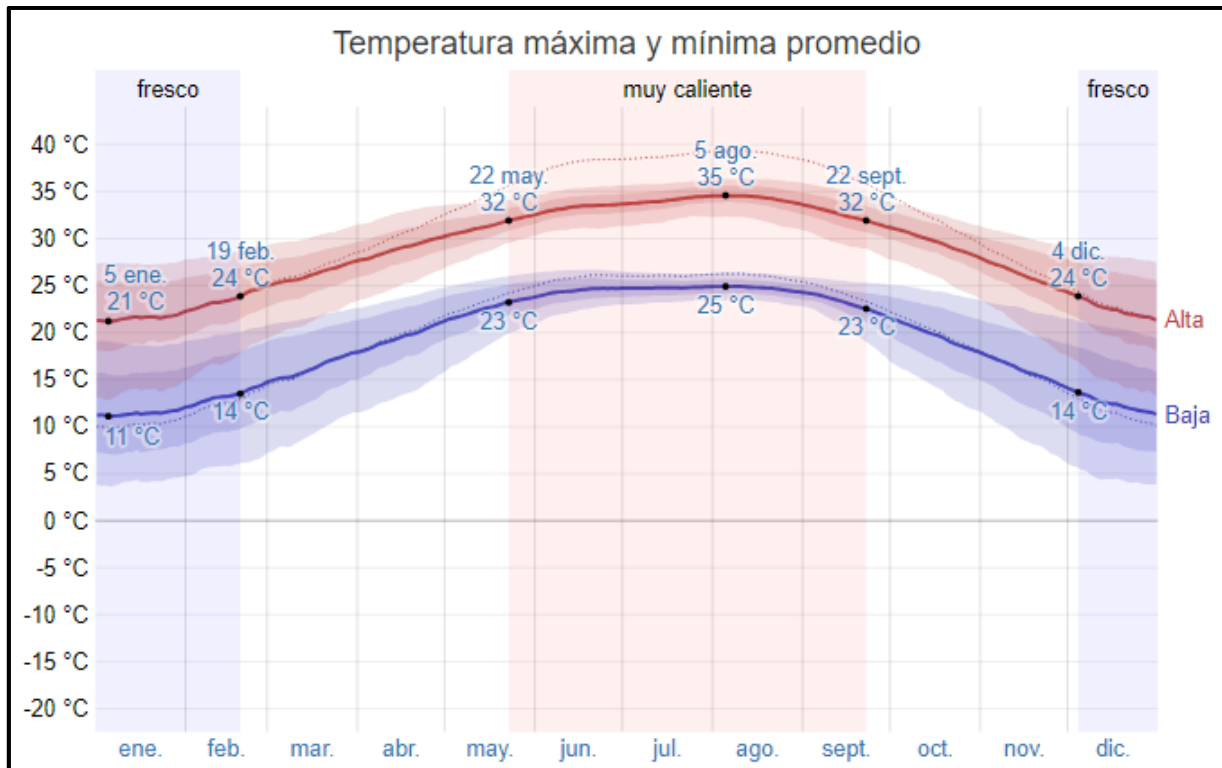
II.1.4 Clima

En Heroica Matamoros, los veranos son largos, muy caliente y opresivos; los inviernos son cortos, frescos, secos y ventosos y está parcialmente nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 11 °C a 35 °C y rara vez baja a menos de 4 °C o sube a más de 36 °C.

Temperatura

La temporada calurosa dura 4,0 meses, del 22 de mayo al 22 de septiembre, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 32 °C. El día más caluroso del año es el 5 de agosto, con una temperatura máxima promedio de 35 °C y una temperatura mínima promedio de 25 °C.

La temporada fresca dura 2,5 meses, del 4 de diciembre al 19 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 24 °C. El día más frío del año es el 5 de enero, con una temperatura mínima promedio de 11 °C y máxima promedio de 21 °C.



La temperatura máxima (línea roja) y la temperatura mínima (línea azul) promedio diaria con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas delgadas punteadas son las temperaturas promedio percibidas correspondientes.

De acuerdo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) la estación climatológica más cercana del SA es Río Bravo 28082 los datos registrados comprenden un periodo de 1951-2010 a continuación se muestran los datos de temperatura

Tabla II.2 Datos de la estación meteorológica.

Municipio:	Estación:	Coordenadas	Latitud	Longitud	Altura
Río Bravo	Río Bravo		25°52'12" N	098°05'24" W	28 MSNM

Tabla II.3 Temperatura reportada por la estación meteorológica.

Temperatura			
Mes	Min.	Media	Máx.
Enero	6.9	13.1	19.3
Febrero	9.2	15.9	22.6
Marzo	13.7	20.2	26.8
Abril	17.4	23.5	29.6
Mayo	20.7	25.8	30.8
Junio	22.4	27.8	33.1

Temperatura			
Julio	23.3	28.6	33.9
Agosto	23.8	29.3	34.7
Septiembre	22.3	27.6	32.9
Octubre	17.8	23.8	29.8
Noviembre	13.5	19.8	26
Diciembre	9.3	15.5	27.7
Promedio anual	16.7	22.6	28.4

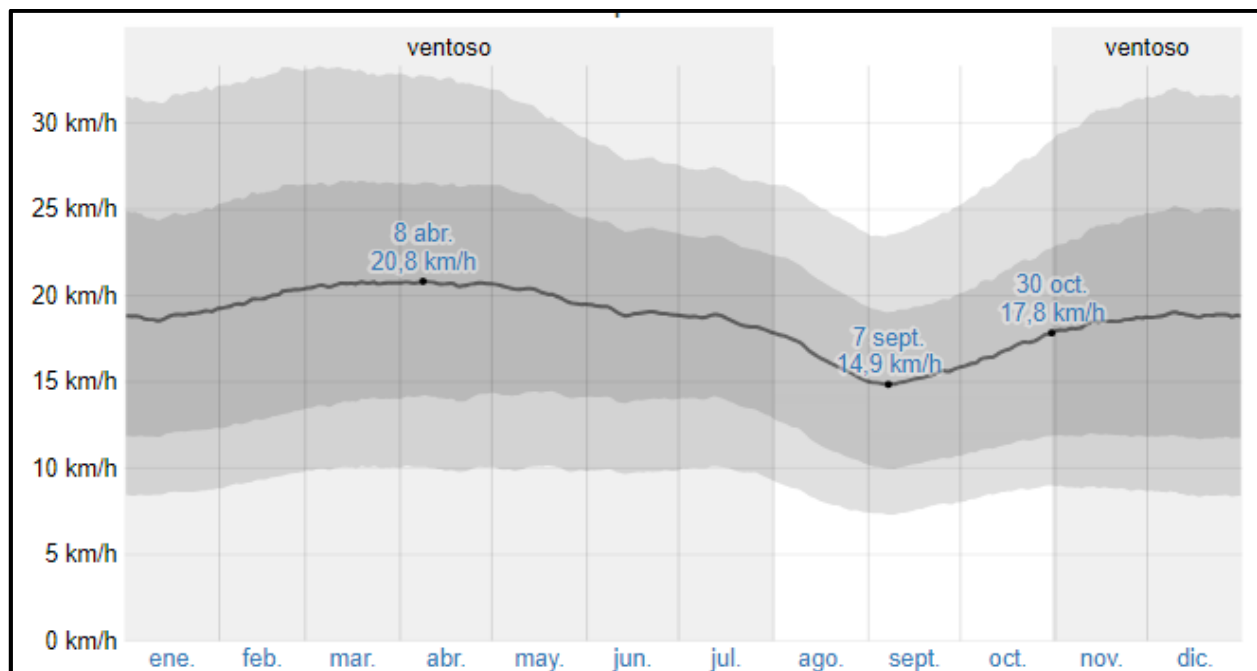
Viento

La velocidad promedio del viento por hora en Heroica Matamoros tiene variaciones estacionales considerables en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 9,0 meses, del 30 de octubre al 31 de julio, con velocidades promedio del viento de más de 17,8 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 8 de abril, con una velocidad promedio del viento de 20,8 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 3,0 meses, del 31 de julio al 30 de octubre. El día más calmado del año es el 7 de septiembre, con una velocidad promedio del viento de 14,9 kilómetros por hora.

Velocidad promedio del viento

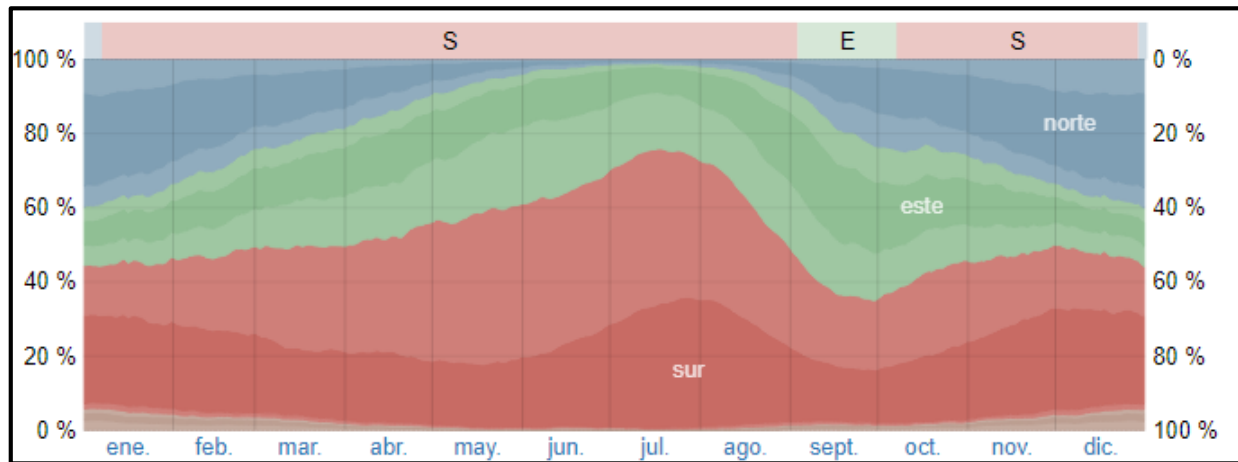


El promedio de la velocidad media del viento por hora (línea gris oscuro), con las bandas de percentil 25º a 75º y 10º a 90º.

La dirección predominante promedio por hora del viento en Heroica Matamoros varía durante el año.

El viento con más frecuencia viene del sur durante 7,9 meses, del 7 de enero al 3 de septiembre y durante 2,7 meses, del 7 de octubre al 29 de diciembre, con un porcentaje máximo del 76 % en 17 de julio. El viento con más frecuencia viene del este durante 1,1 meses, del 3 de septiembre al 7 de octubre, con un porcentaje máximo del 46 % en 8 de septiembre. El viento con más frecuencia viene del norte durante 1,3 semanas, del 29 de diciembre al 7 de enero, con un porcentaje máximo del 40 % en 1 de enero.

Dirección del viento



El porcentaje de horas en las que la dirección media del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales (norte, este, sur y oeste), excluidas las horas en que la velocidad media del viento es menos de 2 km/h. Las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste).

FUENTE:

- <https://es.weatherspark.com/y/7917/Clima-promedio-en-HeroicaMatamoros-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>
- Fuente: <http://smn.cna.gob.mx/productos/emas/emas.html>

II.1.5 Determinación de las zonas de riesgo

Zonas de Riesgo: Al simular los escenarios de riesgo, se obtiene zonas de alto riesgo y de amortiguamiento, de acuerdo a los límites establecidos por la SEMARNAT, para radiación térmica, sobrepresión y toxicidad.

Valores Umbrales para radiación térmica y sobrepresión: La Tabla siguiente muestra los valores umbrales de referencia adoptados en este estudio para una radiación térmica y sobrepresión.

Tabla II.4. Valores Umbrales Seleccionados. Secretaría Del Medio Ambiente Recursos Naturales. Guía Para La Presentación Del Estudio De Riesgo Ambiental-Análisis de Riesgos.

Zona intermedia de salvaguarda		
Parámetro	Criterios de SEMARNAT	
	Zona de alto riesgo	Zona de amortiguamiento
TOXICIDAD (Concentración)	IDLH	TLV8 ó TLV15
INFLAMABILIDAD (Radiación térmica)	5.0 kW/m ² (1500 BTU/pie ² h)	1.40 kW/m ² (440 BTU/pie ² h)
EXPLOSIVIDAD (Sobrepresión)	1.0 psi (0.070 Kg/Cm ²)	0.5 psi (0.035 Kg/Cm ²)

Tipos de escenarios: La mayoría de los accidentes en plantas de este tipo son resultado de derrames de materiales, inflamables. Por ejemplo, un material es descargado por orificios ocasionados por daños en el material de los tanques, por fugas en bridas, en sellos de bombas, en partes internas de válvulas y una gran variedad de otras fuentes.

Los modelos matemáticos simulan la descarga de estos materiales, generando información muy útil para determinar las consecuencias de suscitarse un accidente, incluyendo la velocidad de descarga del material, la cantidad total que es descargada, y el estado físico del material descargado. Esta información es valiosa para evaluar el diseño de nuevos procesos y en el caso de procesos en operación evalúa los sistemas de seguridad existentes en la instalación.

Los modelos están constituidos por ecuaciones empíricas o fundamentos que representan el proceso fisicoquímico que ocurre durante la descarga de un material.

Frecuentemente los resultados son sólo estimados desde las propiedades físicas, por lo que la mayoría de los modelos tienden a maximizar la tasa de descarga y la cantidad descargada. Esto asegura que la modelación se encuentre "del lado seguro".

A continuación, se describirán los tipos de eventos que pueden ocurrir como resultado de la descarga de un líquido inflamable.

- Dardo de fuego (Jet Fire): El evento de Jet Fire se puede definir como una llama estacionaria de difusión de gran longitud y poca anchura, como la producida por un soplete oxiacetilénico. Generalmente este evento 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.
- Pool Fire: El evento de Pool Fire o charco de fuego se aplica a una combustión estacionaria con llama de difusión, de un líquido en un recinto descubierto de dimensiones (extensión) dadas. La fuga al exterior tras un derrame no confinado con generación de un incendio, tiene en este caso un efecto de propagación mayor al riesgo intrínseco del suceso de peligro principal, esto podría generar circunstancias negativas para el depósito que contiene el líquido derramado o para otros depósitos cercanos.
- Fire Ball: Llama de propagación por difusión, formada cuando una masa importante de combustible se enciende por contacto con llamas estacionarias adyacentes. Se forma un globo incandescente que asciende verticalmente y que se consume con gran rapidez.
- 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. 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.
- Dispersión de nube tóxica: Los vapores y gases emitidos por un material, 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. Ésta dispersión dependerá de la estabilidad atmosférica, y su afectación dependerá de la toxicidad de los vapores o gases emitidos, siendo en éste caso la mayor afectación al personal cercano a la fuente de emisión.

A continuación, se incluyen las tablas de los efectos que podrían generarse al acontecer los distintos eventos. En la Tabla siguiente se describen los efectos de los valores de intensidad de radiación térmica.

Tabla II.5 Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica.

Valor umbral					Descripción
kW/m ²	MW/m ²	W/m ²	BTU/PIE ² H	BTU/PIE ² S	
1.40	0.0014	1400.00	443.798	0.123277	Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal). Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.
5.00	0.0050	5000.00	1584.99	0.440275	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 55.0 °C aparecen ampollas.
12.50	0.0125	12500.00	3962.48	1.10069	Extensión del incendio. Fusión de recubrimiento de plástico en cables eléctricos. La madera puede prender después de una larga exposición. Quemaduras de 2do y 3er grado en menos de un minuto.

En la Tabla siguiente se muestran los efectos generados a los diferentes niveles de sobrepresión sobre instalaciones y sobre el personal que reciba el impacto de la sobrepresión, cabe señalar que estos valores fueron con los cuales se realizaron las simulaciones para el evento de sobrepresión.

Tabla II.6. Efectos Generados A Diferentes Niveles De Sobrepresión.

Valor umbral				Descripción
Mbar	Bar	KPa	Psi	
34.5	0.0345	3.45	0.5	- Destrucción de 10% de ventanas de vidrio. - Daños menores a techos de casa. - Daños estructurales menores.
69.0	0.069	6.9	1.0	- Demolición parcial de casas con daños reparables, la máxima velocidad del viento es de 79.7 km/h.

Escenario 1 (Nodo 1) modelado con el programa ALOHA

fuga accidental de gasolina magna por un orificio de 2.4" de diámetro (equivalente al 20% del diámetro de la tubería), debido a ruptura por toma clandestina, en un punto del tramo de poliducto de 8", ubicado a 50° m del punto de interconexión durante un tiempo promedio de 30 minutos, que es el tiempo máximo de una fuga antes de que sea detectada y controlada desde la planta de bombeo mas cercana.

En este escenario no existe ningún tipo de contención, por lo que el combustible se extiende sobre la superficie del terreno.

Se considera el escenario de una fuga de Gasolina regular en una fisura de la línea del ducto, al aire libre y a nivel de piso, el cual entra en contacto con una fuente de ignición, produciendo posteriormente la explosión de una nube de vapor.

Cálculo de la tasa de descarga del líquido

El flujo de cualquier fluido por un orificio o tobera, cualquiera que sea la velocidad de avenida, puede expresarse por:

$$q = Cd A \sqrt{2gn} hL$$

donde:

q = Caudal en metros cúbicos por segundo en las condiciones de flujo

Cd = Coeficiente de descarga para orificios y toberas

A = Area de la sección transversal de tubería u orificio en metros cuadrados

gn = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

hL = Pérdida de carga debida al flujo del fluido, en metros de columna de fluido.

La velocidad de avenida puede tener un considerable efecto en la cantidad descargada a través de una tobera u orificio. El factor corrector para la velocidad de avenida,

$$\frac{1}{\sqrt{1-\beta^4}}$$

puede incorporarse en la ecuación anterior, como sigue:

$$q = \frac{A C_d}{\sqrt{1-\beta^4}} \sqrt{2} g_n h_L$$

Donde:

β = Relación entre los diámetros menor y mayor en orificios y toberas durante las contracciones o ensanchamientos de las tuberías.

La cantidad

$$\frac{C_d}{\sqrt{1-\beta^4}}$$

Se define como el coeficiente de flujo C . El uso del coeficiente C elimina la necesidad de calcular la velocidad de avenida, y la ecuación anterior queda como:

$$q = C A \sqrt{2g_n} h_L = C A \sqrt{\frac{2\Delta p}{\rho}}$$

$$q = C A \sqrt{2g} h_L = C A \sqrt{\frac{2g(144)\Delta p}{\rho}}$$

donde:

q = Caudal en metros cúbicos por segundo en las condiciones de flujo

C = Coeficiente de flujo para orificios y toberas

A = Área de la sección transversal de tubería u orificio en metros cuadrados

g = Aceleración de la gravedad (9.81 m/s²)

h_L = Pérdida de carga debida al flujo del fluido, en metros de columna de fluido.

p = Presión relativa o manométrica en bars

P = Presión manométrica en Newtons por metro cuadrado (Pascal) (libras/pulg²)

ρ = Densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico (Gasolina: 729 kg/m³)

Para toberas y orificios que descargan fluidos incompresibles a la atmósfera, los valores de C pueden tomarse de la página A-38 del Crane (Coeficiente de flujo C para orificios de cantos vivos) si h_L o Δp en la ecuación anterior se toma como la presión manométrica.

El flujo de líquidos en toberas y orificios puede determinarse a partir de las fórmulas dadas a continuación.

$$q = 0.0438 d_1^2 C \sqrt{h_L} = 0.525 d_1^2 C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

donde:

Q = Caudal en litros por minuto (galones/minuto).

q = Caudal en metros cúbicos por segundo en las condiciones de flujo (pie³/seg)

C = Coeficiente de flujo para orificios y toberas (0.62)

h_L = Pérdida de carga debida al flujo del fluido, en metros de columna de fluido (pies).

p = Presión relativa o manométrica en bars

P = Presión manométrica en Newtons por metro cuadrado (Pascal) (libras/pulg²)

d_1 = diámetro del orificio.

r = Densidad del fluido en kilogramos por metro cúbico (Gasolina Magna: 729 kg/m³)

(Tomado del CRANE, 1992)

Para el presente modelo se consideró un evento en el cual se produjera una fuga a través de un orificio de una pulgada en la estructura del ducto, con un coeficiente de descarga de 0.62.

- Diámetro del orificio en pulgadas 2'', diámetro del orificio en metros 0.0508 metros.
- 7.03 kg/cm²= 689,500 N/m²

$$q = 0.0438 d_1^2 C \sqrt{h_L} = 0.525 d_1^2 C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

$$q = 0.525 d_1^2 C \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}}$$

$$q = (0.525)(0.0508m)^2 (0.62) \sqrt{\frac{689,500 N/m^2}{729 kg/m^3}}$$

Análisis dimensional

1 newton= kg.m/s²

$$\frac{\frac{kg \cdot m}{s^2}}{\frac{m^2}{1}} = \frac{kg \cdot m}{(m^2)(s^2)} = \frac{kg}{(m)(s^2)}$$

$$\frac{\frac{kg}{m \cdot s^2}}{\frac{kg}{m^3}} = \frac{kg \cdot m^3}{m \cdot s^2 \cdot kg} = \frac{m^2}{s^2}$$

Por lo tanto:

$$\sqrt{\frac{689,500 N/m^2}{729 kg/m^3}} = 30.75 \text{ m/s}$$

$$q = (0.525)(0.0508m)^2 (0.62) \sqrt{\frac{689,500 N/m^2}{729 kg/m^3}}$$

$$q = (0.525)(0.0508 m)^2 (0.62) (30.75 \text{ m/s})$$

$$q = (0.525)(0.0026m^2) (0.62) (30.75 \text{ m/s})$$

$$q = 0.026 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\rho = m/v$$

Despejando m

$$m = \rho/v$$

$$m = (729 kg/m^3) (0.026 \text{ m}^3/s)$$

$$m = 18.954 kg/s$$

Tasa de descarga= 18.954 kg/s

$$\text{Masa} = (18.954 kg/s)(60s/min)(30min) = 34117.2 kg$$

Área máxima creíble de la charca: 29,758.9 pies², equivalentes a 2,765.7 m².

El área de la charca calculada por el modelo, sería de 2,765.7 m² lo que es igual a un círculo de 194.7 pies de diámetro (59.34 metros), o un cuadrado con lados de 172.6 pies (52.61 metros).

Lo anterior considerando condiciones ideales, suelo regular y plano, sin drenajes pluviales, etc.

Ahora bien, para estimar el área de la charca en peligro de fuego se pueden considerar dos escenarios probables:

1.- La charca se extiende a todo su tamaño antes de encontrar una fuente de ignición. Ya que el líquido no está ardiendo mientras se extiende, el tamaño total del fuego será más grande que en el siguiente escenario.

2.- El líquido se enciende tan pronto como empieza la fuga del contenedor. Debido a que el líquido se incendia mientras se extiende, el tamaño del fuego generalmente será mucho menor.

Para este caso se consideró la primera posibilidad. Por lo tanto se asume que el tamaño de la charca incendiada es del mismo tamaño que la charca de evaporación generada, y que el derrame no se detectó desde que se empezó a fugar el producto del ducto.

Tabla II.7. Radiación térmica escenario 1 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	203 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	351 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de 203 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de 351 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

Aproximadamente a 30 metros del punto de interconexión se encuentra el área de tanques según el software ALOHA se genera una radiación de 213 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento causando un efecto dominó pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Tabla II.8. Toxicidad escenario 1 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	IDLH	334 metros
Zona de amortiguamiento	300 ppm	710 metros

Límites de exposición laboral NIOSH: Se recomienda limitar a la mínima concentración posible la exposición laboral a carcinógenos. ACGIH: El TLV es de 230 ppm como promedio durante una jornada de 8 horas y de 500 ppm como STEL.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca 16 metros con la condicionante IDLH es decir la gasolina no es una sustancia catalogada como toxica sin embargo en altas concentraciones y el atmosferas muy estables podría causar daños a la salud, la hoja de datos de seguridad marca lo siguiente:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causa irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.

- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Tabla II.9. Explosión escenario 1 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	131 metros
Zona de amortiguamiento	0.5psi	212 metros

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo sus vapores a grandes concentración y en atmosferas muy estables podrían causar explosiones.

Tabla II.10. Nubes con potencial de explosión escenario 1 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	116 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	343 metros

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de gasolina en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

CONCLUSION ESCENARIO 1: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente que se refiere a patín de medición y trampa de recibo, asi como podría llegar a afctetar los tanques de almacenamiento mas cercanos y su instrumentación sin embargo, cabe mencionar que se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios y alarmas, esto para evitar un efecto dominó.

Escenario 2 (nodo 3) modelados con ALOHA y SCRI

Fuga accidental de gasolina regular a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 25, 000 barriles de capacidad (3974m³), liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Tabla II.11. Radiación escenario 2 modelaciones con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	20 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	31 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de 20 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de 30 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 9.41 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM,

extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Tabla II.12. Toxicidad escenario 2 modelaciones con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	IDLH	Menos de 57 metros
Zona de amortiguamiento	230 ppm	Menos de 163 metros

Límites de exposición laboral NIOSH: Se recomienda limitar a la mínima concentración posible la exposición laboral a carcinógenos. ACGIH: El TLV es de 230 ppm como promedio durante una jornada de 8 horas y de 500 ppm como STEL.

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca 57 metros con la condicionante IDLH es decir la gasolina no es una sustancia catalogada como toxica sin embargo en altas concentraciones y el atmosferas muy estables podría causar daños a la salud, la hoja de datos de seguridad marca lo siguiente:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causa irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Tabla II.13. Tabla. Explosión escenario 2 modelaciones con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	-----
Zona de amortiguamiento	0.5 psi	-----

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa Aloha no marca ningún radio de afectación por explosión.

Tabla II.14. Nubes con potencial de explosión escenario 2 modelaciones con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	33 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	82 metros

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de gasolina en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

Tabla II.15. Radiación escenario 2 modelaciones con SCRI

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	88.58 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	165.28 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de 88.58 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de 165.28 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

CONCLUSION ESCENARIO 2: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 9.41 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Cabe mencionar que se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios, diques de contención y alarmas lo cual evitaría un efecto dominó.

Escenario 3 (nodo 6)

Fuga accidental de TRANSMIX a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 2, 000 barriles de capacidad (318 m^3), liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Tabla II.16. Radiación escenario 3

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	20 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	31 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw/m² marca un radio de afectación de 20 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw/m² marca un radio de afectación de 30 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 9.41 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Tabla II.17. Toxicidad escenario 3

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	IDLH	Menos de 57 metros
Zona de amortiguamiento	230 ppm	Menos de 163 metros

Límites de exposición laboral NIOSH: Se recomienda limitar a la mínima concentración posible la exposición laboral a carcinógenos. ACGIH: El TLV es de 230 ppm como promedio durante una jornada de 8 horas y de 500 ppm como STEL.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca 33 metros con la condicionante IDLH es decir la gasolina no es una sustancia catalogada como toxica sin embargo en altas concentraciones y el atmosferas muy estables podría causar daños a la salud, la hoja de datos de seguridad marca lo siguiente:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causa irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Tabla II.18. Explosión escenario 3

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	-----
Zona de amortiguamiento	0.5 psi	-----

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa Aloha no marca ningún radio de afectación por explosión.

Tabla II.19. Nubes con potencial de explosión escenario 3

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	33 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	82 metros

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de gasolina en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

Tabla II.20. Radiación escenario 2 modelaciones con SCRI

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	63.47 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	118.81 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de 63.47 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de 118.81 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

CONCLUSION ESCENARIO 3: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 9.41 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Cabe mencionar que se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios, diques de contención y alarmas.

ESCENARIO 4 (NODO 9)

Fuga accidental de etanol a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 2, 000 barriles de capacidad (318 m³), liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Tabla II.21. Radiación escenario 4

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	16 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	24 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw/m² marca un radio de afectación de 16 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw/m² marca un radio de afectación de 24 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

Tabla II.22. Toxicidad escenario 4

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	3300 ppm IDLH	54 metros
Zona de amortiguamiento	1800 ppm ERPG	75 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca 54 metros la hoja de datos de seguridad menciona lo siguiente:

El etanol es oxidado rápidamente en el cuerpo a acetaldehído, después a acetato y finalmente a dióxido de carbono y agua, el que no se oxida se excreta por la orina y sudor.

Inhalación: Los efectos no son serios siempre que se use de manera razonable. Una inhalación prolongada de concentraciones altas (mayores de 5000 ppm) produce irritación de ojos y tracto respiratorio superior, náuseas, vómito, dolor de cabeza, excitación o depresión, adormecimiento y otros efectos narcóticos, coma o incluso, la muerte.

Tabla II.23. Explosión escenario 4

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	-----
Zona de amortiguamiento	0.5 psi	-----

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa Aloha no marca ningún radio de afectación por explosión.

Tabla II.24. Nubes con potencial de explosión escenario 4

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	31 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	76 metros

El Etanol no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de etanol en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

Tabla II.25. Radiación escenario 4 modelados con SCRI

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m2	11.75 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m2	22.47 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m2 marca un radio de afectación de 11.75 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw/m² marca un radio de afectación de 22.47 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

CONCLUSION ESCENARIO 4: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 7.74 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Cabe mencionar que se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios, diques de contención y alarmas con esto se evita un efecto dominó.

ESCENARIO 5 (NODO 11) modelado con ALOHA y SCRI

Fuga accidental de Diesel regular a través de una fisura equivalente a 2" de diámetro en la parte más baja del tanque, debido a una soldadura defectuosa en la estructura de la pared del tanque atmosférico cilíndrico vertical de 40, 000 barriles (6360 m³) de capacidad liberándose producto durante un tiempo aproximado de 60 minutos, antes de reparar la estructura del tanque dañado, provocando un incendio, pero contenido en el dique.

Tabla II.26. Radiación escenario 5 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	35 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	57 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw/m² marca un radio de afectación de 20 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw/m² marca un radio de afectación de 30 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 28 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana.

Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra sobre el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Tabla II.27. Toxicidad escenario 5 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	IDLH	Menos de 106 metros
Zona de amortiguamiento	230 ppm	Menos de 307 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca 106 metros con la condicionante IDLH es decir el diésel no es una sustancia catalogada como toxica sin embargo en altas concentraciones y las atmosferas muy estables podría causar daños a la salud, la hoja de datos de seguridad marca lo siguiente:

- A temperatura ambiente no existe riesgo por inhalación.
- A temperaturas elevadas o por acción mecánica puede formar vapores o nieblas; las cuales, pueden ser irritantes para los bronquios y pulmones.

Tabla II.28. Explosión escenario 5 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	-----
Zona de amortiguamiento	0.5 psi	-----

Esta sustancia, no es explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa Aloha no marca ningún radio de afectación por explosión.

Tabla II.29. Nubes con potencial de explosión escenario 5 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	61 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	153 metros

El Diesel no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de gasolina en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

Tabla II.30. Radiación escenario 2 modelaciones con SCRI

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	82.85 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	154.31 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de 82.85 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de 154.31 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

CONCLUSION ESCENARIO 5: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 28 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana.

Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra sobre el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Cabe mencionar que se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios, diques de contención y alarmas.

ESCENARIO 6 modelado con ALOHA y SCRI

Incendio por derrame de etanol en la descargadera generándose un charco de 4 metros de largo por 2 metros de ancho y 0.3 metros de alto. 2.4 metros cúbicos de etanol.

Tabla II.31. Radiación escenario 6 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	Menos de 10 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	Menos de 10 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de menos de 10 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de menos de 10 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

Tabla II.32. Toxicidad escenario 6 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	3300 ppm IDLH	Menos de 10 metros
Zona de amortiguamiento	1800 ppm ERGP	Menos de 10 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa Aloha de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca menos de 10 metros la hoja de datos de seguridad menciona lo siguiente: El etanol es oxidado rápidamente en el cuerpo a acetaldehído, después a acetato y finalmente a dióxido de carbono y agua, el que no se oxida se excreta por la orina y sudor.

Inhalación: Los efectos no son serios siempre que se use de manera razonable. Una inhalación prolongada de concentraciones altas (mayores de 5000 ppm) produce irritación de ojos y tracto respiratorio superior, náuseas, vómito, dolor de cabeza, excitación o depresión, adormecimiento y otros efectos narcóticos, coma o incluso, la muerte.

Tabla II.33. Explosión escenario 6 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	-----
Zona de amortiguamiento	0.5 psi	-----

El etanol no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. El programa ALOHA no marca ningún radio de afectación por explosión.

Tabla II.34. Nubes con potencial de explosión escenario 6 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	Menos de 10 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	Menos de 10 metros

El etanol no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de etanol en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

Tabla II.35. Radiación escenario 6 modelados con SCRI

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5 kw/m ²	4.13 metros
Zona de amortiguamiento	1.4 kw/m ²	8.08 metros

Con referencia a los datos arrojados por el programa SCRI de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 5 kw//m² marca un radio de afectación de 4.13 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica) el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- 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 55.0°C aparecen ampollas.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame generando una pool fire, la radiación térmica de 1.4 kw//m² marca un radio de afectación de 8.08 metros lo cual y según la tabla Efectos Generados A Diferentes Intensidades De Radiación Térmica el daño por esta intensidad de radiación térmica son:

- Puede tolerarse sin sensación de incomodidad durante largos periodos (con vestimenta normal).
- Se considera inofensivo para personas sin ninguna protección especial.

CONCLUSION ESCENARIO 6: se podrían ver afectadas Algunas tuberías e instrumentación, así como algún carro tanque que se encuentre cercano en el momento de la eventualidad.

ESCENARIO 7 (NODO 2)

Fuga en tubería de alimentación a tanque de gasolina regular de 8 pulgadas por corrosión, considerando que el diámetro de la tubería es de 8 pulg (0.2032 metros) Y el diámetro de la fuga es de 1.5 pulg (0.04 metros) esto según los criterios del "Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis" de la EPA que habla que 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 este escenario se debe calcular el flujo másico, por lo que se utilizarán fórmulas matemáticas de mecánica de fluidos y de geometría.

El gasto másico, flujo másico es la magnitud física que expresa la variación de la masa con respecto al tiempo en un área específica. En el Sistema Internacional se mide en unidades de kilogramos por segundo. Se usa frecuentemente en sistemas termodinámicos como tuberías, toberas, turbinas, compresores o difusores.

$$Q_m = A C_0 \sqrt{(2g_c \rho P_g)}$$

Donde:

Q_m = flujo másico

A = Área del orificio

C_0 = coeficiente de descarga = 1 (puesto que no se tiene información de la geometría del orificio)

g_c = aceleración de la gravedad = 9.81 m/s

P_g = presión manométrica = 7 kg/cm² = 700 kg/m²

ρ = densidad del fluido = 729 kg/m³

Para sacar el área del orificio de diámetro 1.18 pulgada (0.030 metros)

$$A = \pi/4 * d^2 = 3.1416/4 * (0.030 \text{ m})^2 = 0.00070 \text{ m}^2$$

Sustituyendo en la fórmula $Q_m = A C_0 \sqrt{(2g_c \rho P_g)}$ se tiene:

$$Q_m = 0.00070 (1) \sqrt{(2 * 9.8 * 729 * 700)} = 2.21 \text{ kg/seg}$$

Tiempo de fuga 20 minutos.

Tabla II.36. Toxicidad escenario 7 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	IDLH	114 metros
Zona de amortiguamiento	230 ppm	249 metros

Límites de exposición laboral NIOSH: Se recomienda limitar a la mínima concentración posible la exposición laboral a carcinógenos. ACGIH: El TLV es de 230 ppm como promedio durante una jornada de 8 horas y de 500 ppm como STEL.

Con referencia a los datos arrojados por el programa ALOHA de una eventualidad de derrame el radio de afectación por toxicidad marca 114 metros con la condicionante IDLH es decir la gasolina no es una sustancia catalogada como toxica sin embargo en altas concentraciones y el atmosferas muy estables podría causar daños a la salud, la hoja de datos de seguridad marca lo siguiente:

- La exposición a concentraciones elevadas de vapores causa irritación a los ojos, nariz, garganta, bronquios y pulmones; puede causar dolor de cabeza y mareos; puede ser anestésico y puede causar otros efectos al sistema nervioso central.
- Causa sofocación (asfixiante) si se permite que se acumule a concentraciones que reduzcan la cantidad de Oxígeno por abajo de niveles de respiración seguros.
- En altas concentraciones, los componentes de la gasolina pueden causar desórdenes en el sistema nervioso central.
- Es asfixiante, la exposición a atmósferas con concentraciones excesivas de vapores de gasolina, puede causar un colapso repentino, coma y la muerte.

Es importante mencionar que los efectos más graves a la salud se dan en espacios confinados lo cual no es el caso de este proyecto a menos que se tenga una atmosfera muy estable en el momento de la fuga.

Tabla II.37. Explosión escenario 7 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	1psi	48 metros
Zona de amortiguamiento	0.5psi	79 metros

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo en atmosferas muy estables los vapores pueden generar explosiones.

Tabla II.38. Nubes con potencial de explosión escenario 7 modelado con ALOHA

Zona	Consideración	Distancia
Zona de riesgo	5760 ppm = 60% LEL	41 metros
Zona de amortiguamiento	960 ppm = 10% LEL	117 metros

La gasolina no es una sustancia explosiva su principal peligro es que es inflamable. Sin embargo, los vapores de gasolina en cierta concentración si podría generar efectos explosivos.

CONCLUSION ESCENARIO 7 : dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente que se refiere a patín de medición y trampa de recibo, prácticamente podría dañar toda la planta en un escenario sin salvaguardas y sin atención al derrame, cabe mencionar que este escenario es muy poco probable y únicamente se presenta para ver los efectos que tendría, se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios y alarmas.

II.1 Interacciones de riesgo

Después de hacer un análisis de todos los escenarios podemos concluir que si se tendrán interacción de riesgos con equipos dentro de la instalación, únicamente el escenario 1 sale de la instalación pero sin consecuencias para alguna zona habitacional cercana. A continuación, se describen cada una de estas interacciones de riesgo por cada nodo.

Interacción escenario 1: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente que se refiere a patín de medición y trampa de recibo. También podría generarse un daño a parte de la planta y tanques de almacenamiento.

Interacción escenario 2: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 9.41 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I=10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Interacción escenario 3: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 9.41 kw lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Interacción escenario 4: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 7.74 kW lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra en el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan.

Interacción escenario 5: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente, también afectaría a los tanques contiguos.

La distancia entre tanques es de 10 metros aproximadamente el software ALOHA arroja que a esa distancia se generara una radiación de 28 kW lo cual podría dañar de manera considerable la integridad de los tanques de almacenamiento vecinos pues según un artículo publicado por el Dr. Eric Cabrera Estupiñán y el Ing. Alejandro Alomá Barceló de la Universidad Laica «Eloy Alfaro» de Manabí ULEAM, extensión Chone, Ecuador y de la Empresa de Ingeniería y Proyectos del Petróleo, EIPP, Habana. Respectivamente (http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382015000300001) menciona lo siguiente:

- Se define el valor de $I = 10 \text{ kW/m}^2$ como intensidad de radiación límite para el criterio de vecindad entre tanques.

Esta tradición se encuentra sobre el límite en el cual se podría generar daño a los tanques, comenzando por el recubrimiento exterior con el que cuentan. En este caso los radios de afectación son mas grandes puesto que la cantidad de material que podría derramarse también es grande, 40 mil barriles.

Interacción escenario 6: se podrían ver afectadas Algunas tuberías e instrumentación, así como algún carro tanque que se encuentre cercano en el momento de la eventualidad.

Interacción escenario 7: dentro de la zona de afectación por radiación térmica, se vería afectada la instrumentación cercana principalmente que se refiere a patín de medición y trampa de recibo, prácticamente podría dañar toda la planta en un escenario sin salvaguardas y sin atención al derrame, cabe mencionar que este escenario es muy poco probable y únicamente se presenta para ver los efectos que tendría, se contara con un sistema fijo contra incendio, capacitación en control y combate de incendios y alarmas.

En conclusión podemos decir que ninguno de los escenarios antes previstos sobrepasaran las instalaciones, ninguno afectara directamente a las poblaciones cercanas y todos cuentan con medidas preventivas y de sistemas de emergencia para que no se generen en la vida útil del proyecto Terminal Río Bravo.

II.2 Efectos sobre el Sistema Ambiental

Después de analizar todos los escenarios y las interacciones de estos riesgos con equipo e instalaciones cercanas podemos describir los efectos directos que se tendría sobre el medio ambiente, los escenarios no sobrepasan los límites del Proyecto sin embargo en el caso de una pool fire (incendio) los efectos serían:

- Contaminación del aire por los gases producidos por la reacción de combustión de los hidrocarburos formados, principalmente, por Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, vapor de agua, Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Plomo, dichos gases se consideran contaminantes ya que son parte de la problemática de efecto invernadero, además de causar lluvia ácida la cual es un factor de riesgo para la vida acuática, las plantas y los seres humanos.
- En caso de un incendio con las consecuencias arriba mencionadas podría verse afectado por lluvia ácida la vida en el Río Bravo y los 3 cuerpos de agua cercanos, esto depende de la dirección y velocidad del viento en el momento de algún incidente y que se genere una lluvia lo que provocaría. La lluvia ácida provoca que el pH de los lagos y ríos tengan un nivel de pH inferior a 6, lo que se conoce como acidificación, esto dificulta el desarrollo de la vida acuática aumentando el número de peces muertos y afectando a la cadena alimentaria.
- En caso de un incendio con las consecuencias arriba mencionadas podría verse afectado por lluvia ácida la zona de cultivos que se encuentra rodeando al proyecto el mayor efecto se deriva de bajar o terminar con la vida de los microorganismos fijadores de nitrógeno además empobrecimiento de ciertos nutrientes esenciales por lo que las plantas y árboles no disponen de estos y se hacen más vulnerables a las plagas.
- Efectos sobre la salud de las personas, los contaminantes del aire, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, pueden causar enfermedades respiratorias, como el asma o la bronquitis crónica.



Figura II. 1. Efectos sobre el Sistema Ambiental.

Sin embargo, como se ha mencionado existen medidas de seguridad y preventivas para evitar este tipo de eventualidades y así evitar daños al medio ambiente, además de que en la instalación se contara con un sistema de recuperación de vapores, de extinción de incendios, de contención de derrames y trampas para hidrocarburos.



CAPÍTULO III

SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL

ÍNDICE

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL	III-1
III.1 Recomendaciones técnico – operativas	III-1
III.1.1 Sistemas de seguridad	III-5
III.1.2 Sistema de pararrayos.....	III-8
III.2 Medidas preventivas	III-9
III.2.1 Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI)	III-9
III.2.2 Sistema de puesta a tierra.....	III-10
III.2.3 Unidad Recuperadora de Vapores (URV)	III-10

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

III.1 Recomendaciones técnico – operativas

Con la finalidad de realizar una caracterización de las recomendaciones se le asoció la magnitud de riesgo calculado para cada una de las desviaciones, resultado de la ponderación realizada con el grupo multidisciplinario y se le clasifica de acuerdo con dicho resultado, la mayoría de las recomendaciones se clasificaron para las desviaciones con Riesgo tipo C (Riesgo Aceptable con Controles) sin embargo también se identificaron riesgos tipo B (Riesgo indeseable) de acuerdo con su magnitud de riesgo, cabe mencionar que el análisis se realizó considerando que las salvaguardas fallan y estas recomendaciones servían de soporte al sistema y disminuir la probabilidad de que ocurriese un evento no deseado.

NODO1:

- Confirmar con la empresa encargada del ducto el correcto funcionamiento del sistema de ducto, confirmar que las bombas seleccionadas y la tubería no sobrepasen la presión de diseño.
- Considerar válvula de expansión térmica donde se requiera, verificar con la empresa encargada del ducto esta recomendación.
- Elaborar procedimiento De operación por recibo de Poliducto.
- Confirmar el correcto funcionamiento del sistema de ducto, confirmar que la tubería no sobrepase la presión de diseño
- Tener un grupo de vigilancia las 24 horas dentro y fuera de la terminal Rio Bravo
- Considerar cambiar el tipo de válvula por una válvula de control automática
- Considerar conexión a SCADA
- Considerar Transmisores de presión Antes y después de la PCV
- Implementar un programa de operación, inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y equipos.

NODOS 2, 10

- Considerar la instalación de un dispositivo para prevenir sobrepresión PSV
- Considerar testigos de corrosión
- Señales y bolardos
- Realizar un PPA

NODO 3, 6, 9, 11

- Sistema de paro de emergencia manual.
- Elaborar Procedimientos de Operación y mantenimiento Para instrumentos
- Aplicar los Procedimientos de Mantenimiento de los Instrumentos de acuerdo al Proveedor

- Considerar la adición de un indicador de nivel local.
- Proveer de capacitación Y procedimientos de Operación al personal para Que realice el paro de Bombas que aplique o para Que opere (abra o cierre) Las válvulas necesarias.
- Implementar un Programa de calibración y Mantenimiento de la Instrumentación con base a Las recomendaciones del Fabricante.
- Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de tierras en Cada tanque de Almacenamiento.
- Implementar un Programa de mantenimiento Del sistema de pararrayos En cada tanque de Almacenamiento.
- Incluir en el manual de Operación el sistema de Administración de alarmas y Alertas para atención y Vigilancia del operador.
- Aplicar programa de Inspección y mantenimiento A tanques de Almacenamiento.
- Los tanques de Almacenamiento deben ser Diseñados acuerdo con el api 650
- Prueba de hermeticidad de los tanques cada 5 años

NODO 4, 12

- Verificar que la presión de shut down de las bombas no exceda la presión de diseño de las tuberías
- Verificar que la alarma de baja presión funcione durante todo el proceso.
- Verificar que el paro de emergencia se encuentre instalado corriente arriba del medidor.
- Verificar que la bomba de relevo cumpla con características similares a la bomba principal.
- Verificar que los sellos de la bomba se encuentre en óptimas condiciones de operación antes de comenzar actividades.
- Procedimiento del acceso de autotanques, deberá de contemplar que los autotanques lleguen vacíos
- Aplicar el procedimiento De verificación para el Control de acceso de Autotanques.
- Incluir en el sistema de control de acceso la Verificación del sensor Óptico, conexión de tierra e inhabilitación del encendido del motor.
- El procedimiento del Acceso de autotanques Deberá contemplar que los autotanque lleguen vacíos.
- Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento a tuberías, válvulas y Equipos., así como de la planta de emergencia para que siempre este en óptimas condiciones
- Supervisión por parte del personal de seguridad de TERMINAL RIO BRAVO
- Aplicar lista de Verificación de puntos de conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual).
- Proveer de capacitación En procedimientos de Operación en la conexión y Desconexión de auto Tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento (inspección de rutina).

- Implementar un programa De verificación de la Resistividad de forma anual, para asegurar el estado y funcionamiento del sistema de tierras
- Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / desconexión de auto tanque, antes de iniciar el bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección de rutina).

NODO 5:

Considerar la instalación de un dispositivo para prevenir sobrepresión PSV.

Evaluar las dimensiones del Transmix y verificar si es necesario enviar el flujo de psv de la línea de entrada a otro tanque.

NODO 7:

- Verificar que la presión de shut down de las bombas no exceda la presión de diseño de las tuberías
- Verificar que la alarma de baja presión funcione durante todo el proceso.
- Verificar que el paro de emergencia se encuentre instalado corriente arriba del medidor.
- Verificar que la bomba de relevo cumpla con características similares a la bomba principal.
- Verificar que los sellos de la bomba se encuentre en optimas condiciones de operación antes de comenzar actividades.

NODO 8:

- Verificar durante el Desarrollo de la ingeniería De detalle que la presión de Diseño de los equipos no es Mayor a presión de flujo Cero de la bomba (shut-off)
- Considerar la adición de una válvula a la entrada del tanque. Considerar la conexión a tierras en las descargaderas de aditivos.
- Adicionar sistema de dren (fosas) en el área de descargadera de aditivos
- Cambiar el diámetro de la línea de llegada a 4 pulg
- Considerar agregarle señales de luz para indicar si el tanque esta lleno o vacío y una alarma sonora cuando este lleno.
- Adicionar arrestador de flama.
- Aplicar lista de Verificación de puntos de Conexión / desconexión Antes y después del bombeo (inspección visual).
- Proveer capacitación en procedimientos de operación en la conexión y desconexión de autotankes antes de iniciar el bombeo hacia tanques de almacenamiento
- Implementar un programa de verificación de la Resistividad de forma anual, Para asegurar el estado y Funcionamiento del sistema De tierras.
- Elaborar los Procedimientos de Operación en la conexión / Desconexión de auto Tanque, antes de iniciar el Bombeo hacia tanques de Almacenamiento (inspección De rutina).

- Los detectores de gas En el área de etanol Deberán ser adecuados Para el monitoreo de Vapores de etanol.

NODO 13:

- El proveedor del equipo (paquete de recuperación de vapores) deberá proveer el análisis De riesgos correspondiente cumpla Con la normatividad en Materia ambiental y de Seguridad.
- Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos.

NODO 14:

- Instalar válvula de Bloqueo manual en la salida Del sistema de drenaje Pluvial considerando este Escenario.
- Realizar un plan de Simulacros y programa de Capacitación de personal en materia de seguridad y respuesta a emergencias
- Implementar un Programa de operación, Inspección y mantenimiento A tuberías, válvulas y Equipos.
- Implementar paro de emergencia por muy alto Nivel
- Indicador local de nivel Dentro de los Procedimientos de Mantenimiento del tanque De etanol se deberá Considerar que su Disposición sea a través de Un autotanque.

Otras medidas que se recomienda implementar en la TERMINAL RIO BRAVO para reducir la posibilidad de ocurrencia de los eventos identificados son los siguientes:

- Incluir en el Programa de Capacitación Anual lo correspondiente a la operación de recibo de producto por descargaderas y llenaderas.
- Efectuar estudio de factibilidad para instalación de apartarrayos que cubra todas las áreas de riesgos. (Almacenamiento de producto, área de llenado, etc)
- Instalar conexiones eléctricas a prueba de explosión en toda la instalación.
- Programar el cambio anual de sellos mecánicos
- Verificar la integridad de los diques de contención
- Dar mantenimiento constante (limpieza) al drenaje aceitoso
- Realizar cuando menos 2 simulacros de incendio al año.
- Realizar mantenimientos preventivos al sistema fijo contra incendio
- Realizar mantenimientos preventivos al sistema móvil contra incendio (extintores)
- Desarrollar e Implementar el Manual de procedimientos para la operación, mantenimiento y seguridad.
- Desarrollar e Implementar el Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).

- Se debe tener a la mano las especificaciones de diseño, construcción, planos y datos históricos de las condiciones de operación, mantenimientos y reparaciones efectuadas al sistema (para un sistema ya construido), así como datos de corrosión y de protección catódica que deben ponerse a disposición del personal operativo.
- Desarrollar e Implementar el Programa anual de operación, mantenimiento y seguridad avalado por una Unidad de Verificación o Tercero Especialista.

III.1.1 Sistemas de seguridad

En caso de presentar un evento de incendio y/o fuga de productos, se contará con rutas de evacuación y equipo de combate de incendio, combate de fuego directo, equipo autónomo de respiración y el equipo de protección personal, además de los procedimientos especiales en caso de emergencia que serán descrito en el Programa de Prevención de Accidentes.

Los Sistemas de Seguridad y Contra incendio para la Terminal de Almacenamiento se basa y cumple con la Norma Oficial Mexicana de Emergencia: PROY-NOM-006-ASEA-2017, "Especificaciones y criterios técnicos de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente para el Diseño, Construcción, Pre- Arranque, Operación, Mantenimiento, Cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de Almacenamiento de Petrolíferos y Petróleo, excepto para Gas Licuado de Petróleo" y con los estándares de la NFPA (National Fire Protection Association), que se indican en este documento.

El Sistema Contra Incendio tiene como equipo principal: Tanque de Agua Contra incendio de 1,828 m³ de capacidad, sistema de bombeo, una bomba principal con motor eléctrico, otra bomba de relevo con motor a diesel y la bomba Jockey para presurización de la red de agua. Se tendrá sistema de alarma y monitoreo. Los tanques estarán protegidos con cámaras de espuma y anillos de rociadores para enfriamiento, también se tendrá suministro de espuma en los puntos donde se considere que se puede dar una fuga de hidrocarburo que pueda iniciar un incendio. El suministro del agua para servicio Contra incendio es a partir de un Tanque de Almacenamiento, el cual será llenado con agua dulce por la planta.

En general, los Sistemas de Protección Contra incendio de la Terminal, incluyen:

- a) Sistema de Diluvio Solución Agua- Espuma para las bombas de proceso, de acuerdo a la norma API-2030-2014, NFPA 13-2016.
- b) Sistema de Diluvio base agua, usando anillos de enfriamiento para el área de tanques de almacenamiento, de acuerdo a la norma NFPA 11-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.

- c) Cámara de espuma para área de tanques de almacenamiento de acuerdo a los requerimientos de la norma NFPA 11-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- d) Monitores para el área de Diques de los tanques de almacenamiento, bombas de proceso, llenaderas y unidad recuperadora de vapor de acuerdo a la norma NFPA 11-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- e) Red de agua Contra incendio, enterrada (tubería HDPE), monitores de agua-espuma, hidrantes, válvulas de diluvio, válvulas aisladoras con poste indicador, de acuerdo a la NFPA-24-2013
- f) Bombas principales de agua Contra incendio, 1 (una). Accionamiento con motor eléctrico acuerdo a NFPA-20-2016 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- g) Bomba de Emergencia Contra incendio accionada con motor de combustión interna a Diesel suministrada con tanque de almacenamiento de Diesel y su tablero de control, de acuerdo a NFPA-20-2016 y **PROY-NOM-006- ASEA-2017**.
- h) Bomba Jockey de Agua Contra incendio, 1(unos), presión de descarga de 10 a 15 psi arriba de la presión de descarga de la bomba principal. Accionamiento con motor eléctrico, de acuerdo a NFPA-20-2016 y **PROY- NOM-006-ASEA-2017**.
- i) Tanque de Almacenamiento de Agua Contra incendio, 1 (uno) capacidad adecuada para almacenar durante 4 horas, de acuerdo a **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- j) Sistema de Gabinetes con Manguera, de acuerdo a NFPA-14-2016.
- k) Sistemas de Supresión de Incendio en el Área de Edificios de acuerdo a la NFPA-2001, NFPA-12, NFPA-13, NMX-S-066-SCFI-2015 y **PROY-NOM-006-ASEA-2017**.
- a. Cuarto de control y Telecom, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, Protegido con sistema de supresión de agente limpio.
- b. Cuarto Eléctrico, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, Protegido con un extintores de CO2
- c. Subestación Eléctrica/ MCC, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con un sistema de supresión a base de CO2 y el cuarto de baterías con detectores de hidrogeno.

d. Generador de emergencia, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con un sistema de supresión a base de CO₂ y detección de humo.

e. Almacén y Taller de mantenimiento, la Clasificación de la ocupación se considera como Riesgo Ligero, protegido con extintores de polvo químico seco (PQS) y gabinetes con manguera.

l) Detectores de Humo para los edificios deberán ser tipo fotoeléctrico inteligentes para áreas no clasificadas de acuerdo a los requisitos de la NFPA-72-2016.

m) Detectores de flama en el área de Tanques, Trampa de Diablos, Casa de Bombas y Llenaderas, provista con detectores de flama del tipo UV/IR, que cuando detecten fuego se activaran las alarmas audibles y visible, con un segundo detector cuando detecte fuego se activara el paro del área donde se detectó el fuego.

n) Detectores de Gas Combustible en el área de Tanques, Patines de Medición, Trampa de Diablos, Casa de Bombas y Llenaderas, se activaran las alarmas audibles y visibles cuando se detecte alta concentración de gas combustible (LEL), en el área donde estén ubicados los detectores de gas combustible.

o) Alarmas Audibles/Visibles, dentro de los edificios y área de proceso, de acuerdo con la NFPA-72-2016 y estar listados UL y/o aprobados FM.

p) Estaciones manuales de alarma por fuego, en los edificios y área de proceso debe ser listada UL y/o aprobada FM.

q) Módulos monitor y mini módulos monitor para los edificios.

r) Extintores portátiles y sobre ruedas,

- Base de polvo químico seco tipo ABC
- Base de Dióxido de Carbono

Están determinados de acuerdo a lo indicado en la NOM-002-STPS-2010 y NFPA-10

s) Equipo de Seguridad – Regaderas y Lavajojos

- Regaderas de emergencia con lavajojos, de acuerdo a lo indicado en Z358.1-2014
- Regaderas de emergencia con lavajojos, de acuerdo a lo indicado en Z358.1-2014

III.1.2 Sistema de pararrayos

El sistema de pararrayos se aplica a los edificios y estructuras con una altura superior a 7,5 metros, cumpliendo con la norma estándar NFPA 780 para la instalación de sistemas de protección contra descargas atmosféricas o equivalente, analizando las estructuras, equipos, edificios y sistemas de pararrayos existentes (si es necesario). Se consideran todos los criterios, para las zonas de protección y los métodos recomendados como el método de esfera rodante donde la protección de zona debe incluir el espacio no invadido por una esfera rodante, con un radio de la distancia, determinado para el tipo de estructura que se protege.

Por lo tanto, el sistema de pararrayos es un sistema de terminales aéreas, conductores (que incluyen elementos estructurales conductores), electrodos de puesta a tierra, conductores de interconexión, dispositivos de protección contra sobretensiones y otros conectores y accesorios necesarios para completar el sistema.

Se utiliza la Norma mencionada para aplicar los criterios de protección para requisitos generales de las instalaciones, protección de las estructuras diversas y aplicaciones especiales, protección para estructuras que contengan vapores, gases o líquidos inflamables, protección de estructuras, cubiertas, materiales explosivos. Se deben usar las mejores prácticas para hacer la interconexión entre el sistema de puesta a tierra y el sistema de pararrayos.

III.2 Medidas preventivas

III.2.1 Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI)

Para mayor referencia ver Diagrama de Tubería e Instrumentación: 7459-1105-280-DTI-138. Tratamiento de agua aceitosa

La función de esta sección (CPI) es la separación agua-aceite de los drenajes aceitosos recolectados de los diques de contención y sardineles provenientes del área de tanques de almacenamiento, área de bombas, auto-tanques de la terminal y de las trampas de diablos. El agua tratada del CPI se enviará al drenaje municipal y el aceite o hidrocarburo líquido recuperado será captado en una cisterna para almacenarlo temporalmente. Después será enviado a disposición final al igual que los lodos.

La Unidad Recuperadora de Vapores serán diseñada para una capacidad de 35 mg/lit de gasolina cargada a auto- tanque en ppm de compuestos orgánicos volátiles (COV's), conforme a lo indicado por la Norma Mexicana: PROY- NOM-006-ASEA-2017.

Las URV contarán con el equipo siguiente para garantizar su operación:

- Accesorios incluyendo manguera de recolección de vapor, arrestador de flama, válvula automática, indicador de presión, interruptor de alta presión, alarma sonora y luminosa.
- Cabezal de recolección de vapores, incluyendo válvula de presión-vacío (plataforma y escalera de acceso);
- Instalación de válvulas de presión-vacío y arrestador de flama en la tubería colectora y cabezal de vapor, antes de la Unidad Recuperadora de Vapores;
- Medidor de flujo de vapor;
- Puerto de muestreo para instalar analizador de gases y realizar las pruebas de evaluación de la Operación y eficiencia del sistema;
- Unidad analizadora de vapores de Hidrocarburo;
- Tubería de retorno de gasolina recuperada, incluyendo válvula de bloqueo y válvula de alivio por expansión térmica en el punto de interconexión;
- Conexiones herméticas para prevenir escape de vapor a la atmósfera;
- Sistema de alimentación eléctrica;
- Instalación del sistema de tierras;
- Instrumentación con alarmas sonoras y luminosas.

Todo el producto recuperado en fase líquida se envía por tubería cerrada al tanque de gasolina regular de la terminal.

III.2.2 Sistema de puesta a tierra

La Terminal de Almacenamiento requiere un sistema de puesta a tierra para la seguridad del personal y las instalaciones, por lo tanto, se diseñó una red de tierra principal para la subestación eléctrica, sala de control y edificios de acuerdo con los requisitos del Estándar IEEE 80, IEEE Std 142, Norma Mexicana sección 250 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.

Todos los equipos eléctricos, botoneras, equipos de HVAC, interruptores desconectados, gabinetes, cajas de conexión, receptáculos con apagadores, motores, válvulas motorizadas, instrumentos, etc.; serán puestos a tierra mediante la malla de tierras, de acuerdo con la sección 250.122 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012 con un tamaño mínimo de cable de conexión a tierra de 2 AWG.

III.2.3 Unidad Recuperadora de Vapores (URV)

La Unidad Recuperadora de Vapores serán diseñada para una capacidad de 35 mg/lit de gasolina cargada a auto- tanque en ppm de compuestos orgánicos volátiles (COV's), conforme a lo indicado por la Norma Mexicana: PROY- NOM-006-ASEA-2017.

Las URV contarán con el equipo siguiente para garantizar su operación:

- Accesorios incluyendo manguera de recolección de vapor, arrestador de flama, válvula automática, indicador de presión, interruptor de alta presión, alarma sonora y luminosa.
- Cabezal de recolección de vapores, incluyendo válvula de presión-vacío (plataforma y escalera de acceso);
- Instalación de válvulas de presión-vacío y arrestador de flama en la tubería colectora y cabezal de vapor, antes de la Unidad Recuperadora de Vapores;
- Medidor de flujo de vapor;
- Puerto de muestreo para instalar analizador de gases y realizar las pruebas de evaluación de la Operación y eficiencia del sistema;
- Unidad analizadora de vapores de Hidrocarburo;
- Tubería de retorno de gasolina recuperada, incluyendo válvula de bloqueo y válvula de alivio por expansión térmica en el punto de interconexión;
- Conexiones herméticas para prevenir escape de vapor a la atmósfera;

- Sistema de alimentación eléctrica;
- Instalación del sistema de tierras;
- Instrumentación con alarmas sonoras y luminosas.

Todo el producto recuperado en fase líquida se envía por tubería cerrada al tanque de gasolina regular de la terminal.

En el área de tanques se ha dispuesto de un conjunto de diques de contención, con pisos de concreto armado y herméticos, de manera que cualquier posible derrame queda contenido en los diques.



CAPÍTULO IV

RESUMEN

ÍNDICE

IV. RESUMEN	IV-1
IV.1 Conclusiones del Estudio de Riesgo Ambiental	IV-1
IV.2 Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental.....	IV-4
IV.3 Informe Técnico debidamente llenado	IV-5

IV. RESUMEN

IV.1 Conclusiones del Estudio de Riesgo Ambiental

Como resultado del análisis de riesgo HAZOP, se concluye que el proyecto es considerada como de alto riesgo, en función a la cantidad de gasolina que almacenará y distribuirá. Es importante mencionar que se tendrán los sistemas, equipos, programas y procedimientos operativos y de seguridad necesarios, además, de un programa completo de mantenimiento y personal capacitado, para establecer un régimen operativo confiable para el personal, la comunidad, las instalaciones y el medio ambiente, se puede calificar como empresa segura, siempre y cuando se mantengan los equipos en óptimas condiciones, realizando los mantenimientos preventivos programados y se cumpla con los procedimientos operativos correspondientes.

Las medidas preventivas implementadas, proporciona los controles suficientes para evitar la cadena de eventos o conjunto de condiciones que potencialmente pudieran causar la perdida de contención de hidrocarburos y generar alguna situación de emergencia.

El predio donde se realizará la construcción está asentado en un área que previamente ya se encontraba impactada de manera industrial pues anteriormente esta instalación funcionaba como planta de almacenamiento de gas lp, por lo que es válido este tipo de instalaciones.

Aunque la zona cercana al sitio del proyecto no es una zona donde se han presentado inundaciones no se prevé por la topografía del terreno que el proyecto llegue a inundarse.

Con respecto a riesgos por vulcanismo, para el proyecto no se preveen riesgos de este tipo pues no existe en un radio de más de 1 km algún tipo de volcán.

Con respecto a los riesgos por sismo, el sitio del proyecto no es susceptible a sismos de grandes magnitudes, por lo que se prevé el proyecto tiene una probabilidad muy baja de verse afectado por sismo, cabe mencionar que toda la estructura de los edificios, las zonas de almacenamiento, vialidades y en general toda la instalación será construida con base a los criterios y procedimientos indicados en el Manual de Diseño de Obras Civiles, Diseño por Sismo, de la Comisión Federal de Electricidad, última edición.

De acuerdo a la información presentada el sitio del proyecto no presenta peligro de falla o fractura.

Con referencia a riesgos químico tecnológico específicamente derrame de hidrocarburos, el proyecto es susceptible a este tipo de eventualidades tanto dentro como fuera de las futuras instalaciones, sin embargo, en este apartado nos enfocaremos a los riesgos externos ya que en el capítulo II del presente estudio se hace mención de los riesgos internos del proyecto.

Dado el lugar al que nos referimos se tiene un riesgo de fuga de hidrocarburos por:

- Ducto de 5 y 8 pulgadas de diámetro que surtirá el material a las instalaciones el riesgo básicamente se enfoca hacia robo de combustible ya que es una situación muy común dentro de nuestro país, sin embargo, consideramos un riesgo medio a bajo de esta eventualidad
- Fuga de hidrocarburos por la volcadura de una pipa ya sea de las que irán hacia la instalación con etanol o las que salen de la instalación, este tipo de eventualidades también son muy comunes pero en carreteras o vías de alta velocidad para el proyecto no se descarta, sin embargo es muy poco probable ya que por el tipo de vialidad que se presenta en la inmediaciones de la futura instalación que es de baja velocidad consideramos que este riesgo es bajo y con consecuencias hacia el medio ambiente.

Es decir que este tipo de situaciones no pone en riesgo a nuestro proyecto sin embargo consideramos pertinente mencionarlas ya que afectarían de manera indirecta con interrupción de vialidades mientras ocurre la emergencia y se vuelve a la normalidad

No se detectaron empresas de alto riesgo cercanas al sitio.

No se prevé que alguna eventualidad dentro de LA TERMINAL RIO BRAVO cause daños a la población pues los radios de afectación no sobrepasan a las propias instalaciones. La afectación que podría generarse para el ser humano fuera de las instalaciones es por lluvia acida misma que ya se describió en el capítulo II.

Dentro de las zonas de mayor vulnerabilidad tenemos:

- A 3.4 km al este un cuerpo de agua
- A 4.8 km al oeste un cuerpo de agua
- A 8 km al sur un cuerpo de agua
- A mas de 7 km al norte el Rio Bravo
- A 600 metros al este la localidad de la Gloria con menos de 5000 habitantes (información de DENUE)
- A 500m al oeste la comunidad de la Gloria con menos de 5000 habitantes (información de DENUE)
- A 1218 metros al este 2 centros educativos
- A 3416 metros al oeste 2 centros educativos.

Las cuales no se prevé se vean afectados de manera directa por el proyecto que nos ocupa.

el mayor riesgo es una fuga de grandes magnitudes de hidrocarburos sin embargo no se prevén efectos fuera de las instalaciones por radiación térmica cabe mencionar que cualquier incendio provoca contaminación y se tienen efectos negativos en ese sentido.

IV.2 Resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

En general y con respeto a los eventos que pudieran generarse derivado de fuga de hidrocarburos (incendio) se tiene que:

- Es una zona industrial por lo tanto es factible que TERMINAL RIO BRAVO se instale en esa zona
- No afectara a asentamientos humanos pues el evento de mayor magnitud no afecta al asentamiento habitacional más cercano que se encuentra a aproximadamente de 500 metros del proyecto.
- en el caso de un incendio siempre se tienen consecuencias para el medio ambiente los cuales son:
- Contaminación del aire por los gases producidos por la reacción de combustión de los hidrocarburos formados, principalmente, por Nitrógeno, Oxígeno, Dióxido de Carbono, vapor de agua, Hidrógeno, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno y Plomo, dichos gases se consideran contaminantes ya que son parte de la problemática de efecto invernadero, además de causar lluvia acida la cual es un factor de riesgo para la vida acuática, las plantas y los seres humanos.
- En caso de un incendio con las consecuencias arriba mencionadas podría verse afectado por lluvia acida la vida en el Rio Bravo y los 3 cuerpo de agua cercanos , esto depende de la dirección y velocidad del viento en el momento de algún incidente y que se genere una lluvia lo que provocaría La lluvia ácida provoca que el pH de los lagos y ríos tengan un nivel de pH inferior a 6, lo que se conoce como acidificación, esto dificulta el desarrollo de la vida acuática aumentando el número de peces muertos y afectando a la cadena alimentaria.
- En caso de un incendio con las consecuencias arriba mencionadas podría verse afectado por lluvia acida la zona de cultivos que se encuentra rodeando al proyecto el mayor efecto se deriva de bajar o terminar con la vida de los microorganismos fijadores de nitrógeno además empobrecimiento de ciertos nutrientes esenciales por lo que las plantas y árboles no disponen de estos y se hacen más vulnerables a las plagas.
- Efectos sobre la salud de las personas, los contaminantes del aire, como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, pueden causar enfermedades respiratorias, como el asma o la bronquitis crónica.

IV.3 Informe Técnico debidamente llenado

Se presenta en anexos



CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

ÍNDICE

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	V-1
V.1. Formatos de presentación	V-1
V.1.1 Planos de localización	V-1
V.1.2 Fotografías	V-5
V.1.3 Otros anexos	V-6

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

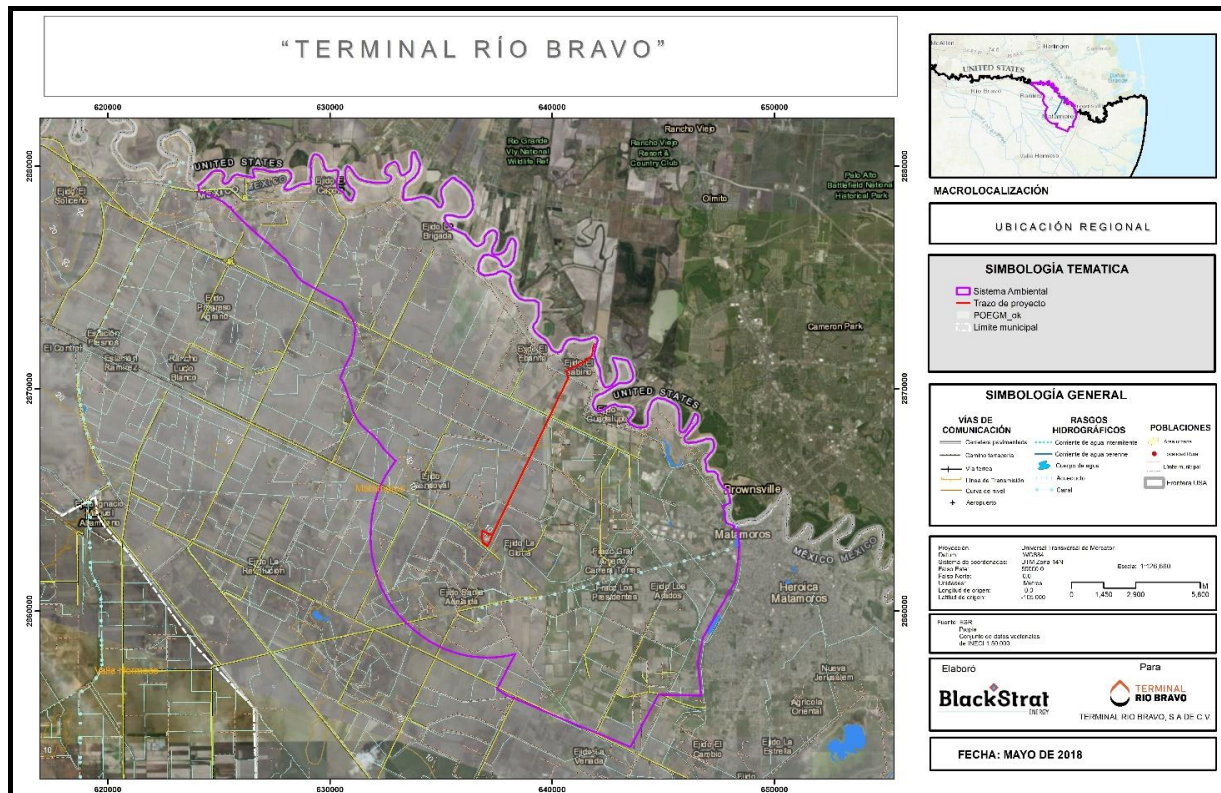


Figura V. 1. Ubicación Regional del proyecto.

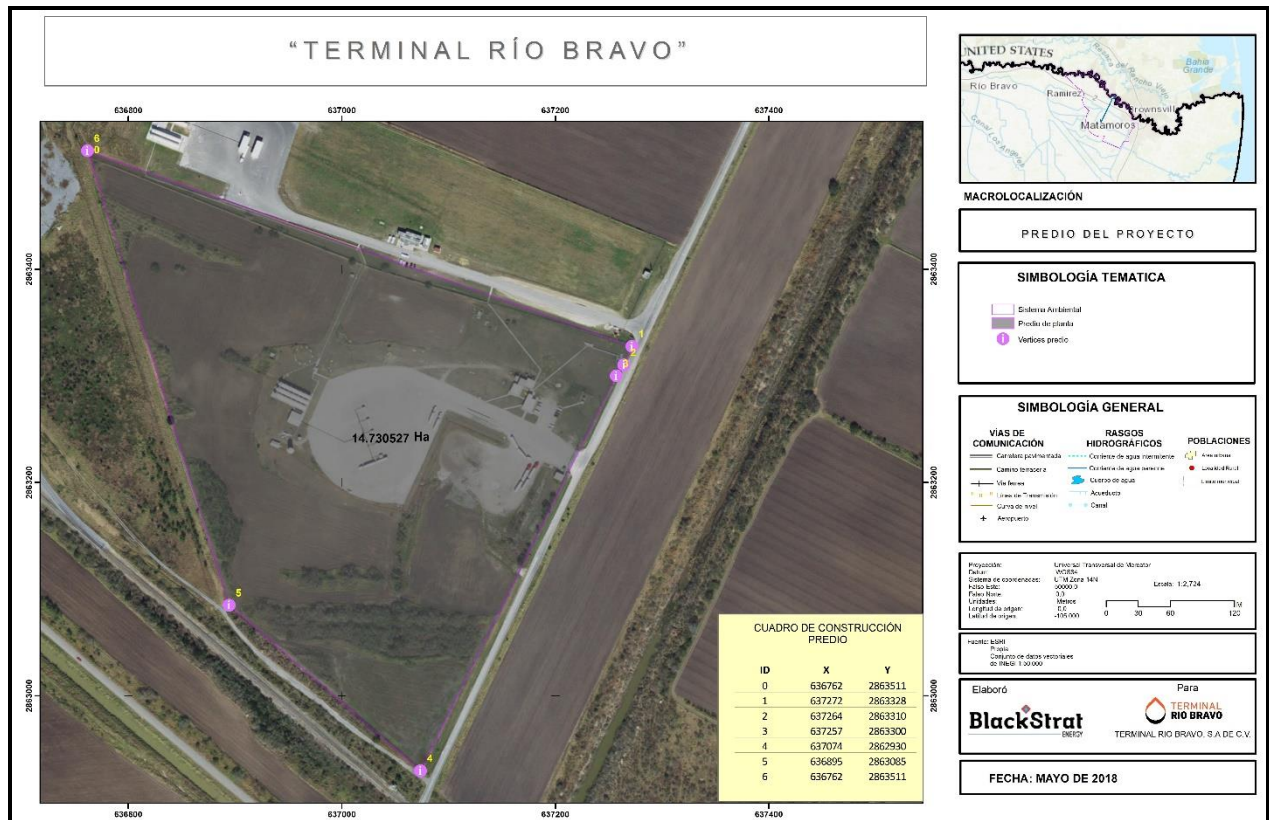


Figura V. 2. Ubicación del predio del proyecto.

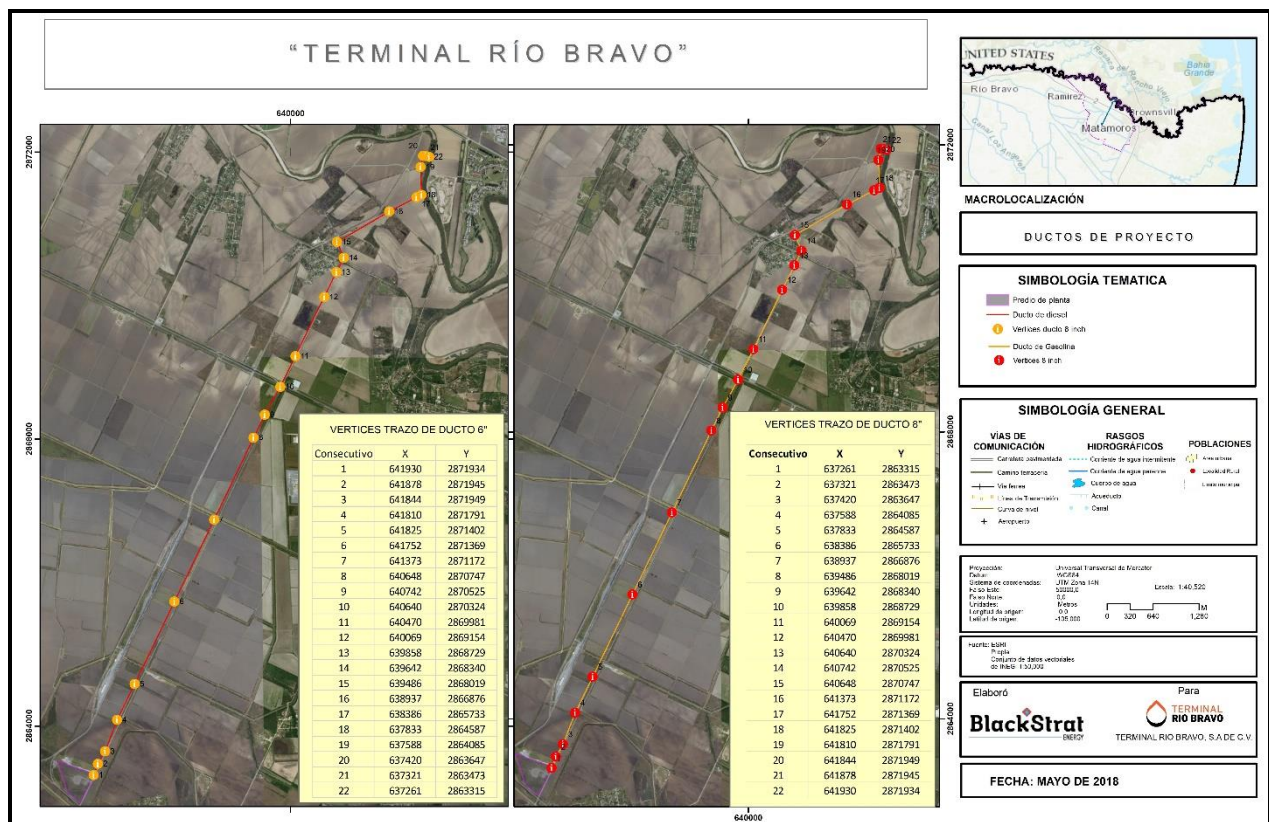


Figura V. 3 Ubicación de los ductos existentes de 6 y 8 pulgadas.

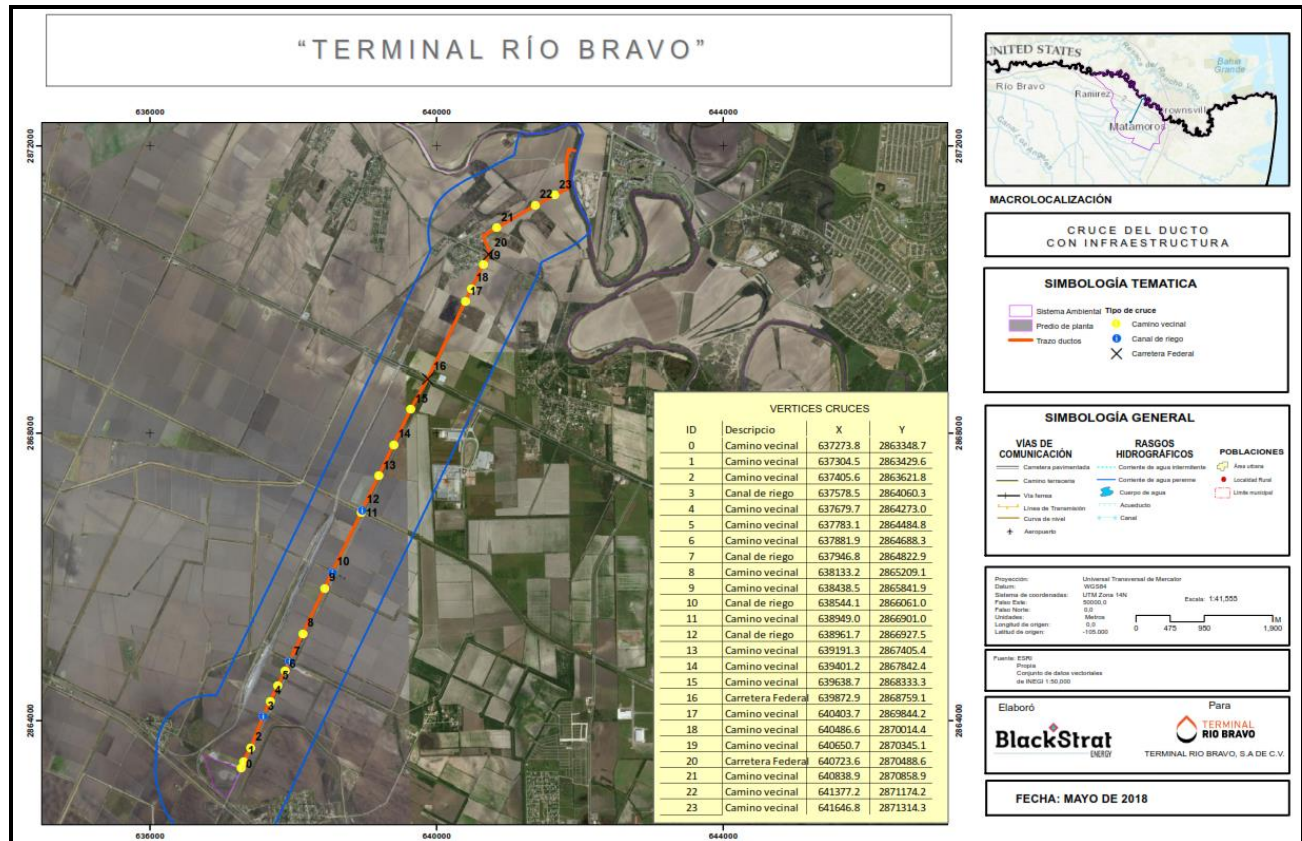


Figura V. 4 Ubicación de los ductos del proyecto.

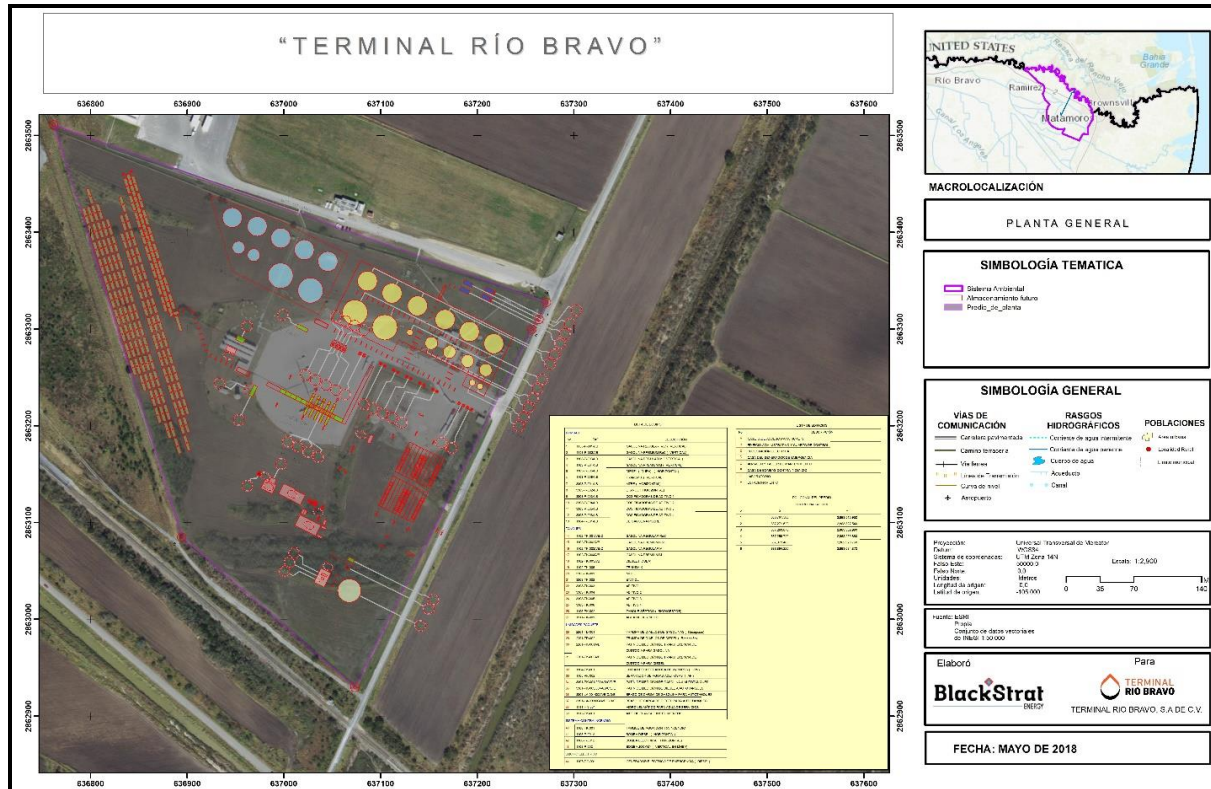


Figura V. 5 Arreglo general del proyecto "Terminal Río Bravo".

V.1.2 Fotografías



Esquina noreste predio



Esquina sur predio



Limite Suroeste predio



Esquina noroeste predio



Centro del predio



V.1.3 Otros anexos

Anexo V.1 planos y diagramas

- Diagramas de flujo
- Arreglo general componentes
- Planos de ductos

Anexo V.2 cartografía

Anexo V.3 estudios

- Perfil topográfico
- Listado de núcleos de población
- Hoja de datos de seguridad
- Modelaciones de riesgo
- Radios de afectación
- Estudio de peligro y operabilidad hazop
- Informe técnico del estudio de riesgos
- Otros documentos
- Mecánica de suelos
- Memorias

Anexo V.4 fotografías