

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 25 |

Contenido

| | |
|--|-----------|
| I. DESCRIPCIÓN DE INGENIERIA BÁSICA..... | 2 |
| I.1. CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES..... | 2 |
| I.2. CRITERIOS Y NORMAS CONSIDERADAS EN LAS BASES DE DISEÑO..... | 11 |
| I.2.1. BASES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO: | 11 |
| I.2.2. BASES DE DISEÑO MECÁNICAS. | 12 |
| I.2.3. BASES DE DISEÑO CIVIL/ESTRUCTURAL..... | 17 |
| I.2.4. BASES DE DISEÑO ELÉCTRICAS | 20 |
| I.2.5. BASES DE DISEÑO PARA TUBERÍAS. | 21 |
| I.2.6. BASES DE DISEÑO PARA LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIO. | 22 |
| I.3. DIAGRAMA DE GANTT EN LA FASE DE DISEÑO DEL PROYECTO..... | 23 |
| I.4 SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A LOS FENÓMENOS NATURALES O CAUSADOS POR EL HOMBRE, EFECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS. | 23 |
| I.4.1. INUNDACIONES Y ENCHARCAMIENTOS..... | 23 |
| I.4.2. HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES. | 24 |
| I.4.3. VIENTOS EXTREMOS. | 24 |
| I.4.4. MASAS DE AIRE (HELADAS, GRANIZO Y NEVADAS). | 24 |
| I.4.5. SISMICIDAD. | 24 |
| I.4.6. FALLAS Y FRACTURAS, DESLIZAMIENTOS Y VULCANOLOGÍA..... | 24 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla I.1 Coordenadas UTM de los vértices del polígono donde se instalara el proyecto | 3 |
| Tabla I.2 Ubicación de los equipos que conforman el proyecto..... | 5 |
| Tabla I.3. Características de equipos principales y auxiliares a utilizar para el proyecto. | 6 |
| Tabla I.4. Características de equipos principales y auxiliares a utilizar para el proyecto (Continuación de Tabla I.3). | 8 |
| Tabla I.5. Características de equipos auxiliares a utilizar para el proyecto. | 10 |
| Tabla I.6 Normas y reglamentos aplicables al proyecto | 11 |
| Tabla I.7 Códigos y Normas aplicables al proyecto | 12 |
| Tabla I.8 Códigos y estándares mexicanos aplicables al proyecto. | 17 |
| Tabla I.9 Normas, Estándares y Códigos para el Proyecto. | 20 |
| Tabla I.10 Códigos aplicables. | 21 |
| Tabla I.11 Normas Mexicanas..... | 22 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 25 |

Figuras

| | |
|--|---|
| Figura I.1. Ubicación del proyecto | 3 |
|--|---|

I. DESCRIPCIÓN DE INGENIERIA BÁSICA.

I.1. CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS PRINCIPALES Y AUXILIARES.

El presente proyecto consistirá en un sistema de control que integrará todos los elementos necesarios para el control operativo de una Terminal de almacenamiento de hidrocarburos, es importante mencionar que el proyecto estará enfocado solo a la fase de diseño. Dicho proyecto estará ubicado en Nuevo Laredo Tamaulipas (**Figura I.1.**).

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 25 |

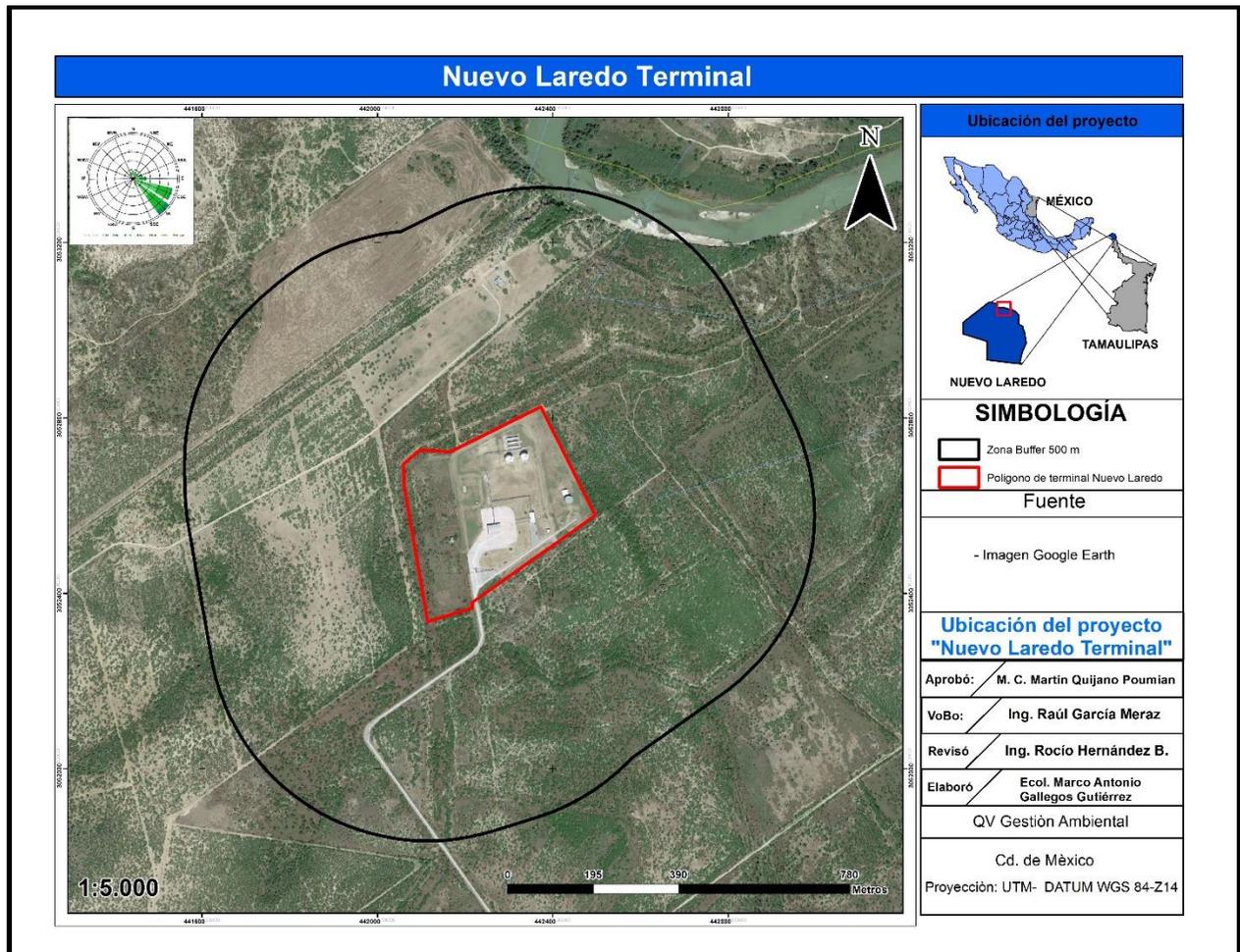


Figura I.1. Ubicación del proyecto.

Ver anexo 1 para más detalle.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de los vértices que comprenden el polígono donde se instalarán los equipos principales y auxiliares del proyecto “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo”

Tabla I.1 Coordenadas UTM de los vértices del polígono donde se instalara el proyecto

| Vértice | Coordenadas UTM | |
|---------|-----------------|-------------|
| | X | Y |
| 1 | 442215.407 | 3052378.674 |
| 2 | 442216.174 | 3052366.978 |
| 3 | 442114.587 | 3052335.150 |
| 4 | 442060.948 | 3052643.726 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 25 |

| Vértice | Coordenadas UTM | |
|----------------|------------------------|-------------|
| | X | Y |
| 5 | 442059.544 | 3052694.505 |
| 6 | 442097.256 | 3052726.943 |
| 7 | 442166.044 | 3052722.616 |
| 8 | 442372.959 | 3052825.642 |
| 9 | 442496.798 | 3052577.662 |

La Terminal de Almacenamiento tendrá la capacidad de manejar los siguientes hidrocarburos:

- ✓ Gasolina Regular
- ✓ Gasolina Premium
- ✓ Diésel

Es importante mencionar que, el equipo y/o áreas relacionadas al manejo de Gas L.P., aunque se encuentren existentes dentro del polígono que comprende el presente proyecto (Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo), estos equipos y/o áreas serán segadas, ya que la terminal contempla solo el almacenamiento de los combustibles señalados anteriormente (Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel).

Además, la terminal de almacenamiento tendrá sistemas para la aditivación de productos en el área de carga de camiones. Las infraestructuras de aditivación de Tehese tendrán la capacidad de inyectar hasta 2 aditivos diferentes.

Es importante mencionar, que la terminal de almacenamiento incluirá en su capacidad máxima, en una primera etapa, 3 tanques para manejar 3 productos diferentes: gasolina regular, gasolina Premium y diésel, con una capacidad de almacenamiento de 80 MBBL, 25 MBBL, 80 MBBL, respectivamente; adicionalmente, 1 tanque transmix para manejar diésel y gasolina con una capacidad de almacenamiento de 10 MBBL. En una segunda etapa (futura) el área de los tanques de almacenamiento se ampliará mediante la adición de 3 tanques más y sus correspondientes equipos e instrumentación.

El diseño para Sistemas de Control e Instrumentación de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo se basará en las instalaciones actuales (sistemas y equipos existentes), los principales se detallan a continuación:

- ✓ Estación de medición (DOS LAREDO METER SKID)
- ✓ Edificio de control
- ✓ PLC del sistema de control para el proceso, apagado de emergencia, detección de alarma de incendio.
- ✓ Soportes de bandeja de cable.
- ✓ Sistema de acceso de control.

Los nuevos equipos y sistemas se integrarán con los equipos y sistemas existentes de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 25 |

A continuación se muestra la ubicación geográfica de los elementos principales que conformarán el proyecto “**Ampliación de la Terminal De Nuevo Laredo**”:

Tabla I.2 Ubicación de los equipos que conforman el proyecto.

| Equipos | Coordenadas UTM. Zona 14. Datum WGS 84 | |
|---|--|------------|
| | X | Y |
| Cuarto de control | 442352.70 | 3052572.03 |
| Bombas y tanque de agua contra incendio | 442430.76 | 3052621.48 |
| Filtros | 442207.98 | 3052557.08 |
| Trampa de Diablos | 442198.92 | 3052635.17 |
| Tanque de Diésel | 442127.17 | 3052632.64 |
| Tanque de Gasolina Regular | 442145.71 | 3052542.21 |
| Tanque de Gasolina Premium | 442158.20 | 3052580.20 |
| Tanque Transmix | 442153.78 | 3052603.83 |
| Unidad Recuperadora de Vapores | 442205.76 | 3052585.71 |

Así mismo se presentan las características de los equipos principales y auxiliares que se utilizarán en el proceso, donde se especifica la clave de identificación, dimensiones, condiciones de operación, sistemas de control y seguridad de procesos, entre otros (**Ver Tablas I.3. a I.5**).

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 6 de 25 |

Tabla I.3. Características de equipos principales y auxiliares a utilizar para el proyecto.

| TANQUES ATMOSFÉRICOS DE ALMACENAMIENTO | | | | | | | |
|---|---|-------|------------------------------------|------------|----------|------------------------------|---------------------------------|
| TAG | DESCRIPCIÓN | CANT. | CAPACIDAD (DE TRABAJO) | HP | Kw | PRESIÓN DE DISEÑO mBar (man) | PRESION DE OPERAC. (mBar (man)) |
| TA-1020 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA REGULAR | 1 | 80,000 BLS. | N/A | N/A | 0/ATM | ATM. |
| TA-1030 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE GASOLINA PREMIUM | 1 | 25,000 BLS. | N/A | N/A | 0/ATM | ATM. |
| TA-1010 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE DIESEL (ULSD) | 1 | 80,000 BLS. | N/A | N/A | 0/ATM | ATM. |
| TA-1040 | TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE TRANSMIX | 1 | 10,000 BLS. | N/A | N/A | 0/ATM | ATM. |
| BOMBAS | | | | | | | |
| TAG | DESCRIPCION | CANT. | CAP. DE DISEÑO / T.D.H. (m³/hr/m). | NOMINAL HP | HIDR. HP | PRESION DE SUCCION kg/cm2g | PRESION DE DESCARGA kg/cm2g |
| P-1020 | BOMBA DE GASOLINA REGULAR BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL | 1 | 136.3 / 25.66 | 20.0 | 6.86 | 0.17 | 1.85 |
| P-1030 | BOMBA DE GASOLINA PREMIUM BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL | 1 | 136.3 / 25.66 | 20.0 | 6.86 | 0.17 | 1.85 |
| P-1010 | BOMBA DE DIESEL BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL | 1 | 136.3 / 25.66 | 20.0 | 11.37 | 0.17 | 2.23 |
| P-1040 | BOMBA DE TRANSMIX BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL | 1 | 136.3 / 25.66 | 20.0 | 8.48 | 0.17 | 2.23 |
| P-1150 A | ADITIVO 1 BOMBA DOSIFICADORA | 1 | 1.13 / 26.62 | 1.0 | 0.1 | 0 | 2.3 |
| P-1150 B | ADITIVO 2 BOMBA DOSIFICADORA | 1 | 1.13 / 26.62 | 1.0 | 0.1 | 0 | 2.3 |
| P-1250 A | BOMBA DE ACEITE BOMBA CENTRIFUGA | 1 | N/D | 2.0 | N/D | N/D | N/D |
| P-1250 B | BOMBA DE AGUA BOMBA CENTRIFUGA | 1 | N/D | 2.0 | N/D | N/D | N/D |
| SISTEMA PAQUETE | | | | | | | |

| | | |
|--|-----------------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 7 de 25 |

| TAG | DESCRIPCION | CANT. | CAPACIDAD | HP | Kw | PRESION DE DISEÑO mbar (man) | PRESION DE OPERAC. (mbar (man) |
|------------------------|--|----------|-----------------|-----|-----|------------------------------|--------------------------------|
| T-1150 A | ADDITIVE 1 TANQUE ATMOSFERICO | 1 | 5m ³ | N/A | N/A | 0/ATM | ATM. |
| T-1150 B | ADDITIVE 2 TANQUE ATMOSFÉRICO | 1 | 5m ³ | N/A | N/A | 0/ATM | ATM. |
| BRAZOS DE CARGA | | | | | | | |
| TAG | DESCRIPCION | SERVICIO | CAPACIDAD M3/h | HP | Kw | PRESION DE DISEÑO mbar (man) | PRESION DE OPERAC. (mbar (man) |
| PK-01 A / B / C | BRAZOS DE CARGA A AUTO-TANQUES SERVICIO: DIESEL / GASOLINA REG. / GASOLINA PREMIUM | 3 | 136.3 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PK-02 A / B | BRAZOS DE CARGA A AUTO-TANQUES SERVICIO: DIESEL / GASOLINA REGULAR | 2 | 136.3 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PK-03 A / B | BRAZOS DE CARGA A AUTO-TANQUES SERVICIO: DIESEL / GASOLINA REGULAR | 2 | 136.3 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PK-04 A / B | BRAZOS DE CARGA A AUTO-TANQUES SERVICIO: DIESEL / GASOLINA REGULAR | 2 | 136.3 | N/A | N/A | N/A | N/A |
| PK-05 | BRAZO DE CARGA A AUTO-TANQUES SERVICIO: TRANSMIX | 1 | 136.3 | N/A | N/A | N/A | N/A |

*N/A = No aplica.

*N/D = No disponible

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 8 de 25 |

**Tabla I.4. Características de equipos principales y auxiliares a utilizar para el proyecto
(Continuación de Tabla I.3).**

| TANQUES ATMOSFÉRICOS DE ALMACENAMIENTO. | | | | | | | | |
|--|---|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|---|
| TAG | TEMPERATURA DE DISEÑO (°C) Min / Max | TEMPERATURA DE OPERACION (°C) | PESO VACIO (M. TONS.) | PESO DE OPER. (M. TONS.) | PESO DE PRUEBA (M. TONS.) | DIMENSIONES DIAM X H (mm) | MATERIAL (Cuerpo / Internos) | NOTAS |
| TA-1020 | 50 | 38 | 236.4 | 9,175.0 | 13,047.0 | 36,576 Diam. X 12,192 H | A.C. | TECHO CÓNICO CON MEMBRANA INTERNA DE FLOTACIÓN. REQ. 7466-4-0201-RQ SUBCONTRATO |
| TA-1030 | 50 | 38 | 98.7 | 2,969.0 | 4,212.0 | 20,727 Diam. X 12,192 H | A.C. | TECHO CÓNICO CON MEMBRANA INTERNA DE FLOTACIÓN. REQ. 7466-4-0201-RQ SUBCONTRATO |
| TA-1010 | 50 | 38 | 236.4 | 9,175.0 | 13,047.0 | 36,576 Diam. X 12,192 H | A.C. | TECHO CÓNICO CON MEMBRANA INTERNA DE FLOTACIÓN. REQ. 7466-4-0201-RQ SUBCONTRATO |
| TA-1040 | 50 | 38 | 41.0 | 1,154.0 | 1,635.0 | 12,903 Diam. X 12,192 H | A.C. | TECHO CÓNICO CON MEMBRANA INTERNA DE FLOTACIÓN. REQ. 7466-4-0201-RQ SUBCONTRATO |
| BOMBAS | | | | | | | | |
| TAG | TEMPERATURA DE DISEÑO (°C) Min / Max | TEMPERATURA DE OPERACION (°C) | PESO VACIO (M. TONS.) | PESO DE OPER. (M. TONS.) | PESO DE PRUEBA (M. TONS.) | DIMENSIONES DIAM X H (mm) | MATERIAL (Carcasa / Impulsor) | NOTAS |
| P-1020 | 50 | 38 | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | REQ. 7466-4-0601-RQ (POTENCIA NOMINAL CON EFICIENCIA PROPUESTA 75%) |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 9 de 25 |

| P-1030 | 50 | 38 | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | REQ. 7466-4-0601-RQ (POTENCIA NOMINAL CON EFICIENCIA PROPUESTA 75%) |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------------|---|
| P-1010 | 50 | 38 | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | REQ. 7466-4-0602-RQ (POTENCIA NOMINAL CON EFICIENCIA PROPUESTA 75%) |
| P-1040 | 50 | 38 | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | REQ. 7466-4-0601-RQ (POTENCIA NOMINAL CON EFICIENCIA PROPUESTA 75%) |
| P-1150 A | 50 | 38 | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | INCLUIDO EN EL PAQUETE DE DOSIFICACIÓN |
| P-1150 B | 50 | 38 | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | INCLUIDO EN EL PAQUETE DE DOSIFICACIÓN |
| P-1250 A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | DARA SERVICIO AL SEPARADOR DE AGUA ACEITE |
| P-1250 B | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/D | A.C. / A.C. | DARA SERVICIO AL SEPARADOR DE AGUA ACEITE |
| SISTEMAS PAQUETE | | | | | | | | |
| TAG | TEMPERATURA DE DISEÑO (°C) | TEMPERATURA DE OPERACION (°C) | PESO VACIO (M. TONS.) | PESO DE OPER. (M. TONS.) | PESO DE PRUEBA (M. TONS.) | DIMENSIONES DIAM X H | MATERIAL (Cuerpo / Internos) | NOTAS |
| T-1150 A | 50 | 32 | 1.3 | 5.2 | 6.9 | 1,800 Diam. X 2,200 H | C.S. | INCLUIDO EN EL PAQUETE DE DOSIFICACIÓN REQ. 7466-4-0703-RQ |
| T-1150 B | 50 | 32 | 1.3 | 5.2 | 6.9 | 1,800 Diam. X 2,200 H | C.S. | INCLUIDO EN EL PAQUETE DE DOSIFICACIÓN REQ. 7466-4-0703-RQ |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 10 de 25 |

| BRAZOS DE CARGA | | | | | | | | |
|------------------------|---|-------------------------------|-----------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------|---------------------|
| TAG | TEMPERATURA DE DISEÑO (°C) Min / Max | TEMPERATURA DE OPERACION (°C) | PESO VACIO (M. TONS.) | PESO DE OPER. (M. TONS.) | PESO DE PRUEBA (M. TONS.) | DIMENSIONES DIAM X H (mm) | MATERIAL (Cuerpo / Internos) | NOTAS |
| PK-01 A / B / C | 13 / 50 | 38 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | N/A | A.C. | REQ. 7466-4-0704-RQ |
| PK-02 A / B | 13 / 50 | 38 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | N/A | A.C. | REQ. 7466-4-0704-RQ |
| PK-03 A / B | 13 / 50 | 38 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | N/A | A.C. | REQ. 7466-4-0704-RQ |
| PK-04 A / B | 13 / 50 | 38 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | N/A | A.C. | REQ. 7466-4-0704-RQ |
| PK-05 | 13 / 50 | 38 | 0.4 | 0.4 | 0.5 | N/A | A.C. | REQ. 7466-4-0704-RQ |

*N/A = No aplica.

*N/D = No disponible

Tabla I.5. Características de equipos auxiliares a utilizar para el proyecto.

| UNIDAD RECUPERADORA DE VAPORES | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|----|------|---|-------------------------------|-------------|-----------------------------|---|
| TAG | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | CAPACIDAD | HP | KW | TEMPERATURA DE DISEÑO (°C) Min. Y Máx. | TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C) | DIMENSIONES | MATERIAL (CUERPO/ INTERNOS) | NOTAS |
| Q-1010 | Unidad recuperadora de vapores | 1 | 6600 GPM 1500 M3/H | | 30.0 | 13 / 50 | 38 | N/D | A.C. | REQ. 7466-4-0701-RQ (*) LA POTENCIA DE LA BOMBA DE VACÍO Y LA BOMBA DE GASOLINA POBRE A DEFINIRSE POR EL PROVEEDOR. |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 11 de 25 |

| SEPARADOR DE AGUAS ACEITOSAS (API) | | | | | | | | | | |
|------------------------------------|----------------------------|----------|-----------|-----|-----|---|-------------------------------|-------------|-----------------------------|---|
| TAG | DESCRIPCIÓN | CANTIDAD | CAPACIDAD | HP | KW | TEMPERATURA DE DISEÑO (°C) Min. Y Máx. | TEMPERATURA DE OPERACIÓN (°C) | DIMENSIONES | MATERIAL (CUERPO/ INTERNOS) | NOTAS |
| SP-1010 | SEPARADOR DE AGUA / ACEITE | 1 | 5.4 M3 | N/A | N/A | 50 | 29 | 2000 X 1800 | A.C. | (SE ASUME QUE EL AGUA RECUPERADA SERÁ ENVIADA A DISPOSICIÓN FINAL FUERA DE LA TERMINAL) REQ. 7466-4-0702-RQ |

*N/A = No aplica.

*N/D = No disponible

I.2. CRITERIOS Y NORMAS CONSIDERADAS EN LAS BASES DE DISEÑO.

La normatividad aplicable en este proyecto y las buenas prácticas de Ingeniería deben conducir al análisis y diseños que garanticen la resistencia, la seguridad estructural, la seguridad del ducto, de los equipos utilizados y de las personas.

I.2.1. BASES DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO:

Tabla I.6 Normas y reglamentos aplicables al proyecto

| Norma | Descripción |
|--------------------|---|
| NOM-001-SEDE-2012 | Instalaciones Eléctricas (utilización) |
| NOM-001-STPS-2008 | Edificios, Locales, Instalaciones y áreas en los Centros de Trabajo Condiciones de Seguridad. |
| NOM-002-STPS-2010 | Condiciones de Seguridad - Prevención y Protección Contra Incendios en los Centros de Trabajo. |
| NOM-003-SEGOB-2011 | Señales y avisos para Protección Civil. Colores, formas y símbolos a utilizar. |
| NOM-005-ASEA-2016 | Diseño, construcción, operación y mantenimiento de Estaciones de Servicio para almacenamiento y expendio de diésel y gasolinas. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 12 de 25 |

| | |
|---|---|
| NOM-018-STPS-2015 | Sistema para la identificación y comunicación de riesgos por sustancias químicas 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-034-SCT2-2011 | Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. |
| NOM-146-SCFI-2001 | Productos de vidrio-vidrio de seguridad usado en la construcción-especificaciones y métodos de prueba. |
| NMX-C-422-ONNCCE-2002 | Losetas cerámicas esmaltadas y sin esmaltar para piso y muro. Especificaciones y métodos de prueba. |
| NMX-C-441-ONNCCE-2011 | Concreto-Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso no estructural. Especificaciones. |
| NFPA 850 | Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations. National Fire Protection Association. |
| Reglamento de Construcciones para el Estado de Tamaulipas | |
| 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. |

I.2.2. BASES DE DISEÑO MECÁNICAS.

Las especificaciones de los equipos deberán incluir referencias a las secciones específicas de los siguientes códigos y normas en su caso:

Tabla I.7 Códigos y Normas aplicables al proyecto

| Especificaciones de Diseño | |
|-----------------------------------|--|
| Códigos | Descripción |
| ABMA | American Boiler Manufacturers Association |
| AFBMA | Anti-Friction Bearing Manufacturer's Association |
| AGMA | American Gear Manufacturer's Association |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 13 de 25 |

| Especificaciones de Diseño | |
|-----------------------------------|--|
| AISC | American Institute of Steel Construction |
| AISE | Association of Iron and Steel Engineers |
| AISI | American Iron and Steel Institute |
| ANSI | American National Standards Institute |
| ASLE | American Society of Lubrication Engineers |
| ASME | American Society of Mechanical Engineers: <ul style="list-style-type: none"> - Section I Power Boilers - Section II Material Specifications - Section V Nondestructive Examination - Section VIII Unfired Pressure Vessels, Division 1 and Division 2 - Section IX Welding and Brazing Qualifications - B30.20 Below-the-Hook Lifting Devices - B31.3 Process Piping |
| ASNT | American Society of Non-destructive Testing: <ul style="list-style-type: none"> - ASNT-TC-1A “Recommended Practice For Personal Qualification and Certification in Nondestructive Testing”, 2011. |
| ASTM | American Society of Testing Materials |
| AWS | American Welding Society |
| AWWA | American Water Works Association |
| EJMA | Expansion Joint Manufacturer's Association |
| HI | Hydraulic Institute Standard |
| IAMPO | International Association of Mechanical and Plumbing Officials |
| IEEE | Institute of Electrical and Electronic Engineers |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 14 de 25 |

| Especificaciones de Diseño | |
|-----------------------------------|--|
| ISA | Instrument Society of America |
| ISMA | Industrial Silencer Manufacturer's Association |
| ISO | International Standard Organization: |
| IMCA | Manual de construcción en acero 4ta ed. 2002 |
| JIC | Joint Industrial Council |
| MSS | Manufacturer's Standardization Society |
| NEMA | National Electrical Manufacturer's Association |
| NFPI | National Fluid Power Institute |
| NGLI | National Grease Lubricating Institute |
| OSHA | Occupational Safety and Health Administration |
| PFI | Pipe Fabrication Institute |
| SAE | Society of Automotive Engineers |
| SSPC | Steel Structures Painting Council |
| CFE | Manual de Diseño de Obras Civiles de la C.F.E. |
| UL | Underwriters Laboratories |
| FM | Factory Mutual. |
| Norma | Descripción. |
| NOM-001-SEDE-2012 | Instalaciones Eléctricas |
| NOM-003-SEGOB-2011 | Señales y avisos para protección civil – Colores, formas y símbolos a utilizar |
| NOM-008-SCFI-2002 | Sistema general de unidades de medida |
| NOM-011-STPS-2001 | Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 15 de 25 |

| Especificaciones de Diseño | |
|-----------------------------------|--|
| | genere ruido |
| NOM-014-ENER-2005 | Eficiencia energética de motores de corriente alterna, monofásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, de uso general en potencia nominal de 0,180 A 1,500 Kw. Límites, métodos de prueba y marcado |
| NOM-016-ENER-2010 | Eficiencia energética de motores de corriente alterna, trifásicos, de inducción, tipo jaula de ardilla, en potencia nominal de 0,746 A 373 Kw. Límites, métodos de prueba y marcado |
| NOM-018-STPS-2000 | Sistema para la 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 – funcionamientos- condiciones de seguridad |
| NOM-022-STPS-2008 | Electricidad estática en los centros de trabajo – condiciones de seguridad |
| NOM-026-STPS-2008 | Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías |
| NOM-081-ECOL-1994 | Norma que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de Las fuentes fijas y su método de medición |
| NOM-085-ECOL-1994 | RES/776/2015 Resolución emitida el 17 de diciembre de 2015, por la que la Comisión Reguladora de Energía expide las “Disposiciones administrativas de carácter general” (DACG) en materia de medición aplicables a la actividad de transporte de hidrocarburos, petrolíferos y petroquímicos”. |
| NOM-093-SCFI-1994 | Válvulas de relevo de presión (seguridad, seguridad-alivio y alivio) operadas por resorte y piloto; fabricadas en acero |
| NMX-J-075/1-1994-ANCE | Aparatos Eléctricos – Máquinas Rotatorias – Parte 1: Motores de inducción de corriente alterna del tipo rotor en corto circuito en potencias de 0.062 A 373 Kw – especificaciones |
| NMX-J-075/3-1994-ANCE | Aparatos Eléctricos – Máquinas Rotatorias – Parte 3: Métodos de prueba para motores de inducción de corriente alterna, del tipo de rotor en corto circuito, en potencias desde 0.062 Kw |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 16 de 25 |

| Especificaciones de Diseño | |
|-----------------------------------|--|
| NMX-J-098-ANCE-1999 | Sistemas Eléctricos de Potencia – Suministro – Tensiones Eléctricas Normalizadas |
| NMX-J-136-ANCE-2007 | Abreviaturas y símbolos para diagramas, planos y equipos eléctricos |
| NMX-J-235-/1-ANCE-2008 | Envolventes para uso en equipo eléctrico – Parte1: Consideraciones no ambientales – Especificaciones y métodos de prueba |
| NMX-J-235-/2-ANCE-2000 | Envolventes – Envolventes (gabinetes) para uso en equipo eléctrico – Parte 2: Requerimientos específicos – Especificaciones y métodos de prueba |
| NMX-J-438-ANCE-2003 | Conductores – Cables con aislamiento de policloruro de vinilo, 75 °C y 90 °C para alumbrado de tableros – Especificaciones |
| NMX-J-486-ANCE-2005 | Conductores – Cables control y multiconductores de energía para baja tensión, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y sin contenido de Halógenos, 600v 90 °C – Especificaciones |
| NMX-J-492-ANCE-2003 | Conductores – Cables monoconductores de energía para baja tensión, no propagadores de incendio, de baja emisión de humos y sin contenido de Halógenos 600v 90 °C – Especificaciones. |
| NMX-J-534-ANCE-2008 | Tubos Metálicos Rígidos de Acero tipo pesado y sus accesorios para la protección de conductores – Especificaciones y métodos de prueba |
| 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 y mantenimiento, cierre y desmantelamiento de las instalaciones terrestres de almacenamiento de petrolíferos y petróleo, excepto para gas licuado de petróleo. |
| ASEA-2017IEC – 61131-3 | Programmable Controllers – Part 3: Programming Languages”, 2nd Ed., 2003 |
| IEC – 61508 | Functional safety of electrical / Electronic / Programmable electronic safety – Related systems”, 2nd Ed. 2010 |
| IEC - 61511 | Functional safety – Safety instrumented systems for the process industry sector”, 2003 |
| IEC-61800-3 | Adjustable speed electrical power drive systems – Part 3: Emc |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 17 de 25 |

| Especificaciones de Diseño | |
|-----------------------------------|--|
| | requirements and specific test methods”, 2.1 Ed., 2012 |

I.2.3. BASES DE DISEÑO CIVIL/ESTRUCTURAL.

Las publicaciones listadas a continuación forman parte de estas bases de diseño. Si hay discrepancia entre las referencias y la especificación, esta última gobernará. La edición de los estándares debe ser la última que se tenga a la fecha de emisión de estas bases de diseño.

Tabla I.8 Códigos y estándares mexicanos aplicables al proyecto.

| Códigos y estándares mexicanos | |
|--|--|
| Manual de la Comisión Federal de Electricidad | Descripción |
| CFE-VIENTO | Manual de Diseño por Viento (Diseño por Viento) – Manual de Diseño de Obras Civiles (Diseño por viento), Comisión Federal de Electricidad (CFE), 2008. |
| CFE-SISMO | Manual de Diseño por Sismo (Diseño por Sismo) - Manual de Diseño de Obras Civiles (Diseño por sismo), Comisión Federal de Electricidad (CFE), 2015. |
| AASHTO (American Association of State Highway and Traffic Officials) | |
| HB-17 | Standard Specifications for Highway Bridges, Seventeenth Edition, 2002. |
| ACI (American Concrete Institute) | |
| ACI 318 | Building Code Requirements for Structural Concrete and commentary. |
| ACI 301 | Standard Specification for Structural Concrete. |
| ACI 350 | Code Requirements for Environmental Engineering Concrete Structures. |
| ACI 530 | Building Code Requirements for Masonry Structures. |
| AISC (American Institute of Steel Construction) | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 18 de 25 |

| Códigos y estándares mexicanos | |
|--|--|
| AISC 325 | Steel Construction Manual. |
| AISC 326 | Detailing for Steel Construction. |
| AISC 360 | Specification for Structural Steel Buildings. |
| AISC 348 | Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts |
| AISI (American Iron and Steel Institute) | |
| AISI SG 673 | Cold-Formed Steel Design Manual |
| AISI SG 673 | Part I Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members |
| AISI SG 673 | Part II Commentary on the Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members |
| AISI SG 913 | LRFD Cold-Formed Steel Design Manual |
| AISI SG 913 | Part I Load and Resistance Factor design specification for Cold-Formed Steel Structural Members |
| AISI SG 913 | Part II Commentary on the Load and Resistance Factor design specification for Cold-Formed Steel Structural Members |
| ASCE (American Society of Civil Engineers) | |
| ASCE 7 | Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures |
| ASTM INTERNATIONAL (American Society for Testing and Material) | |
| ASTM A6 | Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, Sheet Piling |
| ASTM A36 | Standard Specification for Structural Steel |
| ASTM A53 | Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot- |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 19 de 25 |

| Códigos y estándares mexicanos | |
|---------------------------------------|--|
| | Dipped, Zinc-Coated Welded and Seamless |
| ASTM A108 | Standard Specification for Steel Bars, Carbon, Cold-Finished, Standard Quality |
| ASTM A123 | Standard Specification for Zinc (Hot-Dip Galvanized) Coatings on Iron and Steel Products. |
| ASTM A153 | Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware |
| ASTM A325 | Standard Specification for High-Strength Bolts, Steel, Heat Treated 120/105 ksi Minimum Tensile Strength |
| ASTM A385 | Standard Practice for Providing High-Quality Zinc Coatings (Hot-Dip) |
| ASTM A780 | Standard Practice for Repair of Damaged and Uncoated Areas of Hot-Dip Galvanized Coatings |
| ASTM A992 | Standard Specification for Steel for Structural Steel Shapes |
| ASTM C90 | Standard Specification for Load bearing Concrete Masonry Units |
| ASTM C150 | Specification for Portland Cement |
| ASTM C270 | Standard Specification for Mortar for Unit Masonry |
| ASTM C618 | Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Concrete |
| ASTM C1240 | Specification for Silica Fume for Use as a Mineral Admixture in Hydraulic-Cement Concrete, Mortar, and Grout |
| ASTM F1554 | Standard specification for Anchor Bolts, Steel, 36, 55, and 105 ksi Yield Strength. |
| AWS (American Welding Society) | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 20 de 25 |

| Códigos y estándares mexicanos | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| AWS D1.1 | Structural Welding Code - Steel |

I.2.4. BASES DE DISEÑO ELÉCTRICAS.

El sistema eléctrico junto con todos sus elementos como son: cuarto eléctrico, tableros eléctricos, dispositivos de protección, cables eléctricos, canalizaciones, accesorios de canalización, distribución de alumbrado, sistemas de puesta a tierra y pararrayos, clasificación de áreas, memorias de cálculo y estudios eléctricos serán diseñados en cumplimiento con las normas nacionales e internacionales que apliquen en sus últimas revisiones, usando la última tecnología en equipo eléctrico con experiencia de aplicación comprobada, para una mayor confiabilidad y garantía en la operación de la instalación y seguridad del personal.

Tabla I.9 Normas, Estándares y Códigos para el Proyecto.

| Estándares y Códigos para el Proyecto | |
|--|--|
| Norma, estándar o código. | Descripción. |
| NOM-001-SEDE-2012 | Norma Oficial Mexicana, Instalaciones Eléctricas (utilización) |
| NOM-025-STPS-2008 | Norma Oficial Mexicana, Condiciones de Iluminación en los Centros de Trabajo. |
| NFPA 70 (2017) | National Electrical Code (NEC). |
| NFPA 780 (2017) | Standard for the Installation of Lightning Protection Systems |
| NFPA-497 (2017) | Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases or Vapors and of Hazardous (classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas |
| API-RP-500 (2014) | Recommended Practice for Classification of Locations for Electrical Installations at Petroleum Facilities Classified as Class I, Division I and Division 2 |
| IEEE-80-86 | Guide for Safety in AC Substation Grounding |
| IEEE 141-93 | Recommended Practice for Electric Power Distribution for Industrial Plants |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 21 de 25 |

| Estándares y Códigos para el Proyecto | |
|--|---|
| Norma, estándar o código. | Descripción. |
| IEEE 142-2007 | Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Power Systems |
| IEEE 242-2001 | Recommended Practice for Protection and Coordination of Industrial and Commercial Power Systems |
| IEEE 446-95 | Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications |
| IEEE 1242-2016 IEEE | Guide for Specifying and Selecting Power, Control and Special Purpose Cable for Petroleum and Chemical Plants |
| UL-913 | Standard for Intrinsically Safe Apparatus and Associated Apparatus for Use in Class I, II, III, Division 1, Hazardous (Classified) Locations |
| NOM-006-ASEA-2017 | Norma Oficial Mexicana, 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. |

I.2.5. BASES DE DISEÑO PARA TUBERÍAS.

Tabla I.10 Códigos aplicables.

| Normas, estándares y códigos | |
|--------------------------------------|--|
| Norma, estándar o código. | Descripción. |
| ASME/ANSI | American Society of Mechanical Engineers/American National Standards Institute) Code for Pressure Piping, B31.3: Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping. B31.4: Pipeline Transportation Systems for Liquid Hydrocarbons. |
| OSHA | Part 1910. |
| National Fire Protection Association | Code No. 30 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 22 de 25 |

| Normas, estándares y códigos | |
|-------------------------------------|--|
| 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. |

I.2.6. BASES DE DISEÑO PARA LA SEGURIDAD CONTRA INCENDIO.

Tabla I.11 Normas Mexicanas.

| Normas estándares y códigos | |
|------------------------------------|---|
| Nacionales | |
| Norma, estándar o código. | Descripción |
| NOM-002-STPS-2010 | Condiciones de Seguridad-prevención y protección contra Incendio en los Centros de Trabajo. |

| Internacionales | |
|----------------------------------|--|
| Norma, estándar o código. | Descripción |
| NFPA-10 | Standard for Portable Fire Extinguishers |
| NFPA-11 | Standard for Low, Medium and high Expansion Foam |
| NFPA-13 | Standard for the Installation of Sprinkler Systems |
| NFPA-15 | Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection |
| NFPA-16 | Standard for the installation of Foam-Water Sprinkler and Foam Water Spray Systems |
| NFPA-20 | Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection |
| NFPA-22 | Standard for Water Tanks for Private Fire Protection |
| NFPA-24 | Standard for the Installation of Private Fire Installation of Private Fire Service Mains and their Appurtenances |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 23 de 25 |

| | |
|----------|---|
| NFPA-70 | National Electrical Code |
| NFPA-72 | National Fire Alarm and Signaling Code |
| NFPA 30 | Flammable and Combustible Liquids Code |
| NFPA-170 | Standard for Fire Safety and Emergency Symbols. |

I.3. DIAGRAMA DE GANTT EN LA FASE DE DISEÑO DEL PROYECTO.

Para las bases de diseño del proyecto, se consideran las distintas etapas y/o actividades relacionadas al mismo en las siguientes fechas:

- ✓ Ingeniería básica y Detalle: inicia en 2018 y termina en 2019 (duración de dos años).
- ✓ Construcción de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo: contempla inicios en 2018 y el termino en 2020 (Duración aproximada de 3 años).
- ✓ Operación de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo: el inicio de operaciones será en 2020. Se contempla una vida útil de 25 años en etapa de operación y mantenimiento. Sin embargo, este período de tiempo puede ser modificado hacia una vida mayor considerando el mantenimiento predictivo, preventivo y en su caso correctivo de la infraestructura a instalar.

El programa de trabajo a detalle se incluye en el **Anexo 2**. Programa General de Trabajo.

I.4 SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A LOS FENÓMENOS NATURALES O CAUSADOS POR EL HOMBRE, EFECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS.

A continuación, se presenta de manera general e introductoria, la descripción de la susceptibilidad que tiene la zona del proyecto a enfrentarse con fenómenos naturales o antrópicos, así como a los efectos hidrometeorológicos adversos presentes en la región donde incidirá el proyecto. Cada uno de los puntos que se mencionarán en este apartado, se presentan de manera detallada en el Capítulo III del presente estudio, el cual está relacionado a la descripción del medio físico, biótico y social, comprendido por el entorno del proyecto.

I.4.1. INUNDACIONES Y ENCHARCAMIENTOS.

De acuerdo al Atlas de Riesgo para el municipio de Nuevo Laredo, la ubicación del proyecto no se encuentra en zonas inundables, por lo que las inundaciones no serían un riesgo para la implementación del proyecto, no es susceptible a inundaciones y encharcamientos debido a su configuración fisiográfica y topográfica que propicia el flujo de escurrimientos pluviales.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | I |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 24 de 25 |

I.4.2. HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES.

Se considera que la zona en donde se ubicará el proyecto, no es susceptible a fenómenos climatológicos, tales como huracanes y tormentas tropicales, esto debido a que en el período comprendido del año 2001 al 2014 no se cuenta con registros de daños causados a la infraestructura del municipio por la presencia de estos fenómenos naturales.

I.4.3. VIENTOS EXTREMOS.

En base a la escala de Beaufort, se consideran como vientos fuertes aquellos que sobrepasan los 40 km/h (equivalente a 11.1 M/s.). Según los datos de velocidad del viento, obtenidos de la estación meteorológica “Aduana Colombia” (cercana al proyecto), en los últimos 8 años el promedio registrado para la velocidad del viento es de 8.01 km/hr, por lo que no es zona de vientos fuertes o extremos.

I.4.4. MASAS DE AIRE (HELADAS, GRANIZO Y NEVADAS).

Respecto a la presencia de heladas en la región del proyecto, son mínimas, ya que, para el municipio de Nuevo Laredo, según el Instituto nacional de estadística y geografía (INEGI), se tienen registros de heladas, para los años de 1988 al 1999. El año con más registro fue 1996.

**Fuente: INEGI Nuevo Laredo Tamaulipas:
Cuaderno estadístico municipal 2001-2002.**

Para el caso de granizadas y nevadas no se han registrado recientemente dichos fenómenos para la región de Nuevo Laredo, al igual para la zona donde se encuentra ubicado el proyecto.

I.4.5. SISMICIDAD.

Dada la ubicación del proyecto en la zona “A” catalogada como zonas de escasa actividad sísmica y de escasa magnitud con sismos poco frecuentes, es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos en los últimos 80 años.

I.4.6. FALLAS Y FRACTURAS, DESLIZAMIENTOS Y VULCANOLOGÍA.

La zona donde quedará inserto el proyecto no presenta la existencia de fallas y/o fracturas geológicas, por lo que el terreno no es susceptible a deslizamientos o corrimientos de tierra, así como hundimientos que pudieran afectar el diseño y la instalación del proyecto. Es importante resaltar, que cercano a la ubicación del proyecto, la vulcanología no será un factor a tomar en cuenta para el proyecto.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 78 |

Contenido

| | |
|--|-----------|
| II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO..... | 3 |
| II.1. INTRODUCCIÓN. | 3 |
| II.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES. | 3 |
| II.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO..... | 4 |
| II.3.1. ALCANCE DE LAS INSTALACIONES. | 4 |
| II.3.2. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE COMBUSTIBLE..... | 7 |
| II.3.3. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO. | 8 |
| II.3.4. SISTEMA DE CARGA PARA DISTRIBUCIÓN. | 8 |
| II.3.5. SISTEMAS AUXILIARES. | 8 |
| II.3.6. PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES Y CONDICIONES DE OPERACIÓN..... | 9 |
| II.3.7. UNIDADES DE MEDIDA. | 10 |
| II.4. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN..... | 12 |
| II.4.1. SISTEMAS DE MONITOREO Y CONTROL, TERMINAL DE ALMACENAMIENTO DE NUEVO LAREDO..... | 12 |
| II.4.2. SISTEMA DE PARO POR EMERGENCIA (SPPE). | 19 |
| II.4.3. SISTEMA DE CONTROL DE FUEGO Y ALARMA. | 20 |
| II.4.4. TELECOMUNICACIONES PARA LA TERMINAL..... | 20 |
| II.5. BASES DE DISEÑO..... | 22 |
| II.5.1. BASE DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO. | 22 |
| II.5.2. BASE DE DISEÑO MECÁNICAS. | 25 |
| II.5.3. BASE DE DISEÑO CIVIL/ESTRUCTURAL..... | 29 |
| II.5.4. BASE DE DISEÑO: ELÉCTRICO | 45 |
| II.5.5. BASE DE DISEÑO DE TUBERÍAS. | 57 |
| II.5.6. BASES DE DISEÑO SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS. | 63 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla II.1. Propiedades de los combustibles en la Terminal..... | 9 |
| Tabla II.2. Condiciones de Operación en el punto de entrega a la terminal, almacenamiento y distribución. | 10 |
| Tabla II.3. Unidades Aplicables y Unidades adicionales..... | 10 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 78 |

| | |
|---|----|
| Tabla II.4. Unidades Aplicables y Unidades adicionales..... | 11 |
| Tabla II.5. Características de los equipos de almacenamiento..... | 17 |
| Tabla II.6. Valores de carga viva considerados para el diseño de las áreas..... | 33 |
| Tabla II.7. Cargas aplicadas..... | 34 |
| Tabla II.8. Valores de Incremento por impacto en estructuras auxiliares. | 34 |
| Tabla II.9. Coeficiente de fricción. | 35 |
| Tabla II.10. Velocidades regionales a considerar. | 37 |
| Tabla II.11. Valores de α , δ , y c | 38 |
| Tabla II.12. Distorsiones permisibles de entepiso. | 42 |
| Tabla II.13. Condiciones límite de servicio sugeridos..... | 44 |
| Tabla II.14. Equipos eléctricos considerados para el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo” | 47 |
| Tabla II.15. Tamaños permitidos de tubería conduit para ductos eléctricos..... | 51 |
| Tabla II.16. Distancias a considerar para equipos, estructuras, plataformas y soportes que se instalaran para el proyecto. | 61 |
| Tabla II.17. Área de proceso que deben ser protegidos por los sistemas de protección contra incendios Nuevo Laredo Tamaulipas. | 64 |
| Tabla II.18. Sistemas de protección para edificios..... | 69 |
| Tabla II.19. Espaciamiento de los detectores de humo según el movimiento del aire. | 71 |
| Tabla II.20. Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielo..... | 72 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 78 |

II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.

II.1. INTRODUCCIÓN.

Este proyecto consiste en la instalación de la Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo”.

La instalación modificada incluirá los siguientes sistemas:

- ✓ Recepción de Combustible.
- ✓ Sistema de Almacenamiento.
- ✓ Sistema de Carga para distribución.

La nueva instalación incluirá los siguientes sistemas auxiliares:

- ✓ Unidad Recuperadora de Vapores (URV).
- ✓ Sistema de dosificación de aditivos
- ✓ Recolección de Drenaje Aceitoso.
- ✓ Separador de Agua Aceitosa (API).

II.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

Las instalaciones nuevas y existentes del proceso en el proyecto son las siguientes:

- ❖ Recepción de Combustible.
 - El ducto de 8" autorizado, dentro de L.B. de la terminal.
 - Una trampa de diablos (receptora) autorizado.
 - Un patín de medición autorizado.
 - Un laboratorio de cortes de producto (Cut Shack).

- ❖ Sistema de Almacenamiento.
 - Un tanque de diésel.
 - Un tanque de gasolina regular.
 - Un tanque de gasolina Premium.
 - Un tanque de transmix (mezcla de gasolina/diésel).

- ❖ Sistema de Carga para distribución.
 - Una bomba de diesel.
 - Una bomba de gasolina regular.
 - Una bomba de gasolina premium.
 - Una bomba de transmix.
 - Diez patines de medición (filtros, medidor, válvula de control, conexiones de prueba) por cada brazo de carga.
 - Cinco estaciones de carga: Tres estaciones tendrán dos brazos de carga, uno para gasolina regular y uno para diésel (estación 4, 5 y 6); una estación tendrá un brazo de carga adicional para cargar gasolina premium (estación 7). Finalmente una estación de carga con un brazo dedicado para transmix.
 - Diez brazos de carga.

Las nuevas instalaciones deben contener los siguientes sistemas auxiliares de proceso:

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 78 |

- ❖ Sistema de dosificación de aditivos.
 - Equipos paquete (el número y capacidad a ser definidos)
- ❖ Unidad Recuperadora de Vapores.
 - Equipo paquete
- ❖ Recolección de drenaje aceitoso.
 - Copas, registros
- ❖ Separador de Agua/ Aceite (API).
 - Equipo paquete.

II.3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO.

II.3.1. ALCANCE DE LAS INSTALACIONES.

El alcance de proyecto a considerar en la Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo es de acuerdo a lo mencionado a continuación:

Consiste en la recepción, almacenamiento y carga para distribución de gasolina regular, gasolina Premium y diésel suministrados a través del único ducto autorizado desde los E.E.U.U. y un nuevo sistema de carga por bombeo de tanques de almacenamiento a auto-tanques para transportar los combustibles fuera de la terminal para su distribución y venta. Las nuevas instalaciones deberán incorporarse al sistema existente de suministro (ducto), almacenamiento y distribución de LGP.

Las sustancias principales que serán recibidas en la Terminal de Almacenamiento, será Gasolina Premium y Gasolina Regular y Diésel, las gasolinas se encuentran en el listado de actividades altamente riesgosas; el Diésel no se encuentra en los listados de estas actividades. A continuación se describen los componentes y propiedades Físico-Químicas de estos combustibles.

- **Gasolina Premium.**

Descripción general del producto: mezcla de diferentes hidrocarburos obtenido de la destilación atmosférica del petróleo crudo, sometidos a diferentes procesos.

Nombre químico: Hidrocarburo,

Nombre común: Gasolina,

Sinónimos: Premium, combustible automotriz,

Formula química: De C₅H₁₂C₉H₂₀,

Estado físico: Líquidos.

Clasificación Dot2: Clase 3, líquidos inflamables,

Respuesta inicial: Guía 128 (Grena 96)12.

Peso molecular: Variable

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 78 |

Temperatura de ebullición °C: 225@760mm/hg

Temperatura de Fusión: No disponible

Densidad de Vapor (aire=1): 3,4

Densidad relativa (H2O) = 1: 0,720

Presión de vapor Reid (ASTM D4953): 7,8 – 15 lb/pulg²

% de volatilidad: Esencialmente 100

Color (método visual): Amarillo

Olor: Característico a petróleo

Solubilidad en agua: Insoluble

Índice de octano (R+M)/2: 93 mínimo

▪ **Gasolina regular.**

Descripción general del producto: mezcla de hidrocarburos parafínicos de cadena recta y ramificada, olefinas, cicloparafinas y aromáticos, que se obtienen del petróleo. Se utiliza como combustible en motores de combustión interna de octano igual a 87 y 1000 ppm de contenido máximo de azufre total.

Nombre químico: ND,

Estado físico: Líquido,

Nombre comercial: Gasolina Pemex-Magna,

Clase de Riesgo de transporte SCT7: Clase 3, “Líquidos inflamables”,

Familia química: ND,

No. Guía de Respuesta GRE8: 128,

Sinónimos: Gasolina Pemex-Magna, Pemex-Magna Resto del País.

Peso molecular: ND

Temperatura de ebullición °C: (°C): 60-70 (máx. 10% Destilac.)

Temperatura de Fusión: NA

Temperatura de inflamación (°C): Inferior a 0°C

Temperatura de auto ignición (°C): aproximadamente 250°C A

Densidad relativa de vapor (aire=1): 3.0 – 4.0 A

Color Rojo Visual

Solubilidad en agua: Insoluble

Límites de explosividad inferior-superior: 1.3 - 7.1 A

Olor: Característico a gasolina

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 6 de 78 |

Gravedad específica 20/4 °C: 0.700 - 0.770

Presión de vapor @ 37.8 °C (kPa): lb/pulg² 54.0 - 79.0 (7.8 - 11.5)

▪ **Diésel**

Descripción del producto: mezcla de hidrocarburos parafínicos, olefínicos, nafténicos y aromáticos derivados del procesamiento del petróleo crudo. Se emplea como combustible automotriz.

Nombre químico: Diésel altamente hidrodesulfurado,

Fórmula química: No disponible,

Nombre común: Diésel automotriz bajo azufre,

Estado físico: Líquido,

Sinónimos: Aceite combustible automotriz, Aceite combustible de bajo azufre,

Clasificación Dot²: Clase 3, líquidos inflamables división 3.3,

Respuesta inicial: Guía 13.

Peso molecular: Variable

Temperatura de ebullición °C: 175-375 aprox.

Temperatura de Fusión: No disponible

Densidad de Vapor (aire=1): 4

Densidad relativa (H₂O) = 1: 0,815 – 0,840 aprox.

Presión de vapor mmhg₂₀°C: 0,1 a 0,6 lb/pulg²

Vel. Evaporación (butil-acetato) = 1: Menor que 1

% de volatilidad: Esencialmente 100

Color (método visual): Amarillo claro

Olor: Característico a petróleo

Solubilidad en agua: Insoluble

Índice de octano (R+M)/2: 48 mínimo

La instalación incluirá los siguientes sistemas:

- Recepción de combustible
 - Una trampa de diablos (receptora) autorizada localizada dentro de la terminal, conectada al ducto autorizado, dentro de los límites de batería de la terminal.
 - Un patín de medición autorizado localizado corriente debajo de la trampa de diablos (receptora).
 - Lam instalación de un detector de interface en el patín de medición.
 - Instalación de un laboratorio de cortes de producto (Cut Shack).
- Sistema de Almacenamiento.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 7 de 78 |

Considera la instalación de nuevos tanques para el almacenamiento de combustibles, tuberías, accesorios, válvulas de control, instrumentos y sistemas de protección. Incluye un tanque de almacenamiento de transmix y los aditivos para gasolinas.

- Sistema de carga y distribución

Considera la instalación de nuevas bombas y brazos de carga, patín de medición con válvula de control, tuberías y accesorios necesarios para la carga de auto-tanques, incluyendo la carga de transmix.

Se considera además el uso de filtros corriente debajo de la descarga de la bomba de carga de cada combustible.

La instalación incluirá además los siguientes sistemas auxiliares:

- Sistema de dosificación de aditivos
Este sistema considera los paquetes de dosificación desde totes mediante bombas dosificadoras.
- Unidad Recuperadora de Vapores. (URV)
Considera a la instalación de un nuevo equipo paquete para la recuperación de vapores y sus tuberías de interconexión.
- Recolección de drenaje aceitoso
Considera la instalación de nuevos colectores de aceite y tuberías de drenaje
- Tratamiento de aguas aceitosas. (CPI)
Considera la instalación del equipo paquete para el tratamiento de aguas aceitosas y sus tuberías de interconexión.

II.3.2. SISTEMA DE RECEPCIÓN DE COMBUSTIBLE.

El proceso inicia con la recepción de Combustible, un combustible a la vez, ya sea gasolina regular, gasolina Premium o diésel.

❖ **Recepción de gasolina regular o gasolina Premium.**

La gasolina será enviada desde Estados Unidos al proyecto en Nuevo Laredo, México; es transportada a través de un ducto autorizado de 8" donde también se transporta el diésel. Dentro del límite de baterías de la terminal, la gasolina es recibida del ducto a una tubería de 8" fluyendo hacia el patín de medición autorizado donde se realiza la medición del volumen de gasolina recibida en la terminal y que será enviada al respectivo tanque de almacenamiento.

Mediante muestreo de producto en el laboratorio de cortes de producto (Cut Shack), el operador establece el tipo de producto que se está recibiendo en la terminal y el tanque de almacenamiento al que debe conducirse.

❖ **Recepción de diésel.**

El diésel es enviado desde Estados Unidos al proyecto en Nuevo Laredo, México; es transportada a través del mismo ducto autorizado de 8" donde también se transporta la gasolina. Dentro del límite de baterías de la terminal, el diésel es recibido del ducto a una tubería de 8" siguiendo hacia el mismo patín

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 8 de 78 |

de medición autorizado donde se mide el volumen de diésel que se recibe en la terminal y que es enviado a su respectivo tanque de almacenamiento.

II.3.3. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.

Una vez que el combustible es medido se enviara desde un cabezal común (manifold) hacia su respectivo tanque.

Durante el cambio de servicio en el conducto se producirá una mezcla de gasolina/diesel llamada “transmix”, la cual será enviada a un tanque dedicado como producto de fuera de especificación.

Nuevamente el operador mediante pruebas en el laboratorio de corte de producto (Cut shack) determina la llegada del producto transmix.

Se agregaran aditivos a la gasolina para cumplir con la especificación de producto mediante sistemas de dosificación dedicados. En cuanto a los aditivos, la cantidad y el tipo se definirán durante el desarrollo de la ingeniería.

II.3.4. SISTEMA DE CARGA PARA DISTRIBUCIÓN.

El combustible almacenado en los tanques, se enviará a través de una bomba de carga a sus respectivas bahías de carga a auto-tanques. Se cuenta con 3 bahías existentes en la terminal y serán instaladas 4 bahías nuevas dentro del alcance de proyecto.

La descarga de cada una de las bombas es enviada a un equipo de filtrado para remover sólidos, además se le inyectarán los aditivos necesarios antes de ingresar al patín de medición.

Se tendrán cinco estaciones de carga: Tres estaciones tendrán dos brazos de carga, uno para gasolina regular y uno para diesel (estación 4, 5 y 6); una estación tendrá un brazo de carga adicional para cargar gasolina Premium (estación 7). Finalmente una estación de carga con un brazo dedicado para transmix.

Cada uno de los brazos de carga deberá tener un patín de medición (que incluye filtros, medidor, válvula de control, conexiones de prueba) y se realizará la transferencia de custodia.

II.3.5. SISTEMAS AUXILIARES.

a. Unidad Recuperadora de Vapores (URV).

Al cargar 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 URV trata los vapores recolectados en una columna de adsorción con carbón activado en contracorriente con gasolina regular. La gasolina recuperada durante el proceso de adsorción se enviará al tanque de transmix.

El valor máximo de emisiones de hidrocarburos totales es de 35 mg/litro de gasolina cargada de acuerdo a la NOM-006-ASEA-2017.

b. Recolección de Drenaje Aceitoso.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 9 de 78 |

Los tanques estarán localizados dentro de un dique de contención de derrames, así como un sardinel en el área de bombas, uno en el área de auto-tanques. Los diques y sardineles tendrán un sistema de doble válvula, para poder direccionar el tipo de drenaje que se tenga, ya sea aceitoso o pluvial. El drenaje aceitoso se debe dirigir al separador Agua/Aceite y el drenaje pluvial a disposición final fuera de la terminal.

En la sección autorizada (patín de medición y trampa de diablos) se confirmará y revisará la adecuación del drenaje existente.

c. Tratamiento de Aguas Aceitosas (CPI).

Consiste en la separación de un volumen agua-aceite de los drenajes aceitosos recolectados de los diques de contención y sardineles.

El agua tratada proveniente del CPI, los lodos y el aceite o hidrocarburo líquido recuperado serán enviados fuera de la terminal para su disposición final.

II.3.6. PROPIEDADES DE LOS COMBUSTIBLES Y CONDICIONES DE OPERACIÓN.

- **Propiedades**

Las propiedades de los combustibles disponibles en la Terminal se describen en la Tabla II.1.

Tabla II.1. Propiedades de los combustibles en la Terminal.

| Descripción | Unidades | Gasolina | Diésel |
|---|----------------------|-------------|-------------|
| Gravedad específica @ 15.6°C (60°F) | - | 0.72 - 0.78 | 0.81 - 0.89 |
| Viscosidad @ 15.6°C (60°F) | cP | 0.37 - 0.44 | 2.6 - 4.1 |
| Presión de Vapor @ 37.8°C (100°F) | kg/cm ² a | 0.56 - 0.88 | 0.01 |
| Temp. de ebullición @ 1 atm (14.7 psia) | °C | 38 - 204 | 93.3 - |
| Flash Point (copa cerrada) | °C | - 43°C | > 37.8 |

Nota:

1.- Esta información deberá ser suministrada y confirmada por el cliente.

- **Condiciones de Operación.**

Las condiciones de operación en el punto de entrega a la terminal, almacenamiento y a distribución se describen en la Tabla II.2.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 10 de 78 |

Tabla II.2. Condiciones de Operación en el punto de entrega a la terminal, almacenamiento y distribución.

| Descripción | Unidades | Gasolina | Diésel |
|--|------------------------------|-----------|-----------|
| Presión y Temperatura en L.B. del ducto | kg/cm ² g @ | (Nota 1) | (Nota 1) |
| Presión y Temperatura en tanques de almacenamiento | kg/cm ² g @ °C | 0.0 @ 29 | 0.0 @ 29 |
| Presión y Temperatura en auto-tanques | kg/cm ² g @ | 0.07 @ 29 | 0.07 @ 29 |

II.3.7. UNIDADES DE MEDIDA.

El sistema de medición que se utilizará en el proyecto seguirá de manera general el Sistema Internacional (SI) y se basará en la norma NOM-008-SCFI-2002.

Complemento a las unidades recomendadas por la normatividad vigente se continuará aplicando las unidades de uso común señaladas para un mejor entendimiento de los trabajos realizados durante el desarrollo de la ingeniería.

En la **Tabla II.3** y **II.4** se lista las unidades aplicables además de las unidades adicionales de medida que se utilizarán en el proyecto.

Tabla II.3. Unidades Aplicables y Unidades adicionales.

| Parámetro | Unidades (SU) | Unidades adicionales (Nota 1) |
|--|----------------------|--|
| Aceleración | m/s ² | - |
| Angulo | rad | ° (grados) |
| Área | m ² | (ft ²) |
| Cabeza Diferencial | m | (ft) |
| Cabeza Politrópica /Adiabática | kJ/kg | - |
| Capacidad calorífica | J/(kg K) | kcal / kg °C |
| Capacitancia | F | - |
| Clasificación de brida | - | (lb/in ² o "lb" (clasificación de |
| Coefficiente de Transferencia de calor | W/(m ² K) | kcal / h m ² °C |
| Concentración | - | mg/kg, ppmw, ppmv, wt%, vol%, mol%. (Nota 2) |
| Conductividad | S/m | (pmho/cm), pS/cm |
| Conductividad Térmica | W/(m K) | kcal / h m ² °C |
| Consumo eléctrico | - | kW-h |
| Corriente eléctrica | A | mA |
| Corrosión disponible | - | mm |
| Densidad | kg/m ³ | - |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 11 de 78 |

| Parámetro | Unidades (SU) | Unidades adicionales (Nota 1) |
|--|----------------------|--------------------------------------|
| Densidad Relativa de Líquidos (S.G.) | - | - |
| Dimensiones: | | |
| - Diámetro de Equipo | m | mm |
| - Diámetro de Tubería, Boquillas y Venteos | - | (in) |
| - Longitud | m | mm |
| - Nivel de recipientes/tanques | m | mm, % |
| - Plot Plan | m | mm, cm |
| Carga Térmica: | | |
| - Cambiadores de calor | - | kcal/h (HP) |
| - Horno | - | kcal/h (HP) |
| Entalpia | J/kg | kcal/kg |
| Entropía | J/(kg K) | kcal/(kg°C) |
| Factor de ensuciamiento | - | h m ² °C / kcal |
| Flux de Calor | W/m ² | kcal / m ² h |

Tabla II.4. Unidades Aplicables y Unidades adicionales.

| Parámetro | Unidades (SI) | Unidades adicionales (Nota 1) |
|---|----------------------|--|
| Flujo de Líquido | - | kg/h, m ³ /h @ Temperatura, l/min @ Temperatura, (gpm @ Temperatura) |
| Flujo de Vapor o Gases | - | kg/h, m ³ /h @ Presión y Temperatura, Nm ³ /h @ 0°C y 1 atm, |
| Frecuencia | Hz | |
| Fuerza | N | kgf (kilogramo fuerza) |
| Intensidad luminosa | cd | - |
| Masa | kg | - |
| Momento de una Fuerza | N m | - |
| NPSH Disponible | m | - |
| Perdida de transferencia de calor en tuberías | - | kcal/h/m = kcal/(h*m ²)/m |
| Peso Molecular | - | kg/kg mol |
| Potencia Eléctrica / Hidráulica | W, kW | HP |
| Presión: | | |
| - Presión absoluta | - | kg/cm ² a (psia) (atm) |
| - Presión Crítica | - | kg/cm ² a (psia) |
| - Presión de Vacío | - | mm Hg a, in H ₂ O |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 12 de 78 |

| | | |
|--|--------------------|---|
| - Presión de Vapor @ Temperatura | - | kg/cm ² a (psia) |
| - Presión diferencial (Caída de presión) | - | kg/cm ² (psi) |
| - Presión manométrica | - | kg/cm ² g, mm Hg, atm (psig) |
| - Caída de presión por longitud (de tubería) | - | kg/cm ² /100m (psi/100ft) |
| Punto de inflamabilidad | - | °C |
| Ruido | dB | - |
| Tamaño de partícula | - | pm (micrón) |
| Temperatura | K | °C (°F) |
| Tensión Superficial | N/m | dyne/cm |
| Tiempo | s | h, días |
| Torque (Momento de una Fuerza) | N m | - |
| Velocidad | m/s | - |
| Velocidad de rotación | - | rpm |
| Viscosidad Cinemática | - | m ² /s, cST |
| Viscosidad Dinámica | - | cP |
| Voltaje eléctrico | V | - |
| Volumen | m ³ | (gal) (bbls) |
| Volumen Específico | m ³ /kg | - |

II.4. FILOSOFÍA DE OPERACIÓN.

II.4.1. SISTEMAS DE MONITOREO Y CONTROL, AMPLIACIÓN DE LA TERMINAL DE NUEVO LAREDO”.

La Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo “contará con un Sistema Digital de Monitoreo y Control (PLC DE PROCESO) basado en un controlador lógico programable, desde el cual se realizará el monitoreo de las mediciones de flujo, de recepción, control de válvulas de aislamiento, supervisión de niveles en cada uno de los tanques de almacenamiento, arranque y paro de bombas de carga, monitoreo y control del sistema de carga de auto-tanque.

El diseño y alcance del sistema de control de la terminal estará basado en un análisis de riesgos, donde se dimensionen los procesos operativos de la terminal, las zonas de las instalaciones donde existe probabilidad de derrame de los combustibles almacenados o fuga de vapores de los mismos será monitoreado.

Los sistemas de monitoreo se integrarán de acuerdo a la clasificación de áreas eléctricas. El sistema de control cuenta con una red de puesta a tierra de todos los equipos la cual es suficiente para soportar cualquiera de las corrientes que puedan ser impuestas a una falla a tierra, además tendrá una baja impedancia que limite el potencial sobre la tierra, que facilitará el funcionamiento de los dispositivos de sobre corriente. La conexión a tierra será totalmente efectiva para protección del personal y del equipo. También tendrá un nuevo Sistema de Paro Por Emergencia (SPPE) basado en un Controlador Lógico Programable, llamado “PLC de Seguridad” del cual se realizarán los paros de emergencia y el monitoreo del sistema de alarma y fuego. Las áreas donde los PLCs del PLC DE PROCESO y SPPE estarán operando son las siguientes:

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 13 de 78 |

- ✓ Áreas de recepción de hidrocarburos.
- ✓ Áreas de tanques de almacenamiento.
- ✓ Áreas de casa de bombas.
- ✓ Áreas de carga de camiones.
- ✓ Unidad de recuperación de vapor.
- ✓ Inyección de aditivos químicos.
- ✓ Apagado de emergencia.
- ✓ Panel de control de alarma contra incendios.

II.4.1.1. Arquitectura de Control del proyecto.

El PLC de Proceso (existente) y el PLC de Seguridad recibirán las señales vía RIO's (Entradas-Salidas Remotas) las señales de los instrumentos de campo, detectores, bombas, estaciones manuales y del control de acceso de auto-tanques. La información recibida es compartida con los servidores y estaciones de trabajo existentes; así como con el sistema de paro de emergencia y el de alarma y fuego.

Desde la red de control, también se realizará el monitoreo de equipos como el de recuperación de vapores (URV) y otros servicios auxiliares, patín de medición de flujo en la recepción de productos provenientes de San Antonio Texas, monitoreo y control de inventarios de los tanques, monitoreo y control de la medición de flujo de los brazos de carga a los carro tanques, monitoreo y control de válvulas a través de un sistema de supervisión de datos.

El PLC de Proceso es un típico sistema de control basado en la adquisición de señales de los instrumentos y equipos de campo con Servidores de aplicación y datos, en donde reside el software de control de supervisión para llevar a cabo la Interface Humano Máquina HMI, almacenando los datos históricos en un servidor de datos.

Toda la información recopilada del campo se enviará a las instituciones como ASEA, SAT y CRE a través de un firewall y VPN, así como a las oficinas de San Antonio.

La comunicación de los instrumentos y equipos de campo hacia el Servidor de aplicación puede ser puntual o a través de lazos de comunicación hacia Unidades de Control Local (UCL's). La transferencia de información de los equipos a los servidores se realizará a través de protocolos de comunicación OPC o MODBUS.

En los servidores reside la lógica necesaria para llevar a cabo las funciones de almacenamiento y control de las variables de campo adquiridas de los diferentes Subsistemas. En el servidor de aplicación reside el software de control de supervisión mediante el cual se desarrollará la interface humano máquina (HMI) y en el servidor de datos históricos se encuentran ubicadas las bases de datos históricas para la elaboración de consultas y reportes. El Subsistema de Control de Planta tendrá la función de llevar a cabo el control automático de:

- ✓ Arranque y paro de bombas.
- ✓ La medición del tanque de almacenamiento.
- ✓ El llenado de los productos de Terminal para auto-tanques.
- ✓ Medición del flujo en las áreas de recepción y salida del producto.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 14 de 78 |

Por medio de la red local Ethernet, se tendrá una interface de comunicación local en línea con el Sistema Administrativo y Comercial; cuyo propósito es el de transferir entre ambos sistemas, la siguiente información:

- ✓ Orden de carga de producto
- ✓ Cancelación de órdenes de carga
- ✓ Confirmación de carga/descarga de producto
- ✓ Confirmación de cancelación de órdenes de carga
- ✓ Transferencia de producto entre tanques de almacenamiento, en caso de requerirse.
- ✓ Volúmenes en tanques de almacenamiento.
- ✓ Flujo medido a la llegada de los ductos de Gasolina y Diésel hacia Tanques de almacenamiento.
- ✓ Flujo medido de los Tanques de almacenamiento hacia Auto Tanques.

Logrando con esto, la facturación en línea de las salidas de los distintos productos de la instalación; así como la generación en línea de documentos y transacciones derivados de la entrega y recibo de productos.

II.4.1.2. Recepción de Producto.

El recibo de los productos que manejará la Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo se realizará por medio de un ducto autorizado proveniente de San Antonio Texas, E.U.A., el cual traerá Gasolinas (Regular y Premium) y DIESEL.

En la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo se cuenta con una válvula de aislamiento/contención (Existente) con actuador eléctrico (válvula motorizada MOV), la cual envía las señales para ser operadas y visualizadas desde el cuarto de control de la Terminal. La válvula de contención a la llegada del ducto en la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo aislará el producto de las líneas de llenado de los tanques de almacenamiento en caso de alguna eventualidad.

La válvula motorizada cuenta con una señal de status, se puede abrir o cerrar desde el cuarto de control (Remoto) y localmente. Las válvulas motorizadas de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo, se comunican con el PLC de Proceso ó de Seguridad a través de señales cableadas, el cual gobernará la apertura o cierre.

Se puede verificar la posición de la válvula de manera local y desde el cuarto de control por medio de los indicadores de posición (ZI).

Posterior a la válvula de contención, se encuentran una válvula de control de presión (Existente) controlada por el PLC de Proceso y es responsable de regular la presión de entrada a la Terminal.

Posterior a esta válvula, los productos serán medidos y enviados a los tanques de almacenamiento.

La medición del flujo (patín de medición de recibo, Autorizado) será del tipo transferencia de custodia, mediante computadores de flujo. Los computadores de flujo recibirán la información de las siguientes variables; transmisor de flujo, transmisor indicador de temperatura, transmisor indicador de presión y transmisor de densidad. Se adicionará un detector de interface tipo Óptico (OID) y un Densitómetro (DE), éstos detectarán y dirigirán el flujo de los diferentes fluidos a través de la tubería. Los computadores de flujo efectuarán todas las funciones de medición, cálculo del volumen y generación de reportes del Sistema de Medición.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 15 de 78 |

El sistema tiene la capacidad de comunicarse en forma bidireccional con los sistemas de medición y control para la transferencia de custodia.

A través de comunicación con fibra óptica se proporcionara la información a los servidores del PLC de Proceso localizado en el cuarto de control de la terminal.

Los patines de medición serán puestos en funcionamiento acorde al fluido recibido:

✓ Patines de medición a la llegada:

Patín de medición “DOS LAREDO”, Patines de medición Autorizado para GASOLINA REGULAR, GASOLINA PREMIUM Y DIESEL.

✓ Patines de medición de llenaderas:

1. PK-001A, Diesel.
2. PK-001B, Gasolina Regular.
3. PK-001C, Gasolina Premium.
4. PK-002A, Diesel.
5. PK-002B, Gasolina Regular.
6. PK-003A, Diesel.
7. PK-003B, Gasolina Regular.
8. PK-004A, Diésel.
9. PK-004B, Gasolina Regular.
10. PK-005, Transmix.

Los Patines de medición cuentan con filtros tipo canasta cada uno, para gasolina regular/Premium y para diésel. Los filtros cuentan con Interruptor de presión diferencial, que envían la señal al computador de flujo y al PLC de Proceso. El funcionamiento de estos filtros es de manera manual. En el panel local y el cuarto de control, contarán con alarmas de alta presión diferencial, para que el operador realice el mantenimiento a los filtros.

En los computadores de flujo (FC), la medición de flujo se realiza utilizando medidores tipo coriolis por medio del transmisor de flujo (FT) y reciben compensación por temperatura (TT) y presión (PT).

Los patines de medición contarán con el análisis de densidad en línea, esta señal al igual que las señales de los instrumentos del patín de medición estará disponible en computador y en las pantallas de operación en cuarto de control. La información de los computadores podrá ser almacenada por medio del servidor de datos.

En el área de recepción de productos estará disponible un paro de emergencia, consiste en un botón tipo hongo, color rojo, ubicado de tal forma que sea de fácil acceso para el operador del área de descarga y sea activado en caso de alguna eventualidad, así como la señalización por medio de alarma visual y sonora deberá considerarse.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 16 de 78 |

II.4.1.3. Tanques De Almacenamiento.

Para el recibo de productos en los tanques de almacenamiento, como se describió anteriormente, cada tanque cuenta con una válvula motorizada de paro por emergencia.

Se contará con un sistema capaz de controlar la medición del producto almacenado en tanques a partir de las variables de nivel de producto, nivel de agua y temperatura. El sistema contempla la instalación de instrumentación y equipo (indicadores de nivel y temperatura) en cada uno de los tanques de almacenamiento de producto manejado en la Terminal de Almacenamiento, los cuales se encuentran unidos a través de un lazo de comunicación que concentra sus señales a una Unidad de Control Local instalada cercana al área de almacenamiento. También se contempla ubicar a pie de cada tanque un indicador local de nivel.

El sistema de inventarios de nivel en tanques de almacenamiento incluye el suministro de software especializado en la medición de nivel. Este sistema está disponible en el mercado a través de diversos proveedores nacionales y extranjeros. Con las mediciones de temperatura el software dará las mediciones de nivel corregidas de acuerdo a estándares internacionales.

Este sistema de control de inventarios se compone por los siguientes componentes principales:

- ✓ Transmisor de nivel tipo Magnetostrictivo, uno por cada tanque de almacenamiento,
- ✓ Indicador de nivel a pie de tanque, uno por cada tanque de almacenamiento.
- ✓ Sonda de temperatura RTD Pt100 tipo multipunto, una por cada tanque de almacenamiento.
- ✓ Unidades concentradoras de señales con capacidad de escanear la información de los transmisores de nivel tipo Magnetostrictivo y efectuar el cálculo de volumen de acuerdo a las tablas de calibración previamente cargadas y tablas API.
- ✓ Cada unidad concentradora deberá ser capaz de comunicarse de manera inteligente, vía protocolo de comunicaciones con el PLC de Proceso en tiempo real.

El sistema de medición de nivel podrá detectar el contenido de agua en los tanques de almacenamiento.

El sistema deberá entregarse debidamente certificado y calibrado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

En el cuarto de control, los operadores podrán revisar los niveles de cada producto de cada uno de los 4 tanques de almacenamiento. Se podrán monitorear volúmenes de vacío o llenado de los tanques de manera visual en la pantalla, o emitir un reporte en forma de ticket de uno o la totalidad de los tanques en determinado horario programado o solicitado manualmente. Estos reportes pueden servir para el proceso de recepción de cada turno de operación de la Terminal, o en caso del despacho o recepción de producto a medir por cada evento para confirmar cantidades entregadas recibidas.

A través del sistema de control de inventario, se tendrán disponibles en el servidor de datos las mediciones de cada uno de los tanques de almacenamiento y así, con ello llevar un historial del manejo de los volúmenes de cada tanque por turno de manera diaria, pudiendo controlar los rendimientos de los tanques, optimizando su utilización.

Independientes del sistema de control de inventarios, la medición de nivel contará con las siguientes protecciones:

Los tanques de almacenamiento contarán con protección de sobrellenado, por medio de medición de nivel y alarma sonora y visual. Mediante la medición de nivel se llevara a cabo el cierre de las válvulas de

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 17 de 78 |

corte de paro por emergencia de los productos a tanques de almacenamiento. Las alarmas visuales y sonoras informarán a los operadores del sobrellenado de los tanques de almacenamiento.

La medición de nivel en los tanques de almacenamiento contara con alarmas de alto nivel LAH con la cual se deben activar las válvulas de corte de paro por emergencia en los ductos a la llegada de productos a la Terminal, antes de que se active el interruptor de alto-alto nivel, se tendrá el tiempo necesario para tomar acciones antes de que se active la protección por sobre llenado LSHH la cual manda a cerrar la válvula XV de entrada al tanque, evitando el derrame de producto, al mismo tiempo se envían alarmas por muy alto nivel LAHH al cuarto de control de la terminal.

Para la protección de las bombas de carga, el sistema de nivel contará con alarmas de bajo nivel LAL en cada tanque, con lo cual el operador debe parar las bombas de carga a auto tanques correspondientes. También se cuenta con protección por bajo nivel LSLI con lo cual de manera automática las bombas de carga a Auto tanque dejaran de operar. Ésta acción es desarrollada por un Interruptor de nivel conectado al SPPE (Sistema de Paro por Emergencia).

Los tanques de almacenamiento incluyen válvulas presión-vacío con arrestador de flama para evitar la sobrepresión en el tanque así como evitar el colapso del mismo por el vacío generado durante el bombeo del producto, las cuales deben ser diseñadas por el proveedor del tanque de almacenamiento.

Las líneas de succión hacia las bombas de carga, contarán con una válvula de aislamiento automática. Estas válvulas cuentan con actuador eléctrico. Desde el cuarto de control de la Terminal de Almacenamiento se podrá realizar la apertura y cierre de las válvulas. Previo al arranque de las bombas de carga, las válvulas XV deberán estar abiertas.

Tabla II.5. Características de los equipos de almacenamiento.

| Descripción | Dimensiones | | Capacidad de diseño | | Capacidad de operación | |
|----------------------------|--------------|------------|---------------------|-------|------------------------|-------|
| | Diámetro (m) | Altura (m) | BBL | M3 | BBL | M |
| Tanque Transmix | 12.8 | 12.2 | 10000 | 1590 | 9023 | 1435 |
| Tanque de Gasolina Premium | 20.7 | 12.2 | 25000 | 3975 | 23288 | 3072 |
| Tanque de Gasolina Regular | 36.6 | 12. | 80000 | 12719 | 75517 | 11529 |
| Tanque de Diésel | 36.6 | 12. | 80000 | 12719 | 72517 | 11529 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 18 de 78 |

II.4.1.4. Bombas de Carga.

El envío de productos hacia los brazos de carga se realizará por medio de bombas, cada producto tendrá una bomba de carga en operación.

Cada bomba cuenta con un selector de operación local/remoto (HS) botoneras de arranque/paro local, desde el cuarto de control se cuentan con comandos de arranque/paro además del estado de operación de la bomba. En campo, las bombas contarán con indicación de presión local en la succión y en la descarga de la bomba.

En la succión de la bomba se contara con medición de presión desde el cuarto de control por medio de (PT), la succión cuenta con protección por baja presión con alarma (PAL) y paro por muy baja presión en la succión (PSLL) para protección del equipo de bombeo, esto es por cada equipo de bombeo. En el cabezal de descarga de ambas bombas se contara con la medición de presión por medio de un transmisor de presión (PT) el cual monitoreará la presión de descarga de la bomba.

Habrà una válvula de Recirculación Automática la cual mantiene una presión de descarga constante en el cabezal. Esta controla la línea de recirculación, enviando el producto al tanque de almacenamiento y manteniendo un flujo mínimo en la bomba en las condiciones de garantía del equipo.

Las bombas de carga contarán con las siguientes protecciones:

- ✓ Por bajo nivel LAL en los tanques de almacenamiento, el operador, en cuarto de control debe detener los equipos de bombeo de forma remota o cuando se active la alarma.
- ✓ En caso de que no se detengan las bombas, de forma automática el PLC de Proceso activará el paro por muy bajo nivel LSSL, de los tanques de almacenamiento.
- ✓ En caso de que no se detengan las bombas con el paro de muy bajo nivel del LSSL del PLC de Proceso de forma automática, el Sistema de Paro Por Emergencia SPPE, activará el paro por muy bajo nivel LSSL de los tanques de almacenamiento.
- ✓ En el área de la casa de bombas, estará disponible un paro de emergencia consistente en un botón tipo hongo, color rojo, ubicado de tal forma que sea de fácil acceso para el operador del área de bombeo y sea activado en caso de alguna eventualidad, así como la señalización por medio de alarma visual y sonora deberá considerarse.

Ver anexo 9 Información técnica del proceso operativo

II.4.1.5. Área de llenado de Auto tanques.

La sección de llenado de Auto-tanques se compone de 4 estaciones nuevas, en las estaciones 4, 5 y 6 habrá 2 posiciones (brazos de carga), en la estación 7 habrá 3 posiciones, y otra posición para transmix, para carga de los diferentes combustibles con su respectivo tren de medición.

- ✓ PK-001A, Diesel.
- ✓ PK-001B, Gasolina Regular.
- ✓ PK-001C, Gasolina Premium.
- ✓ PK-002A, Diesel.
- ✓ PK-002B, Gasolina Regular.
- ✓ PK-003A, Diesel.
- ✓ PK-003B, Gasolina Regular.
- ✓ PK-004A, Diesel.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 19 de 78 |

- ✓ PK-004B, Gasolina Regular.
- ✓ PK-005, Transmix.

En cada estación, se contará con un patín de medición, el cual estará compuesto por 10 patines de medición que cuentan con: válvula de bloqueo automática, filtro tipo canasta, válvula de relevo (PSV), conexiones para calibración, medidor de flujo (FE) tipo Coriolis, medidor local de temperatura (TG), transmisor de temperatura (TIT), medidor local de presión (PG), transmisor indicador de presión (PIT) y Unidad de Control Local (UCL). La UCL realiza la medición de caudal y el control de despacho.

Todas las señales de Proceso que se conectarán a la UCL, serán monitoreadas en el PLC de Proceso de la terminal de almacenamiento. Cuando la carga sea realizada para los auto-tanques estos deben contar con una pinza de conexión a tierra física y sobrellenado.

II.4.1.6. Unidad Recuperadora de Vapores.

En la terminal de Almacenamiento, se contará con una unidad recuperadora de vapores, la cual recibirá los vapores del área de llenado de Auto Tanques, así como los vapores del tanque Transmix.

Esta unidad a la entrada contará con una válvula de seguridad PSV que relevará en caso de fuego en el área de llenado de Auto tanques, las líneas de los tanques mencionados contarán con válvulas de corte automáticas (XV).

II.4.1.7. Inyección de Químicos y Aditivos.

Los tanques de almacenamientos de los Aditivos son los siguientes:

- ✓ TK-001, Tanque de Aditivo #1.
- ✓ TK-002, Tanque de Aditivo #2.

Las bombas que envían los aditivos al área de llenado de los Auto Tanques son:

- ✓ P-001A/B para Aditivo #1.
- ✓ P-002A/B para Aditivo #2.

Las líneas de dosificación cuentan con reguladores de presión previa al llenado de Auto Tanques.

II.4.2. SISTEMA DE PARO POR EMERGENCIA (SPPE).

Las Instalaciones de las Terminales de Almacenamiento contarán con un SPPE (PLC de Proceso) y en conjunto con el PLC de Proceso, serán diseñados para cubrir la seguridad del personal, del proceso y equipos de las Terminales de Almacenamiento.

Sistema de Paro de Emergencia SPPE (PLC de Seguridad) recibirá las señales de la instrumentación de campo. Si las condiciones operativas salen de sus valores normales de operación, se enviarán las señales relacionadas con el paro de planta, mediante la activación de las válvulas distribuidas en las diferentes áreas críticas de Proceso de la Terminal de Almacenamiento.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 20 de 78 |

La principal función del SPPE es monitorear y determinar las condiciones de operación que son críticas para el proceso, a fin de determinar la ocurrencia de condiciones de emergencia, disminuyendo la probabilidad de eventos de riesgo. Cuando se presenten estas condiciones, el SPPE debe realizar automáticamente una secuencia lógica del paro, para prevenir cualquier peligro o riesgo para el personal, las instalaciones y al medio ambiente.

La operación del paro de emergencia ejecuta las siguientes acciones:

- ✓ Suspensión de las operaciones de carga de auto-tanques y paro del equipo de bombeo
- ✓ Cierre de válvulas de paro de emergencia en el área de almacenamiento en caso de presentarse una condición de emergencia.
- ✓ Cierre de emergencia de la válvula de aislamiento/contención (existente) en el área de llegada del ducto, en caso de presentar una condición de emergencia. Inyección de aditivos químicos.

II.4.3. SISTEMA DE CONTROL DE FUEGO Y ALARMA.

La Terminal de Almacenamiento contará además con un sistema de Control de Fuego y Alarma (PLC de Seguridad), creando lazos de control con los detectores de fuego, mezcla explosiva y estaciones manuales instaladas en las diferentes áreas de Proceso, y en el caso de un incidente enviará por medio de módulos relevadores, las señales de alarmas visuales y audibles para la notificación al personal de la Terminal.

La principal función del sistema de Fuego y Alarma es asegurar que en caso de un evento de fuego, el personal sea inmediatamente notificado a efecto de tomar las medidas o acciones apropiadas evitando la escalada del evento.

En las edificaciones como cuarto de control y subestación eléctrica se contará con detectores de humo dedicados para cada una de estas edificaciones. Se contará con alarmas visibles y audibles para alertar al personal al interior de la edificación.

II.4.4. TELECOMUNICACIONES PARA LA TERMINAL.

Los sistemas de Telecomunicaciones brindaran los servicios de comunicación requeridos a la Terminal de almacenamiento. Los servicios con los que contará la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo, se enlistan enseguida:

- ✓ Sistema de voceo
- ✓ Sistema de CCTV
- ✓ Sistema de control de Acceso (Existente).

II.4.4.1. Sistema de Voceo.

El diseño del sistema de Voceo estará en el área de carga de Auto-Tanques y en la caseta de vigilancia de acceso principal, de modo que desde la caseta de vigilancia principal se pueda realizar el Voceo.

Los parlantes estarán ubicados en las siguientes áreas:

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 21 de 78 |

- ✓ Isla de carga de auto-tanques
- ✓ Caseta de vigilancia de acceso principal

II.4.4.2. Sistema de Circuito Cerrado de Televisión (CCTV)

El sistema de CCTV que se proporcionará se considera como un sistema de seguridad y validación operacional de la Terminal de Almacenamiento donde se visualizarán y registrarán activamente las actividades de las áreas de la Terminal, manteniendo esa información almacenada por un período de tiempo determinado.

El sistema de CCTV tendrá principalmente la vigilancia de áreas de proceso, supervisión remota de operaciones de mantenimiento, soporte a atención de contingencia, vigilancia de acceso, grabación y visualización de imágenes, ejecuciones de acciones programadas y funciones de vigilancia de acceso a áreas restringidas.

Con el objetivo de tener una amplia cobertura, las cámaras se ubicarán en las siguientes áreas:

- ✓ Caseta de acceso principal.
- ✓ Acceso de Edificio de control.
- ✓ Islas de carga
- ✓ Áreas de tanques de almacenamiento
- ✓ Áreas de bombeo
- ✓ Recuperación de vapor

II.4.4.3. Sistema de Control de Acceso (Existente)

El sistema de control de acceso apoyará al personal operativo a obtener reportes de entrada y salidas del personal que ingrese a la planta y a las instalaciones donde será controlado el acceso. El acceso del personal será por la entrada principal de la Terminal mediante un torniquete de altura completa tipo industrial y una lectora de tarjeta, misma que registrará hora de entrada y salida así mismo en caso de emergencia el sistema será capaz de permitir la apertura de puertas mediante botones liberadores permitiendo que el personal realice la salida sin obstrucción.

El sistema de control de acceso está instalado en los sitios en donde se requiere un acceso restringido, es decir en los siguientes sitios:

- ✓ Caseta de acceso principal.
- ✓ Entrada / Salida vehicular.
- ✓ Edificio de Control.
- ✓ Edificio de sub estación eléctrica.

El acceso vehicular será controlado mediante una lectora y una barrera vehicular, donde se le permitirá o denegará el acceso a vehículos que no sean autorizados, de esta manera se tendrá un control de vehículos que ingresan a la Terminal.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 22 de 78 |

II.5. BASES DE DISEÑO.

A continuación se describen los criterios de diseño funcional, formal, dimensional, especificación de materiales, tipo de estructura y servicios que la disciplina de arquitectura empleará para elaborar la Ingeniería de Detalle para los edificios, casetas y cobertizos que darán servicio a la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo en Tamaulipas.

Ver anexo 4. Bases de diseño.

II.5.1. BASE DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO.

II.5.1.1. Edificios que Integran la Terminal.

Los edificios se diseñarán de acuerdo a la normatividad vigente aplicable, atendiendo las necesidades arquitectónicas de uso del espacio, funcionamiento óptimo y estética, tomando en consideración los factores físicos como vientos dominantes y reinantes, sismo, radiación solar, precipitación pluvial y materiales existentes de la región. El diseño de los espacios considerados en cada uno de los edificios, deben permitir las maniobras de instalación, mantenimiento y resguardo de mobiliario y equipo.

Todos los materiales utilizados en el diseño y construcción de los edificios deberán ser nuevos, de primera calidad, bajo costo de mantenimiento, resistencia a la intemperie y deberán contar con garantía.

II.5.1.2. Descripción de Edificios y Acabados

Cut Shack

Este edificio se diseñará para el personal asignado para establecer el tipo de producto que se está recibiendo en la terminal e indicar al tanque de almacenamiento al que debe conducirse.

- ✓ Características del personal

Se considera estancia de personal dentro de horarios establecidos y por turnos.

- ✓ Estructura

El edificio se diseñará a base de estructura (columnas, travesaños y losas de azotea) de concreto reforzado, acabado aparente, la cubierta será a dos aguas en el sentido longitudinal, con una pendiente mínima del 4%.

- ✓ Acabados

Muros

Fachadas: Los muros perimetrales serán de block hueco de concreto (de la región) con dimensiones de 20 x 20 x 40 cm; colocados a plomo y nivel, con acabado fino, posteriormente se debe aplicar pintura vinil acrílica con acabado mate color muestra aprobada por el cliente.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 23 de 78 |

Sanitarios: los muros interiores serán de block hueco de concreto (de la región) con dimensiones de 15 x 20 x 40 cm; colocados a plomo y nivel, en los muros donde se coloquen muebles sanitarios se prepararán para recibir lambrín de azulejo color muestra aprobada por el cliente, instalado a hueso hasta una altura de 1.80 m a partir del nivel de piso terminado y posteriormente continuar con aplanado y pintura, los muros adyacentes tendrán aplanado acabado fino con aplicación de pintura vinil acrílica con acabado mate color muestra aprobada por el cliente.

Pisos

El piso debe ser de concreto reforzado con acabado común para recibir loseta cerámica en color muestra aprobada por cliente de tráfico moderado para uso industrial, incluye zoclo.

Plafón

Será instalado falso plafón acústico modular, en placas de 61 x 61 x 1.9 cm, fabricado a base de placas con lana mineral con borde en línea de sombra (SLT) y suspensión visible color muestra aprobada por el cliente. El falso plafón debe ser suspendido con alambre galvanizado e instalado de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. La altura al lecho bajo del falso plafón modular debe estar a 3.00 m libres desde el nivel de piso terminado.

Sanitarios: En esta área se instalará paneles de tablamento, posteriormente se debe aplicar pintura vinil acrílica con acabado mate color muestra aprobada por el cliente. Este plafón se debe diseñar con un área registrable con las dimensiones adecuadas para que una persona pueda realizar el mantenimiento a las instalaciones cuando se requiera.

Cubierta

La cubierta será losa de concreto reforzado a dos aguas, con una pendiente mínima del 4%, contará con un pretil perimetral de concreto reforzado para contener el agua de lluvia y posteriormente canalizarla por medio de coladeras de pretil de fierro fundido (Fo.Fo.) hacia las bajadas pluviales (BAP).

Se deben colocar diamantes de concreto y chaflanes perimetrales para canalizar el agua hacia las bajadas pluviales de PVC (Polivinilo Clorado), posterior a esto se aplicará el sistema de impermeabilización. El sistema de impermeabilización debe ser a base de mantos prefabricados de asfaltos modificados con acabado granulado tipo gravilla compactada en color muestra aprobada por el cliente aplicado por termofusión, debe ser resistente a la temperatura, transitable, al medio ambiente corrosivo y de bajo mantenimiento, garantizando una vida útil mínimo de 10 años, el sistema de impermeabilización debe de aplicarse también en el pretil en toda su altura.

Debe cumplir con la Norma NMX-C-437-ONNCCE “Mantos prefabricados impermeables a base de Asfaltos modificados vía proceso catalítico o con polímeros del tipo APP y SBS-especificaciones y métodos de prueba”.

✓ Puertas y Ventanas

Puertas exteriores deberán ser de línea, metálicas con tableros de lámina de acero rolado en frío, con los sellos necesarios y cierrapuertas hidráulico de uso rudo. Estas puertas deben ser con el abatimiento hacia el exterior.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 24 de 78 |

Deberán incluir todos los sellos, accesorios y herrajes (bisagras, astragales, cierrapuertas, chapas, barras anti pánico: vertical para puerta de dos hojas y horizontal para puerta de una hoja, cerraduras, manijas, placas) con los que se van a instalar.

En el exterior las ventanas deben ser con módulos fijos con perfiles de aluminio con pintura electrostática con acabado anodizado color muestra aprobada por el cliente, tableros de cristal inastillable claro de 6 mm de espesor selladas para evitar filtraciones de agua hacia el interior, deben incluir todos sus accesorios y herrajes para su correcta instalación y ser resistente a la corrosión.

✓ **Mobiliario Sanitario**

Mobiliario para Sanitarios:

Inodoro elongado para fluxómetro de botón visible con spud de 32 o 38 mm, fabricado con cerámica porcelanizada de alto brillo color blanco incluye asiento con tapa lisa de cierre estándar y accesorios para su instalación.

Lavabo Institucional de sobreponer redondo grande sin perforaciones y con rebosadero posterior, de cerámica porcelanizada de alto brillo color blanco.

Espejo para Baño, de marco acanalado de una pieza, fabricado de acero inoxidable con esquinas biseladas, espejo es de cristal de primera calidad protegido con baño de electrolítico.

Se deberá contar con todos los accesorios para sanitario.

✓ **Cobertizo de llenaderas de Autotanques**

Este cobertizo será diseñado para cubrir los Autotanques de llenado.

✓ **Estructura**

El cobertizo se diseñará a base de estructura metálica (columnas, traveses y largueros), con cubierta de lámina acanalada tipo Ternium, a dos aguas en el sentido longitudinal, con una pendiente mínima del 10%.

✓ **Acabados**

Pisos

El piso será concreto hidráulico (ver especificación civil), cada espacio del autotanque deberá tener pendiente hacia el centro por si se derrama el producto pueda ser recolectado.

Cubierta

La cubierta será a dos aguas 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.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 25 de 78 |

- ✓ Cobertizo de Residuos Peligrosos

Este cobertizo será diseñado para almacenar los materiales.

- ✓ Características del personal

No se considera tripulada.

b) Estructura

El cobertizo se diseñará a base de estructura metálica (columnas, traveses y largueros), con cubierta de lámina acanalada tipo Ternium, a dos aguas en el sentido longitudinal, con una pendiente mínima del 10%.

- ✓ Acabados

Muros

Los muros perimetrales serán de block hueco de concreto (de la región) con dimensiones de 20 x 20 x 40 cm; colocados a plomo y nivel, con acabado fino, posteriormente se debe aplicar pintura vinil acrílica con acabado mate color muestra aprobada por el cliente, hasta una altura de 1.00 m, posterior a esto llevara malla ciclónica fabricada a base de alambre de acero galvanizado con abertura de 55 x 55 mm de 1.50m de alto. El muro tendrá una altura total de 2.50 m. a partir del nivel de piso terminado.

Pisos

El piso será concreto acabado pulido (ver especificación civil), con acabado epóxico.

Cubierta

La cubierta será a dos aguas 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.

- ✓ Puertas

Las puertas serán a base de malla ciclónica a base de alambre de acero galvanizado con abertura de 55 x 55 mm.

II.5.2. BASE DE DISEÑO MECÁNICAS.

II.5.2.1. Tanques de almacenamiento

A). Los tanques de almacenamiento de gasolina y diésel contarán con la instrumentación necesaria para garantizar la seguridad (Como sea especificado por la disciplina de sistemas de control), incluyendo un sistema de paro por emergencia (SPPE) cuando se detecte un alto nivel con la activación de una alarma sonora y visual, se detendrá la operación de las Bombas de combustible y la URV. En las tuberías de

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 26 de 78 |

entrada y salida del tanque se tendrán válvulas motorizadas con indicador de abierto/cerrado y accionamiento local/remoto.

- ✓ Gasolina Regular RBOB: (1) Tanque Vertical de almacenamiento, el Tanque tendrá un volumen útil de trabajo de 80,000 Bls, fabricado en acero al carbón, diseñado bajo los requerimientos del API STD. 650 última edición, con fondo plano, techo cónico soportado, con membrana flotante, diseñada de acuerdo al Anexo H, con pontones y sello tipo zapata metálico.
- ✓ Gasolina Premium PBOB: (1) Tanque Vertical de almacenamiento, el Tanque tendrá un volumen útil de trabajo de 25,000 Bls, fabricado en acero al carbón, diseñado bajo los requerimientos del API STD. 650 última edición, con fondo plano, techo cónico soportado, con membrana flotante, diseñada de acuerdo al Anexo H, con pontones y sello tipo zapata metálico.
- ✓ Combustible Diesel (ULSD): (1) Tanque Vertical de almacenamiento, el Tanque tendrá un volumen útil de trabajo de 80,000 Bls, fabricado en acero al carbón, diseñado bajo los requerimientos del API STD. 650 última edición, con fondo plano, techo cónico soportado, con membrana flotante, diseñada de acuerdo al Anexo H, con pontones y sello tipo zapata metálico.
- ✓ Transmix: (1) Tanque Vertical de almacenamiento, el Tanque tendrá un volumen útil de trabajo de 10,000 Bls, fabricado en acero al carbón, diseñado bajo los requerimientos del API STD. 650 última edición, con fondo plano, techo cónico soportado, con membrana flotante, diseñada de acuerdo al Anexo H, con pontones y sello tipo zapata metálico.

Los tanques de almacenamiento serán ubicados de modo de aprovechar el desnivel natural para favorecer el NPSH de las bombas de carga, respetando las distancias y la distribución óptima conforme a la Norma Oficial NOM-006-ASEA-2017 y los Códigos NFPA-30 y API-2610.

En la instalación de todos los tanques se verificará si es requerida la protección catódica de acuerdo con la "Norma Oficial Mexicana" NOM-006-ASEA-2017.

Ninguna tolerancia por corrosión interna / externa fue considerada para el cuerpo, fondo y techo de estos Tanques.

Los materiales de construcción para los Tanques de almacenamiento y Transmix incluyendo sus membranas internas flotantes serán de acero al carbón ASTM A -283 Gr.

B) Equipo de Bombeo y Llenado de Auto tanques

La bomba de carga de Diésel, la Bomba de carga de Gasolina regular, la Bomba de carga de Gasolina Premium y la Bomba de carga de Transmix, serán diseñadas de acuerdo con el estándar API 610, tipo centrifugas horizontales.

Se considera también que estas bombas pueden realizar el trasvase entre tanques, en caso de que así se requiera por mantenimiento o alguna eventualidad tal como la instalación de patines de medición con objeto de contar con un mayor control de medición.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 27 de 78 |

C) Recuperadora de Vapores.

Los vapores desplazados durante el llenado de los autos tanques en el proceso de suministro de productos, se enviarán al sistema de recuperación de vapores. El condensado de los productos se enviará al tanque de almacenamiento del producto correspondiente. Para el sistema de recuperación de vapores se contará con:

- ✓ Tanques de absorción de carbón
- ✓ Bombas de vacío.
- ✓ Bombas de gasolina recuperada
- ✓ Bombas de retorno de Gasolina
- ✓ Panel de control
- ✓ Dren automático
- ✓ Torre de regeneración

D) Separador de Aguas Aceitosas.

Los efluentes aceitosos provenientes de las áreas de tanques de almacenamiento, llenaderas de auto tanque, patines de medición, casa de bombas y recuperación de vapores. Se enviarán a un Separador de Aguas Aceitosas para su disposición final.

El separador de agua-aceite (API) debe ser instalado en la parte más baja del terreno de tal forma que se permita la captación de posibles derrames en las diferentes áreas.

E) Brazos de Carga.

La carga de Auto-tanques se compone de 4 nuevas estaciones de carga. La estación de carga No. 7 tendrá tres brazos de carga, un brazo será dedicado para el llenado de PBOB, otro brazo dedicado para el llenado de RBOB y el tercero dedicado para el llenado de ULSD. Las tres estaciones restantes Nos. 4, 5 y 6 tendrán dos brazos de carga, un brazo será dedicado para el llenado de RBOB y el otro dedicado para el llenado de ULSD. Cada brazo de carga será equipado con un instrumento de medición.

Cada brazo tendrá una capacidad volumétrica de carga a pipas de 600 GPM como máximo.

Cada pipa tiene una capacidad para recibir 26.5 m³ (7,000 US galones) y tomará 0.20 horas su llenado completo.

F) Sistema de tuberías (Incluyendo Tubing) para equipos paquetes.

1. Todos los componentes hidráulicos, fabricación y soldadura deben cumplir con la norma

ASME apropiada, ANSI, SAE y las especificaciones ASTM. Conexiones de los tubos y la manguera deben ser accesorios de tipo reemplazable. No se permite la soldadura en líneas de tubing. Las mangueras deberán cumplir con SAE J517D. El material de la tubería será de Acero al Carbón a menos que se indique lo contrario. Tubería hidráulica deberá cumplir normas ASME/ANSI B31.3 de espesor solicitado como mínimo.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 28 de 78 |

2. Los sistemas de tuberías deberán diseñarse para requerir mínimo desmontaje para mantenimiento tanto como sea posible. Conexiones con bridas deberán facilitarse en lugares de acceso para mantenimiento y remoción del equipo.

3. Los sistemas de tuberías se colocarán de forma permanente para eliminar la deflexión y la vibración durante la operación, además de cumplir con todos los requisitos del código. El tubing deberá estar soportado para que las válvulas pueden operarse sin dañar el tubing.

Válvulas, instrumentos y otros componentes no deberán estar soportados del tubing.

4. Se instalarán Drenajes y respiraderos adecuados para facilitar pruebas al equipo y actividades de mantenimiento.

G) Lubricación.

1. En general, los procedimientos de lubricación recomendados por el fabricante del equipo deben ser seguidas.

2. Para los equipos que requiere múltiples puntos de lubricación, los accesorios de lubricación serán llevados a un lado en la plataforma de servicios para permitir una operación fácil.

H) Protección de partes rotatorias de motores

Las protecciones deberán estar diseñadas para ajustarse alrededor de toda la maquinaria de rotación incluyendo acoplamientos y bandas. Todas esas protecciones deberán diseñarse para facilitar la extracción y la accesibilidad al equipo.

I) Recipientes a presión.

1. Los recipientes a presión deben cumplir con los requisitos de diseño establecidos por la Sección VIII, División 1 del código ASME de recipientes a presión.

2. Los fabricantes de equipos deberán proporcionar toda la documentación técnica requerida para el debido cumplimiento de lo señalado por la Norma Mexicana NOM-020-STPS-2011, incluyendo planos y cálculos de diseño.

J) Sistema de Dosificación de Químicos.

El sistema de Dosificación de Químicos será diseñado para inyectar aditivos a las Gasolinas y al Diésel a través de los manifolds al tanque de los camiones. La inyección del aditivo será por medio de una Bomba dosificadora y un Tanque atmosférico vertical de Acero al Carbón conteniendo el aditivo. La Bomba dosificadora, columna de calibración, tubería, tubing y válvulas serán del tipo montados en patín, el Tanque de aditivo será de 5,000 litros de capacidad de trabajo, localizado fuera del skid y conectado a la Bomba dosificadora. Se consideran dos sistemas paquete de dosificación, un patín estructural por cada sistema y una Bomba dosificadora por cada patín.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 29 de 78 |

II.5.3. BASE DE DISEÑO CIVIL/ESTRUCTURAL.

II.5.3.1. Materiales

Las características de los principales materiales que se emplearán en la construcción de las estructuras resultantes de este proyecto, excepto que se indique otra cosa en los planos correspondientes, se describen a continuación:

❖ CONCRETO

El diseño y construcción del concreto debe estar de acuerdo con los siguientes códigos, especificaciones, materiales y requisitos generales.

- **Códigos y especificaciones**

- ✓ Standard Specification for Structural Concrete, ACI 301.
- ✓ Building Code Requirements for Structural Concrete, ACI 318.

- **Resistencias**

La resistencia mínima a la compresión $f'c$ será:

- ✓ Cimentaciones (equipos/estructuras): 300 kg/cm²
- ✓ Pavimentos: 250 kg/cm²
- ✓ Estructuras: 300 kg/cm²
- ✓ Ductos Eléctricos Enterrados: 150 kg/cm²
- ✓ Protección contra Fuego: 200 kg/cm²
- ✓ Registros, drenajes, pretilas, revestimientos, muros: 200 kg/cm²
- ✓ Concreto simple: 100 kg/cm².

- **Cementos**

De acuerdo a la Norma NMX-C-414-ONNCCE-2017, el cemento a usar será tipo:

- ✓ CPO Cemento tipo Portland Ordinario.
- ✓ CPP Cemento Portland Puzolánico.
- ✓ CPEG Cemento Portland con Escoria Granulada de alto horno.
- ✓ CPC Cemento Portland Compuesto.
- ✓ CPS Cemento Portland con humo de sílice
- ✓ CEG Cemento con Escoria Granulada de alto horno

De acuerdo a sus características especiales, los cementos pueden ser:

- ✓ RS Resistente a los sulfatos
- ✓ BRA Baja reactividad álcali agregado

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 30 de 78 |

- ✓ BCH Bajo calor de hidratación
- ✓ B Blanco
- ✓ Acero de Refuerzo: ASTM A615 Grado 60
- ✓ Malla Electro soldada: ASTM A185
- ✓ Alambre de amarre: ASTM A82
- ✓ Anclas: ASTM F1554 Grado 36 a menos que se indique otro en planos.

▪ **Requerimientos Generales.**

El recubrimiento mínimo de concreto sobre el refuerzo exterior debe estar de acuerdo con el código ACI 318 como sigue:

- ✓ Concreto colado directamente sobre el suelo 75mm (3 in)
- ✓ Concreto expuesto a suelo ó intemperie después de quitar la cimbra:
- ✓ Varillas de $\phi=19\text{mm}$ a $\phi=57\text{mm}$ 50mm (2 in)
- ✓ Varillas de $\phi=16\text{mm}$ y menores 37.5mm (1 1/2 in)
- ✓ Alambre de 15.6mm (5/8 in) y menores 38mm (1 1/2 in)
- ✓ Concreto no expuesto a suelo ó intemperie después de quitar la cimbra:
- ✓ Losas, muros y uniones 19mm (3/4 in).
- ✓ Vigas y columnas 38mm (1 1/2 inch).
- ✓ En adición, concreto colado sobre plantilla 50mm (2 in).

❖ **MAMPOSTERÍA**

La mampostería se usará sólo para muros no estructurales ó estructuras secundarias. El diseño de mampostería y su construcción deberá estar de acuerdo con los siguientes códigos, especificaciones y materiales.

▪ **Códigos y Especificaciones**

- ✓ ACI 530, Building Code Requirements for Masonry Structures
- ✓ Normas Técnicas Complementarias para Mampostería del RCDF

▪ **Resistencias**

- ✓ Mampostería: $f'm$ MIN = 100 kg/cm².
- ✓ Mortero: Tipo M ó S, $f'c$ MIN = 70 kg/cm². ASTM C270
- ✓ Grout: $f'c$ = 150 kg/cm²: ASTM C476
- ✓ Mortero: Type M or S, $f'c$ = 175 kg/cm²: ASTM C270
- ✓ Acero de Refuerzo: ASTM A615 Grado 60

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 31 de 78 |

- ✓ Alambre de refuerzo, tipo truss: Dur-O-Wall ó uno aprobado igual, el calibre mínimo del alambre será: ASTM A82.

❖ **ACERO ESTRUCTURAL**

El diseño del acero estructural, la fabricación y montaje deben estar de acuerdo a los siguientes manuales del AISC, especificaciones, materiales y requerimientos generales que se enlistan:

▪ **Códigos y especificaciones**

- ✓ Steel Construction Manual.
- ✓ Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
- ✓ Detailing for Steel Construction.
- ✓ Specification for Structural Steel Buildings.
- ✓ Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges.
- ✓ Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A490 Bolts.
- ✓ Load and Resistance Factor design specification for Cold-Formed Steel Structural Members.
- ✓ Metal Bar Grating Manual.
- ✓ Standard Specification – Load Tables and Weight Tables for Steel Joists and Joist Girders.

▪ **Materiales**

- ✓ Acero Estructural: ASTM A36, $F_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$ en perfiles laminados, placas, anclas de cimentación, etc.
- ✓ Tornillos Alta Resistencia: ASTM A325, Type 1.
- ✓ Tuercas Alta Resistencia: ASTM A563, Grade DH.
- ✓ Tornillos Estándar: ASTM A307, Grade A.
- ✓ Tuercas Estándar: ASTM A563, Grade A.
- ✓ Tubos Estructurales: ASTM A53 Type E or S, Grade B.
- ✓ Electrodo: AWS D1.1, $F_u = 70 \text{ ksi}$ (soldadura series E60xx y E70xx).
- ✓ Rejilla de acero - 1 1/4" Serrated: ASTM A1011.
- ✓ Escalones de rejilla - 1 1/4" Serrated: ASTM A1011
- ✓ Placa de Acero para Pisos – 1/4": ASTM A786 (Raised Pattern 4 or 5).

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 32 de 78 |

II.5.3.2. CARGAS DE DISEÑO.

A continuación se definen las cargas mínimas de diseño que se deberán considerar en el diseño de edificios, estructuras y cimentaciones; y que serán aquellas que tengan una probabilidad no despreciable de ocurrir.

❖ SOLICITACIONES PERMANENTES

Son aquellas que obran sobre la estructura en forma continua.

▪ Cargas Muertas (DS).

Cargas Muertas de Proceso Vacío (De).

Estas cargas son el peso vacío de los equipos de proceso o recipientes vacíos incluyendo todos los accesorios, bandejas, aislamiento, agitadores, tuberías y ductos, escaleras marinas, plataformas, refractarios internos, conductos eléctricos, objetos fijos y permanentes, etc. Las cargas de proceso vacío deberán tener el mismo factor de carga que las cargas muertas.

Cargas Muertas de Proceso en Operación (Do)

Estas cargas son el peso de cualquier líquido o sólido en recipientes, equipos ó tuberías durante la operación normal. También considera cargas inusuales como aquellas que ocurren durante la regeneración o condiciones imprevistas, cuando los niveles de fluidos pudieran ser más altos que los niveles normales de operación. Las cargas de proceso vacío deberán tener el mismo factor de carga que las cargas vivas.

Cargas Muertas de Proceso en Prueba (Dt)

Estas son las cargas muertas más el peso de líquidos necesarios para probar a presión los recipientes, equipos y tuberías. Estructuras y cimentaciones que soportan recipientes horizontales y verticales deberán ser diseñados para la prueba hidrostática completa. Cuando un recipiente está siendo probado y las combinaciones de carga incluyen viento, sólo un viento parcial (W_p) deberá tomarse en cuenta, ver cargas de viento. El ingeniero estructural deberá determinar con el ingeniero de tuberías si las líneas de gran diámetro serán probadas a presión o hidrostáticamente. Las cargas de proceso en prueba deberán tener el mismo factor de carga que las cargas vivas.

Cargas de tuberías para Pipe racks y Soportes:

Los siguientes requerimientos mínimos aplican a tuberías elevadas apoyadas en estructuras o soportes especiales. Para tuberías arriba de 152 mm (6") de diámetro llenas de agua y cubiertas con un aislamiento de 50.8 mm (2") de espesor y una separación entre centros de 304.8 mm (12"). Deberán investigarse condiciones particulares para tuberías mayores.

❖ SOLICITACIONES VARIABLES

Son aquellas que actúan sobre la estructura y cuya intensidad varía con el tiempo.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 33 de 78 |

▪ **Cargas Vivas (L)**

Estas son las cargas producidas por el uso y ocupación de las construcciones o estructuras. Se incluyen el peso de cargas movibles incluyendo personal, herramientas, equipos misceláneos, partes movibles, grúas, montacargas, partes de equipos desmantelados y material almacenado. Las áreas especificadas para mantenimiento deberán diseñarse para soportar las cargas vivas. Excepto que se indique otra cosa, la carga viva deberá considerarse uniformemente distribuida y tendrá los siguientes valores, de acuerdo con la siguiente tabla (ASCE 7):

Tabla II.6. Valores de carga viva considerados para el diseño de las áreas.

| Clasificación del área | Carga Viva (Kg/m ²) |
|--|---------------------------------|
| Áreas de operación o trabajo | 488 |
| Áreas de acceso, pasillos de operación o mantenimiento | 488 |
| Áreas de oficinas | 244 |
| Cubiertas (azoteas) planas | 98 |
| Escaleras | 488 |

Las cargas vivas podrán reducirse al combinarse con viento o sismo al aplicar los factores de carga.

Las losas de piso dentro del edificio se diseñarán para soportar el tránsito de un montacargas considerando una carga total de 2500 kg.

▪ **Cargas de Impacto (I)**

Cualquier carga viva que pueda producir un efecto dinámico tales como cargas en movimiento, deberán incrementarse por un factor de impacto.

Cargas aplicadas por grúas, montacargas y otras aplicaciones de izado deberán calcularse de acuerdo a los códigos y estándares aplicables pero no deberán ser menores a las cargas especificadas en la siguiente tabla.

Si se justifica un potencial impacto contra una estructura debido al golpe de un vehículo de carretera ó una grúa, deberán determinarse las consecuencias. En el diseño de la estructura deberá prevenirse la ocurrencia o proveer de una protección ante impactos en lugar de diseñar elementos estructurales que los soporten.

Las cargas de grúas deberán estar determinadas de acuerdo con los datos del fabricante. El subcontratista deberá calcular las cargas transversal y longitudinal de la grúa sobre la estructura.

Se asumirán las cargas máximas de las grúas incluyendo la capacidad de izado, así también la máxima carga horizontal causada por frenado o arranque.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 34 de 78 |

Para el diseño de cada elemento estructural, deberá considerarse la posición más desfavorable de la grúa u otra carga móvil. Para las cargas móviles deberá aplicarse un factor de impacto apropiado de acuerdo a lo siguiente:

Tabla II.7. Cargas aplicadas.

| Carga en grúas | Operación eléctrica | Operación Manual |
|--|----------------------------|-------------------------|
| Cargas Verticales – incrementar cargas estáticas por rueda: | 25 % | 10 % |
| Carga Horizontal a lo largo de los rieles se tomará como un porcentaje de la carga más el peso del carro de la grúa. | 10 % | 5 % |
| Carga Horizontal a lo largo de los rieles se tomará como un porcentaje de la carga estática por rueda | 10 % | 5 % |

En estructuras que soporten cargas vivas que puedan producir impacto, estas cargas deberán incluir un incremento por impacto, dicho incremento será:

Tabla II.8. Valores de Incremento por impacto en estructuras auxiliares.

| Partes (incluyen sus conexiones) | Vertical | Lateral | Longitudinal |
|--|-----------------|----------------|---------------------|
| Soportes de maquinaria ligera | 20 % | 20 % | 10% |
| Trabes armadas que soporten grúas viajeras | 25 % | 20 % | 10% |
| Soportes de plataformas y balcones colgantes | 33% | ---- | ---- |

▪ **Cargas térmicas (T).**

Deben tomarse precauciones para las fuerzas internas originadas por asentamientos diferenciales en cimentaciones y cambios en dimensiones restringidas debido a cambios de temperatura, de humedad, contracción, expansión, fluencia y efectos similares. El factor de carga será igual al empleado en las cargas muertas.

Las fuerzas térmicas se definen como aquellas causadas por cambios de temperatura. Son el resultado de condiciones ambientales y de operación incluyendo radiación solar. Tales fuerzas incluyen aquellas causadas por recipientes o tuberías y expansión o contracción de estructuras.

Las fuerzas térmicas y desplazamientos causados por condiciones de operación deben estar basados en la temperatura de diseño de equipo en vez de la temperatura de operación.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 35 de 78 |

▪ **Cargas de Fricción (F).**

Se usarán los coeficientes de fricción “ μ ” enlistados, para evaluar la fuerza lateral en superficies deslizantes o la fuerza restrictiva por cambios de temperatura. Las cargas de fricción deben tomarse en los soportes.

Tabla II.9. Coeficiente de fricción.

| Materiales en contacto | μ |
|-------------------------------|-------------------------|
| Acero inoxidable – PTFE | 0.08 |
| Acero – Acero (no corroído) | 0.33 |
| PTFE – PTFE | 0.08 |
| Grafito - Grafito | 0.15 |
| Concreto – Concreto o Roca | 1.0 |
| Teflón – Teflón | 0.1 |
| Acero – Concreto | 0.5 |
| Acero - Teflón | 0.3 |

❖ **CARGAS DINÁMICAS**

Son aquellas producidas por los efectos dinámicos de maquinaria y/o equipo. La magnitud de éstas o los parámetros necesarios para su cálculo se obtendrán del proveedor de la maquinaria o equipo.

❖ **SOLICITACIONES ACCIDENTALES**

Son aquellas que tienen valores significativos en cortos intervalos de tiempo, siendo estas las cargas de viento y sismo.

▪ **Cargas de Viento (W)**

Las cargas de viento se evaluarán de acuerdo al código (Manual de diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad, Diseño por Viento, CFE 2008).

Las cargas de viento se evaluarán por separado para todos los equipos soportados, escaleras y escaleras marinas.

Debe verificarse la seguridad de las construcciones sin considerar las cargas vivas que contribuyen a disminuir el volteo. Para las estructuras pertenecientes a los grupos B y C, la relación entre el momento

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 36 de 78 |

estabilizador y el actuante de volteo no deberá ser menor de 1.5, y para las del grupo A, no deberá ser menor que 2.

Grupos de estructuras de acuerdo a su importancia:

Grupo A: Estructuras con un alto nivel de seguridad recomendado, cuya falla ocasionaría la pérdida de muchas vidas, pérdidas económicas o impide la operación de plantas termoeléctricas, hidroeléctricas o nucleares. Edificios y depósitos que almacenan sustancias tóxicas y/o inflamables, subestaciones eléctricas, torres de líneas principales de transmisión, chimeneas y puentes.

Grupo B: Estructuras con un moderado nivel de seguridad recomendado, cuya falla representa un bajo riesgo de pérdidas humanas o causan daños materiales de magnitud intermedia como plantas industriales, edificios de departamentos y oficinas. Las estructuras de la Planta de Inyección de Nitrógeno se consideran en este grupo.

Grupo C: Estructuras con un bajo nivel de seguridad recomendado, cuya falla no implica serias consecuencias. Se incluyen almacenes provisionales, cimbras, anuncios, componentes y recubrimientos cuyo desprendimiento no representan un peligro para daños corporales y materiales.

Tipos de estructuras de acuerdo a su respuesta al viento:

Tipo 1: Estructuras poco sensibles a ráfagas y efectos dinámicos con suficiente rigidez que cumplen con lo siguiente:

- Relación de aspecto (altura / dimensión menor en planta) ≤ 5
- Periodo fundamental de vibración ≤ 1 segundo

Este tipo de estructuras requiere un análisis estático.

Tipo 2: Estructuras especialmente sensibles a ráfagas de corta duración (de 1 a 5 segundos) y cumplen con lo siguiente:

- Relación de aspecto (altura / dimensión menor en planta) > 5
- Periodo fundamental de vibración > 1 segundo

Largos periodos naturales de vibrar permiten la aparición de importantes oscilaciones en la dirección del viento. Se incluyen torres de celosía auto-soportadas o atirantada, chimeneas, recipientes altos, tanques elevados, anuncios, antenas y construcciones con una dimensión muy corta paralela a la dirección del viento. Estas estructuras requieren un análisis dinámico, evaluando el Factor de Ráfaga.

Tipo 3: Estructuras con las características del tipo 2 y que además presentan importantes oscilaciones transversales por la aparición de vórtices periódicos con ejes paralelos a la dirección del viento. Se incluyen construcciones aproximadamente cilíndricas y prismáticas o elementos como chimeneas, tuberías exteriores y elevadas y cables de líneas de transmisión. Este tipo de estructuras requiere un análisis dinámico incluyendo efectos transversales.

Tipo 4: Estructuras con las características del tipo 2 cuya forma y/o largos periodos de vibración presentan especiales problemas aerodinámicos como cables de líneas de transmisión, antenas parabólicas, estructuras flexibles, tuberías y cubiertas colgantes.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 37 de 78 |

$$\left(\begin{array}{l} q_z = 0.0048 G V_D^2 \text{ kgf} / m^2 \\ q_z = 0.047 G V_D^2 \text{ N} / m^2 \end{array} \right) ; V_D \text{ en km} / \text{hr}$$

Presión Dinámica de Base (qz): Varía con la altura “z”

- a. Velocidad de Diseño: varía con la altura “z”.
- b. Velocidad Regional (VR) correspondiente a ráfagas de 3 segundos a una altura estándar de 10 metros sobre terreno categoría 2, se tomará de acuerdo al grupo:

Grupo A: 170 km/h, periodo de retorno de 200 años.

Grupo B: 151 km/h, periodo de retorno de 50 años.

Grupo C: 130 km/h, periodo de retorno de 10 años.

Tabla II.10.Velocidades regionales a considerar.

| Ciudad | N° obs. | Longitud | Latitud | Tr10 | Tr50 | Tr200 | Q5 | Q15 |
|----------------------------|---------|----------|---------|------|------|-------|-----|-----|
| Navojoa, Son. | | -109.26 | 27.04 | 140 | 155 | 173 | 180 | 190 |
| Nuevo Laredo, Tamps. | | -99055 | 27043 | 130 | 151 | 170 | 173 | 189 |
| Nuevo Casas Grandes, Chih. | 8107 | -107.95 | 30.42 | 127 | 144 | 160 | 165 | 175 |

c. Categoría del terreno según su rugosidad: Preliminarmente se considera categoría 1, correspondiente a campo abierto, prácticamente plano y sin obstrucciones.

d. Factor de Topografía (FT): Preliminarmente se considera factor de 1.0, correspondiente a sitio normal, terreno prácticamente plano con pendientes menores de 5%.

e. Factor de exposición (Frz): Varía con la altura “z”

$$\left(\begin{array}{l} F_{rz} = c \quad \text{si } z \leq 10 \\ F_{rz} = c \left[\frac{z}{10} \right]^\alpha \quad \text{si } 10 \leq z \leq \delta \\ F_{rz} = c \left[\frac{\delta}{10} \right]^\alpha \quad \text{si } z \geq \delta \end{array} \right)$$

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 38 de 78 |

f. Exponente de variación de velocidad (α), altura gradiente (δ) y coeficiente de escala de rugosidad (c).

Tabla II.11. Valores de α , δ , y c .

| Categoría de terreno | α | δ (m) | c |
|----------------------|----------|--------------|-------|
| 1 | 0.099 | 245 | 1.137 |
| 2 | 0.128 | 315 | 1.000 |
| 3 | 0.156 | 390 | 0.881 |
| 4 | 0.170 | 455 | 0.815 |

Presión Barométrica (Ω): 759.5 mm de Hg.

Temperatura ambiente (τ): 23°C.

Factor de Corrección de Densidad (G): 1.006.

g. Factor de Ráfaga (g (t_1/t_2)) deberá evaluarse de acuerdo al Manual de Diseño de Obras Civiles.

h. La fuerza de diseño F en estructuras o la presión de diseño P para un análisis estático o dinámico deberá determinarse con las ecuaciones correspondientes dadas en el Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Viento), CFE 2008.

▪ **Cargas de Sismo.**

Las cargas de Sismo se evaluarán de acuerdo al código (Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad).

El sitio del proyecto se localiza en Nuevo Laredo, Tamaulipas, y de acuerdo con la regionalización sísmica de la República Mexicana, le corresponde la zona sísmica A.

Las cargas sísmicas se definen como la fuerza horizontal y vertical equivalentes a los efectos de cargas dinámicas inducidas por el movimiento del terreno durante un sismo.

La determinación del espectro sísmico de diseño se hará de acuerdo con los análisis geotécnicos y la metodología indicada en el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 39 de 78 |

❖ **Otras Solicitaciones.**

En caso de que existiera alguna otra carga sobre la estructura tales como cargas de montaje, prueba, explosión, etc. y deban ser tomadas en cuenta en el análisis y diseño de la misma, deberá someterse a la consideración del cliente para su aprobación.

II.5.3.3. Combinaciones de carga.

Las estructuras y edificios deberán diseñarse para soportar además de las cargas muertas y vivas, los efectos de las combinaciones de carga a las cuales pueden estar sujetas durante o inmediatamente después del montaje y operación o prueba.

Para las combinaciones de carga que se muestran posteriormente, se tiene la siguiente nomenclatura.

- D = Carga muerta
- E = Carga de sismo
- L = Carga viva
- Lr = Carga viva de azotea
- R = Carga de lluvia
- S = Carga de nieve
- T = Carga por cambios de temperatura
- W = Carga de viento

Sólo serán aplicables las cargas que correspondan a las características del proyecto Nuevo-Laredo Terminal.

Deberá tenerse en cuenta que las condiciones al ser combinadas serán aquellas que produzcan la condición de carga más crítica, pero limitadas a aquellas cargas que tengan una probabilidad razonable de ocurrir simultáneamente.

Para la revisión de estabilidad estructural y esfuerzos en el suelo, se usarán las combinaciones de carga indicadas en ASCE 7, que corresponden al diseño por esfuerzos permisibles (Allowable Stress Design, ASD por sus siglas en inglés).

1. D
2. D + L
3. D + (Lr o S o R)
4. D + 0.75L + 0.75 (Lr o S o R)
5. D + (0.6W o 0.7E)
- 6a. D + 0.75L + 0.75 (0.6W) + 0.75 (Lr o S o R)
- 6b. D + 0.75L + 0.75 (0.7E) + 0.75S
7. 0.6D + 0.6W

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 40 de 78 |

8. $0.6D + 0.7E$

Para el diseño de elementos de acero y elementos de concreto, se usarán las combinaciones de carga indicadas en ASCE 7, que corresponden al diseño con factores de carga y resistencia (Load and Resistance Factor Design, LRFD por sus siglas en inglés).

1. 1.4D

2. $1.2D + 1.6L + 0.5(Lr \text{ or } S \text{ or } R)$

3. $1.2D + 1.6(Lr \text{ or } S \text{ or } R) + (L \text{ or } 0.5W)$

4. $1.2D + 1.0W + L + 0.5(Lr \text{ or } S \text{ or } R)$

5. $1.2D + 1.0E + L + 0.2S$

6. $0.9D + 1.0W$

7. $0.9D + 1.0E$

Las cargas de impacto, mantenimiento, prueba hidrostática y otras cargas de corta duración no serán combinadas con las cargas de sismo o viento.

II.5.3.4. Análisis estructural.

Se entiende por Análisis Estructural a la determinación de los elementos mecánicos y deformaciones a los que están sujetos tanto los miembros de una estructura, como el sistema en su conjunto. El análisis estructural de los edificios se realizará mediante software apropiado para el cálculo y hojas de cálculo.

II.5.3.5. Diseño estructural.

❖ ESTRUCTURAS DE ACERO

Todas las estructuras se diseñarán de acuerdo a la edición más reciente de la "Especificación para edificaciones de acero estructural", AISC 360 y bajo el criterio de "Factores de carga y resistencia" (LRFD por sus siglas en inglés).

Los perfiles y misceláneos seleccionados se escogerán del manual IMCA y en la disponibilidad en el mercado.

▪ Diques

Entre las principales estructuras de concreto reforzado, el área de almacenamiento estará limitada en su perímetro con diques de contención los cuales son elementos simples tipo muro de retención con cimentación integrada a base de zapata continua 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 es un factor importante 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.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 41 de 78 |

▪ **Drenajes**

Los diques mencionados en la sección anterior cuentan con dos drenajes, uno para servicio pluvial y uno para las aguas aceitosas 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. Asimismo, el área de llenaderas contará con una conexión directa al drenaje aceitoso, dicho drenaje capta y dirige el líquido de desalojo hacia el separador de aceites para su posterior disposición. Las áreas exteriores a los diques y al área de llenaderas tendrán drenaje pluvial por medio de las pendientes que permitan escurrimiento superficial hacia el terreno natural.

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.

En el área de bombas 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.

II.5.3.6. Desplazamientos

❖ **Desplazamientos límite de servicio para sismo**

Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos debidos a las fuerzas cortantes horizontales, calculadas con alguno de los métodos de análisis sísmico para las ordenadas espectrales del estado límite de servicio, no excederán a 0.002 veces las diferencias de elevaciones correspondientes, salvo que no haya elementos incapaces de soportar deformaciones apreciables, como los muros de mampostería, o estos estén separados de la estructura principal de manera que no sufran daños por sus deformaciones. En este caso, el límite será de 0.004.

El cálculo de deformaciones laterales podrá omitirse cuando se aplique el método simplificado de análisis sísmico. En la revisión de este estado límite no se considerará la importancia de la estructura.

❖ **Desplazamientos para seguridad contra colapso para sismo**

Las diferencias entre los desplazamientos laterales de pisos consecutivos producidos por las fuerzas cortantes sísmicas de entrepiso, calculadas para las ordenadas espectrales modificadas:

$$a(T_{e0}, \beta) / [Q'(T_{e0}, Q) R(T_{e0}, R_o) \rho] \quad \text{o} \quad a(T_{e0}, \beta) A_{cd}(T_{e0}) / [Q'(T_{e0}, Q) R(T_{e0}, R_o) \rho]$$

Según corresponda, multiplicadas por el factor:

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 42 de 78 |

$$QR(T_e, R_o) \rho$$

Y divididas por la diferencia de elevaciones correspondiente.

El valor de:

$$R(T_{e0}, R_o)$$

Se calculará para el periodo fundamental de la estructura. El cálculo de deformaciones laterales podrá omitirse cuando se aplique el método simplificado de análisis sísmico. En la revisión de este estado límite se tomará en cuenta la importancia de la estructura.

Tabla II.12. Distorsiones permisibles de entrepiso.

| SISTEMA ESTRUCTURAL | Q | DISTORSIÓN |
|--|------|------------|
| Marcos dúctiles de concreto reforzado | 4 | 0.030 |
| | 3 | 0.025 |
| Marcos dúctiles de acero | 4 | 0.030 |
| | 3 | 0.025 |
| Marcos de acero con contravientos excéntricos | 4 | 0.015 |
| Marcos de acero, de concreto reforzado o compuestos de ambos materiales con contravientos concéntricos | 3 | 0.015 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas con refuerzo horizontal o malla | 2 | 0.008 |
| Muros de carga de mampostería confinada de piezas macizas; mampostería de piezas huecas confinada y reforzada horizontalmente o mampostería de piezas huecas confinada y reforzada con malla | 2 | 0.008 |
| Muros de carga de mampostería confinada de bloques huecos de concreto | 1.25 | 0.003 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 43 de 78 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 44 de 78 |

❖ **Desplazamientos límite para condiciones de servicio con viento**

En la Tabla B.3 del MDOC CFE 2008 (Diseño por viento) se presenta una guía de los valores límite de desplazamientos para el diseño, para condiciones de servicio. Esta tabla identifica los límites de deflexión relacionados con aquellas acciones que tienen una probabilidad anual de excedencia de 0.05 (periodo de retorno de 20 años). Estos límites tienen incertidumbre y no son aplicables en todas las situaciones por lo que deben considerarse solamente como una guía. Para el caso de estas recomendaciones, el diseñador podrá optar por revisar estos límites para las velocidades asociadas con periodos de retorno de 10 o 50 años, proporcionadas en los mapas de isotacas del inciso 4.2.2 (MDOC CFE 2008 - Viento).

Tabla II.13. Condiciones límite de servicio sugeridos

| Elemento | Efecto a controlar | Parámetro de servicio | Acción aplicada (1) | Condición límite de servicio (2) |
|---|------------------------------------|------------------------------------|---------------------|----------------------------------|
| <i>Elementos de soporte de la cubierta</i> | | | | |
| Elementos que soportan recubrimientos metálicos | Deformación | Deflexión en el centro del claro | G y W_s | Claro/120 |
| <i>Elementos estructurales</i> | | | | |
| Columnas | Desplazamiento lateral | Deflexión en su extremo superior | W_s | Altura/500 |
| Marcos de portal (deformación transversal) | Daños en la cubierta | Deflexión en su extremo superior | W_s | Espaciamiento/200 (3) |
| Vigas de umbral (flecha vertical) | Atascamiento de puertas o ventanas | Deflexión en el centro del claro | W_s | Claro/240 pero <12 mm |
| Muros en general (caras cargadas) | Movimiento discernido | Deflexión en la mitad de la altura | W_s | Altura/150 |
| | Sacudida de elementos soportados | Deflexión en la mitad de la altura | W_s | Altura/1000 |

1. G son las cargas permanentes y W_s son las cargas de viento obtenidas para una velocidad con periodo de retorno de 10 a 50 años.

2. El claro o la altura en las relaciones empleadas en el criterio de deflexión, son el espaciamento libre entre de soporte.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 45 de 78 |

3. La deflexión límite de los marcos tipo portal se basa en el espaciamiento de las crujiás y en la capacidad del recubrimiento para resistir las distorsiones por cortante en el plano.

4. Es frecuente que diferentes recubrimientos de muros tengan diferentes tolerancias al movimiento. Algunos tipos de estos se enlistan en la tabla.

5. Los límites de deflexión para pisos o techos están fuertemente influenciados por el tipo de acabado de la superficie. Los cristales son un ejemplo extremo pues el reflejo en su superficie amplifica una torcedura aparente ya que las imágenes reflejadas se "mueven" con las distorsiones de la superficie del cristal.

II.5.3.7. Urbanización de la terminal de almacenamiento

Los caminos existentes en el sitio del proyecto, accesos y rutas de evacuación en general se consideran adecuados para la expansión de la terminal, sin embargo se construirá un sistema de vialidades de servicio a base de grava en el área de almacenamiento para dar acceso a vehículos de bomberos y que puedan tener los frentes de ataque requeridos por la normatividad mexicana. Por su parte, los caminos donde transiten los auto tanques serán de concreto hidráulico en cumplimiento con la normatividad mexicana.

Las zonas destinadas para estacionamiento interior de vehículos propios de los empleados de la terminal y visitantes, 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.

II.5.4. BASE DE DISEÑO: ELÉCTRICO

II.5.4.1. Consideraciones Generales

El proyecto eléctrico de la Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo localizada en Nuevo Laredo, Tamaulipas, México comprende el desarrollo de la ingeniería para la reactivación y modificación para el almacenamiento de nuevos productos refinados de la terminal en sus diferentes áreas e instalación de equipos eléctricos nuevos.

Más adelante se describen los sistemas de distribución de fuerza, sistema de puesta a tierra, sistema de alumbrado y sistema de pararrayos (protección contra descargas atmosféricas).

II.5.4.2 Instalaciones y servicios electrónicos

El alcance del proyecto considera lo siguiente:

- ✓ Modificaciones al cuarto eléctrico existente, cut shack,
- ✓ Las herramientas que se utilizaran para el desarrollo y generación de documentos: uso de software para dibujos CAD, software para cálculo y gestión ETAP, Sizer, Matman, Dialux, Office, etc.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 46 de 78 |

II.5.4.3 Descripción del sistema eléctrico existente y sus componentes.

El suministro eléctrico al proyecto localizado Tamaulipas, México es a través de una línea de 13.2 kV existente de la CFE (Comisión Federal de Electricidad), la cual alimenta a la subestación principal de la terminal. Esta subestación cuenta con un transformador principal de 13.2-4.16 Kv, 1500 KVA. Por otra parte este transformador alimenta a un transformador de distribución TR-01 4.16-0.48 kV, 1500KVA que alimenta al centro de control de motores MCC-101 ubicado en el cuarto de CCM. Todos estos equipos cuentan con sus equipos de protección y medición.

El centro de control de motores en baja tensión "MCC-101", 480 V, 1200 A, contiene dos interruptores principales (uno normalmente abierto para uso futuro), 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 Nuevo Laredo. Los nuevos equipos requeridos para la reactivación y modificación para el almacenamiento de los nuevos productos se alimentaran de este CCM (MCC-101).

Se considera que el transformador existente TR-01, tiene capacidad suficiente para alimentar las nuevas cargas requeridas en el proyecto, por lo que solo se harán modificaciones en el centro de control de motores "MCC-101".

II.5.4.4. Clasificación de áreas.

Para la Ampliación de la Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo localizada en Nuevo Laredo, Tamaulipas, México, se establecen los criterios y bases mínimas de seguridad para la clasificación de áreas peligrosas conforme a las normas vigentes, debido a la presencia de líquidos, gases o vapores inflamables en las áreas como: tanques de almacenamiento, tanques de almacenamiento de MTBE y Etanol, bombas, bahías de carga, unidad recuperadora de vapores y todas aquellas instalaciones donde se requiere limitar las áreas de seguridad para el personal y equipo, en donde la concentración de sustancias que se manejan tienen riesgo de explosión o ignición. Además, establecer una base muy importante para seleccionar e instalar el equipo eléctrico y material adecuado, dentro de estas áreas.

- ❖ Factores que determinan el Grado de Peligro
 - Principio de la combustión.
- ❖ Factor 1
 - Se necesitan tres condiciones básicas para que pueda ocurrir un incendio o una explosión: Debe haber cantidad suficiente de algún líquido, gas o vapor inflamable, fibras o polvos combustibles.
 - ✓ El líquido, vapor o gas inflamable, fibra o polvo combustible debe estar mezclado con aire u oxígeno en las proporciones necesarias para producir una mezcla explosiva. En otras palabras, las explosiones únicamente ocurren dentro de ciertos rangos de composición.
 - ✓ A la mezcla explosiva debe aplicársele una fuente de energía.
- ❖ Factor 2
 - Al aplicarse estos principios deberá considerarse la cantidad del líquido inflamable o vapor que pudiera ser liberado y sus características físicas. Por ejemplo, gases más ligeros que el

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 47 de 78 |

aire se acumulan en la parte superior de locales cerrados, gases más pesados que el aire se acumulan en partes bajas como lo hacen los líquidos.

❖ Factor 3

- Los vapores de líquidos inflamables también tienen una tendencia natural a dispersarse en la atmósfera y rápidamente se diluyen a concentraciones por debajo del límite inferior del rango de explosión, particularmente cuando el aire se está moviendo.

La probabilidad de que la concentración de gases pueda estar por encima del límite superior del rango explosivo, no proporciona ningún grado de seguridad, ya que esta concentración debe pasar primero por el rango explosivo menor para alcanzar el límite superior.

II.5.4.5. Equipo eléctrico

En la siguiente tabla se muestra la lista de equipos eléctricos a instalarse en el Proyecto:

Tabla II.14. Equipos eléctricos considerados para el proyecto “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo”

| No | Equipo | Área | Descripción | Cantidad |
|----|---------|------------------|---|----------|
| 1 | MCC-101 | Cuarto Eléctrico | Sección de centro de control de motores, 3 fases, 3 hilos, 480 vca, 60 hz, barra de 1200 a, 65 ka sim de cc, autosopartada nema 1 con empaques, a ser acoplada al CCM existente | 1 |
| 2 | MCC-101 | Cuarto Eléctrico | Combinaciones de interruptor y arrancador magnético a tensión plena con relevador de sobre carga tipo electrónico para montarse en espacios futuros existentes | 4 |
| 3 | TA-01 | Cuarto Eléctrico | Tablero de alumbrado y otros dispositivos, 3f, 4h, 240 vac, 60 hz., 100 a, 24 polos, montaje sobreponer. | 1 |
| 4 | TR-10 | Cuarto Eléctrico | Transformador de alumbrado, tipo seco, relación 480-220/127v, 30 kva, aa, 80°C. Servicio interior | 1 |

II.5.4.6. 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 desde el cuarto eléctrico hacia las áreas de almacenamiento, cut shack, área de residuos peligrosos y bahías de carga. 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.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 48 de 78 |

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 estructuras metálicas.

Para los nuevos edificios de la Terminal de Almacenamiento, casetas, laboratorio, cobertizos, etc., en el sistema de distribución de fuerza se utilizarán 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 el cuarto eléctrico y las áreas de proceso (motores, válvulas, instrumentos, botoneras, etc.). La charola se soportará a través del rack y/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, (accesorios para clase 1 División 1 ó División 2 ó para áreas no clasificadas dependiendo del resultado del estudio correspondiente)

Los bancos de ductos subterráneos eléctricos aplicarán para alcanzar áreas de proceso o edificios donde no sea posible usar charola eléctrica, trayectorias de tubería conduit, por lo tanto, la única posibilidad para acercarse a estas áreas será por bancos de ductos subterráneos eléctricos.

La selección del tipo de materiales y equipos a utilizar en la instalación eléctrica se debe basar en la clasificación general de áreas del proyecto. Para áreas clasificadas como peligrosas donde se utiliza tubería conduit, se debe seleccionar los accesorios correctos como conduit, sellos, drenes, cajas de registro. El sistema de tubería conduit atravesará las áreas clasificadas, ya sea por debajo de las zonas, a través de las zonas o que cambien de una zona clasificada a una zona no clasificada, por lo tanto, es importante aplicar los criterios correctos acorde a las trayectorias de la tubería conduit.

❖ **Niveles de tensión**

Para fines de diseño se consideran los siguientes niveles de tensión, de acuerdo a lo requerido por cada uno de los equipos a alimentar: 480V, 220V, 127V.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 49 de 78 |

❖ **Conductores eléctricos**

La capacidad de conducción de los conductores debe determinarse de acuerdo a lo indicado en las tablas de corriente y factores aplicables en la sección 310-15 y la sección 110-14 c) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, tomando en cuenta:

- ✓ Corriente en condiciones de máxima carga.
- ✓ Agrupamiento de conductores.
- ✓ Agrupamiento de canalización (tuberías o charola).
- ✓ Temperatura máxima ambiente y del conductor.
- ✓ La selección de la capacidad de conducción de corriente para conductores con doble designación de temperatura (Por ej. 90/75 °C seco/húmedo) debe realizarse para las condiciones más críticas en las que trabajará el conductor.
- ✓ Debe proyectarse, para el cableado de fuerza y control en las canalizaciones eléctricas, conductores de una sola pieza (sin empalmes), desde la fuente hasta la carga, previendo desde el diseño del proyecto la adquisición de las longitudes requeridas.

El diseño de la distribución de fuerza consiste en la selección de las trayectorias eléctricas y equipos necesarios, que entregarán la energía requerida y tendrán la flexibilidad necesaria para ampliarse y/o modernizarse con el mínimo de cambios a las instalaciones.

El tipo de conductores que se utilizará será de acuerdo con las siguientes características: los conductores deben ser de cobre suave con aislamiento resistente a la propagación del fuego y baja emisión de humos.

Para conductores hasta 600 V, se debe utilizar cable monopolar o multiconductor, construidos por conductores de cobre con aislamiento propio para las condiciones de instalación del sitio, con características de no propagación de fuego, baja emisión de humos y bajo contenido de gas ácido.

Aplica para instalaciones exteriores e interiores visibles por tubo conduit y charola.

Para la alimentación de equipos eléctricos con cable hasta el calibre No. 4 AWG, estos irán alojados en la misma canalización con los cables de control.

Para la alimentación de equipos eléctricos con cable calibre No. 2 AWG y mayores, estos irán alojados en canalizaciones separadas de los cables de control.

❖ **Cables para Conexión de Equipos y Sistemas.**

- Para señales de circuitos analógicos calibres 16 AWG.
- Para circuitos de control calibres de 14 AWG.
- Para circuitos de Alumbrado calibres 10 AWG
- Para circuitos de fuerza hasta 600 Volts calibres 10 AWG.
- El código de colores para el aislamiento que se aplicará será el siguiente:
 - Circuitos Trifásicos hasta calibres 2 AWG
 - ✓ Fase A: Negro
 - ✓ Fase B: Rojo
 - ✓ Fase C: Azul

Conductor puesto a tierra (neutro): Blanco

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 50 de 78 |

Conductor de puesta a tierra: Verde

❖ **Tubería Conduit.**

- La tubería conduit a utilizar en instalaciones de edificios y áreas de proceso aéreas visible en interior y exterior debe ser de acero galvanizado, inmersión en caliente tipo pesado, de tamaño mínimo de 21 mm (3/4”) y máximo de 103 mm (4”), fabricadas de acuerdo a la norma mexicana NMX-J-534-ANCE-2013.
 - ✓ Deben instalarse accesorios adecuados para tubería conduit a lo largo de las rutas de tubería conduit a continuación se mencionan algunos accesorios: cajas de salida, cajas de paso, sellos, para cada punto de empalme, salida, punto de conexión o de jalado de conductores, siendo estos solo algunos accesorios de tubería conduit y no está limitado a utilizar otros accesorios. Los accesorios de tubería conduit deben estar de acuerdo con el Artículo 314 de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.
 - ✓ En el paso de cables hacia el interior de cuartos, almacenes y cubiertas, se deben utilizar pasamuros adecuados para el paso de los tubos conduit en la pared y se debe cumplir con lo indicado en la sección 300-21 de la NOM-001-SEDE-2012.
 - ✓ Los tubos conduit que corran paralelos en forma horizontal dentro de las instalaciones y edificios formando camas, deben soportarse a cada 2.50 m máximo, con unicanal y abrazaderas. Cada tubo conduit debe sujetarse a no más de 900 mm de cada caja de salida, caja de terminales, caja de dispositivos, gabinete, caja de paso u otra terminación cualquiera. Cuando los miembros de la estructura no permitan sujetar el tubo conduit a la distancia indicada, se permite aumentar la distancia hasta 1.5 m.
 - ✓ No deberán realizarse más de 2 curvas de 90° o el equivalente a 180° en curvas, en cualquier tramo de tubo conduit entre dos registros. La longitud de cualquier tramo de tubo conduit que tenga dobles equivalentes a 180° no deberá exceder 15 m en longitud y cualquier tramo de tubo conduit que tenga doblez a 90° no deberá excede 25 m en longitud sin tener una caja de conexiones o caja registro tipo “C”.
- Las curvas en el tubo conduit se deben hacer de modo que el tubo conduit no sufra daños y que su diámetro interno no se reduzca. El radio de curvatura al centro del tubo conduit de cualquier curva hecha en obra no debe ser menor que el indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012.
- Todos los accesorios para tubería en alumbrado y fuerza deberán estar de acuerdo a la clasificación de áreas.

❖ **Charola Eléctrica.**

- El sistema de soportes tipo charola debe cumplir con las siguientes normas:
 - ✓ NMX-J-511-ANCE-2011
 - ✓ NOM-001-SEDE-2012

No se limita a solo cumplir con estos estándares y normas.

Características generales de la charola eléctrica

Charola eléctrica tipo escalera

Peralte 6"

Perfil tipo "I"

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 51 de 78 |

Longitud de 6 metros

Material Aluminio 6063 temperado 6

Sin Barrenos troquelado para tubería conduit

Espacio entre travesaños 6"

Construcción de charola en tramos, curvas horizontales, verticales, interior vertical, " T" horizontal, "T" vertical, reducción / expansión horizontal "X".

Tamaños 6", 12", 18", 24", 30", 36"

Las charolas para alojar los conductores deben contar con un 20 % de espacio disponible a lo largo de su trayectoria. El claro máximo entre charolas instaladas en arreglo vertical debe ser de 30 cms y la separación entre la charola más elevada a techos y vigas, debe ser mínimo de 40 cms.

❖ **Banco de Ductos y Registros Eléctricos.**

- El sistema de distribución de fuerza aplicado con el ducto eléctrico subterráneo y los registros eléctricos debe construirse con tubería conduit de PVC tipo pesado como lo establece la NMX-E-012-SCFI-1999 en concreto (garantizar impermeabilidad), considerar las condiciones del sitio, condiciones sísmicas, agrupar en un banco de ductos, utilizar un registro eléctrico para cambiar la dirección, en las rutas eléctricas a cada 60 metros como mínimo un registro eléctrico en longitudes rectas, el ducto eléctrico subterráneo debe cumplir con el diseño de la pendiente con relación (3/1000) para evitar inundaciones en el sistema, cada registro eléctrico debe ser de diseñado con la idea principal del manejo de cables, soporte de los cables, identificación de los circuitos, el sistema de tierra (si es necesario), espacio suficiente para el personal de mantenimiento, registro eléctrico identificado para indicar el número, nivel de voltaje, las dimensiones del registro eléctrico serán diseñadas de acuerdo con la cantidad de cables, nivel de voltaje, propósito del registro (cambio de dirección, acercarse a la subestación, áreas de proceso, ruta de paso directo, etc.).

Usar monitores para tubería conduit en los registros eléctricos y al final de las tuberías conduit para no dañar el aislamiento de los cables.

Tabla II.15. Tamaños permitidos de tubería conduit para ductos eléctricos

| Ducto Eléctrico | | |
|------------------------|---------------------|----------------------|
| Tamaño mínimo | Baja Tensión | Media Tensión |
| 27 mm (1 pulg) | X | |
| 41 mm (1 ½ pulg) | X | |
| 53 mm (2 pulg) | X | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 52 de 78 |

| Ducto Eléctrico | | |
|------------------------|---------------------|----------------------|
| Tamaño mínimo | Baja Tensión | Media Tensión |
| 78 (3 pulg) | X | X |
| 103 (pulg) | X | X |

❖ **Bancos de Ductos Eléctricos de Baja Tensión.**

- Para motores con alimentadores de fuerza en baja tensión, de tamaño (calibre) 4 AWG como máximo, los conductores de control en 120 V c.a. Deben ir en el mismo tubo conduit.
- Para motores con alimentadores de fuerza en baja tensión, de tamaño (calibre) mayor que 4 AWG, los conductores de control en 120 V c.a. Deben ir en tubo conduit diferente al del circuito de fuerza.
- En las tuberías subterráneas con alimentadores para circuitos de alumbrado exterior, se permite que se alojen hasta tres circuitos por cada tubo conduit.

❖ **Sopotería.**

- Los soportes estarán presentes dentro y fuera de las instalaciones de la Terminal de Almacenamiento, por lo que la aplicación de los criterios será la siguiente:

❖ **Instalaciones Interiores.**

- En interiores los soportes deben ser de acero galvanizado en caliente a base de canales, abrazaderas, ángulos sujetos firmemente a estructuras metálicas, lozas intermedias, superiores, columnas o paredes.

❖ **Instalaciones Exteriores.**

- En exteriores puede llegar a ser requerido elementos de apoyo para los tubos conduit los cuales deben ser de perfiles de acero estructural y sujetos a un elemento estructural (Racks, columnas, etc.) más cercano.
- La cantidad de soportes por tramo de tubo conduit deben ser dos como mínimo (y deben estar a cada 2.5 metros como mínimo). No está permitido que los tubos conduit se sujeten de tuberías o equipos de proceso.
- Las tuberías deben estar sujetas firmemente a estos elementos estructurales secundarios o a lozas superiores, columnas con abrazaderas de acero galvanizado en caliente tipo U o abrazaderas tipo omega, o tipo uña según sea requerido.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 53 de 78 |

❖ **Receptáculos con Interruptor de Seguridad.**

- Los receptáculos a prueba de explosión deben tener un dispositivo de desconexión. El propósito principal es el suministro eléctrico para equipos, lámparas de mano, sistemas de alumbrado portátil, herramientas, bandas transportadoras, soldadoras y equipo similar. Seleccionarse para áreas clasificadas debido a la presencia de líquidos, vapores y gases inflamables, polvos combustibles, áreas mojadas, corrosivas. El conjunto receptáculo - clavija debe tener un seguro que impida que la clavija pueda ser removida cuando el dispositivo de desconexión esté cerrado.

II.5.4.7. Distribución de alumbrado

La distribución de alumbrado estará diseñado para cumplir con los niveles de alumbrado para alumbrado normal deberán estar de acuerdo con lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, en particular de la tabla 924-5 " Niveles mínimos de iluminación requeridos". Además de la Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, "Condiciones de iluminación en los centros de trabajo". Para el diseño del sistema de alumbrado, se debe considerar la clasificación del área en donde se instalará, de acuerdo con los artículos 500 a 510 de la NOM-001-SEDE 2012. Las luminarias que se utilicen en lugares peligrosos (clasificados) deben cumplir lo establecido en los artículos 501-9 y 502-11 de la NOM-001-SEDE-2012. Las luminarias que se utilicen en áreas diferentes a las clasificadas y presenten características específicas como humedad y corrosión, deben apegarse a lo dispuesto en el

Artículo 410 de la NOM- 001-SEDE-2012. Con el objetivo de proporcionar seguridad al personal de operación y otorgar un trabajo efectivo y eficiente.

Los tableros de distribución de alumbrado tendrán una alimentación eléctrica con las siguientes características de 3 fases, 4 hilos 220/127 V, 60 Hz, con barras de tierra y neutro independientes. Se debe emplear el método de cálculo de punto por punto o isolux para determinar la cantidad, disposición y tipos de lámparas y luminarias a emplear en el sistema de alumbrado.

a. Distribución de Alumbrado en Exteriores

El tipo de alumbrado se hará conforme a las siguientes consideraciones.

Utilizar luminarias del tipo reflector para áreas como: estacionamientos, vialidades, áreas de tanques de almacenamiento, alumbrado de plataformas que son instalaciones que requieren un alumbrado continuo y consistente o se requiera un alumbrado de encendido y apagado frecuente. Se especifica el uso de poste con bisagras para la colocación de las luminarias. Además por las condiciones del sitio se tiene corrosión, ambientes húmedos, polvos. Finalmente, consultar la clasificación de áreas para seleccionar las luminarias correctas para estos ambientes.

También se debe considerar alumbrado de señalización (luminarias, señalización, alarmas) en caso de contingencia, donde este alumbrado requerido permita a los trabajadores de las áreas de proceso encontrar salir con seguridad durante fallas de suministro eléctrico, para algunas áreas este alumbrado es requerido: pasillos, túneles, puertas, rampas.

El alumbrado de exteriores comprende el de espacios descubiertos en exterior, pero, no está limitado aplicar este sistema a otras áreas no mencionadas.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 54 de 78 |

Estacionamientos

Vialidades

Tanques de almacenamiento

Tanques de almacenamiento de MTBE & Etanol

Inyección de aditivos

Área de carga

Unidad recuperadora de vapores

b. Distribución de Alumbrado en Interiores

Todos los espacios de trabajo y edificios nuevos donde el personal trabajará para la Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo requieren de un sistema de alumbrado. El método de cálculo que aplicará es el método lumen o el método punto por punto y se debe utilizar para determinar la cantidad, la disposición y los tipos de luminarias que se utilizarán en el sistema de alumbrado. El alumbrado interior en áreas cerradas específicas debe controlarse mediante apagadores.

El alumbrado interior de edificios se utilizaran luminarias tipo LED, servicio tipo interior, clasificación no peligrosa, las luminarias funcionan independientemente. La falla de luminaria no afecta el funcionamiento restante de las luminarias.

Las luminarias para alumbrado general de almacenes y zonas de producción deberán ser de tipo LED de alta eficiencia, Clase 1. División 2 o Clase 1 División 1 de acuerdo a la clasificación de cada área y con una tensión de operación de 220V.

El nivel de iluminación en los centros de trabajo debe asegurar una operación y mantenimiento eficiente de las plantas e instalaciones y no ser un factor de riesgo para la salud de los trabajadores al realizar sus actividades.

Se debe tener un nivel de iluminación adecuado en el plano de trabajo para el tipo de actividad a desarrollar, así como evitar deslumbramiento que ocasione fatiga visual.

La potencia de las lámparas en luminarias para áreas clasificadas debe seleccionarse para no rebasar el 80% de la temperatura mínima de auto ignición de las sustancias presentes en el medio ambiente. No deben emplearse lámparas mayores de 250 W. Todas las luminarias para áreas clasificadas deben tener en su placa de identificación marcado su “número de Identificación” de acuerdo a la tabla 500-5d) de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, que es la temperatura máxima de operación basada en la temperatura ambiente de 40 °C, deben ser aprobadas y certificadas.

Se requiere alumbrado de señalización para permitir que los trabajadores en áreas interiores encuentren la salida de forma segura durante fallas eléctricas, para algunas áreas se requiere alumbrado de salida de emergencia, señalización en pasillos, puertas, escaleras y rampas.

Considerar utilizar baterías y el sistema UPS para algunos circuitos requeridos.

La Distribución de alumbrado incluye los contactos para servicios en interiores y exteriores (si es necesario) en 127 V, es así, que las principales características de los contactos son:

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 55 de 78 |

Caja registro para un contacto o doble, calidad industrial (colores marfil, blanco, naranja (aplica para corriente regulada), placa frontal del mismo color del contacto según aplique), 2 polos, 3 hilos, 15 A, 125 V, 15 A ,250 V, 20 A, 125 V, 20 A, 250 V, NEMA- 5-15, 5-20, 6-15, 6-20, terminales de cada fase y tierra marcados.

II.5.4.8. Sistema de puesta a tierra.

Las áreas modificadas o añadidas en el proyecto requieren un sistema de puesta a tierra para la seguridad del personal y las instalaciones, por lo tanto es necesario diseñar una red de tierra principal para el cuarto eléctrico 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, desconectores, gabinetes, cajas de conexión, receptáculos con pagadores, motores, válvulas motorizadas, instrumentos, etc.; deben ser 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.

Los principales elementos del sistema de puesta a tierra son: cable de cobre electrolítico desnudo trenzado, temple suave y si es con aislamiento debe ser del tipo THW-LS, los tamaños de los cables deben determinarse para las aplicaciones del sistema de puesta a tierra y los tamaños de los dispositivos de protección (relevadores, interruptores, etc.), varilla de tipo electrodo para puesta a tierra, de acero al carbono con revestimiento de cobre, de 19 mm (3/4") de diámetro x 3050 mm de longitud, conector mecánico para tres o dos o un cable a varilla de tierra o barra o estructura o cable, terminales, o cualquier combinación requerida, conector de tierra de compresión para cable a cable (tamaños y formas según se requiera para el diseño del sistema de tierra), molde para conector soldable para cable principal a ramal (tamaños y formas según se requiera para el diseño de puesta a tierra), finalmente se consideran todos los materiales para el registro de tierras de inspección de conexión a tierra del sistema de puesta a tierra.

Las áreas de proceso requieren un sistema de tierras según los requisitos de cada instalación, sin embargo, debe existir una malla de tierra que cubra todas las áreas de las instalaciones, que deben de estar interconectadas entre sí con conexiones soldables y mecánicas. Las estructuras, columnas, racks, escaleras y cualquier estructura metálica deben estar puestas a tierra para evitar y drenar descargas estáticas y de descargas atmosféricas. El tamaño recomendado de cable de conexión a tierra para estructuras metálicas es 2/0 AWG.

En resumen, el sistema de puesta a tierra consiste en conectar lo siguiente a este sistema, pero no se limita a aplicarlo en otros equipos, procesos de equipos de carga, estructuras o elementos metálicos.

- ✓ Parte metálica no portadora de corriente de los equipos eléctricos.
- ✓ Estructuras de acero.
- ✓ Equipos de proceso.
- ✓ Unidad de equipos dinámicos por motores.
- ✓ Servicios de tuberías y auxiliares de proceso.
- ✓ Tanques de almacenamiento (techo fijo y flotante) y recipientes.

Para recipientes metálicos, tanques de almacenamiento, equipos de proceso industrial sin el elemento de preparación para conectar con el sistema de puesta a tierra, debe usarse una placa soldada de 9,5 mm

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 56 de 78 |

(3/8 pulgadas) como mínimo para instalar un conector de tierra mecánico de cobre para equipos móviles y conector de tierra soldado con cobre o compresión para equipos fijos.

Los tanques de almacenamiento tienen diferentes capacidades de almacenamiento, por lo tanto, deben ponerse a tierra en al menos cuatro puntos de conexión. En capacidades mayores a 500 MB se recomienda al menos en ocho puntos de conexión a tierra del tanque.

En el proyecto se debe considerar tanques de techo fijo y tanques techo fijo con membrana flotante, por lo tanto, para el caso de tanques de techo fijo con membrana flotante se debe considerar poner a tierra la estructura del tanque y todos sus elementos para garantizar que todas las piezas pertenecientes al tanque están puestas a tierra.

Se debe efectuar puentado de tuberías cuando las bridas de las tuberías de proceso, sean eléctricamente aisladas, excepto cuando las tuberías de llegada tengan junta aislante monoblock y cuenten con protección catódica.

Para las llenaderas y carros tanque, y otros equipos y dispositivos, se debe cumplir con la API RP 540 o equivalente. Si el equipo o dispositivos tienen la tendencia de producir cargas estáticas estas deben ser puestas a tierra.

Los dispositivos electrónicos deben cumplir con las prácticas recomendadas estándar IEEE Recommended Practices for Powering and Grounding Electronic Equipment, usar una malla de tierras independiente, cable que identifique que del sistema de tierras electrónico (como mínimo aislamiento verde - amarillo de cobre, tamaño 6 AWG) con un valor de resistividad de 1 Ohm.

II.5.4.9. 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 arroyos.

Los principales elementos de este sistema son las terminales aéreas. Que es un dispositivo capaz de recibir las descarga atmosférica y drenar esa energía al sistema de protección contra descargas atmosféricas y con un diámetro de 13 mm (1/2 pulgada), longitud de 25 cm., los puentes unión, son la

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 57 de 78 |

conexión eléctrica entre un objeto portador de corriente y un componente de un sistema de protección contra descargas atmosféricas diseñado para reducir significativamente las diferencias de potencial creadas por las corrientes de descargas atmosféricas, Cable del sistema de pararrayos es un conductor formado por una serie de cables trenzados juntos (número de hilos). Considerar la diferencia entre un grado de protección requerido y así seleccionar los materiales, de la siguiente manera: Materiales de Clase I. Pararrayos, terminales aéreas, electrodos de puesta a tierra y accesorios asociados requeridos para la protección de estructuras que no excedan 75 pies (23 m) de altura, Materiales de Clase II. Pararrayos, terminales de aire, electrodos de puesta a tierra y accesorios asociados necesarios para la protección de estructuras que superen los 75 pies (23 m) de altura.

Los conectores permitidos deben ser los siguientes: conectores mecánicos o de compresión para conexiones visibles, conector soldable para conexiones no visibles.

II.5.5. BASE DE DISEÑO DE TUBERÍAS.

II.5.5.1 Materiales

- Los materiales de tubería deberán estar de acuerdo con la última revisión de la especificación vigente en el proyecto. Para evitar confusiones, cualquier desviación a dicha especificación tendrá que estar indicada en los planos o isométricos con su respectiva aprobación por Ingeniería de Tuberías.
- Deben considerarse la instalación de bridas cara realizada contra las válvulas y el equipo de cara realizada.
- Se considera que los dispositivos de candado para bloqueo para las válvulas serán suministrados por el cliente.
- El tamaño mínimo de la tubería a diseñar será de 3/4 de pulgada (DN20), excepto para las conexiones al equipo.
- No se utilizarán tubos de 1-1 / 4 pulgadas (DN32), 2-1 / 2 pulgadas (DN65), 5 pulgadas (DN125) y 22 pulgadas (DN550) excepto para conexiones a equipos.
- Las bridas se especificarán como lo indica el código ASME B16.5.

II.5.5.2 Criterios Generales.

- ❖ Tomando en cuenta la relación entre las diferentes áreas y la localización del equipo, el ruteo de tubería se diseñará bajo los requisitos de economía, seguridad, facilidad de construcción, operación y mantenimiento. El acomodo del equipo y el ruteo de tubería ofrecerán una apariencia organizada.
- ❖ Las líneas principales normalmente correrán a lo largo de mochetas de tubería.
- ❖ En ciertos casos, pueden ser enterradas, siempre y cuando estén adecuadamente protegidas. Las líneas que deben diseñarse por debajo del nivel de piso y deben ser inspeccionadas o reemplazadas periódicamente, se identificarán en los DTI's; y estas líneas se colocarán en trincheras cubiertas. El agua doméstica o potable se diseñará bajo tierra. El espaciamiento de soportes de tubería será el máximo usando los límites permisibles de los tramos de tubería, considerando su integridad estructural.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 58 de 78 |

- ❖ El espacio y requerimientos para instalaciones futuras se indicará en el Arreglo de Equipo y en los DTI’s.
- ❖ Se evitarán los puntos muertos, especialmente para las tuberías donde los sólidos o líquidos pueden acumularse, congelarse o formar condensados corrosivos.
- ❖ La ubicación y el espaciamiento de los tanques de almacenamiento y los requisitos del dique deben estar de acuerdo con **NOM-006-ASEA-2017**. El espaciamiento puede incrementarse debido a requisitos de construcción. Normalmente, se considera el ruteo de tuberías sobre mochetas. Se cambiarán las elevaciones en el trayecto para permitir la facilidad de cruces o cambio de dirección en las intersecciones. Los cambios de dirección al mismo nivel (planos) podrían utilizarse cuando todas las tuberías sobre mochetas cambian en conjunto de dirección.
- ❖ Se agruparán equipos como bombas, para permitir un ruteo económico de tuberías. Estos equipos se ubicarán fuera de las áreas de almacenaje con diques, excepto donde se establezca lo contrario en los DTI’s.
- ❖ La flexibilidad de las tuberías deberá estar de acuerdo con la Especificación editada para el proyecto.
- ❖ El arreglo del equipo de la planta considerará el uso de estructuras comunes para el equipo, los recipientes y las bombas. Por regla general, la instalación de un solo equipo no requerirá una estructura.
- ❖ El arreglo del equipo debe ser revisado para asegurar la constructabilidad, así como para asegurar que el transporte, elevación y erección del equipo no esté restringido por las estructuras o los equipos adyacentes, y cumpla con el plan y secuencia de construcción. Junto con la consideración del tamaño físico del equipo, la tubería asociada, los controles y el mantenimiento, la constructabilidad debe tener igual consideración.

II.5.5.3. Requisitos del diseño.

- ❖ **Bombas**
 - Se ubicarán cerca del equipo del que proviene la línea de succión.
 - El diseño de las líneas de tubería proporcionará espacio libre para la extracción de la bomba o del motor. De manera similar, dependiendo de la orientación de las boquillas, la tubería debe permitir remover la carcasa de succión y el impulsor de la bomba mientras las válvulas de bloqueo de las líneas de succión y descarga se mantienen en su lugar.
 - Las líneas de succión se organizarán para minimizar los desalineamientos. Las líneas de succión deberán ser cortas y tan directas como sea posible, y descenderán del equipo a la bomba usando reducciones excéntricas. Las tuberías de succión que se van sobre mochetas pueden elevarse para llegar a la boquilla de succión de la bomba, sujeto a la aprobación del Departamento de Proceso.
 - Los volantes o manerales de las válvulas se orientarán de tal forma que no interfieran con el mantenimiento de la bomba o la extracción del motor. Los volantes o manerales de las válvulas deben ser fácilmente operables desde el piso.

- ❖ **Instrumentos en línea**

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 59 de 78 |

- Se ubicarán los controladores de nivel del líquido y los vidrios de nivel de tal manera que sean accesibles desde el nivel de piso, plataforma o escalera permanente. El vidrio de nivel debe ser legible desde el piso cuando sea práctico
 - Las válvulas de alivio deben ser accesibles. Deben ser instaladas de acuerdo al Piping Standard Detail PSD-003A - 150 x 150 Thermal Relief Detail, PSD- B - 300 x 300 Thermal Relief Detail, PSD-003C – 600 x600 Thermal Relief Detail, PSD-004 - Thermal Relief Detail 600# Check valve.
 - Los diámetros de las válvulas de control, bloqueo y bypass se indicarán en los DTI’s. Las válvulas de control deben ser accesibles desde el piso o las plataformas. En general, los instrumentos o indicadores que muestren las variables del proceso deberán ser visibles desde la válvula de control.
- ❖ **Accesibilidad y Visibilidad de Instrumentos de Presión y Temperatura.**
- Los termopozos localizados a menos de 3.05 metros (10 pies) por encima del nivel de piso terminado serán accesibles desde el nivel de piso o escalera portátil. Para las conexiones de Termopozos utilizar el Piping Standard Detail: PSD-I-001 - Thermowell connection.
 - Los indicadores de temperatura deben ser visibles desde el piso, escalera o plataforma.
 - Los termopares y los indicadores de temperatura situados a menos de 3.05 metros (10 pies) por encima del nivel de piso terminado serán accesibles desde el nivel del suelo o una escalera portátil.
 - Los manómetros locales deben ser visibles desde el nivel de piso, escalera permanente o plataforma. Aquéllos ubicados a menos de 3.05 metros (10 pies) por encima del nivel de piso terminado serán accesibles desde el nivel de piso. Para las conexiones de manómetros utilizar el Piping Standard Detail: PSD-I-002A - TYPICAL 150# PI-PIT CONNECTION, PSD-I-002B - TYPICAL 300# PI-PIT CONNECTION, PSD-I-002C - TYPICAL 600# PI-PIT CONNECTION.
- ❖ **Soportado de Líneas**
- La tubería debe ser soportada adecuadamente para evitar pandeo excesivo, vibración y sobre esfuerzo en los equipos conectados, u otros sistemas de tuberías. Se utilizará el estándar de ICAFLUOR para soportes de tubería.
- ❖ **Cargas permisibles de soportes en pavimento.**
- Los soportes de tubería pueden instalarse directamente en el pavimento hasta una carga de 4500 libras (20 KN). Para cargas de soporte por encima de 4500 libras (20 KN) se requiere una cimentación específica, y la posición y carga deben ser emitidas al Departamento Civil.
- ❖ **Misceláneos**
- Los orificios para paso de tubería a través de las plataformas deben incluirse en la fabricación de la plataforma del equipo o de la plataforma estructural, tal como se defina por Tuberías. La posición de estas penetraciones será entregada oportunamente al Departamento Mecánico o Estructural de acuerdo con el programa del proyecto.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 60 de 78 |

II.5.5.4 Operación de la Planta.

❖ Operaciones de Válvulas.

- Se marcarán las válvulas de operación que requieren atención, observación o ajuste durante el funcionamiento normal de la planta en los DTI's con los símbolos V.O. Y deberán localizarse de manera que estén al alcance desde el nivel de piso, plataforma o escalera permanente.
- Las válvulas de operación pueden considerarse accionadas con cadena si la parte inferior del volante está a más de 2.1 metros (7 pies) por encima del punto alto del nivel de piso terminado o de la plataforma de operación.
- La línea central del volante o maneral de las válvulas de bloqueo utilizadas solamente para el cierre de la operación ubicadas a menos de 3.05 metros (10 pies) por encima del nivel de piso terminado, y las ubicadas en el rack de tuberías, pueden ser accesibles mediante escalera portátil.
- La línea central del volante o maneral de las válvulas de bloqueo utilizadas solamente para el cierre de la operación y ubicadas a más de 3.05 metros (10 pies) por encima del nivel de piso terminado, se considerarán operables desde una escalera o plataforma permanente. Se evitará la colocación de válvulas sobre rack de tuberías.
- En general, se mantendrán los volantes de la válvula, manerales y los vástagos fuera de los pasillos de operación. Cuando esto no sea práctico, se elevará la válvula a 6' - 6" (2 metros) de distancia desde el punto más alto del nivel de piso terminado hasta la parte más baja del volante.

❖ Venteos y drenajes

- Los DTI's deberán indicar y dimensionar los venteos, drenajes y purgas requeridos para el funcionamiento de la planta.
- Las líneas de drenaje deben dirigirse a las copas de drenaje como se indica en DTI's.
- Se considerarán venteos y drenajes hidrostáticos con válvula en los puntos altos y bajos de la tubería. El tamaño de los venteos hidrostáticos será de 1 pulgada (DN 25), y de los drenajes de 2" (DN 50). Para el diseño utilizar los detalles estándar de tuberías: "Piping Standard Details": PSD-001 - Typical Drain Arrangements, PSD- 002A - Vents and Drains 150#, PSD-002B - Vents and Drains 300#, PSD-002C Vents and Drains 600#.

❖ Filtros en Línea

- Se consideran filtros de tipo cónico temporales en líneas soldables a tope de succión de bombas de 2 pulgadas (DN50) y mayores para su uso durante el arranque, considerando esto en el diseño para que el arreglo de la tubería permita facilitar la extracción.
- Se utilizarán filtros de tipo Y permanentes en tuberías de succión de 1 ½ pulgada (DN40) y menores roscadas o socketweld.

❖ Protección de personal

- Se considerarán lavaojos y regaderas de emergencia en áreas donde el personal de operación está sujeto a aspersiones o derrames peligrosos, tales como ácido. Se indicarán estos elementos en los DTI's.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 61 de 78 |

II.5.5.5. Mantenimiento.

- ❖ Requisitos de mantenimiento a nivel de piso.

En el mantenimiento a nivel de piso de bombas, filtros y válvulas se realizará utilizando un bastidor portátil, grúa móvil, carretilla o camión (proporcionado por el cliente). No se prevén disposiciones adicionales.

II.5.5.6. Distancias y Claros

Las distancias mínimas para equipos, estructuras, plataformas y soportes deben estar de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tabla II.16. Distancias a considerar para equipos, estructuras, plataformas y soportes que se instalaran para el proyecto.

| ITEM | Descripción | Imperial | Metros (mm) |
|----------------------|--|----------|-------------|
| Caminos | Altura libre para las vías de acceso primarias | 21' - 0" | 6400 |
| | Ancho de los caminos de acceso primarios, excluyendo los acotamientos de 5 pies (1500 mm). | 20' - 0" | 6100 |
| | Altura libre para las carreteras secundarias. | 12' - 0" | 3650 |
| | Ancho de las carreteras secundarias excluyendo los acotamientos de 3 pies. | 10' - 0" | 3000 |
| | Distancia del borde del camino a plataformas, equipo, tubería asociada con el equipo o características similares. | 5' - 0" | 1500 |
| Mantenimiento | Distancia horizontal para el mantenimiento del equipo mediante grúa hidráulica (capacidad 12T). | 10' - 0" | 3000 |
| | Distancia vertical para el mantenimiento del equipo mediante grúa hidráulica (capacidad 12T). | 12' - 0" | 3600 |
| | Distancia horizontal para el mantenimiento del equipo mediante montacargas (capacidad 5000 libras) y equipo similar. | 6' - 0" | 1800 |
| | Distancia vertical para el mantenimiento del equipo mediante montacargas (capacidad 5000 libras) y equipo similar. | 8' - 0" | 2400 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 62 de 78 |

| ITEM | Descripción | Imperial | Metros (mm) |
|------------------------|--|----------|-------------|
| | Distancia horizontal para el mantenimiento del equipo mediante equipos manuales portátiles (bastidores en A, camiones, carros o equipo similar). | 3' - 0" | 1000 |
| | Distancia vertical para el mantenimiento del equipo mediante equipos manuales portátiles (bastidores portátiles, camiones, carros o equipo similar). | 8' - 0" | 2400 |
| Pasillos | Distancia horizontal, no necesariamente en línea recta | 2' - 6" | 760 |
| | La altura libre (excepto para los volantes). | 7' - 0" | 2100 |
| Plataformas | Ancho mínimo. | 2' - 6" | 760 |
| | Distancia mínima alrededor de cualquier obstáculo en las plataformas. | 1' - 6" | 450 |
| | Altura libre. | 7' - 0" | 2100 |
| | Distancia vertical máxima entre plataformas. | 30' - 0" | 9000 |
| Equipo | Distancia mínima para mantenimiento entre bridas de cambiadores de calor o algún otro equipo arreglado en pares. | 1'-6" | 450 |
| | Espacio mínimo de mantenimiento requerido para el miembro estructural o tubería. | 1' - 0" | 300 |
| | Distancia desde el borde del acotamiento de caminos (la proyección extrema). | 5' - 0" | 1500 |
| Tubería (aérea) | Separación entre el diámetro exterior de la tubería, brida o el aislamiento y un elemento estructural. | *0' - 2" | *50 |
| | Separación entre el diámetro exterior de la tubería, brida o el aislamiento y un elemento estructural. | *0' - 2" | *50 |

*Con la consideración total de los movimientos térmicos

II.5.5.7. Accesibilidad.

Se considerarán rutas de evacuación (de manera continua y sin obstáculos en el trayecto de salida) desde cualquier punto en un edificio, equipo elevado, o estructura.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 63 de 78 |

Se organizará el equipo, las estructuras y las tuberías para permitir el mantenimiento y el servicio mediante equipos móviles. Proporcionando instalaciones permanentes indicadas en el Arreglo de Equipo (Plot Plan) donde el mantenimiento con equipos móviles no es práctico.

❖ Placas Ciegas

- Se considerarán placas ciegas como se indica en las DTI's.
- Se agruparán alternadamente bridas con placas ciegas.

❖ Estaciones de servicio

Se considerarán estaciones de servicios con agua y/o aire como se indica a continuación: Utilizando longitud de manguera de 50 pies (15 metros) para alcanzar toda la zona de trabajo desde la estación.

- Considerando las tomas de agua a nivel de piso solamente, en áreas de bombeo y cerca de equipos que se deben lavar con agua durante el mantenimiento.

II.5.6. BASES DE DISEÑO SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS.

II.5.6.1. Sistemas contra incendio.

Se indican los criterios que deben ser utilizados en el diseño de los sistemas de protección contra incendio, sistemas de protección a base de solución agua-espuma, sistemas de supresión a base de agente limpio/ CO₂, sistemas de detección y alarma, que tienen como propósito, en caso de presentarse un incendio, el salvaguardar la vida de las personas que laborarán en la planta así como proteger las instalaciones, y su entorno, que son parte del proyecto en Nuevo Laredo, Tamaulipas.

En la terminal se manejarán, almacenarán y se cargarán auto tanques para la distribución de destilados tales como el diésel, la gasolina premium y gasolina regular.

Las sustancias manejadas representan un riesgo de incendio y explosión debido a sus propiedades fisicoquímicas, por lo que es necesario que las instalaciones deban estar provistas de protección contra incendios y sistemas de alarma y detección con la finalidad de proteger al personal y las instalaciones.

El diseño de los sistemas deberá cumplir con los requisitos solicitados por las normas nacionales e internacionales aplicables a este tipo de proyectos.

En general, se consideran los siguientes sistemas de protección contra incendios:

- ✓ Sistemas de protección contra incendio – rociadores
- ✓ Sistema de protección a base de solución agua-espuma
- ✓ Sistema de supresión a base de agente limpio
- ✓ Sistema de supresión a base de co₂ - Sistema de detección y alarma
- ✓ Extintores portátiles y extintores sobre ruedas

La protección contra incendios es considerado en las siguientes áreas:

- ✓ Bombas de proceso
- ✓ Área de tanques de almacenamiento
- ✓ Trampa receptora - Patín de medición

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 64 de 78 |

- ✓ Unidad de recuperación de vapores
- ✓ Área de llenaderas (auto tanques)
- ✓ Estacionamiento · Área de Edificios

Se indican a continuación las áreas de proceso, tag / descripción y capacidades que se toman como base para el diseño de los Sistemas Contra Incendio a ser instalados.

Tabla II.17. Área de proceso que deben ser protegidos por los sistemas de protección contra incendios Nuevo Laredo Tamaulipas.

| Área | Descripción | | Notas |
|--|-------------|--|-------------------------------------|
| Área de Tanques de Almacenamiento | TA-1010 | Tanque de Diésel (ULSD) | 80,000 BBLs |
| | TA-1020 | Tanque de Gasolina Regular | 80,000 BBLs |
| | TA-1030 | Tanque de Gasolina Premium | 25,000 BBLs |
| | TA-1040 | Tanque de Trans-Mix | 10,000 BBLs |
| | T-1150 | Tanque de Almacenamiento atmosférico, Aditivos 1 | 5m ³ |
| Casa de Bombas de Proceso | P-1010 | Bomba de Diesel | 136.3m ³ /h |
| | P-1020 | Bomba Centrifuga Horizontal de Gasolina Regular | 136.3m ³ /h |
| | P-1030 | Bomba centrifuga Horizontal de Gasolina Premium | 136.3m ³ /h |
| | P-1040 | Bomba Centrifuga Horizontal de Gasolina de Trans-Mix | 136.3m ³ /h |
| | P-1150 | Bombas de Medición Aditivo 1 | 1.13m ³ /h |
| ND | SP-1010 | Separador de Aceite | 5.4m ³ |
| Patín de Medición de Transferencia de Custodia | XXXX-XXXX | Gasolina/ Diesel/ C3 | |
| Trampa Receptora | PR-2020 | Gasolina/ Diesel/ C3 | 125.9m ³ |
| Unidad de Recuperación de Vapores (URV) | Q-1010 | Unidad de Recuperación de Vapores | 1500m ³ /h (6600 gpm) |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 65 de 78 |

| Área | Descripción | | Notas |
|---------------------|---------------|---|------------------------|
| Estaciones de Carga | PK-01 A /B /C | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diesel / Gasolina Regular/ Gasolina Premium | 136.3m ³ /h |
| | PK-02 A /B | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diesel / Gasolina Regular. | |
| | PK-03 A /B | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diesel / Gasolina Regular. | 136.3m ³ /h |
| | PK-04 A /B | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diesel / Gasolina Regular. | 136.3m ³ /h |
| | PK-05 | Brazos de Carga para Carro Tanque para el servicio: Transmix | 136.3m ³ /h |

ND: No Disponible.

II.5.6.2 Sistemas de Protección contra incendios (Base agua).

❖ Área de Bombas de Proceso

Las bombas de proceso localizadas en el proyecto deben ser protegidas con sistemas automáticos de rociadores contra incendios basados en la solución de agua-espuma, que descargará la solución agua-espuma sobre la superficie protegida, dicha solución debe tener una densidad de aplicación no menor de 0.16 gpm/ ft² de acuerdo a la norma NOM-006-ASEA-2017 y NFPA-16 última edición, este sistema es activado por medio de detectores, cuando se detecta y se confirma el fuego, el sistema se activa.

La solución agua-espuma debe formularse al 3% o 6% de concentración, de acuerdo a lo indicado por la NOM-006-ASEA-2017 en el punto 8.3.15. Es importante mencionar que el líquido combustible MTBE debe ser combatido con concentrado de espuma resistente al alcohol.

La solución agua espuma debe ser descargada por un periodo de 10 minutos en base a la densidad de aplicación de acuerdo con la norma NFPA-16.

Los cálculos hidráulicos deben ser realizados de acuerdo a los requerimientos indicados en el NFPA 13.

El material de la tubería que maneja la solución agua-espuma debe ser acero al carbón ASTM A53 Gr. B.

Para los sistemas de rociadores a base solución de agua-espuma se considera un tanque tipo vejiga (vertical u horizontal) para el sistema agua-espuma.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 66 de 78 |

❖ **Área de Recepción y Entrega.**

Las áreas de recepción y entrega, llenaderas de autotanque, requieren ser protegidas con un sistema de rociadores automáticos contra incendio a base de solución agua-espuma, el cual descargará la solución sobre la superficie protegida, dicha solución debe tener una densidad de aplicación no menor de 0.16 gpm/ ft² de acuerdo a la norma NOM-006-ASEA-2017 y NFPA-16 última edición, este sistema es activado por medio de detectores, cuando se detecta y se confirma el fuego, el sistema se activa.

La solución agua-espuma debe formularse al 3% o 6% de concentración, de acuerdo a lo indicado por la NOM-006-ASEA-2017 en el punto 8.3.15. Es importante mencionar que el líquido combustible MTBE debe ser combatido con concentrado de espuma resistente al alcohol.

La solución agua-espuma debe ser descargada por un periodo de 10 minutos en base a la densidad de aplicación de acuerdo con la norma NFPA-16.

Los cálculos hidráulicos deben ser realizados de acuerdo a los requerimientos indicados en el NFPA 13.

El material de la tubería que maneja la solución agua-espuma debe ser acero al carbón ASTM A53 Gr. B.

Para los sistemas de rociadores a base de solución agua-espuma se considera un tanque tipo vejiga (vertical u horizontal) para el sistema agua-espuma.

❖ **Área de Tanques de Almacenamiento.**

El área de almacenamiento cuenta con cinco tanques que almacenan líquidos combustibles tales como (diesel, gasolina regular, gasolina premium, trans-mix, y MTBE / Etanol) estos tanques tienen una capacidad de almacenamiento de 10,000 a 80,000 barriles.

▪ **Enfriamiento a base de aspersión de agua**

Con el objetivo de enfriar la superficie del tanque de almacenamiento, éste debe ser provisto con un sistema de diluvio para la aplicación de agua contra incendio, que debe de cumplir con los requerimientos de API-2030-2014 y/o NFPA-15- 2017, los tanques serán provistos de anillos de enfriamiento donde estarán localizadas las boquillas de aspersión, cada anillo será dividido en sectores para optimizar la cantidad de agua al tanque, el agua se suministrará a través de cabezales que deberán ser de tamaño apropiado para suministrar la cantidad requerida por las boquillas de aspersión.

Cada tubería que suministre agua de protección contra incendio para cualquier sector deberá ser provista con una válvula de diluvio que tendrá el diámetro igual al diámetro de la tubería. Las boquillas de aspersión serán de un ángulo de cobertura mínimo de 120° con un traslape entre boquillas del 15%. La distancia desde la boquilla a la pared del tanque debe ser de 600 mm a 900 mm.

Los tanques de almacenamiento atmosférico deben tener una densidad de aplicación de aspersión de agua- no menor a 0.1 gpm/ft².

▪ **Protección a base de solución agua-espuma**

El tipo de concentrado de espuma seleccionado para tanques que almacenan gasolina y diésel es AFFF y para el etanol y MTBE el concentrado de espuma es AR-AFFF.

Los tanques de almacenamiento atmosférico deben tener una densidad de aplicación agua-espuma no menor a 0.1 gpm/ft².

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 67 de 78 |

En los tanques atmosféricos tendrán cámaras de espuma tipo II, el número de cámaras de espuma provistas por cada uno de los tanques dependerá del tipo de tanque y diámetro, de acuerdo a los requerimientos indicados por la norma NFPA-11-2016.

El sistema de diluvio se activará cuando los detectores de flama detecten fuego confirmado.

▪ **Protección con basada en solución agua-espuma (Área de Dique de Tanques de Almacenamiento)**

En el área de diques de tanque de almacenamiento, se considera proteger con monitores, que descargará a 3% o 6% de solución agua espuma sobre la superficie protegida de la descarga.

Los monitores serán provistos con lo siguiente:

- ✓ Boquillas adecuadas para descargar solución agua-espuma.
- ✓ Recipientes de almacenamiento (tote) de concentrado de espuma que deben contener el concentrado apropiado.
- ✓ Los dispositivos y accesorios para conectar el tanque de concentrado con la boquilla de monitor.

La densidad de aplicación de descarga de solución de agua-espuma deberá ser al menos de 0.16 gpm/ft². La duración de la descarga debe ser de acuerdo a los requerimientos indicados en la NFPA-11-2016.

II.5.6.3. Red de Agua Contra incendio.

El proyecto será provista de una red contra incendio, conformada por un anillo principal en la periferia con tubería adecuada para suministrar el flujo y presión requeridas para cubrir el riesgo mayor que se presente dentro de las instalaciones que conforman parte del proyecto, con los siguientes componentes: válvulas, hidrantes, hidrantes-monitores, válvulas de seccionamiento, conexiones de cuerpo de bomberos, mangueras, entre otros.

El diámetro de la tubería será determinado considerando una velocidad de 15 ft/s, el material de la tubería será en acero al carbón, la cual debe ser del tipo listada y/o aprobada UL/FM y debe ser provista de un sistema de retenedores de acuerdo a NFPA-24-2016

Para los tramos de la red que sean superficiales, el material de la tubería será de acero al carbón (negro) de acuerdo a la especificación ASTM A-53 Gr. B (tubería negra) para sistemas húmedos.

Los sistemas secos (donde la tubería no esté vacía), la tubería de acero al carbón deben estar conforme a la especificación ASTM A-53 Gr. B y debe ser galvanizada de acuerdo a los requerimientos de NFPA-24-2106.

Cada uno de los anillos debe tener un número máximo de conexiones (sistemas, equipos, etc.) a los cuales suministra agua contra incendio, este número debe estar conforme a lo indicado en NFPA-24-2016.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 68 de 78 |

II.5.6.4. Sistema de Bombeo de Agua Contra Incendios.

❖ Bombas Principales.

El sistema de bombeo de agua contra incendio principal es de accionamiento con motor eléctrico.

El sistema de bombeo de agua contra incendio será suministrado con todos sus accesorios tales como válvulas de seguridad, baterías, etc. Todos los equipos de bombeo serán del tipo listado y aprobado UL/FM.

El diámetro de tubería de succión de las bombas contra incendio debe ser dimensionado considerando que la tubería de succión debe manejar el flujo máximo de 150% del flujo nominal de cada uno de los equipos de bombeo principal, manejando una velocidad de 15 ft/s, de acuerdo a NFPA-20-2016.

El arreglo de los equipos de bombeo deben cumplir con los requerimientos del estándar NFPA-20-2016.

Se deben considerar cabezales de retorno de las válvulas de seguridad, las dimensiones de las válvulas de seguridad deben cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 4.27 (a) del NFPA-20-2016.

El cabezal de pruebas debe ser dimensionado de tal manera que el diámetro mínimo del cabezal debe ser a lo indicado en la tabla 4.27 (a) del NFPA-20-2016, el cabezal de pruebas debe ser provisto de un medidor de flujo el cual debe ser capaz de manejar el 150% del flujo nominal de los equipos de bombeo, el diámetro mínimo del dispositivo medidor de flujo debe ser igual a lo indicado en la tabla 4.27 (a) del NFPA-20-2016.

▪ Bombas Contra Incendio de Emergencia

El sistema de bombeo para el servicio de agua contra incendio debe contar una bomba de emergencia, la cual entra en operación en caso de falla de la bomba principal, la bomba de emergencia debe tener una capacidad igual a la bomba principal y tiene las mismas características.

La bomba será suministrada con su tanque de almacenamiento de Diesel y su tablero de control así como todos sus accesorios tales como válvulas de seguridad, baterías, etc., debe ser listado y aprobado UL/FM.

El diseño de los equipos de bombeo del sistema de agua contra incendio debe ser tomado del estándar NFPA-20-2016.

▪ Bomba Contra Incendio Jockey

La bomba cuyo objetivo es presurizar la red de agua contra incendio (Bomba Jockey) debe ser accionada por motor eléctrico y debe ser la responsable de mantener la presión en la red contra incendio, por lo tanto deberá tener una presión de descarga de 10 a 15 psi mayor que la presión de la bomba principal y de la bomba de emergencia.

El flujo que debe manejar esta bomba es del 1% de flujo nominal manejado por la bomba principal de acuerdo a los requerimientos indicados en el Handbook del estándar NFPA 20-2016. La bomba jockey debe operar de manera automática al detectar una caída de presión del 10% de la red de agua contra incendio, y parar automáticamente cuando la presión se restablece en la red de agua contra incendio. La bomba jockey debe contar con su tablero de control y debe ser alimentado de acuerdo a los requerimientos de la NFPA 20-2016.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 69 de 78 |

❖ **Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio**

El sistema cuenta con un Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio, el tanque debe tener la capacidad adecuada para almacenar durante 4 horas de acuerdo a lo señalado en la norma NOM-006-ASEA-2017. El tanque de almacenamiento de agua contra incendio debe ser dimensionado con capacidad suficiente para cubrir el riesgo mayor generado por un incendio. El tanque debe estar diseñado y fabricado de acuerdo a los requerimientos del estándar NFPA-22-2018.

Se debe contar con dispositivos de monitoreo para la supervisión del nivel de agua y disponibilidad en el sistema de agua contra incendio integrado para el Monitoreo y Sistema Digital de Control (SDMC).

❖ **Sistema de Gabinetes con Manguera**

En los edificios donde sea requerido se utilizará un sistema de gabinetes con manguera, los gabinetes con manguera interior debe ser diseñado de acuerdo al estándar NFPA 14-2016. Para interiores se consideran gabinetes tipo II, el cual consta de mangueras de 1 ½” y 15 m de longitud, de acuerdo a lo indicado en la NFPA 14-2016, los gabinetes y sus accesorios deben cumplir con la NFPA 14. Se considera para determinar el número de gabinetes de manguera que cada gabinete tiene una cobertura de 39 m (130 ft) de radio.

❖ **Sistemas de Protección para Edificios.**

Para la protección de los siguientes edificios donde sea necesario, estarán protegidos por sistemas de detección y supresión de acuerdo a lo indicado en las siguientes regulaciones:

- ✓ NFPA-12
- ✓ NFPA-2001
- ✓ NFPA-72

Tabla II.18. Sistemas de protección para edificios.

| Edificios | Clasificación de la Ocupación |
|---|---|
| Edificio de CCM | Riesgo ligero. Sera protegido con un sistema de supresión con base de CO ² , detectores de humo y extintores. |
| Laboratorio de cortes de producto | Riesgo ligero será protegido con detectores de humo, extintores y regaderas de emergencia y lava-ojos. |
| Edificios (estructura Metálica) | Clasificación de la Ocupación |
| Cobertizo de carga y descarga de autotanques. | Riesgo alto. Protegido con extintores, detector de flama, detector de gas, solución de espuma y monitores. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 70 de 78 |

| | |
|----------------------------------|---|
| Cobertizo de residuos peligrosos | Riesgo ligero. Protegido con extintores. |
|----------------------------------|---|

II.5.6.6. Sistema de supresión.

❖ Edificio de CCM

El edificio de CCM debe ser protegido mediante un sistema a base de CO² el cual debe ser diseñado con el estándar NFPA-12-2015.

Este debe operar automáticamente mediante un sistema de detección y alarma el cual debe ser diseñado de acuerdo a lo indicado en el estándar NFPA 72-2016 y alambrado y cableado de acuerdo a NFPA 70-2017.

II.5.6.7. Extintores (Portátiles y Móviles).

❖ Extintores Portátiles

Los extintores portátiles de polvo químico, son de las siguientes características:

- ✓ Unidades de extinción 40 a 120-B:C
- ✓ Agente extintor a base de bicarbonato de potasio
- ✓ Capacidad de 9 Kg (20 lb)
- ✓ Color rojo bermellón
- ✓ Tiempo de descarga de 8 a 25 segundos
- ✓ Alcance horizontal de chorro de 3.04 a 6.09 m (10 a 20 ft) y deben cumplir con los requerimientos del NFPA 10-2018

❖ Extintores Móviles-Sobre ruedas

Los extintores móviles de polvo químico, son de las siguientes características:

- ✓ Unidades de extinción 80 a 640-B:C
- ✓ Agente extintor a base de bicarbonato de potasio
- ✓ Capacidad de 68 Kg (150 lb).

II.5.6.8. Equipos de seguridad-Regaderas de Emergencia y Lava-ojos.

❖ Regaderas de Emergencia y Lava-Ojos

Las regaderas de emergencia con lava-ojos deben cumplir con los requerimientos establecidos en el estándar ANSI/ISEA Z358.1-2014 “American National Standard for Emergency eyewash and shower equipment”.

Las regaderas de emergencia con lava-ojos, deben ser localizadas en un lugar accesible, y deben ser provistos con todos sus accesorios, indicados en la norma ANSI/ISEA Z358.1-2014. La regadera con capacidad mínimo de flujo de 20 gpm con un tiempo de operación de 15 minutos. El lava-ojos debe proporcionar un flujo mínimo de 0.4 gpm por 15 minutos.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 71 de 78 |

II.5.6.9. Sistema de Detección y Alarma.

- ❖ **Detectores de Calor**
Dentro de los edificios se considerará la instalación de detectores de calor que se activan a un cierto rango de temperatura, la alimentación debe ser 24 V.c.c. nominal de +/- 25% de acuerdo a los requerimientos de la norma NFPA 72.
- ❖ **Detectores de Humo tipo Fotoeléctricos**
Dentro de los edificios se debe considerar un sistema automático de detección de humo a base de detectores de humo tipo fotoeléctrico inteligentes para áreas no clasificadas de acuerdo a los requisitos de la NFPA 72

Los detectores deben operar con:

Un área máxima de cobertura de 84 m² (900 ft²) de acuerdo a NFPA-72-2016, con una separación máxima de 9 m entre ejes de detectores, estas medidas pueden aumentarse o disminuirse dependiendo de la velocidad estimada del desarrollo de fuego, como se establece en la NOM-002-STPS-2010. No debe pasar al compartimiento del sensor ninguna partícula mayor a 1,3 mm ± 0,05 mm de acuerdo con el numeral 4.8 de la ISO 7240-7-2011. Los detectores deben estar listados UL y aprobados FM.

Tabla II.19. Espaciamiento de los detectores de humo según el movimiento del aire.

| Cambios de Aire por Minuto | Cambios de aire por hora | Espacio por detector | |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|-----|
| | | M2 | Ft2 |
| 1 | 60 | 125 | 12 |
| 2 | 30 | 250 | 23 |
| 3 | 20 | 375 | 35 |
| 4 | 15 | 500 | 46 |
| 5 | 12 | 625 | 58 |
| 6 | 10 | 750 | 70 |
| 7 | 8.6 | 875 | 81 |
| 8 | 7.5 | 900 | 84 |
| 9 | 6.5 | 900 | 84 |
| 10 | 6 | 900 | 84 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 72 de 78 |

Adicionalmente de acuerdo al punto 17.6.3.4.5.1 de la norma NFPA-72-2016 debe diseñarse de acuerdo a la altura a la cual estará instalado el detector de humo considerando la siguiente tabla:

Para los edificios se debe proporcionar los cambios de aire por hora

Tabla II.20. Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielo.

| Altura del cielo mayor de (>) | | Hasta e Inclusive | | Multiplicar espaciamiento listado por |
|-------------------------------|-----|-------------------|-----|---------------------------------------|
| ft | M | Ft | m | |
| 0 | 0 | 10 | 3 | 1 |
| 10 | .3 | 12 | 3.7 | 0.91 |
| 12 | .7 | 14 | 4.3 | 0.84 |
| 15 | 4.3 | 16 | 4.9 | 0.77 |
| 16 | 4.9 | 18 | 5.5 | 0.71 |
| 18 | 5.5 | 20 | 6.1 | 0.64 |
| 20 | 6.1 | 22 | 6.7 | 0.58 |
| 22 | 6.7 | 24 | 7.3 | 0.52 |
| 24 | 7.3 | 26 | 7.9 | 0.46 |
| 26 | 7.9 | 28 | 8.5 | 0.40 |
| 28 | 8.5 | 30 | 9.1 | 0.4 |

❖ **Detectores de Flama.**

El área de tanques, Área de Bombas y llenaderas será provista con detectores de flama del tipo UV/IR, los cuales deben detectar la presencia de fuego a través de la luz producida por el mismo, generando la activación de las alarmas audibles y visibles, además de la activación de los sistemas de diluvio dependiendo el área.

❖ **Detectores de Gas Combustible**

El área de tanques, Área de Bombas y llenaderas será provista con detectores de Gas Combustible tipo catalítico, los cuales detectarán al menos dos niveles de concentración de gas, activando las alarmas audibles y visibles, activando los sistemas de diluvio dependiendo el área.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | II |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 73 de 78 |

❖ **Alarmas Audibles / Visibles**

Las alarmas audibles y visibles dentro de los edificios deben cumplir con la NFPA-72-2016 y estar listados UL y/o aprobados FM, la alarma audible debe tener por lo menos 15 dB mayor que el área o 5 dB sobre el máximo que pudiera presentarse durante 60 segundos pero no más de 120 dB. La alarma estroboscópica debe ser destellante/intermitente con una velocidad de intermitencia de destellos por minuto (2Hz) y mínimo de 60 destellos por minuto (1Hz) con una intensidad lumínica de 700 cd a 1000 cd (intensidad efectiva).

Las alarmas se instalarán de acuerdo a la NFPA 72. La alarma estroboscópica debe ser para montarse en pared, para uso en exterior a prueba de agua. Debe poder soportar una temperatura desde -40°C a 66.1 °C. Operar a 25 V.C.D.

❖ **Estaciones Manuales de Alarma por Fuego.**

Los edificios deben ser provistos de estaciones manuales los cuales deben estar instalados en una caja resistente, la acción debe ser del tipo "empujar y jalar" para operar con una sola mano, debe ser listada UL y aprobada FM en color rojo. La estación manual debe poder restituirse con llave y debe estar instalada en entradas y salidas y en puntos estratégicos como rutas de evacuación. La estación debe operar con una alimentación eléctrica de 25 V.C.D. para montaje en pared, las estaciones deben colocarse a una altura de 1.5 metros del nivel de piso terminado a no más de 1.5 m de distancia de las puertas de acuerdo a la NFPA-72-2016.

❖ **Módulos de Control.**

El módulo de control para el edificio debe contar con una alimentación de 24 VCD. Debe estar provisto de un Led indicador, debe operar a un rango de temperatura de 0°C a 49 °C (32°F a 120°F) y un rango de humedad relativa de 10% a 93% no condensable y debe contar con caja para montaje.

❖ **Módulos Aislador Inteligente.**

Los módulos aisladores inteligentes para los edificios deben estar provistos de un led indicador con una alimentación de 24 VCD. Deben de operar a una humedad relativa de 10% a 93% no condensable. Deben contar con caja para montaje.

❖ **Módulos Monitor.**

Los módulos monitor para los edificios tienen una alimentación de 24 VCD. Rango de temperatura de 0°C a 49 °C (32°F a 120°F) y un rango de humedad relativa de 10% a 93% no condensable. Debe contar con caja para montaje.

❖ **Módulos Mini Monitor.**

Los mini módulos para el edificio tienen una alimentación de 24 VCD. Rango de temperatura de 0°C a 49 °C (32°F a 120°F) y un rango de humedad relativa de 10% a 93% no condensable. Debe contar con caja para montaje.

❖ **Fuente de poder Auxiliar.**

La fuente de poder auxiliar para los edificios debe de cumplir con la NFPA -72. Debe estar listada por UL y/o aprobada por FM. La fuente de poder debe de operar a 24 VCD @ 6 AMP.

❖ **Tablero de Control del Sistema de Detección y Alarma.**

El tablero de control para el sistema de detección y alarma el cual debe recibir las señales generadas por los dispositivos de iniciación de la misma forma debe enviar señales hacia los dispositivos de notificación. El tablero de control debe ser capaz de comunicarse con otros tableros a través de un protocolo de comunicación.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 30 |

Contenido

| | |
|--|----------|
| III. DESCRIPCION DEL ENTORNO | 3 |
| III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN. | 3 |
| III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES..... | 5 |
| III.2.1. COMPONENTE SOCIAL..... | 5 |
| III.2.2. COMPONENTES ABIÓTICOS..... | 7 |
| III.2.3. COMPONENTES BIÓTICOS..... | 28 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla III.1. Ubicación del proyecto (coordenadas de los vértices)..... | 5 |
| Tabla III.2. Zonas colindantes al proyecto..... | 6 |
| Tabla III.3. Normales climatológicas de la estación 00028065 NUEVO LAREDO. | 9 |
| Tabla III.4. Promedios anuales de temperaturas, máxima, mínima y promedio, velocidad promedio del viento, dirección del viento y humedad relativa..... | 11 |
| Tabla III.5. Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del año 2001 al 2014. | 12 |
| Tabla III.6. Propiedades fisicoquímicas de los tipos de suelo..... | 22 |
| Tabla III.7. Textura del suelo..... | 23 |
| Tabla III.8. Zonas de cuerpos de agua colindantes al proyecto..... | 25 |
| Tabla III.9. Zonas de vegetación colindantes al proyecto. | 30 |

Figuras

| | |
|--|----|
| Figura III.1. Plano de vista general del proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo” | 4 |
| Figura III.2. Zonas susceptibles a afectación en el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo”. | 6 |
| Figura III.3. Tipo de clima presente en el área de influencia del proyecto..... | 8 |
| Figura III.4. Huracanes Moderados con impacto sobre México. Categorías I y II, durante el período de 1970 al 2011..... | 16 |
| Figura III.5. Huracanes Intensos con impacto sobre México. Categorías III, IV y V, durante el período de 1970 al 2008..... | 17 |
| Figura III.6 Rosa de los vientos para el municipio de Nuevo Laredo..... | 18 |
| Figura III.7. Relieve (curvas de nivel y sistema de topoformas) presente en el área del proyecto. | 19 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 30 |

| | |
|--|----|
| Figura III.8. Características litológicas del área del proyecto..... | 20 |
| Figura III.9. Ubicación del proyecto dentro de las Zonas de Sismicidad. | 21 |
| Figura III.10. Tipos de suelo presentes en el área de influencia del proyecto..... | 24 |
| Figura III.11. Hidrología superficial en el área del proyecto..... | 25 |
| Figura III.12. Hidrología subterránea en el área del proyecto..... | 28 |
| Figura III.13. Uso de Suelo y Vegetación..... | 29 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 30 |

III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.

El proyecto “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” se ubicará dentro del municipio de Nuevo Laredo, en el estado de Tamaulipas (Ver Figura III.1), mismo que consiste en la recepción, almacenamiento y carga para distribución de gasolina regular, gasolina Premium y diésel suministrados a través del único ducto autorizado desde los E.E.U.U., y un nuevo sistema de carga por bombeo de tanques de almacenamiento a auto-tanques para transportar los combustibles fuera de la terminal para su distribución y venta.

Nuevo Laredo.

Nuevo Laredo, Tamaulipas se encuentra localizado entre los paralelos 27° 41' y 27° 17' de latitud norte; los meridianos 99° 56' y 99° 30' de longitud oeste; altitud entre 100 y 300 m. Colinda al norte con el estado de Nuevo León y los Estados Unidos de América; al este con los Estados Unidos de América; al sur con el municipio de Guerrero; al oeste con el estado de Nuevo León. Ocupa el 1.5% de la superficie del estado.

Fuente: [Prontuario de Información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Nuevo Laredo, Tamaulipas.](#)

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 30 |

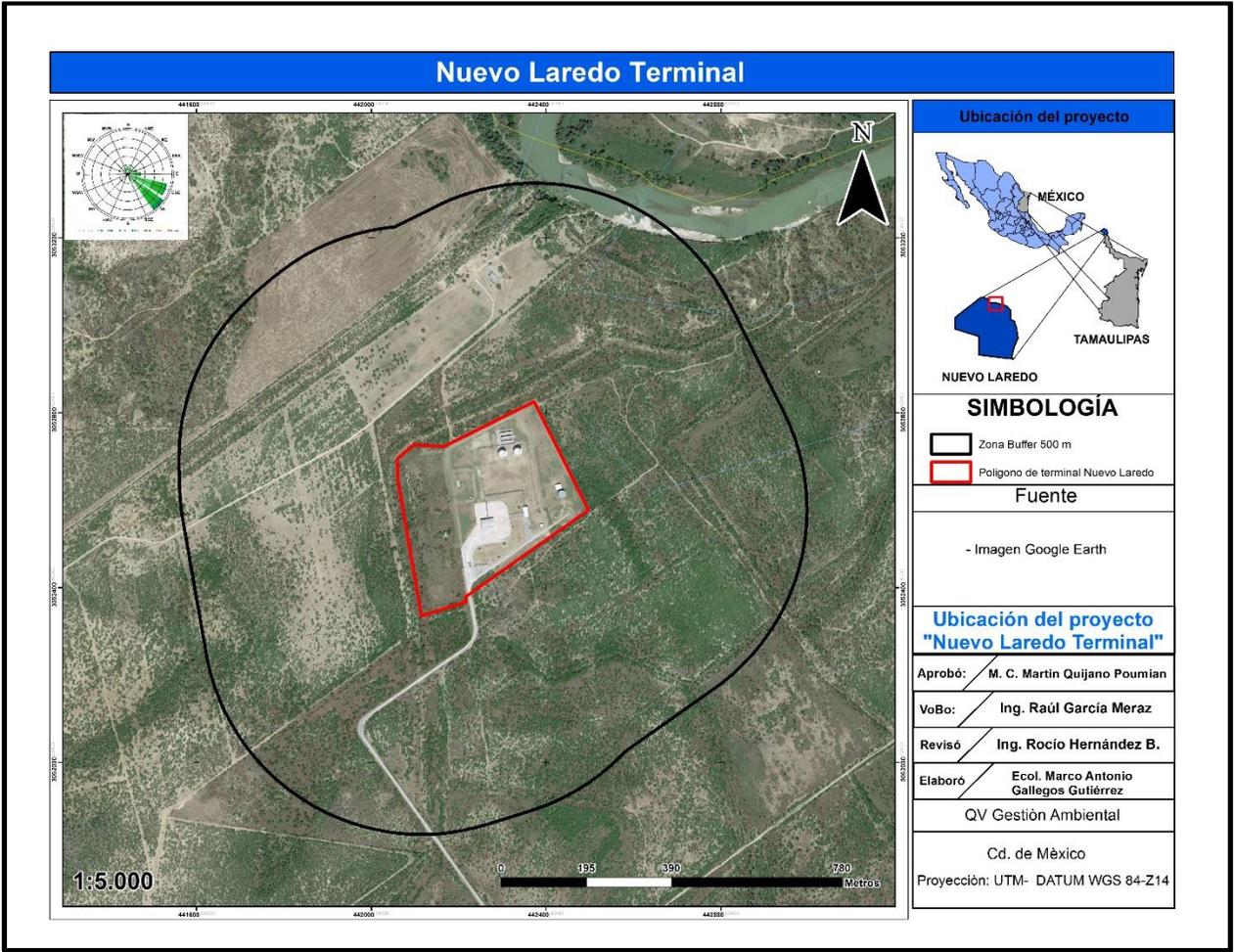


Figura III.1. Ubicación del proyecto.

A continuación se indica la localización de los vértices comprendidos por el polígono de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo (**Ver Tabla III.1**):

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 30 |

Tabla III.1. Ubicación del proyecto (coordenadas de los vértices).

| Vértice | Coordenadas UTM | |
|----------------|------------------------|-------------|
| | X | Y |
| 1 | 442215.407 | 3052378.674 |
| 2 | 442216.174 | 3052366.978 |
| 3 | 442114.587 | 3052335.150 |
| 4 | 442060.948 | 3052643.726 |
| 5 | 442059.544 | 3052694.505 |
| 6 | 442097.256 | 3052726.943 |
| 7 | 442166.044 | 3052722.616 |
| 8 | 442372.959 | 3052825.642 |
| 9 | 442496.798 | 3052577.662 |

III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.

A continuación, se muestra información acerca de los componentes ambientales que sean susceptibles de verse afectados, para lo cual se describen las zonas vulnerables y su proximidad a la Instalación dentro de un radio de 500 m a partir de la ubicación perimetral del proyecto.

Para la caracterización del área de influencia del proyecto (radio de 500 m), se utilizó como base la cartografía temática de INEGI, páginas oficiales de la misma institución, así como distintos recursos electrónicos de literatura científica y recorridos en campo por la zona del proyecto.

III.2.1. COMPONENTE SOCIAL.

- **Asentamientos Humanos.**

Aproximadamente a 250 m del proyecto con dirección Norte, se encuentra una localidad llamada “San Antonio”, la cual, según datos del XIV Censo General de Población y Viviendas 2010 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 1 persona.

Fuente: XIV Censo General de Población y Vivienda 2010.
Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

| | | |
|--|-----------------|----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 6 de 30 |

Tabla III.2. Zonas colindantes al proyecto.

| Zonas interés o cruzamiento | Descripción | Distancia respecto a la Instalación, ducto o ruta de transporte (m) | Descripción |
|-----------------------------|---------------------|---|--|
| Localidad | Asentamiento Humano | 250 Dirección Norte | Localidad de San Antonio con población total de 1 habitante. |

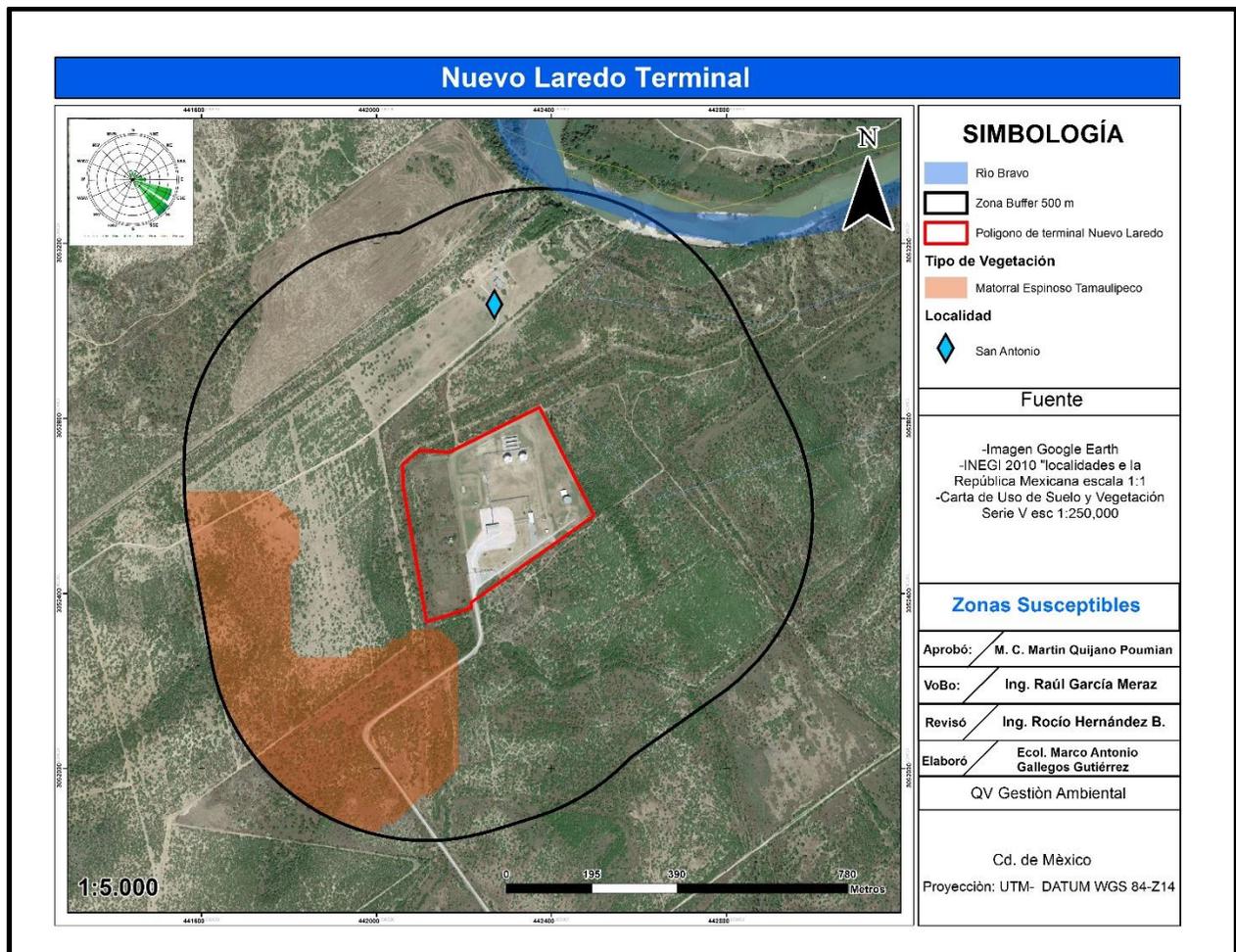


Figura III.2. Zonas susceptibles a afectación en el proyecto

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 7 de 30 |

- **Infraestructura.**

Es importante mencionar, que a los alrededores del proyecto no se encuentran instaladas escuelas, centros comerciales, centros de población, hospitales o instalaciones aledañas que puedan verse afectados por el desarrollo del proyecto.

III.2.2. COMPONENTES ABIÓTICOS.

III.2.2.1. Clima.

- **Tipo de clima.**

El tipo de clima existente en el área de influencia del proyecto, según la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (1981) es Árido - Cálido BSo(h')(x') (**Ver Figura III.3**).

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

- BSo(h')(x'); Árido, Cálido, este tipo de clima se caracteriza por tener una temperatura media anual mayor de 22°C, temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Lluvias repartidas todo el año, y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 8 de 30 |

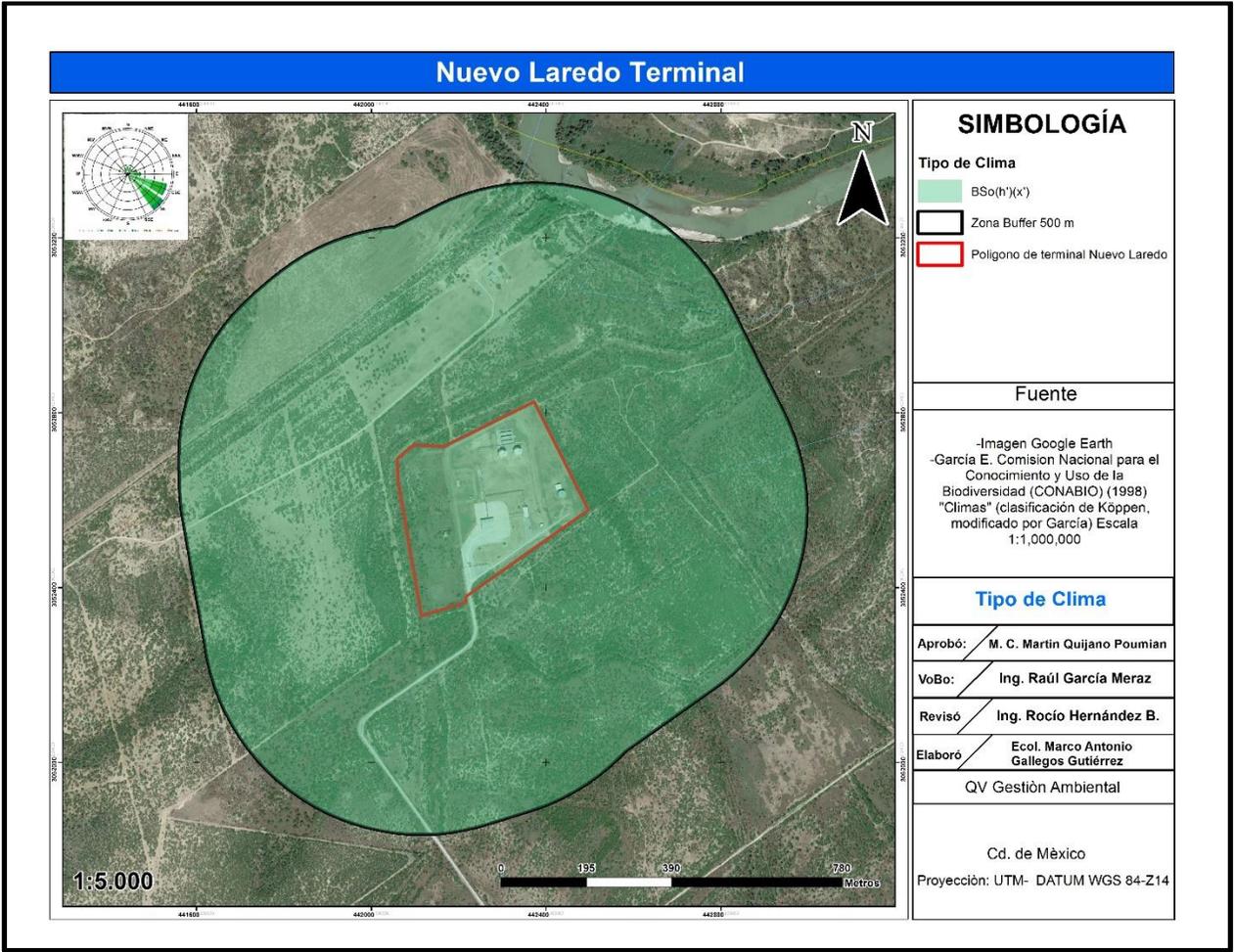


Figura III.3. Tipo de clima presente en el área de influencia del proyecto.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Es importante mencionar, que de acuerdo a las características climáticas, la zona del proyecto contempla climas áridos y semiáridos que pueden variar desde muy caluroso en las planicies costeras hasta relativamente fresco en las partes altas. Son zonas con precipitación inferior a 700 mm y con 7 a 12 meses secos por año, en amplias extensiones su precipitación es de 300 a 400 mm.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 9 de 30 |

En la **Tabla III.3** se presentan las normales climatológicas de la estación 00028065 NUEVO LAREDO.

Tabla III.3. Normales climatológicas de la estación 00028065 NUEVO LAREDO.

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|-------------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010) | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN: 00028065 NUEVO LAREDO ESTADO: Tamaulipas | | | | LATITUD: 27°29'11" N | | | LONGITUD: 099°30'29" W | | | ALTURA: 129.0 MSNM | | | |
| ELEMENTOS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| TEMPERATURA MÁXIMA | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 17.9 | 21.1 | 26.4 | 30.5 | 32.8 | 35.6 | 36.8 | 36.7 | 33.3 | 28.8 | 23.5 | 19.0 | 28.5 |
| Máxima mensual | 22.8 | 26.9 | 29.3 | 35.2 | 36.5 | 39.9 | 40.9 | 39.3 | 37.3 | 32.1 | 26.6 | 22.7 | |
| Año de máxima | 1990 | 1976 | 1984 | 1984 | 1978 | 1980 | 1980 | 1984 | 1977 | 1979 | 1966 | 1981 | |
| Máxima diaria | 38.5 | 36.0 | 40.0 | 44.0 | 42.0 | 49.0 | 43.3 | 42.0 | 42.2 | 39.0 | 34.0 | 32.0 | |
| Fecha máxima diaria | 23/197 2 | 18/19 86 | 27/198 4 | 20/198 4 | 05/19 84 | 28/197 8 | 02/198 0 | 10/19 62 | 16/19 62 | 01/19 83 | 26/19 65 | 04/197 7 | |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| TEMPERATURA MEDIA | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 12.2 | 14.9 | 19.9 | 24.5 | 27.1 | 29.9 | 30.9 | 30.8 | 28.2 | 23.6 | 18.2 | 13.7 | 22.8 |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| TEMPERATURA MÍNIMA | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 6.4 | 8.8 | 13.5 | 18.4 | 21.5 | 24.2 | 25.1 | 25.0 | 23.1 | 18.3 | 12.9 | 8.3 | 17.1 |
| Mínima mensual | 3.0 | 5.1 | 8.6 | 15.1 | 13.0 | 22.9 | 23.4 | 23.5 | 20.2 | 15.2 | 9.6 | 3.7 | |
| Año de mínima | 1963 | 1978 | 1962 | 1987 | 1989 | 1966 | 1976 | 1967 | 1974 | 1964 | 1970 | 1983 | |
| Mínima diaria | -7.9 | -6.5 | -2.0 | 2.5 | 0.0 | 16.5 | 15.0 | 18.5 | 11.3 | 5.0 | -1.0 | -10.0 | |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 10 de 30 |

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010) | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN: 00028065 NUEVO LAREDO ESTADO: Tamaulipas | | | | LATITUD: 27°29'11" N | | | LONGITUD: 099°30'29" W | | | ALTURA: 129.0 MSNM | | | |
| ELEMENTOS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Fecha mínima diaria | 12/19 62 | 02/198 5 | 02/19 80 | 01/198 7 | 05/198 9 | 03/19 70 | 19/19 90 | 25/19 64 | 28/196 2 | 31/196 7 | 20/19 69 | 25/19 83 | |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| PRECIPITACIÓN | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | 20.1 | 27.2 | 16.1 | 46.9 | 69.8 | 67.6 | 33.0 | 55.0 | 78.4 | 69.4 | 25.5 | 18.9 | 527.9 |
| Máxima mensual | 47.9 | 98.5 | 103.0 | 130.7 | 362.9 | 237.3 | 192.5 | 198.5 | 296.0 | 356.5 | 103.3 | 90.6 | |
| Año de máxima | 1984 | 1973 | 1990 | 1985 | 1972 | 1973 | 1975 | 1967 | 1971 | 1985 | 1990 | 1965 | |
| Máxima diaria | 35.0 | 55.0 | 115.0 | 9830 | 227.0 | 124.0 | 84.0 | 113.5 | 117.5 | 165.0 | 77.0 | 45.5 | |
| Fecha máxima diaria | 25/19 61 | 05/196 7 | 28/199 0 | 22/196 2 | 10/19 72 | 09/19 73 | 04/19 76 | 07/19 66 | 12/1971 | 20/198 5 | 07/19 90 | 30/19 84 | |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| EVAPORACIÓN TOTAL | | | | | | | | | | | | | |
| Normal | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Años con datos | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| NUMERO DE DÍAS CON | | | | | | | | | | | | | |
| Lluvia | 4.7 | 4.2 | 2.5 | 3.3 | 4.5 | 3.7 | 3.0 | 3.6 | 5.5 | 3.6 | 3.1 | 3.7 | 45.4 |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| NIEBLA | 0.5 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 0.2 | 0.7 | 0.4 | 2.8 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 11 de 30 |

| SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL | | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|---------------------------------------|-----|-----|---|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|------------|
| NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010) | | | | | | | | | | | | | |
| ESTACIÓN: 00028065 NUEVO LAREDO ESTADO: Tamaulipas | | | | LATITUD: 27°29'11" N | | | LONGITUD: 099°30'29" W | | | ALTURA: 129.0 MSNM | | | |
| ELEMENTOS | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| GRANIZO | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |
| TORRENTA E | 0.1 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.7 |
| Años con datos | 29 | 29 | 29 | 30 | 30 | 29 | 29 | 29 | 29 | 27 | 28 | 29 | |

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Información Climatológica.

Además, se consultó la Estación Meteorológica “Aduana Colombia” en el municipio de Anáhuac para obtener datos como la temperatura, velocidad y dirección del viento y humedad relativa. La estación se encuentra ubicada en las coordenadas Latitud (N): 27° 41' 39" y Longitud (O): 99° 45' 11.6". A continuación se presentan datos registrados de los últimos 8 años disponibles.

Tabla III.4. Promedios anuales de temperaturas, máxima, mínima y promedio, velocidad promedio del viento, dirección del viento y humedad relativa.

| Año | T. Max | T. Min. | T. Med. | VV | DV | HR |
|------|--------|---------|---------|-------|-------------|-------|
| 2018 | 30.78 | 14.45 | 23.69 | 10.31 | 220.87(SO) | 66.47 |
| 2017 | 30.80 | 17.54 | 23.83 | 8.47 | 240.16(SO) | 68.5 |
| 2016 | 30.41 | 17.81 | 23.756 | 8.45 | 273.03(SO) | 69.93 |
| 2015 | 29.15 | 17.05 | 22.76 | 8.89 | 219.45(SO) | 72.15 |
| 2014 | 29.14 | 16.56 | 22.52 | 9.68 | 243.16(SO) | 67.29 |
| 2013 | 31.53 | 19.5 | 25.19 | 9.88 | 219.96 (SO) | 67.63 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 12 de 30 |

| Año | T. Max | T. Min. | T. Med. | VV | DV | HR |
|----------|--------|---------|---------|-------|------------|-------|
| 2012 | 26.46 | 14.01 | 20.28 | 18.83 | 260.29 (O) | 61.52 |
| 2011 | 29.87 | 14.96 | 22.38 | 8.01 | 181.44 (S) | 56.74 |
| 2010 | 30.107 | 14.96 | 22.38 | 9.15 | 258.62 (O) | 64.71 |
| Promedio | 29.80 | 16.79 | 23.07 | 10.22 | 231.2 (SO) | 66.10 |

T. Max Temperatura máxima (°C).

T. Min. Temperatura mínima (°C).

T. Med. Temperatura media (°C).

VV. Velocidad promedio del viento (km/hr).

DV. Dirección promedio del viento (grados azimut).

HR. Humedad relativa (%) (Datos acumulados).

Fuente: Datos climáticos de la estación “Aduana Colombia” de Anáhuac (INIFAP).

- **Fenómenos meteorológicos.**

México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico (**Ver Tabla III.5**), los cuales han causado desastres principalmente en los estados ubicados en la costa Este y Oeste de la República Mexicana. A continuación se presentan datos históricos de los eventos climatológicos ocurridos en el período del año 2001 al 2014.

Tabla III.5. Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del año 2001 al 2014.

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados afectados |
|------|-----------|----------------------|-----------|---|
| 2014 | Pacífico | Simón | H4 | Michoacán, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Baja California Sur, Colima y Jalisco |
| | | Trudy | TT | Guerrero, Chiapas y Oaxaca |
| | | Vance | DT | Sinaloa, Durango, Jalisco, Colima, Nayarit |
| | Atlántico | Dolly | TT | San Luis Potosí, Tamaulipas, Querétaro, Hidalgo, Puebla y Veracruz |
| | | Depresión Tropical 9 | DT | Campeche |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 13 de 30 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados afectados |
|------------|---------------|---------------|------------------|---|
| 2012 | Pacífico | Bud | H3 | Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit |
| | | Carlotta | H2 | Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Querétaro, Tabasco, Tlaxcala y Sur de Veracruz |
| | | Norman | TT | Sinaloa, Durango, Nayarit, Jalisco y Baja California Sur |
| | | Paul | H3 | Baja California Sur, Sinaloa, Sonora, Durango, Nayarit y Jalisco |
| | Atlántico | Ernesto | H1 | Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Chiapas, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro, Guanajuato, Puebla, Tlaxcala, México, Distrito Federal, Morelos, Michoacán, Guerrero y Oaxaca |
| | | Helene | TT | Tabasco, Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Oaxaca |
| 2011 | Pacífico | DT 12E | DT | Oaxaca y Chiapas |
| | | Jova | H2 | Jalisco, Colima, Michoacán y Nayarit |
| | | DT 8E | DT | Michoacán, Colima y Jalisco |
| | | Beatriz | H1 | Guerrero, Colima, Michoacán y Jalisco |
| | Atlántico | Rina | TT | Quintana Roo |
| | | Nate | TT | Tabasco y Veracruz |
| | | Harvey | DT | Chiapas, Tabasco, Veracruz y Oaxaca |
| | | Arlene | TT | Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas e Hidalgo |
| 2010 | Atlántico | Richard | DT | Chiapas, Campeche, Quintana Roo y Tabasco |
| | | Matthew | DT | Campeche y Veracruz |
| | | Karl | TT (H3) | Quintana Roo, Veracruz y Campeche |
| | | Hermine | TT | Tamaulipas |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 14 de 30 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados afectados |
|------------|---------------|---------------|------------------|---|
| | | DT 2 | DT | Tamaulipas |
| | | Alex | TT (H2) | Quintana Roo, Campeche, Tamaulipas y Nuevo León |
| 2009 | Pacífico | Georgette | TT | BCS y Sonora |
| | | DT 11E | DT | Oaxaca y Veracruz |
| | | Ágatha | TT | Chiapas |
| | | Andrés | H1 | Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit |
| | | Jimena | H4 | Baja California Sur, Sonora, Sinaloa, Nayarit, Colima y Guerrero |
| | | Rick | H5 | Guerrero, Oaxaca, Michoacán y Jalisco |
| | Atlántico | Ida | H2 | Yucatán y Quintana Roo |
| 2008 | Pacífico | Odile | TT | Guerrero, Michoacán y Colima |
| | | Norbert | H2 | BCS, Sonora y Chihuahua |
| | Atlántico | Marco | TT | Veracruz, San Luis Potosí, Hidalgo y Puebla |
| | Pacífico | Lowell | DT | BCS, Sinaloa y Sonora |
| | Atlántico | Dolly | TT | Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Chihuahua |
| | Pacífico | DT 5E | DT | Michoacán |
| | Atlántico | Arthur | TT | Quintana Roo, Campeche y Tabasco |
| 2007 | Atlántico | Lorenzo | H1 | Veracruz, Puebla e Hidalgo |
| | Pacífico | Henriette | H1 | BCS y Sonora |
| | Atlántico | Dean | H5 | Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro |
| | Pacífico | Bárbara | TT | Chiapas |
| 2006 | Pacífico | Norman | DT | Colima, Michoacán y Jalisco |
| | | Lane | H3 | Sinaloa y Colima |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 15 de 30 |

| Año | Océano | Nombre | Categoría | Estados afectados |
|------------|---------------|---------------|------------------|--|
| | | John | H2 | BCS |
| 2005 | Atlántico | Wilma | H4 | Quintana Roo y Yucatán |
| | | José | TT | Veracruz, Puebla, Tlaxcala, Edo. de México y D.F. |
| | | Gert | TT | Veracruz, San Luis Potosí, Tamaulipas y Nuevo León |
| | | Emily | H4 | Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas y Nuevo León |
| | Pacífico | Dora | TT | Guerrero, Michoacán y Colima |
| | Atlántico | Cindy | DT | Quintana Roo y Yucatán |
| | | Bret | TT | Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo |
| 2004 | Pacífico | DT 16E | DT | Sinaloa |
| | | Lester | TT | Guerrero |
| | | Javier | DT | BCS y Sonora |
| 2003 | Pacífico | Marty | H2 | BCS, Sonora y Baja California |
| | | Ignacio | H2 | BCS |
| | Atlántico | Erika | H1 | Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Yucatán |
| 2002 | Pacífico | Kenna | H4 | Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas |
| | Atlántico | Isidore | H3 | Quintana Roo, Yucatán y Campeche |
| 2001 | Pacífico | Juliette | H1 | BCS, Sonora y Sinaloa |

H: Huracán. TT: Tormenta Tropical. DT: Depresión Tropical

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

A continuación se muestran las áreas más susceptibles a huracanes dentro del país (**Ver Figuras III.4 y III.5**).

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

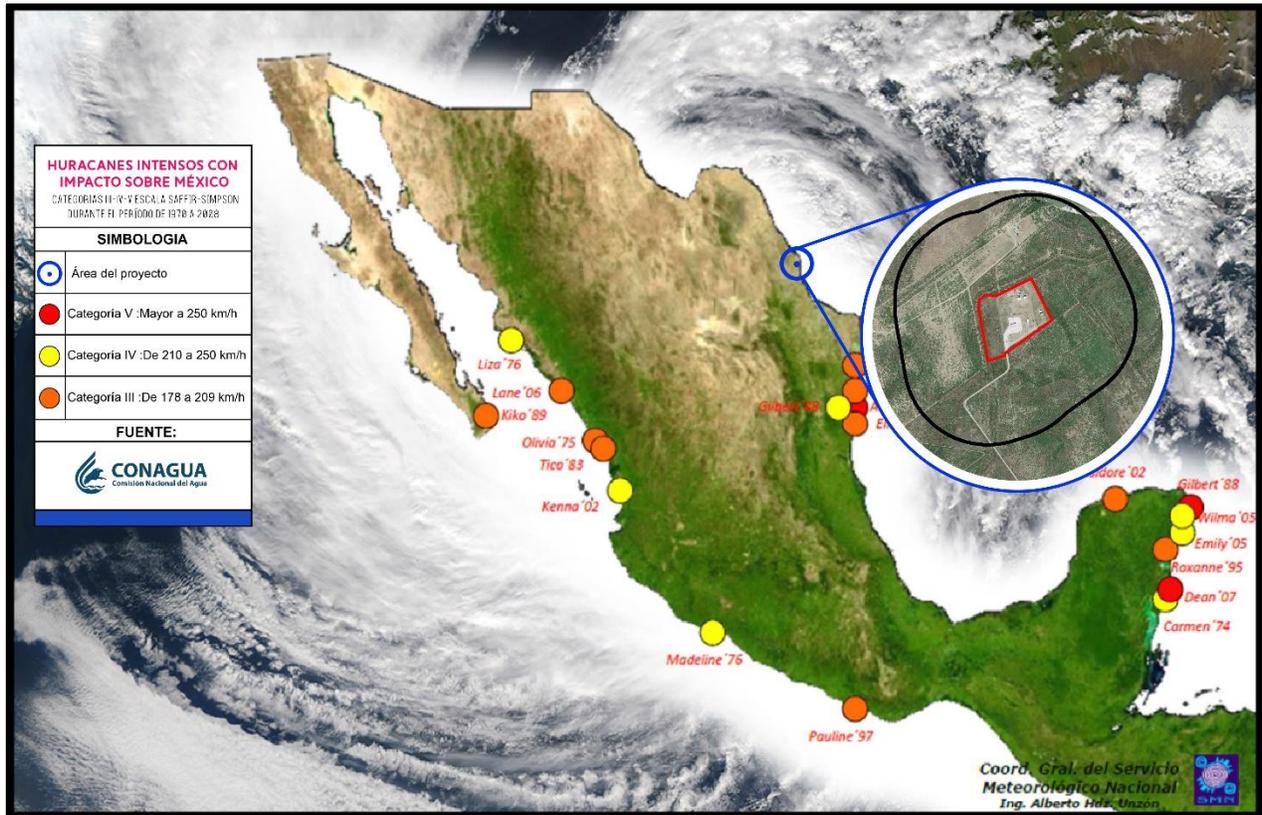
| | | |
|---|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 16 de 30 |



Figura III.4. Huracanes Moderados con impacto sobre México. Categorías I y II, durante el período de 1970 al 2011.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 17 de 30 |



**Figura III.5. Huracanes Intensos con impacto sobre México.
Categorías III, IV y V, durante el período de 1970 al 2008.**

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

De acuerdo a la **Tabla III.5** y a las **Figuras III.4 y III.5**, se considera que la zona en donde se ubicará el proyecto, no es susceptible a fenómenos climatológicos, tales como huracanes y tormentas tropicales, esto debido a que en el período comprendido del año 2001 al 2014 no se cuenta con registros de daños causados a la infraestructura del municipio por la presencia de estos fenómenos naturales.

- **Masas de aire (Heladas, Granizo y Nevadas).**

Heladas.

Para riesgo de heladas en la región del proyecto son mínimas, ya que para el municipio de Nuevo Laredo, se tiene un registro según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en los años de 1988 al 1999, en el cual se obtuvieron datos en el mes de enero con 14 heladas, febrero con 9, marzo 6, del mes de abril a octubre no hay presencia de heladas mientras que el mes de noviembre tiene registro de 1 y finalmente el mes de diciembre cuenta con 17 registros de días con heladas.

Durante este periodo, el año con más registro fue 1996, con 5 registros en el mes de enero, 2 en el mes de febrero, 5 en el mes de marzo y 2 registros diarios en el mes de diciembre.

Fuente: INEGI Nuevo Laredo Tamaulipas:
Cuaderno estadístico municipal.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 18 de 30 |

Para el caso de presencia de granizadas y nevadas no se han registrado dichos fenómenos para la región de Nuevo Laredo, al igual que para la zona donde se ubicará el proyecto.

- **Vientos extremos.**

En base a la escala de Beaufort, se consideran como vientos fuertes aquellos que sobrepasan los 40 km/h (equivalente a 11.1 M/s.). Según los datos de velocidad del viento, obtenidos de la estación meteorológica “Aduana Colombia”, en los últimos 8 años el promedio registrado para la velocidad del viento es de 8.01 km/hr, por lo que no se considera una zona de vientos fuertes o extremos.

- **Rosa de los vientos.**

La Rosa de los Vientos para Nuevo Laredo muestra el número de horas al año en que el viento sopla en la dirección indicada. En este caso, la rosa de los vientos nos muestra que el viento sopla de Suroeste hacia el Noreste. A una velocidad máxima mayor a 20 km/hr en 219 horas al año.

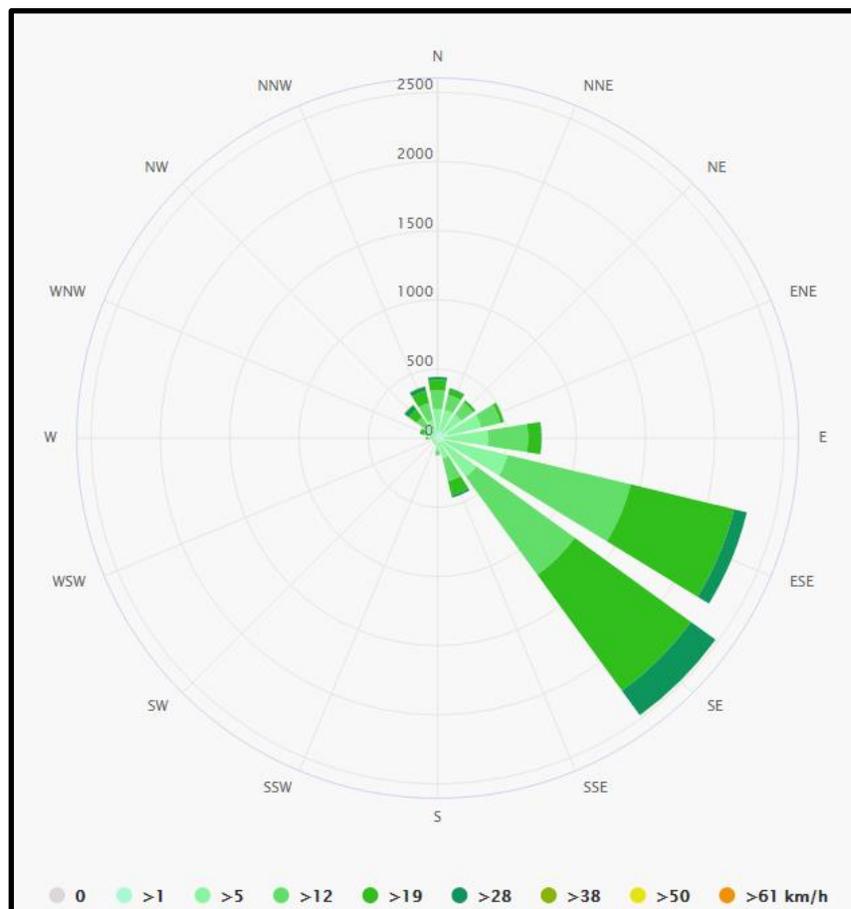


Figura III.6 Rosa de los vientos para el municipio de Nuevo Laredo.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 19 de 30 |

III.2.2.2. Geología y geomorfología.

Geomorfología (características geomorfológicas y de relieve).

El área de influencia del proyecto se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Grandes Llanuras de Norteamérica, en la Subprovincia Llanuras de Coahuila y Nuevo León. En dicha zona prevalece la topeforma de Lomerío (*Lomerío de Laderas Tendidas con Llanuras*), su altitud varía entre los 90 y 135 msnm (**Ver Figura III.7**).

Ver Anexo 1 para más detalle.

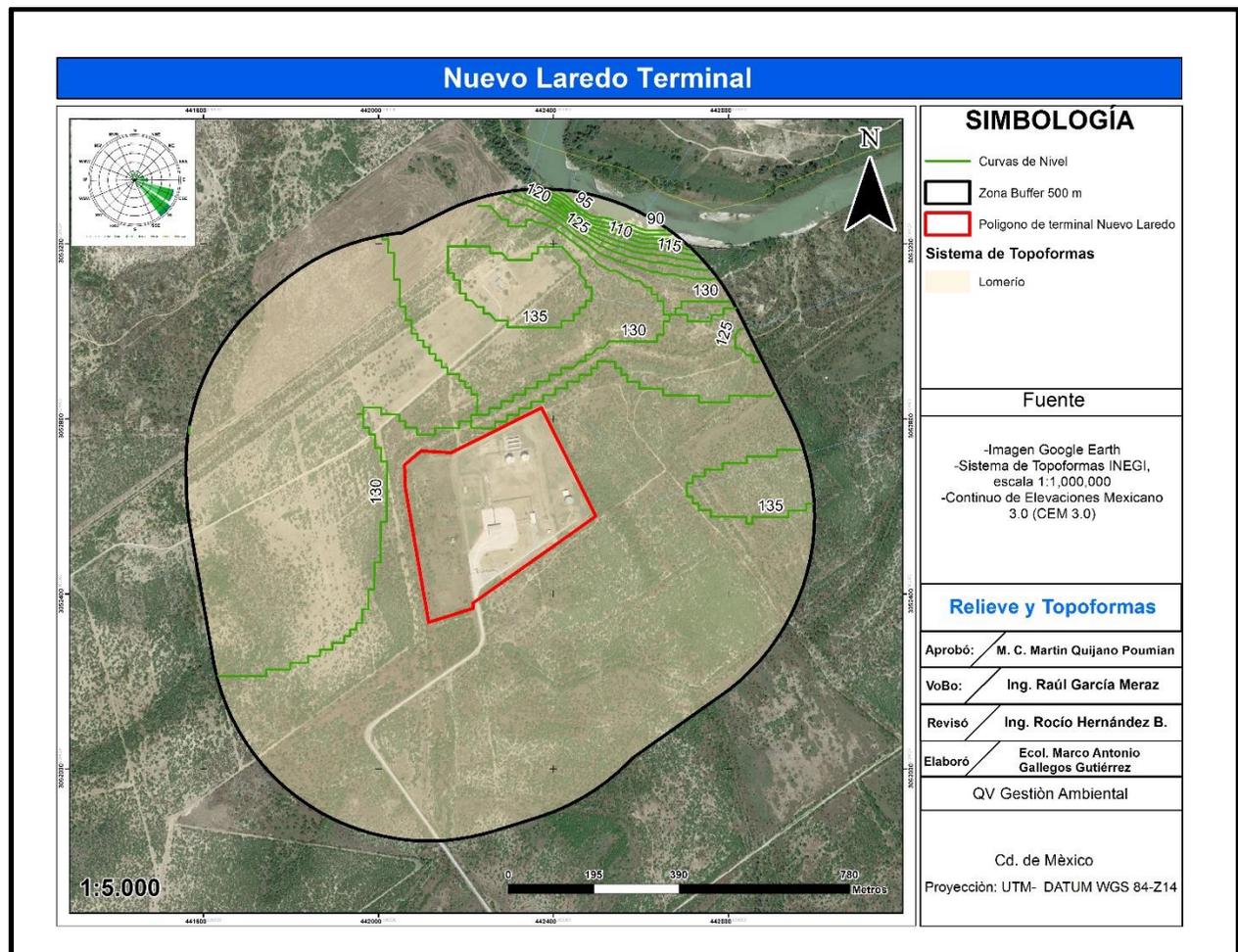


Figura III.7. Relieve (curvas de nivel y sistema de topoformas) presente en el área del proyecto.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Es importante mencionar, que el polígono delimitado para el proyecto, se encuentra situado a una altitud que varía entre los 134 y 135 msnm, siendo estos, los puntos de altitud mínima y máxima respectivamente, que se alcanzan en dicha superficie. Exclusivamente para el polígono de la terminal.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 20 de 30 |

Geología (características litológicas y presencia de fallas y fracturas).

La distribución de la litología se muestra en la **Figura III.8 (Anexo 4 para más detalle)**. Predomina el suelo de tipo aluvial; Q (s).

Dentro del buffer de 500 m que se realizó para el proyecto, no existen fallas y fracturas geológicas, ya que estas no son características en el tipo de litología mencionado.

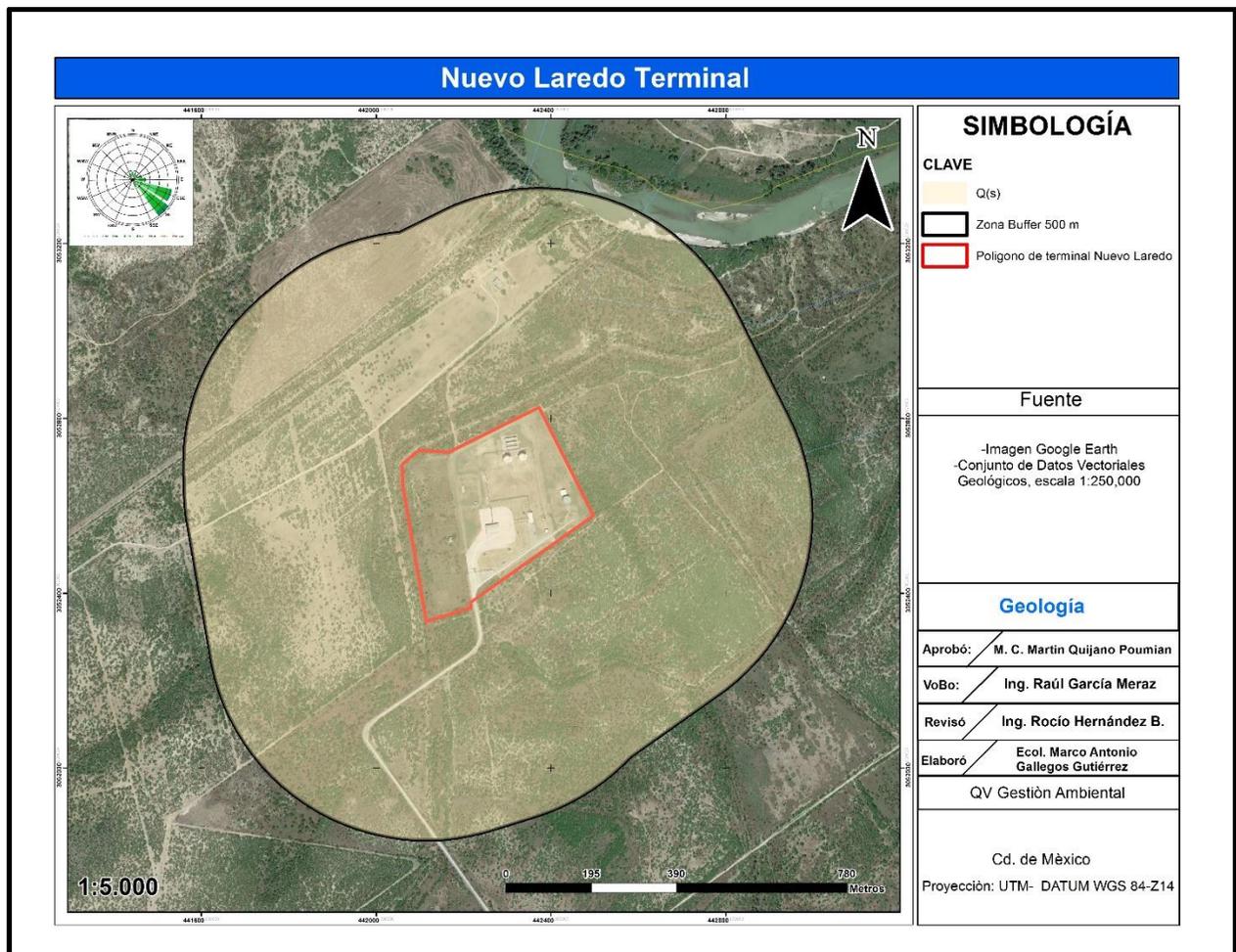


Figura III.8. Características litológicas del área del proyecto.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

Susceptibilidad de la zona.

- **Sismicidad.**

Dada su ubicación en la zona “A” catalogada como zona de escasa actividad sísmica y de escasa magnitud con sismos poco frecuentes, es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores, de acuerdo a datos del Servicio Sismológico Nacional (SSN), 2017 (**Ver Figura III.9**).

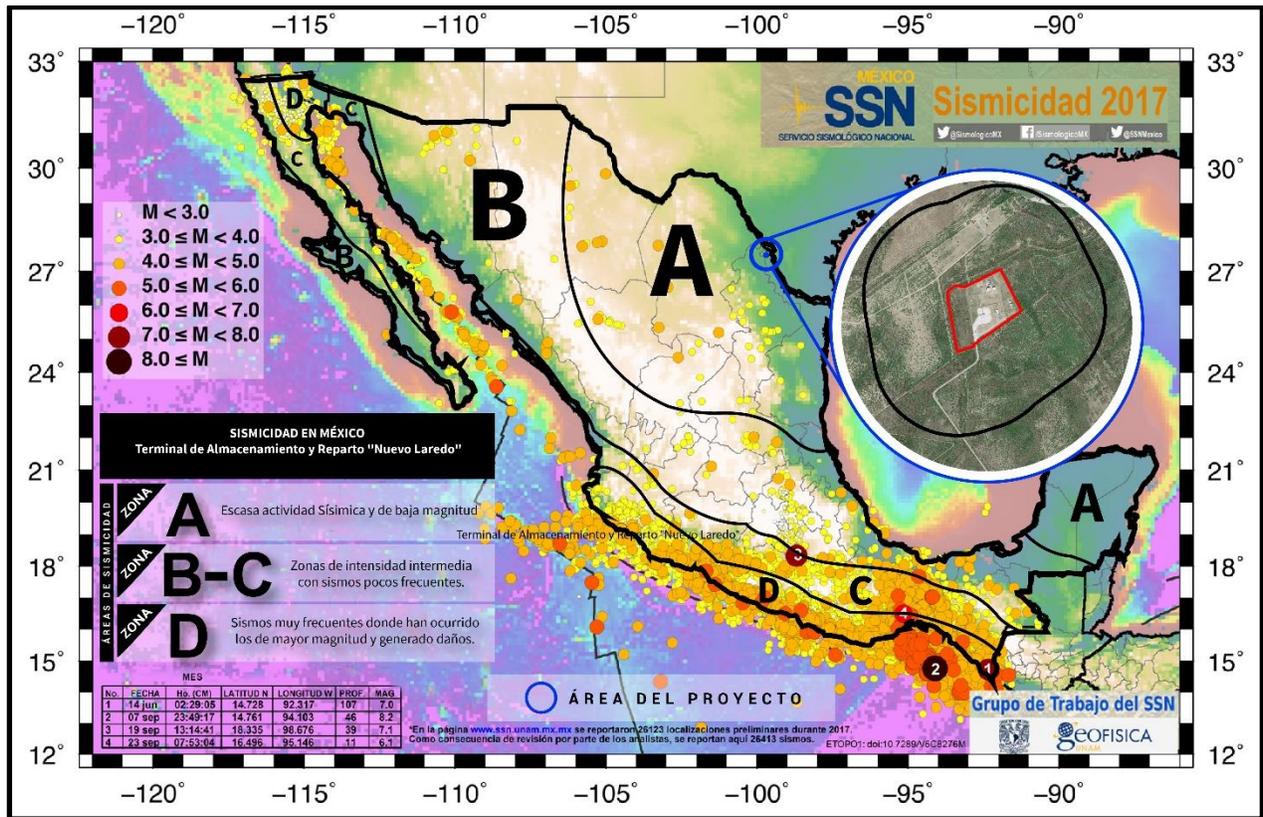


Figura III.9. Ubicación del proyecto dentro de las Zonas de Sismicidad.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

- **Inundación y encharcamientos.**

De acuerdo al Atlas de Riesgo para el municipio de Nuevo Laredo, la ubicación del proyecto no se encuentra en zonas inundables, por lo que las inundaciones no serían un riesgo para la implementación del proyecto, no es susceptible a inundaciones y encharcamientos debido a su configuración fisiográfica y topográfica que propicia el flujo de escurrimientos pluviales.

III.2.2.3. Suelos.

El suelo se define como la capa más superficial de la corteza terrestre, la cual brinda soporte a la cubierta vegetal natural y a las actividades humanas; el suelo se forma a partir de la interacción de varios factores ambientales como el clima, el tipo de roca que da origen al suelo (material parental), vegetación y uso del suelo, relieve y tiempo.

Fuente: INEGI. Guía para la interpretación de cartografía. Edafología. Unidades y subunidades de suelo.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 22 de 30 |

- **Tipos de suelo.**

De acuerdo a la clasificación de la cartografía temática de INEGI presentada para “Edafología”, en el área de influencia se presentan suelos (unidades edafológicas) de tipo Xerosol cálcico + Xerosol háplico + Regosol calcárico, de clase textural gruesa (Xk+Xh+Rc/1) y Xerosol lúvico + Xerosol háplico + Regosol calcárico, de clase textural fina (Xi+Xh+Rc/3) (**Ver Figura III.10**).

Ver Anexo 1 para más detalle.

A continuación se definen las propiedades fisicoquímicas de los tipos de suelo ya mencionados:

Tabla III.6. Propiedades fisicoquímicas de los tipos de suelo.

| Unidades de Suelo | | |
|-------------------|---------|--|
| Código | Nombre | Definición |
| X | Xerosol | Del griego <i>xeros</i> : seco. Literalmente, suelo seco. Se localizan en las zonas áridas y semiáridas del centro y norte de México. Su vegetación natural es de matorral y pastizal, y son el tercer tipo de suelo más importante por su extensión en el país (9.5%). Tienen por lo general una capa superficial de color claro por el bajo contenido de materia orgánica. Debajo de esta capa puede haber un subsuelo rico en arcillas, o bien, muy semejante a la capa superficial. Muchas veces presentan a cierta profundidad manchas, aglomeraciones de cal, cristales de yeso o caliche con algún grado de dureza. Su rendimiento agrícola está en función a la disponibilidad de agua para riego. El uso pecuario es frecuente sobre todo en los estados de Coahuila, Chihuahua y Nuevo León. Son de baja susceptibilidad a la erosión, salvo en laderas o si están directamente sobre caliche o tepetate a escasa profundidad. |
| R | Regosol | Del griego <i>reghos</i> : manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 23 de 30 |

| Calificadores de las Subunidades de Suelo | | |
|---|-----------|---|
| Código | Nombre | Definición |
| k | Cálcico | Del latín <i>calx</i> : cal. Suelos con una capa de color blanco, rica en cal, y que se encuentra en forma de polvo blanco o caliche. En los Chernozems y Castañozems esta capa tiene más de 15 centímetros de espesor. Los suelos con esta subunidad tienen fertilidad que va de moderada a alta. Unidades de suelo: Cambisol, Castañozem, Chernozem, Luvisol, Xerosol y Yermosol. |
| h | Háplico | Del griego <i>haplos</i> : simple. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Unidades de suelo: Castañozem, Chernozem, Feozem, Xerosol y Yermosol. |
| c | Calcárico | Del latín <i>calcareum</i> : calcáreo. Suelos ricos en cal y nutrientes para las plantas. Unidades de suelo: Feozem, Fluvisol, Gleysol y Regosol. |
| l | Lúvico | Del latín <i>luvi, luo</i> : lavar. Suelos con acumulación de arcilla en el subsuelo. Son generalmente de color rojizo o pardo oscuro. Unidades de suelo: Chernozem, Castañozem, Feozem, Xerosol, Yermosol y Arenosol. |

Fuente: INEGI. Guía para la interpretación de cartografía Edafología. Unidades y subunidades de suelo.

Tabla III.7. Textura del suelo.

| Clase Textural | | |
|----------------|--------|--|
| Código | Nombre | Definición |
| 1 | Gruesa | Menos del 18% de arcilla y más del 65% de arena. |
| 3 | Fina | Más del 35% de arcilla. |

Fuente: Diccionario de datos edafológicos.
Escala 1:250 000 (Vectorial).

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 24 de 30 |

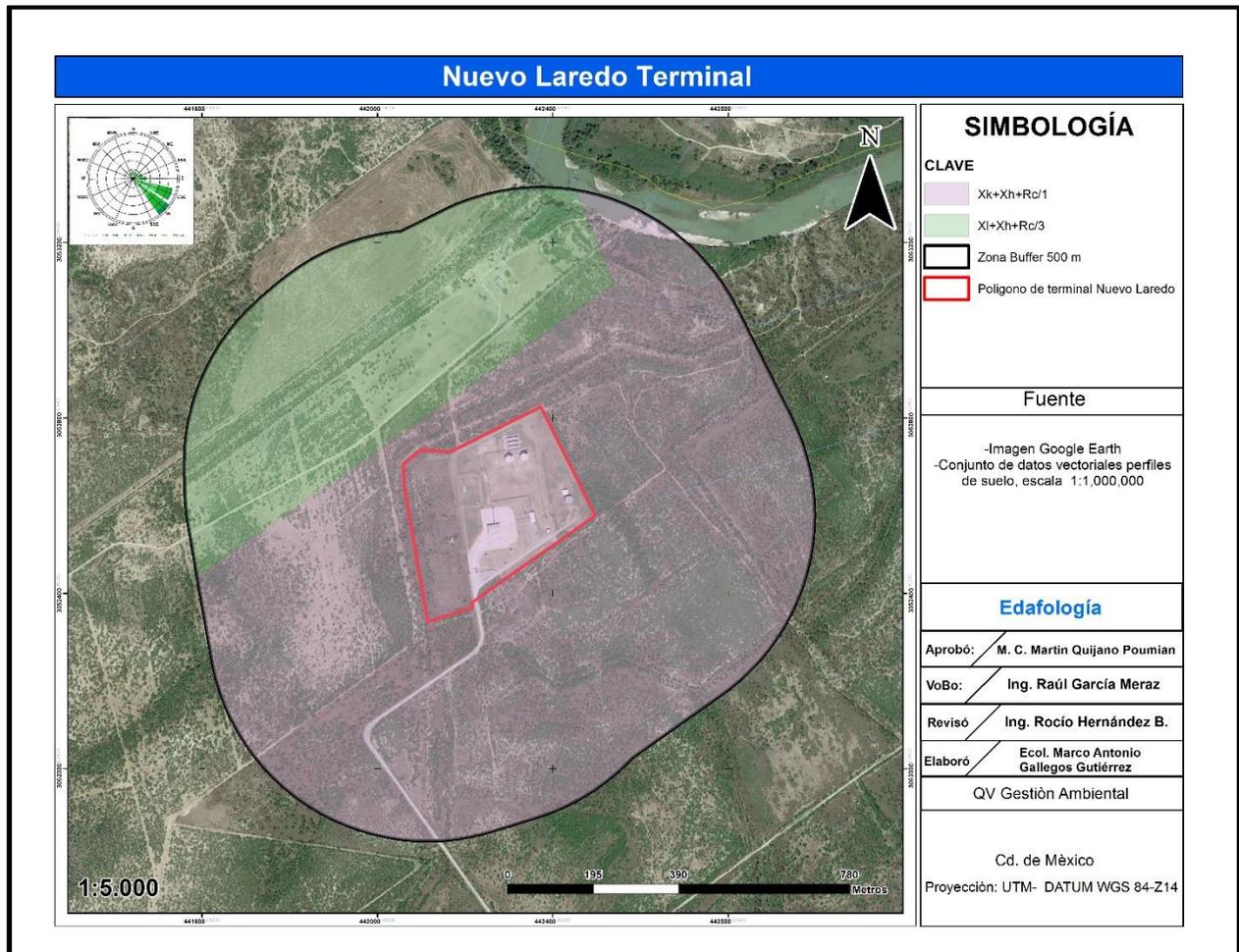


Figura III.10. Tipos de suelo presentes en el área de influencia del proyecto.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

III.2.2.4. Hidrología subterránea y superficial.

- **Hidrología superficial.**

El proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Bravo-Conchos, que a su vez, incidirá en la Cuenca Río Bravo-Nuevo Laredo. Además, es importante mencionar que dentro del área de influencia con radio de 500 metros donde estará la terminal tendrá interacción mínima con un cuerpo de agua (Río Bravo).

Ver Figura III.2. Zonas susceptibles a afectación en el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo” para más detalle.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 25 de 30 |

Tabla III.8. Zonas de cuerpos de agua colindantes al proyecto.

| Zonas interés o cruzamiento | Descripción | Distancia respecto a la Instalación, ducto o ruta de transporte (m) | Descripción |
|-----------------------------|---------------------------|---|---|
| Cuerpo de agua | Cuerpo de agua permanente | 469 Dirección Norte | Cuerpo de agua correspondiente al Río Bravo |

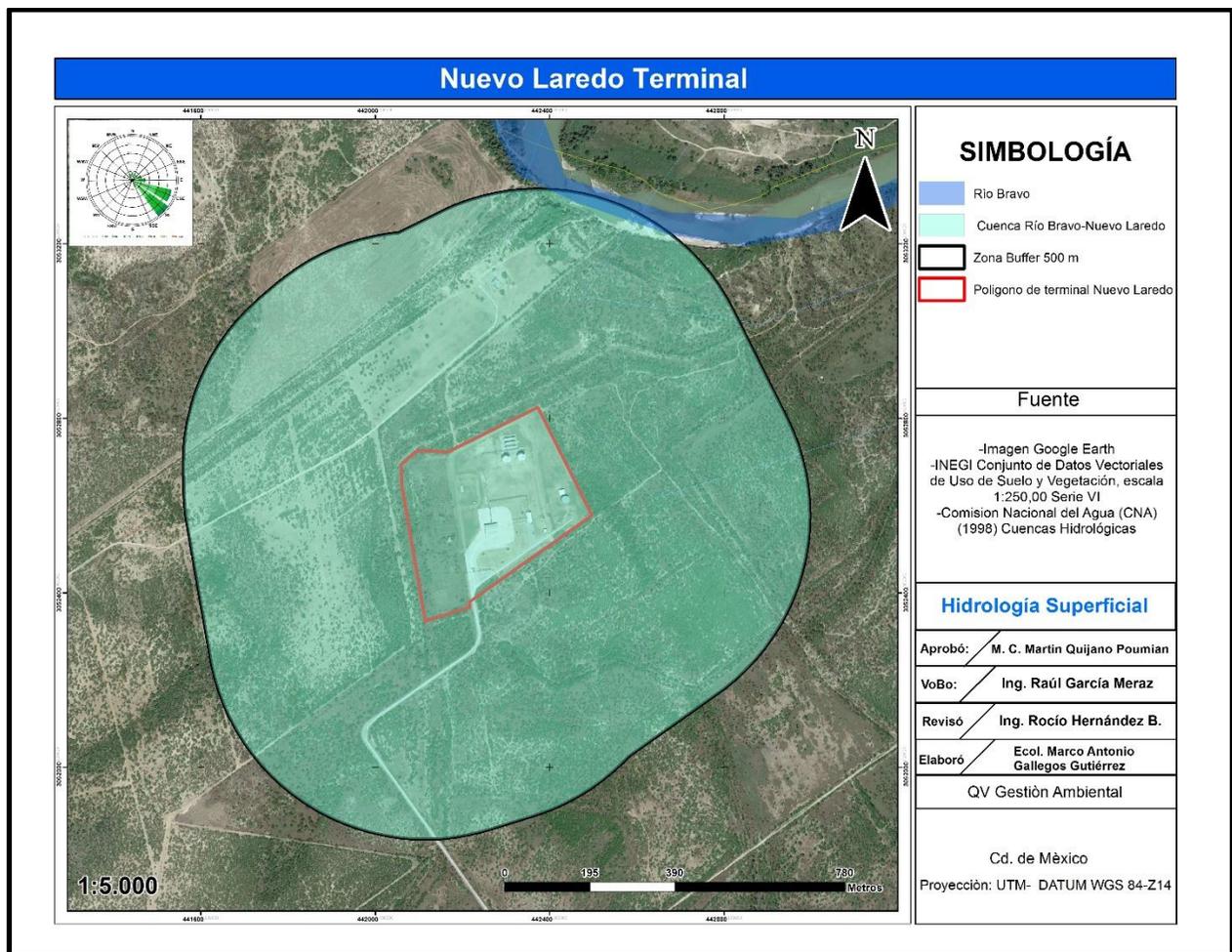


Figura III.11. Hidrología superficial en el área del proyecto.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 26 de 30 |

Hidrología subterránea.

El proyecto se encuentra dentro del Acuífero Bajo Río Bravo (**Ver Figura III.12**).

Se denomina acuífero a una masa de agua existente en el interior de la corteza terrestre debido a la existencia de una formación geológica que es capaz de almacenar y transmitir el agua en cantidades significativas. Desde el punto de vista hidrológico, el fenómeno más importante relacionado con los acuíferos es la recarga y descarga de los mismos. La recarga natural de los acuíferos procede básicamente del agua de lluvia que a través del terreno pasa por infiltración a los acuíferos. Esta recarga es muy variable y es la que geológicamente ha originado la existencia de los acuíferos. Por otra parte la recarga natural tiene el límite de la capacidad de almacenamiento del acuífero de forma que en un momento determinado el agua que llega al acuífero no puede ser ya almacenada y pasa a otra área, superficie terrestre, río, lago o incluso otro acuífero.

- **Entradas.**

La recarga total (Rt) al Acuífero Bajo Río Bravo está integrada básicamente por las entradas subterráneas (Eh) y la recarga vertical por lluvia (Rv) que se origina en la zona.

- **Salidas.**

Salidas por flujo subterráneo (Sh)

Zona Sur de Reynosa

Para el cálculo de las salidas por flujo subterráneo, se procedió de la misma manera que para la estimación de las entradas. De acuerdo con la red de flujo mostrada en la figura No. 8., se estimó un volumen de 2.6 Mm³ para el año 1982, mientras que para el 2006 ya no existían estas salidas. Por lo tanto, el promedio para el periodo de balance es de 1.3 Mm³ anuales.

- **Extracción por bombeo.**

El valor de la extracción por bombeo, fue estimado en 25.8 Mm³.

Disponibilidad publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de agosto de 2007.

- **Recarga total media anual (Rt).**

La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida.

Rt = 45.1 Mm³ /año.

- **Descarga natural comprometida (DNCOM).**

La descarga natural comprometida se cuantifica mediante la medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, así como las salidas subterráneas que deben de ser sostenidas para no afectar a las unidades hidrogeológicas adyacentes.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 27 de 30 |

Para el caso de este acuífero, no existen descargas naturales comprometidas.

DNCOM= 0.0 Mm³/año.

- **Rendimiento permanente.**

El rendimiento permanente es la recarga total media anual menos la descarga natural comprometida. Por lo tanto, para el caso del acuífero Bajo Río Bravo, el rendimiento permanente equivale a 45.1 Mm³ anuales.

- **Volumen concesionado de aguas subterráneas.**

En el acuífero Bajo Río Bravo, el volumen anual concesionado, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA), de la Subdirección General de Administración del Agua, con fecha de corte al 31 de mayo de 2005 es de 45,762,657 metros cúbicos por año (m³ /año).

Fuente: Comisión Nacional del Agua
Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero
Bajo Río Bravo (2801) Estado de Tamaulipas.

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 28 de 30 |

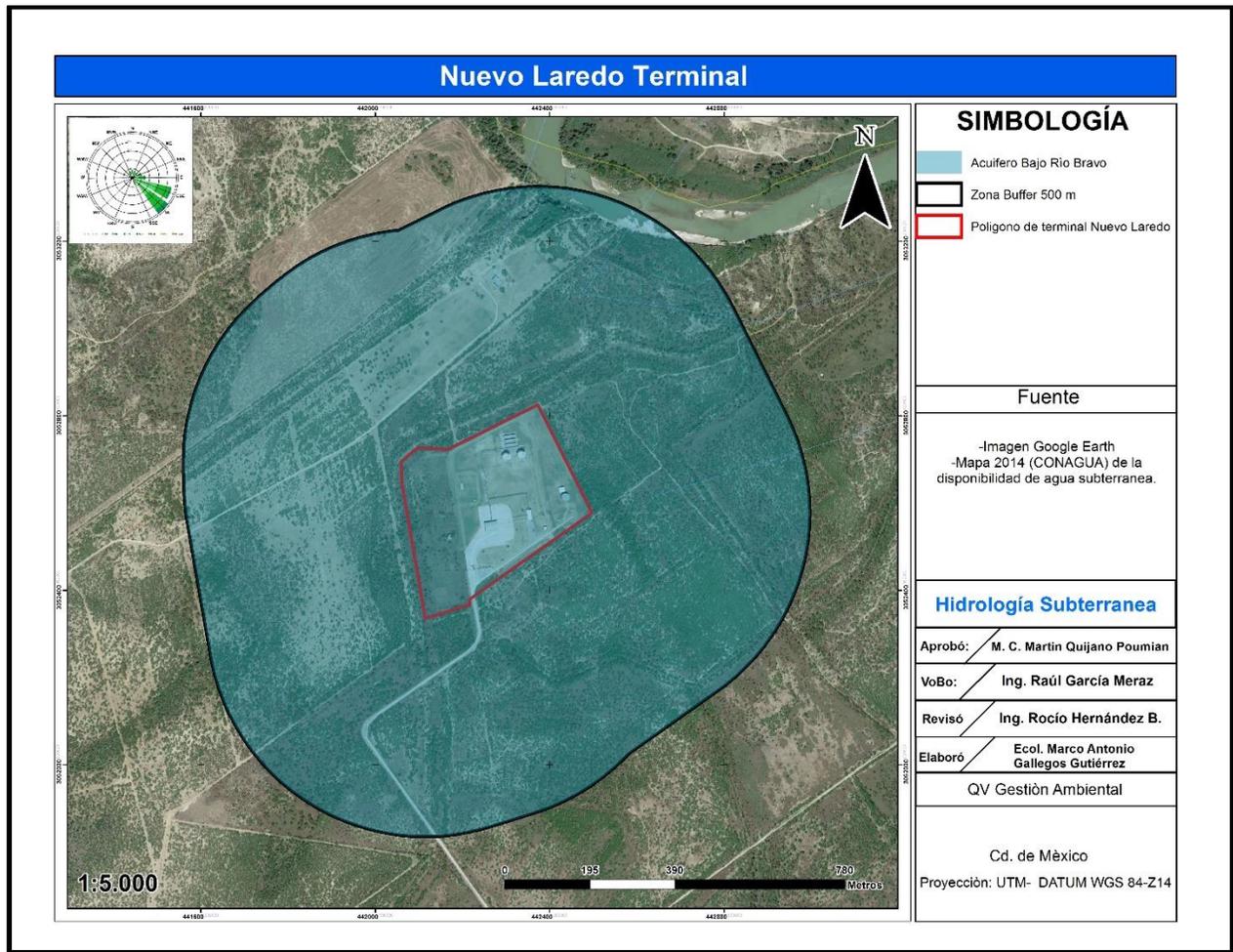


Figura III.12. Hidrología subterránea en el área del proyecto.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

III.2.3. COMPONENTES BIÓTICOS.

III.2.3.1. Vegetación.

Dentro del área de influencia del proyecto podemos encontrar un tipo de vegetación denominado como “matorral espinoso tamaulipeco” según el portal de geo-información del sistema nacional de información sobre la biodiversidad de la CONABIO. Este matorral está constituido por especies arbustivas de 1.5 a 2 m de altura, las principales especies son:

- Acacia spp. (Gavia, Huizache),
- Cercidium spp. (Palo verde),
- Leucophyllum spp. (Cenizo),

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 29 de 30 |

- Prosopis spp. (Mezquite),
- Castela tortuosa (Amargoso),
- ConDALIA spp. (Abrojos).

En sitios con acumulación de humedad, puede formarse un matorral alto con individuos hasta de 4 o 6 m de altura, con hojas o folios pequeños y con la presencia de espinas laterales.

Como se mencionó anteriormente este tipo de vegetación denominado como “matorral espinoso tamaulipeco” solo está presente dentro del área de influencia de 500 metros partiendo de la periferia del polígono en el cual se encuentra la terminal de almacenamiento; por lo cual no estará presente dentro de dicho polígono.

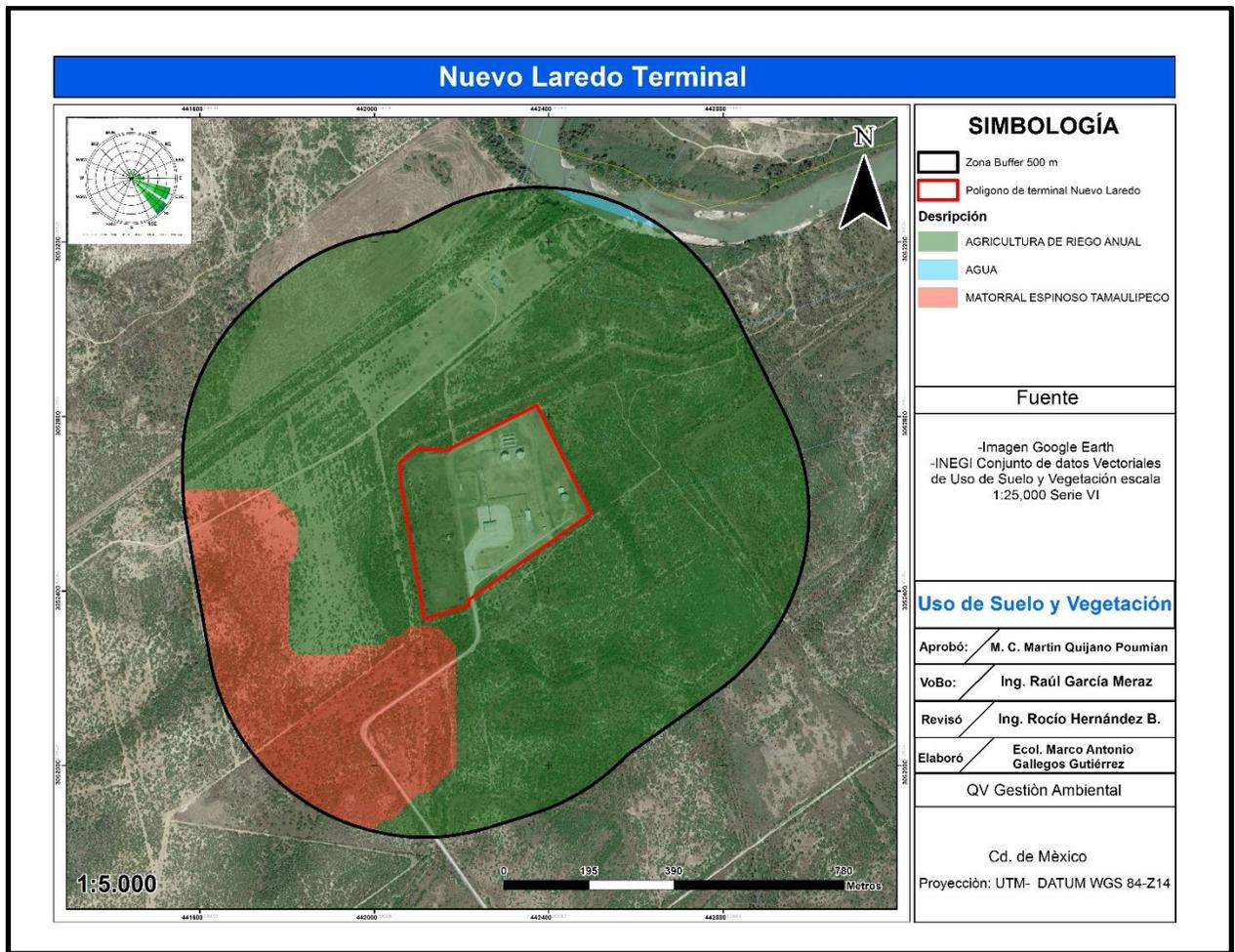


Figura III.13. Uso de Suelo y Vegetación.

Ver Anexo 1 para más detalle (Planos temáticos).

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | III |
| | FECHA | Julio del 2018 |
| | HOJA | Página 30 de 30 |

Tabla III.9. Zonas de vegetación colindantes al proyecto.

| Zonas interés o cruzamiento | Descripción | Distancia respecto a la instalación, ducto o ruta de transporte (m) | Descripción |
|-----------------------------|-------------|---|-------------------------------|
| Vegetación | Matorral | 18 Dirección Sur | Matorral espinoso tamaulipeco |

Ver Figura III.2. Zonas susceptibles a afectación en el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo” para más detalle.

Fuente: Guía para la interpretación de cartografía de Uso del Suelo y Vegetación.

III.2.3.2. Fauna.

Para el caso de la fauna dentro del área de influencia del proyecto se cuentan con registros escasos dentro de las plataformas de información.

Para el ecosistema encontrado dentro de dicha área que corresponde a matorral espinoso tamaulipeco, se encontró fauna asociada correspondiente a los siguientes organismos:

- Tuza,
- Boa (constrictor),
- Cascabel chilladora y xenosaurio.

Fuente: Cuentame INEGI flora y fauna de Tamaulipas.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 11 |

Contenido

| | |
|---|----------|
| IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS..... | 2 |
| IV.1. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SI...? (WHAT IF?)..... | 2 |
| IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS SIMILARES. | 5 |

Tablas

| | |
|---|---|
| Tabla IV.1. Análisis “¿Qué pasa si...?” | 3 |
| Tabla IV.2. Antecedentes de accidentes e incidentes. | 9 |

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 11 |

IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

IV.1. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SI...? (WHAT IF?).

Sí bien todos los accidentes que ocurren en la industria son dados por diferentes factores y a nivel global son distintos por la forma en que se producen y las sustancias químicas que intervienen en ellos, todos comparten una característica común: son acontecimientos no controlados, constituidos en su inicio por las propiedades físicas y químicas del material y como causas iniciadoras, una serie de combinaciones de factores que conllevan a eventos no deseados (fugas, derrames, incendio y explosión, principalmente), ocasionando lesiones o muertes, daños de diversas magnitudes en la infraestructura de las instalaciones y al medio ambiente.

En cualquier circunstancia, decir que en una instalación determinada puede ocurrir una explosión, o un escape tóxico no es suficiente, sino que se requiere un estudio que indique cuales son los mecanismos o secuencias de acontecimientos por los que el accidente puede tener lugar. El primer suceso de la cadena se conoce como suceso iniciador. Por lo general entre el suceso iniciador y el accidente se encuentra una secuencia de hechos que incluyen las respuestas del sistema y de los operadores, así como otros sucesos concurrentes. Todos estos factores se conocen como elementos del accidente.

Para el presente estudio se realizará una identificación de peligros preliminares utilizando el método What if? (¿Qué pasa si...?), el cual tiene el propósito de identificar peligros, situaciones peligrosas o eventos accidentales específicos que pueden producir una consecuencia indeseable. El análisis ¿Qué pasa si...? es una investigación creativa a manera de lluvia de ideas de un proceso u operación, conducida por un grupo de individuos experimentados, con capacidad para preguntar o enunciar dudas concernientes a eventos no deseables. No es inherentemente tan estructurado como otros métodos, tales como el estudio de peligro y operatividad (HAZOP) o el análisis de modos de falla y efectos (FMEA).

[Análisis de Riesgos/Peligros en los procesos.](#)
[Parte 1 Metodologías.](#)
[Sergio Garza Ayala.](#)

Este tipo de análisis realiza preguntas que inicien con “¿Qué pasa si...?”. A través de este proceso de cuestionamientos, un grupo experimentado identifica los posibles accidentes, sus consecuencias y niveles de seguridad existentes, posteriormente sugieren alternativas para la reducción de riesgos. Los posibles accidentes identificados no se clasifican, ni reciben implicaciones cuantitativas.

[Análisis de Riesgos/Peligros en los procesos.](#)
[Parte1 Metodologías.](#)
[Sergio Garza Ayala.](#)

A continuación, se presentan los resultados del análisis realizado para el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo” mediante la metodología “¿Qué pasa si...?”:

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 11 |

Tabla IV.1. Análisis “¿Qué pasa si...?”.

| ID | “¿QUÉ PASA SI...?”. | CONSECUENCIA | NIVELES DE SEGURIDAD |
|------------------------------------|--|--|---|
| Área de recepción de hidrocarburos | | | |
| 1 | ...hay fuga o derrame en la tubería aguas arriba del patín de medición? | Desabasto de combustible en los tanques de almacenamiento de combustible. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transmisor indicador de presión (PIT). ▪ Transmisor de presión (PT). ▪ Válvula de seguridad de presión. ▪ Válvula motorizada MOV. ▪ Sistema Digital de Monitoreo y Control (PLC DE PROCESO). |
| 2 | ...en el cambio de fluido (ej: gasolina regular a Diésel) la generación de transmix sea dirigida al tanque que no corresponde? | El hidrocarburo va fuera de especificación al cliente. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Operador del laboratorio de corte de producto (Cut Shack). |
| 3 | ...el combustible se suministra con presión mayor a la requerida por la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo? | Más presión en la tubería y equipos localizados aguas arriba del patín de medición Daño a bridas, conexiones y accesorios del tren de medición, lo que conlleva a derrames con riesgo de incendio / explosión (dependiendo del hidrocarburo) si entra en contacto con una fuente de ignición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transmisor indicador de presión (PIT). ▪ Transmisor de presión (PT). ▪ Válvula de seguridad de presión. ▪ Válvula motorizada MOV. ▪ Control indicador de presión (PIC). ▪ Sistema Digital de Monitoreo y Control (PLC DE PROCESO). |
| 4 | ...el filtro (Tipo canasta) del patín de medición tiene fallas de fabricación o errores de colocación? | Entrega del hidrocarburo fuera de especificación. Daños potenciales a los medidores. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transmisor de flujo. ▪ Sensor de flujo. ▪ Alarmas de alta presión diferencial. |
| Área de tanques de almacenamiento | | | |
| 5 | ...hay derrame en el tanque de almacenamiento para gasolina Premium (TA- | Se presenta derrame del combustible, lo que conlleva a tener riesgo de | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Diques para la contención de derrames. |

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 11 |

| ID | “¿QUÉ PASA SI...?”. | CONSECUENCIA | NIVELES DE SEGURIDAD |
|---------------------------------------|--|--|---|
| | 1030)? | incendio con repercusiones a los equipos aledaños y/o trabajadores que se encuentren cerca. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Indicadores de nivel. ▪ Indicadores de temperatura. ▪ Sistema de paro por emergencia (válvulas de corte de paro por emergencia). ▪ Indicador local de nivel. |
| 6 | ...los tanques (TA-1010, 1020, 1030 y 1040) se sobrellena? | Derrame de hidrocarburos con riesgo de incendio / explosión (dependiendo del hidrocarburo) si entra en contacto con una fuente de ignición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Medición de nivel y alarma sonora y visual. ▪ Indicadores de nivel. ▪ Diques para la contención de derrames. ▪ Válvulas de corte de paro por emergencia. ▪ Alarmas de alto nivel (LAH). |
| Área de bombeo de combustibles | | | |
| | ...no hay succión por parte de la bomba (P-1010, P-1020, P-1030 y P-1040)? | Daños al propio equipo (bomba), lo cual implicaría no abastecer con el combustible a los auto tanques. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Alarmas de bajo nivel (LAL). ▪ Interruptor de bajo- bajo nivel alarmas de bajo nivel (LAL). ▪ Medición de nivel y alarma sonora y visual. ▪ Indicadores de nivel. |
| | ...la estructura o accesorios de la bomba presentan corrosión? | Derrames del producto (combustible) con riesgo de incendio / explosión (dependiendo del hidrocarburo) si entra en contacto con una fuente de ignición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de paro por emergencia. ▪ Alarma sonora y visual. ▪ Sistema por control de fuego. ▪ Manual de mantenimiento. ▪ Sistema Digital de Monitoreo y Control. |
| | ...se presenta una falla en la bomba? | Desabasto de combustible en los tanques de almacenamiento de combustible. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Transmisor indicador de presión. ▪ Alarma por bajo nivel. ▪ Sistema de paro por emergencia. |

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 11 |

| ID | “¿QUÉ PASA SI...?”. | CONSECUENCIA | NIVELES DE SEGURIDAD |
|---|--|--|--|
| | ...hay error en la aplicación de procedimientos de mantenimiento a la bomba? | Lesiones al personal de mantenimiento. Derrames del producto (combustible) con riesgo de incendio / explosión (dependiendo del hidrocarburo) si entra en contacto con una fuente de ignición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de paro por emergencia. ▪ Programa de mantenimiento. ▪ Manual de mantenimiento. ▪ Sistema por control de fuego. |
| Área de carga de auto tanques (llenaderas). | | | |
| | ...hay sobrellenado del auto tanque? | Derrames del producto (combustible) con riesgo de incendio / explosión (dependiendo del hidrocarburo) si entra en contacto con una fuente de ignición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sistema de paro por emergencia. ▪ Sistema Digital de Monitoreo y Control. ▪ Rociadores automáticos contra incendio a base de solución agua-espuma. |
| | ...no se encuentra calzado el auto tanque que carga combustible? | Ocurre una ruptura en el brazo de carga, lo cual implicaría un derrame del producto (combustible) con riesgo de incendio / explosión (dependiendo del hidrocarburo) si entra en contacto con una fuente de ignición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Válvula de bloqueo automática. ▪ Sistema de paro por emergencia. ▪ Sistema Digital de Monitoreo y Control. ▪ Rociadores automáticos contra incendio a base de solución agua-espuma. |

IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.

A pesar del gran avance tecnológico utilizado en toda la infraestructura para el almacenamiento de hidrocarburos en tanques, el riesgo está siempre presente en la operación, en la prevención y control de las principales causas de accidentes en instalaciones terrestres de almacenamiento de hidrocarburos.

Por lo tanto, se debe priorizar la atención para la prevención y control de las principales causas de accidentes y así poder coadyuvar el incremento de la seguridad y protección del medio ambiente.

Aunque no es fácil de disponer en su totalidad de estadísticas de frecuencias de accidentes en instalaciones terrestres de almacenamiento de hidrocarburos, de acuerdo a los registros históricos, se

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 6 de 11 |

encontraron algunos antecedentes relacionaos a las actividades que realizará el presente proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo”:

1.- México: explosión en planta de Pemex en Veracruz deja 24 muertos y 18 desaparecidos. 20 abril 2016.

- Una fuerte explosión registrada en las instalaciones de la petrolera estatal mexicana Pemex en el puerto de Coatzacoalcos, en el sureño estado de Veracruz, dejó por el momento 24 muertos y 136 heridos, 13 de ellos de gravedad.
- "Sabemos que hubo una fuga. Lo que no sabemos es por qué, pero todo apunta a un accidente", dijo Anaya desde el lugar de los hechos.
- La explosión tuvo lugar alrededor de las 15:30 hora local (20:30 GMT) del miércoles en la planta de Clorados 3 del complejo Pemex y se sintió en la mayor parte del puerto.
- El gobernador de Veracruz, Javier Duarte, dijo a los medios que los desalojados podrían ser unos 2.000.
- Para este jueves el gobierno de Veracruz ordenó la suspensión de clases en los municipios vecinos al complejo petroquímico.
- Se trata de Coatzacoalcos, Minatitlán, Nanchital, Agua Dulce, Ixhuatlán del Sureste y Moloacán

Fuente: Redacción de BBC Mundo.

2.- En la noche del 23 de octubre del 2009 una gran explosión ocurrió en las instalaciones de “Caribbean Petroleum Corporation” en Puerto Rico durante la descarga de gasolina de un buque tanque. Un tanque de almacenamiento de 5 millones de galones en tierra desbordándose en un dique de contención, en el cual la gasolina se separó, haciéndose un rocío formando una nube de vapor la cual se incendió cuando alcanzo una fuente de calor en el área de instalaciones correspondientes a la planta tratadora de agua.

La explosión y el fuego, junto con más explosiones secundarias tuvieron como resultado daños significantes en 17 de los 48 tanques de almacenamiento de gasolina, así como en equipo de la planta y de negocios vecinos. El fuego duro por casi 60 horas.

Las causa por la cual ocurrió este accidente fue que no se hizo bien el cálculo de llenado de los tanques de almacenamiento.

En el patrullaje de las 23:00 hr el operador de la estación de tanques observo el medidor lateral del tanque 409 durante el chequeo que se realiza cada hora, el operador llamo al supervisor quien calculó que el tanque debería de estar lleno a la 01:00 hr; sin embargo entre las 23:00 y las 00:00 durante la revisión el tanque 409 comenzó a desbordarse. A las 00:00 horas el personal de operarios se dio cuenta de una capa de neblina en el suelo y en el camino a lo largo de los tanques 504, 411 y 409. El combustible broto de las válvulas creando un rocío de gasolina que formo una nube de vapor y agrupándose en el dique de contención secundario.

De acuerdo con las investigaciones realizadas por agencias estatales y federales como la Junta de Calidad Ambiental, la Guardia Costanera, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales (DRNA) y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), la contaminación del aire por el denso humo tóxico causó problemas respiratorios y un nocivo impacto ambiental en las zonas aledañas a CAPECO, especialmente en los municipios de Cataño, Bayamón, Toa Baja y Guaynabo (Prensa

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 7 de 11 |

Asociada, 2009a). Revisión interna de Desastres Naturales, Accidentes e Infraestructura Civil. Vol. 11(2) Los contaminantes alcanzaron las aguas del Caño de la Malaria y del Caño Mosquito en Cataño afectando la biodiversidad del ecosistema. La EPA solicitó a la petrolera un plan de limpieza de las aguas de los Estados Unidos contaminadas por el derrame provocado por las explosiones (González, 2010). El hábitat de varias especies, algunas de ellas en peligro de extinción, fue destruido y muchos animales incluyendo peces y reptiles murieron por la explosión, el incendio y la contaminación (Alvarado León, 2009b). Por su parte, el Departamento de Recursos Naturales y Ambientales estableció un plazo de 30 días para que la compañía petrolera desarrollara un plan de mitigación y remediación de los daños identificados debido al derrame de hidrocarburos en el suelo y en los cuerpos de agua (Alvarado León, 2010). De acuerdo con el DRNA, dicho plan debería ser ejecutado en un periodo no mayor de seis meses. El Senado de Puerto Rico por su parte pidió examinar el estado en que se encontraban las instalaciones de la planta petrolera, sus rutinas de labores de mantenimiento y las normativas de seguridad empleadas. Más de 200 viviendas requirieron reparaciones menores y unas 10 requerían ser demolidas parcial o totalmente. La demanda presentada ante el Tribunal Federal de los Estados Unidos de América por daños y pérdidas a causa de la explosión de 2009 en nombre de cientos de habitantes y residentes perjudicados en el área de Bayamón, Cataño, Guaynabo, Toa Baja, Levittown y San Juan ascendió a los 500 millones de dólares.

Fuente: U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board Final investigation report caribbean petroleum Tank terminal explosion and multiple tank fires.

3.- Nombre del establecimiento: Adamson'S, Inc. Fecha del evento: 02/02/2011.

El 2 de Febrero de 2011, dos empleados estaban trabajando para una compañía petrolera. Uno de los empleados estaba encima del tanque transportador, en el cual se hacía una transferencia de mezclas de diésel, de aproximadamente 3,785 litros, mientras que el otro empleado estaba en el suelo. Después del llenado de aspersion en el tanque del centro con alrededor de 1,136 litros de diésel, se intentó transferir el remanente del diésel del tanque frontal del camión. El empleado iba a hacer esa labor a través del cambio de carga. El tanque frontal tenía previamente cargados 13,248 litros de gasolina. Ahora contenía vapor. Después ocurrió una explosión y como resultado el fuego consumió 3,785 litros de gasolina y 4,921 litros de diésel en el tanque del tráiler. El tanque del diésel viejo fue dañado severamente, pero aun contenía alrededor de 3,785 litros. El empleado que estaba sobre el tanque murió por causa del fuego, por parte del empleado que se encontraba en el suelo, su ropa ardió en llamas, pero logro salir solo con quemaduras menores. La causa de este accidente fue una combinación de factores ambientales, así como el descuido de los empleados por no usar el equipo necesario para evitar la acumulación de energía estática y de esta manera evitar la generación de electricidad dentro de las maniobras hechas por los empleados al momento del llenado del tanque.

Fuente: United States Department of Labor Occupational and Safety Health Administration (OSHA).

4.- Nombre del establecimiento: Coles Energy, Inc.

A las 4:45 de la mañana del 25 de abril del 2017 un empleado de 70 años de edad estaba haciendo una transferencia de diésel de un auto tanque a otro cuando ocurrió una explosión. El empleado estaba transfiriendo el diésel utilizando la escotilla que se encuentra en la parte superior del tanque y esta estaba siendo preparada mientras se usaba una manguera de caucho con una boquilla de latón. A causa de la

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 8 de 11 |

temperatura. El empleado fue derribado del tráiler por la explosión quien yacía en el suelo junto al tráiler. El fuego de se extinguió por sí mismo sin ninguna intervención de los cuerpos de rescate. El empleado murió a causa de las heridas suscitadas en el accidente incluyendo quemaduras, huesos rotos y hemorragias internas.

**Fuente: United States Department of Labor
Occupational and Safety Health Administration (OSHA).**

5.- Nombre del establecimiento: Hansen'S Quality Jerseys, Llc. Fecha del evento: 09/22/2014.

A las 06:00 a.m. el 22 de septiembre del 2014 un empleado estaba soldando un tanque de transporte de diésel que aun contenía una pequeña cantidad de diésel, durante la soldadura el tanque explotó y mato al empleado.

**Fuente: United States Department of Labor
Occupational and Safety Health Administration (OSHA).**

6.- Ciudad de México, 15 de marzo 2017.- Este día se registró una explosión en la Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) de la Refinería de Salamanca, Guanajuato, que dejó al menos ocho heridos.

PEMEX informó que tres de sus trabajadores y otros cinco externos resultaron lesionados. De acuerdo con medios locales, la explosión ocurrió alrededor de las 3 de la tarde en el área de llenaderas, frente a la puerta 4 de la refinería, localizada en la calle de Héroe de Cananea.

La empresa del Estado señaló que se realizaban maniobras de carga en un auto tanque cuando ocurrió el siniestro, que no reportó personas fallecidas ni daños materiales severos.

7.- El 11 de noviembre de 1996 (14:00) hrs. en la Terminal Satélite Norte de PEMEX, San Juan Ixhutepec, Edo. de México ocurrió un incendio debido a la fuga de 83 000 barriles de gasolina y 2 250 barriles de producto fuera de especificación.

Las causas fue la ruptura de una válvula del sistema de inyección de espuma subsuperficial en el tanque de almacenamiento TV-8, ocasionada por el empleo de un material fuera de especificación. Así como por diversas fallas relacionadas con la aplicación de procedimientos de control de calidad y seguridad.

Para controlar el evento de utilizaron 200 000 litros de líquido formador de espuma y 6.5 millones de litros de agua; participando alrededor de 1 000 elementos de distintos cuerpos de bomberos. El evento fue totalmente controlado después de 35 hrs. de haberse iniciado.

Se reportaron 4 personas fallecidas y 15 lesionadas, evacuación de 5 000 personas, los daños materiales fueron estimados en 3 000 millones de pesos. La cantidad de emisiones contaminantes a la atmósfera fueron equivalentes al doble de lo que se emite en condiciones normales en el área metropolitana de la Cd. de México.

8.- El 14 de agosto del 2003 ocurrió una explosión en la Refinería de Repsol en Puertollano, Ciudad Real, España, dejando ocho muertos y dos heridos graves.

La explosión se registró en un tanque de vacío de la unidad 100 del área de refinería y conversión, que daría lugar a un intenso incendio que se extendería a otros seis tanques que contenían 8 600 metros cúbicos de gasolinas refinadas.

| | | |
|---|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 9 de 11 |

El momento más crítico fue al producirse una gran bola de fuego como resultó del colapso de los últimos tanques.

Como consecuencia de los trabajos de extinción el suministro de agua a la población resultó afectado en determinadas barriadas de la ciudad, especialmente en las zonas más altas. En los trabajos de extinción se utilizaron un total de 520 000 metros cúbicos de espumógenos.

9.- El 19 de diciembre de 1982 en Tocoa, Venezuela una catástrofe dejó un saldo de más de 200 muertos.

La planta de Tocoa situada en Arrecife, en la costa del Departamento de Vargas, cerca de Caracas en una hondonada, con viviendas a ambos lados de la montaña. La planta Tocoa es una central térmica cuyo combustible eran residuos derivados del petróleo, mezclas de crudos pesados, aceites, querosenos y gasolinas, principalmente.

Uno de los tanques, exploto y posteriormente se incendió por causas desconocidas. Los bomberos llegaron y a las dos horas lograron controlar el incendio casi por completo. Sin embargo falló el suministro de agua y el fuego se reavivó. Los residuos del tanque se derramaron sobre el tanque contiguo produciendo una enorme detonación. Una bola de fuego se elevó hacia el cielo y se esparció en un radio de 1 000 m arrasándolo todo.

Setenta bomberos murieron, cientos de familias sufrieron las consecuencias: casas, vehículos, vegetación, todo quedó arrasado por el fuego.

A continuación se presenta a manera de resumen los accidentes e incidentes relacionados a las actividades de operación que se pretenden desarrollar en el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo”:

Tabla IV.2. Antecedentes de accidentes e incidentes.

| No. | Año | Ciudad y/o país | Instalación | Sustancias involucradas | Evento o causa del accidente | Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros) |
|-----|------|-----------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------------|---|
| 1 | 2016 | Veracruz, México. | Pemex en el puerto de Coatzacoalcos | Gasolina | Fuga de combustible. | Poblacional, al desalojar a más de 2000 personas y suspender actividades escolares en municipios vecinos. |
| 2 | 2009 | Bayamón, Puerto Rico. | Caribbean Petroleum | Gasolina | Derrame de un tanque de | Ambiental, por la gran quema del |

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 10 de 11 |

| No. | Año | Ciudad y/o país | Instalación | Sustancias involucradas | Evento o causa del accidente | Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros) |
|-----|------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|--|
| | | | Corporation | | almacenamiento causando una nube de gas. | hidrocarburo arrojando gases de efecto invernadero. Social, por intoxicación. |
| 3 | 2011 | Texas, Estados Unidos. | Adamson'S, Inc. | Diésel y gasolina | Energía electrostática. | Personal |
| 4 | 2017 | Ohio, Estados Unidos. | Coles Energy, Inc. | Diésel | Temperaturas elevadas. | Personal |
| 5 | 2014 | Idaho, Estados Unidos. | Hansen'S Quality Jerseys, Llc. | Diésel | Chispa de soldadura. | Personal |
| 6 | 2017 | Salamanca, Guanajuato. | Refinería Salamanca | Gasolina | Maniobras de carga. | Personal |
| 7 | 1996 | Estado de México, México. | Terminal Satélite | Gasolina | Ruptura en la válvula del sistema. | Personal, con 14 fallecidos, 15 lesionados y local con la evacuación de 5000 personas. Ambientales, con la emisión de contaminantes a la atmosfera fueron equivalentes al doble de los que se emite en condiciones normales en el área metropolitana de la CDMX. |
| 8 | 2003 | Ciudad Real, | Refinería Reposol | Gasolina | Causas desconocidas. | Personales, con 8 muertos y dos |

| | | |
|---|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | IV |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 11 de 11 |

| No. | Año | Ciudad y/o país | Instalación | Sustancias involucradas | Evento o causa del accidente | Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros) |
|-----|------|-------------------|--------------|-------------------------|------------------------------|---|
| | | España. | | | | heridos graves. |
| 9 | 1982 | Tacoa, Venezuela. | Planta Tacoa | Gasolina | Causas desconocidas. | Locales, quedando la población con hogares y pertenencias quemadas. Ecológicas, por la combustión de componentes vegetales circundantes a la zona. |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 41 |

Contenido

| | |
|--|-----------|
| V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DE RIESGO..... | 2 |
| V.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO..... | 3 |
| V.1.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS..... | 3 |
| V.1.2. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS..... | 9 |
| V.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO. | 11 |
| V.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS. | 14 |
| V.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS..... | 15 |
| V.2.3 REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIAS (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN). | 15 |
| V.3 ANÁLISIS DE RIESGO. | 31 |
| V.3.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO..... | 31 |
| V.3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD..... | 31 |

Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla V. 1. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI) utilizados..... | 4 |
| Tabla V. 2. Nodos Seleccionados..... | 6 |
| Tabla V. 3. Consecuencias..... | 7 |
| Tabla V. 4. Frecuencias..... | 7 |
| Tabla V. 5. Matriz de Riesgos. | 8 |
| Tabla V. 6. Matriz de Riesgo considerando los resultados del HAZOP..... | 9 |
| Tabla V. 7. Descripción de las fallas de mayor riesgo. | 10 |
| Tabla V. 8. Fallas con repercusiones al ambiente (incendio y/o explosión). | 10 |
| Tabla V. 9. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas..... | 12 |
| Tabla V. 10. Valor de probabilidad de frecuencia de fallas..... | 13 |
| Tabla V. 11. Escenarios de riesgo propuestos. | 14 |
| Tabla V. 12. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento | 15 |
| Tabla V. 13 Efectos generados por Radiación Térmica..... | 16 |
| Tabla V. 14. Efectos generados por ondas de sobrepresión..... | 17 |
| Tabla V. 15 Consecuencias de las Sobrepresiones “Daños Personales” | 19 |
| Tabla V. 16. Interacciones de Riesgos..... | 31 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 41 |

V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANALISIS DE RIESGO.

Los estudios de riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

La identificación de los riesgos permite determinar las localizaciones, rutas, características y cantidad de materiales de fuentes potenciales de accidentes por explosión, incendio, fuga o derrame de una sustancia peligrosa. Esto lleva a la formulación de escenarios fundamentales de accidentes, que requieren una mayor consideración y análisis.

El análisis probabilístico permite identificar la verosimilitud de ocurrencia del accidente para examinar y priorizar los escenarios de accidentes potenciales en términos de su probabilidad de ocurrencia.

La evaluación de las consecuencias e impactos asociados con la ocurrencia de los escenarios identificados de accidentes, es el proceso denominado análisis de consecuencias. Este paso permite una comprensión de la naturaleza y gravedad de un accidente y permite un análisis y priorización de los escenarios en términos del impacto potencial del daño en la gente y las instalaciones.

La combinación de resultados de la probabilidad del accidente y del análisis de consecuencias da una medida del riesgo con la actividad específica y este proceso es lo que constituye el análisis de riesgos, que permite, priorizar y examinar los escenarios potenciales de accidentes en términos de un riesgo total, que a la vez logre el desarrollo y preparación de un plan de emergencias.

Para la identificación de los riesgos involucrados con el manejo de combustibles, se identificaron los puntos críticos de riesgo de los equipos, para lo cual, se cuenta con los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI's), procedimientos de construcción y las memorias técnico descriptivas y sistemas indicados.

En base al análisis de falla, se identifican aquellos puntos vulnerables donde exista mayor probabilidad de riesgo de que ocurra un evento no deseado, los cuales estarán dados principalmente por tuberías de conducción, válvulas, medidores de flujo, uniones e interconexiones, los cuales son equipos e instrumentos expuestos a fallas por rotura, por desgaste o por simple defecto de fabricación, además de que el riesgo aumenta si éstos no son conservados debidamente por la efectiva aplicación de un programa de mantenimiento y la supervisión constante de los mismos, sin descartar fallas por el factor humano, vandalismo o actividades antropogénicas.

Aunado a lo anterior, se analizan las situaciones donde la presencia de algún evento externo no deseado, como una explosión o un incendio que se puedan generar, mismas que afecten directa o indirectamente a las instalaciones internas y externas del mismo, y por ende se desencadene un evento mayor, con mayores repercusiones a la infraestructura de la zona y daños al medio ambiente (efecto dominó).

Una vez identificados los riesgos presentes en la operación, se evalúa la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos relacionados con dichos riesgos, en base a datos históricos ocurridos en condiciones semejantes de operación, así como en base a las recomendaciones de falla del fabricante de los instrumentos, para así determinar cuantitativamente la probabilidad de que ocurran accidentes en los componentes, mismos que puedan afectar a la población circundante o a instalaciones aledañas, principalmente.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 41 |

Al definir la probabilidad de ocurrencia de accidentes de una forma analítica y objetiva, aplicando métodos cualitativa y cuantitativamente, se determina el análisis de las consecuencias y los resultados que se pueden obtener en caso de ocurrir un evento catastrófico en la Terminal de Almacenamiento, lo cual se realiza, empleando las metodologías específicas para obtener las consecuencias de los eventos lo más objetivo posible, tal es el caso del Análisis HAZOP y Árbol de Fallas, mismos que se describen más adelante.

Cabe mencionar que todas las técnicas de evaluación de riesgos comparten la meta de identificar peligros en el proceso de manera sistemática y proporcionar un análisis preliminar, dando la primera fase del estudio. Las técnicas comúnmente usadas para esta evaluación deben cumplir los requerimientos de análisis de riesgo contemplados en la OSHA (Occupational Safety and Health Administration), EPA (Environmental Protection Agency) y la CMA (Chemical Manufacturers Association), así como en Literatura especializada como, Loss Prevention in the Process Industries. Frank P. Less, second edition.

Con el objetivo de evaluar el riesgo en caso de presentarse incidentes en la Terminal de Almacenamiento y Distribución de Nuevo Laredo, se seleccionó la metodología HAZOP y así emitir recomendaciones tendientes a controlar y prevenir incidentes, mitigar las consecuencias para evitar pérdidas humanas, daños a la salud, a las instalaciones y medio ambiente.

V.1. ANÁLISIS CUALITATIVO DE RIESGO.

V.1.1. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS.

El HAZOP fue seleccionado porque es un método completo y por lo regular se utiliza en sistemas de proceso de la industria energética para evaluar el riesgo considerando factores como: tipo de proceso y las condiciones de operación.

El Estudio de HAZOP se basa en analizar, en forma metódica y sistemática, el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones de riesgo.

Para la realización del análisis de riesgo, se seleccionó la metodología HAZOP por ser la más recomendable para instalaciones, en donde se identifican las desviaciones a las condiciones normales de diseño, así mismo es ampliamente usada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en etapas de diseño y operación.

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en el presente análisis de riesgos, se indican a continuación:

1. HAZOP. Metodología de análisis de riesgos que analiza las variables operacionales de sistemas de tuberías y equipos de proceso, para determinar las posibles fallas en la operación de los mismos, mediante la designación de Nodos y la aplicación de palabras guía. Este método da como resultado la matriz de riesgos.

Es importante resaltar que con este método se analizan las desviaciones propias que pueden presentarse con la operación, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación de la misma.

2. En la elaboración del HAZOP se asignan ponderaciones a los parámetros de Probabilidad y Severidad,

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 41 |

con lo que, en base a lo establecido en la matriz de riesgos, se determina el Nivel de riesgo de cada desviación analizada. Con lo anterior, una vez realizado el HAZOP se realiza la Matriz de Riesgo de acuerdo a los resultados del mismo.

3. Una vez identificadas las desviaciones (fallas) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, se identificaron y describieron las fallas de mayor riesgo con repercusiones al ambiente.
4. Para el conjunto de fallas identificado, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas.
5. De acuerdo a lo anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación.

A manera de resumen, en el presente Análisis de Riesgos se emplearon las siguientes metodologías:

- a) HAZOP para determinar las desviaciones (fallas) de mayor riesgo en las instalaciones y el transporte de combustibles, mismas que pueden repercutir en eventos de riesgo con potencial daño a la infraestructura y medio ambiente.
- b) Árbol de Fallas, para determinar la probabilidad de ocurrencia de desviaciones de mayor riesgo ambiental identificadas en el HAZOP y proponer escenarios de simulación.
- c) Software SCRI, para realizar el análisis de consecuencias acorde a los resultados de simulación.

La información necesaria referente a la Instrumentación de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo se obtuvo de los Diagramas de Tubería e Instrumentación elaborados en la fase de Diseño del presente proyecto.

Tabla V. 1. Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI) utilizados.

| ID del Plano | Título (DTI) |
|------------------------|--|
| LARP-LAR8-12-009 REV A | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Sistema de Aspersión de tanque de gasolina TA-1030 |
| LARP-LAR8-12-000 REV A | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Recepción de Combustible |
| LARP-LAR8-12-002 REV A | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Medición de Combustible |
| LARP-LAR8-12-008 REV A | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Almacenamiento TK-80M-3 |
| LARP-LAR8-12-012 REV A | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Estaciones de Carga |

Para mayor detalle, **Ver Anexo 1.** Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTI).

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 41 |

El HAZOP fue realizado bajo el siguiente procedimiento:

1. Selección de nodos.

El proceso se analiza seccionándolo en partes discretas o nodos. Un nodo es generalmente una línea o un recipiente o un procedimiento. Los nodos deben ser bastante pequeños para ser manejables, y a la vez lo bastante grandes para reducir la duplicación y hacer buen uso del tiempo.

2. Registre la intención, los parámetros de diseño y las condiciones de proceso. Es decir, parámetros de diseño del equipo, condiciones de operación normales y máximas. Esto incluye típicamente la temperatura, la presión, la composición, el nivel, el flujo, etc.

3. Repase con el equipo la matriz de desviación preparada previamente para este nodo y agregue otras desviaciones si es necesario.

4. Identificar las causas o las razones por las que las desviaciones pueden ocurrir. Las causas deben ser locales en el origen, es decir, originan en el nodo bajo evaluación. Con el nodo de la alimentación o de la fuente, considere causas en aguas arriba. Donde no haya causas identificadas escribir "ninguna causa".

El estudio del HAZOP sólo considera eventos causales únicos (errores o fallas). Escenarios que requieran de analizar dos fallas separadas, dos errores de operador o una falla más un error son considerados “doble falla” y no son considerados normalmente durante un estudio de HAZOP.

Los drenes y válvulas que están normalmente cerradas, y con tapones o bridas ciegas, no son considerados fuentes de fugas. Similarmente, medidores reemplazables localizados en las tuberías con válvulas de raíz no son consideradas fuentes de fuga, si el procedimiento estándar requiere verificar que la válvula esté cerrada y el sistema al cual está conectado ya sea que este despresurizado o bien que no surja ningún riesgo debido a una fuga, o la apertura de dos válvulas en serie simultáneamente no es considerada una causa creíble para la fuga o mezcla de fluidos, etc.

La Causa deberá estar en el Nodo en cuestión.

5. Identifique las consecuencias o los resultados de las desviaciones asumiendo que los controles básicos de proceso fallan y las salvaguardas no existen. Considere las consecuencias fuera del nodo así como en el interior. Si no hay consecuencias de que preocuparse, escribir "ninguna consecuencia de preocupación".

Las Consecuencias podrán ser identificadas dentro del nodo o en todo el universo de la planta.

6. Identifique la severidad de las consecuencias identificadas asumiendo que los sistemas básicos de control y los sistemas de protección fallan.

7. Identifique las capas adicionales de protección requeridas para reducir el riesgo a un nivel aceptable. Si el riesgo del peligro no se ha reducido a un nivel aceptable, la eficacia de las capas propuestas debe ser mejorada o capas adicionales deben ser agregadas según sea necesario.

8. Asigne una categoría a la consecuencia identificada.

9. Asigne una categoría a la probabilidad de ocurrencia de la consecuencia analizada, considerando esta vez los sistemas de control y/o capas de protección válidas, así como cualquier otro modificador de frecuencia que aplique.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 6 de 41 |

10. Identifique las recomendaciones y asigne las responsabilidades. Donde esté clara una solución específica, deberá ser registrada como tal. Los equipos a menudo se detienen a intentar conseguir una recomendación. Es absolutamente apropiado que la recomendación sea investigar las medidas de protección apropiadas. Es también bueno redactar las recomendaciones que permitan una cierta flexibilidad, por ejemplo diciendo: considerar tales y tal opción. La recomendación se debe escribir con bastante detalle para poder entender el intento sin el resto de la hoja de trabajo delante del lector.

Nodos Seleccionados para el Desarrollo del Análisis de Riesgo de Operabilidad “HAZOP”.

Para facilitar el análisis de riesgos y la aplicación de la técnica HAZOP, se analizaron 4 nodos con apego a los Diagramas de Tubería e Instrumentación, mismos que se describen a continuación:

Tabla V. 2. Nodos Seleccionados.

| Nodo | Descripción | DTI |
|-------------|--|---|
| 1 | Recepción de Combustible | Diagramas de Tuberías e Instrumentación Recepción de Combustible y Medición de Combustible |
| 2 | Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Almacenamiento TK-80M-3 |
| 3 | Bomba de Gasolina | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Almacenamiento TK-80M-3 |
| 4 | Carga de Combustible | Diagrama de Tuberías e Instrumentación Estaciones de Carga |

Ver en el **Anexo 6. HAZOP**, el desarrollo de cada uno de los HAZOP realizados.

La determinación del riesgo se hizo como se indica a continuación:

- En la tabla de Consecuencia: En función del riesgo que se tendría, se selecciona la descripción de la consecuencia que podría ocurrir y se busca el número correspondiente en la parte superior de la tabla.
- En la tabla de Frecuencia, en función de la frecuencia de la posibilidad de ocurrencia y con el número obtenido de la tabla de Consecuencia, se obtiene la letra correspondiente al grado de riesgo, para Seguridad a la Vida.
- Se repiten los pasos anteriores para daños a las instalaciones, medio ambiente y operativo.
- De los grados de riesgos obtenidos para la seguridad a la vida, daños a las instalaciones y operativo, se selecciona el menor en el orden alfabético y es el que se utiliza para calificar el grado de riesgo de la medida correctiva de incidente.
- Para establecer la Matriz de Rango de Riesgo (Risk Ranking) con la cual se calificaron y jerarquizaron los riesgos identificados, asignando niveles de Consecuencias de acuerdo a lo que

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 7 de 41 |

indica la **Tabla V.3**, así como la Frecuencia de Falla de acuerdo a lo que establece la **Tabla V.4**, con lo cual, mediante lo establecido en la **Tabla V.5**, se determina el Nivel de Riesgo del nodo analizado.

Tabla V. 3. Consecuencias.

| Calificación | Personas | Instalaciones y producción | Medio Ambiente |
|--------------|--|--|---|
| 4 | Una o más fatalidades. | Daño a las instalaciones y producción que se restablecería en más de una semana. | Impacto al medio ambiente externo. |
| 3 | Lesiones no reversibles. | Daño a las instalaciones y producción que se restablecería entre 1 y 5 días. | Impacto al medioambiente al interior de la instalación, que afecta a más de un área interna. |
| 2 | Lesiones reversibles con incapacidades y tratamiento médico. | Daño a las instalaciones y producción que se restablecería en un día o menos. | Impacto al medioambiente al interior de la instalación que tiene impacto sólo en el área donde se genera. |
| 1 | Sin lesión. | La continuidad operativa no se pierde. | Las consecuencias serían menores a cualquiera de las anteriores. |

Tabla V. 4. Frecuencias.

| Valor | Descripción |
|-------|---|
| 4 | El evento ha ocurrido alguna vez en los equipos o instalaciones del mismo tipo o similar, durante los últimos 2 años. |
| 3 | El evento ha ocurrido alguna vez en los equipos e instalaciones del mismo tipo o similar, en un periodo 2 y 5 años. |
| 2 | El evento ha ocurrido alguna vez en los equipos e instalaciones del mismo tipo o similar, en un periodo 5 y 10 años. |
| 1 | El evento no ha ocurrido en un periodo mayor de 10 años, en instalaciones del mismo tipo o similar en la industria. |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 8 de 41 |

Tabla V. 5. Matriz de Riesgos.

| Consecuencia | | | Frecuencia | | | |
|---|---|---|--|---|--|---|
| Personas | Activos | Medio Ambiente | 1. El evento no ha ocurrido en los últimos 10 años | 2. El evento ha ocurrido alguna vez en un periodo 5 y 10 años | 3. El evento ha ocurrido alguna vez en un periodo 3 y 5 años | 4. El evento ha ocurrido alguna vez, durante los últimos 2 años |
| 4. Una o más fatalidades. | 4. Daño a las instalaciones y producción; se restablece en más de una semana. | 4. Impacto al medioambiente externo. | A 4 | A 8 | A 12 | A 16 |
| 3. Lesiones no reversibles. | 3. Daño a las instalaciones y producción; se restablece entre 1 y 5 días. | 3. Impacto al medioambiente interno, afecta a más de un área interna. | B 3 | B 6 | A 9 | A 12 |
| 2. Lesiones reversibles con incapacidades y tratamiento médico. | 2. Daño a las instalaciones y producción; se restablece en un día o menos. | 2. Impacto al medio ambiente interno, sólo impacta el área donde se genera. | C 2 | B 4 | B 6 | A 8 |
| 1. Sin lesión. | 1. La continuidad operativa no se pierde. | 1. Las consecuencias serían menores a cualquiera de las anteriores. | C 1 | C 2 | B 3 | A 4 |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 9 de 41 |

Los riesgos no tolerables se deberán considerar para establecer los objetivos de seguridad y salud ocupacional y los requisitos de las instalaciones, maquinaria, necesidades de capacitación y los controles operacionales para el control de riesgos, así como considerar las acciones requeridas de supervisión para asegurar la efectividad y oportunidad.

El proceso se dividió en 4 nodos. Los equipos de trabajo se conformaron por especialistas de las áreas de proceso, mantenimiento, y seguridad y protección ambiental.

V.1.2. JERARQUIZACIÓN DE RIESGOS.

A continuación, se incluye la matriz de riesgos con los resultados de cada uno de los 4 nodos evaluados en el HAZOP, el cual fue determinado después de considerar las salvaguardas:

Tabla V. 6. Matriz de Riesgo considerando los resultados del HAZOP.

| Nodo | Desviación | Causa | Nivel de Riesgo | | |
|------|--------------------|-------|-----------------|----|---|
| | | | C | B | A |
| 1 | 1. No hay Flujo | 1.1 | C1 | | |
| | 2. Menos Flujo | 2.1 | C2 | | |
| | 3. Más Flujo | 3.1 | | B6 | |
| 2 | 1. Bajo Nivel | 1.1 | C2 | | |
| | 2. Alto Nivel | 2.1 | | B6 | |
| | 3. No Nivel | | C2 | | |
| | 4. Mas Temperatura | 3.1 | | B4 | |
| 3 | 1. Menos Flujo | 1.1 | C2 | | |
| | | 1.2 | C1 | | |
| | 2. No Hay Flujo | 2.1 | C1 | | |
| | 3. Mas Flujo | 3.1 | | B6 | |
| | 4. Corrosión | 4.1 | C1 | | |
| | 5. Mantenimiento | 5.1 | C1 | | |
| 4 | 1. Más Flujo | 1.1 | C1 | | |
| | 2. Menos Flujo | 2.1 | C1 | | |
| | 3. No Flujo | 3.1 | C1 | | |
| | 4. corrosión | 4.1 | C1 | | |
| | 5. Mas Temperatura | 5.1 | C1 | | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 10 de 41 |

Tabla V. 7. Descripción de las fallas de mayor riesgo.

| Nodo | Desviación | Causa | Consecuencias significativas |
|------|------------|--|---|
| 1 | Más Flujo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falla en la válvula MOV-2021 aguas arriba del patín de medición. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Daño en bridas conexiones y accesorios del tren de medición. |
| 2 | Alto Nivel | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falla en el transmisor de alto nivel | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Derrame de combustible en tanque de almacenamiento con riesgo de incendio y/o explosión. ▪ Desabasto en el suministro de combustible hacia el área de llenado de auto tanques. |
| 3 | Más flujo | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falla en la válvula de recirculación automática ARV | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento de presión en tubería, accesorios y bridas con riesgo de derrame y/o explosión. |

Debido a que en los resultados de la anterior matriz de riesgos se obtuvieron 4 nodos en donde existen fallas de nivel **B** (de acuerdo a los resultados del HAZOP), a partir de dichos resultados la determinación de los escenarios de simulación se hace compleja, por lo que se decidió aplicar métodos más específicos en el proceso de jerarquización de riesgos; de modo que en un primer momento se recurrió a la técnica del juicio de expertos, la cual, consta de un filtro en el que se descartaron aquellas fallas o desviaciones identificadas en el HAZOP que no repercuten significativamente en el ambiente, es decir, que no desencadenan un derrame de combustible con repercusiones de fuego, por lo que a partir de dicho filtro, se determinaron los escenarios de simulación.

De acuerdo a lo anterior, a continuación se indican las desviaciones/fallas con riesgo potencial de formación de fuego:

Tabla V. 8. Fallas con repercusiones al ambiente (incendio y/o explosión).

| Nodo | Desviación | Causa | Consecuencias significativas |
|------|-------------|--|--|
| 2 | Alto Nivel | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Falla en transmisión de alto Nivel. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Derrame de combustible en tanque de almacenamiento con riesgo de incendio y/o explosión. |
| 3 | Más Presión | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Fallas de control aguas arriba de la bomba P-1030. | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Incremento de presión en tubería, accesorios y bridas con riesgo de derrame y/o explosión. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 11 de 41 |

La tabla anterior, establece las fallas de mayor riesgo con repercusiones en el ambiente que fueron determinadas con el HAZOP, por lo que, como siguiente etapa, se determinaron las probabilidades de ocurrencia de cada una de las fallas indicadas en la tabla anterior, a través de la herramienta de Árbol de Fallas, para posteriormente definir los escenarios de simulación.

V.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO.

El árbol de fallas es una herramienta empleada para el análisis de cómo pueden llegar a ocurrir y de las posibles interrelaciones entre los eventos. Se trata de un proceso deductivo que permite determinar cómo puede tener lugar un suceso en particular apoyando en la cuantificación de los riesgos involucrados.

El árbol de fallas descompone un accidente en sus elementos contribuyentes, ya sean éstos, fallas humanas o de equipos del proceso y sucesos externos, principalmente. El resultado es una representación lógica en la que aparecen cadenas de sucesos capaces de generar un suceso culminante que ocupa la cúspide del árbol.

De manera sistemática y lógica se representan las combinaciones de las situaciones que pueden dar lugar a la producción del "evento a evitar", conformando niveles sucesivos de tal manera que cada suceso esté generado a partir de sucesos del nivel inferior, siendo el nexo de unión entre niveles la existencia de "operadores o puertas lógicas (OR y AND)".

El árbol se desarrolla en sus distintas ramas hasta alcanzar una serie de "sucesos básicos", denominados así porque no precisan de otros anteriores a ellos para ser explicados. También alguna rama puede terminar por alcanzar un "suceso no desarrollado" en otros, sea por falta de información o por la poca utilidad de analizar las causas que lo producen.

La metodología empleada consiste en representar cada interrelación con un símbolo del álgebra de Boole.

Si para la ocurrencia de un evento se requiere que dos o más condiciones se cumplan simultáneamente, se utiliza el símbolo "AND" y si para la ocurrencia sólo se requiere que una de dos o más condiciones se cumpla, se usa la compuerta "OR". Multiplicando y/o sumando todas las probabilidades de los eventos contribuyentes unidos mediante una misma compuerta "AND" o "OR", se obtiene la probabilidad del evento del siguiente nivel jerárquico.

En este caso de analizar los modos y efectos de fallas en la terminal, se utilizan modelos de fallas de componentes y se analizan sus efectos potenciales a partir de parámetros disponibles en información bibliográfica especializada, para cada tipo de fallas.

El árbol de fallas es un diagrama lógico que muestra las interrelaciones entre el evento no deseado en un sistema (efecto) y las razones para el evento (causas). Las razones pueden ser condiciones ambientales o eventos normales que se espera que ocurran en la vida del sistema y fallas de componentes específicos. Así, un árbol de fallas construido coherentemente muestra las diferentes combinaciones de fallas y otros eventos los cuales pueden guiar a un evento no deseado.

Para la determinación del valor de probabilidad en los sistemas que conforman la terminal, se recurrió a un árbol de falla, que contenga los elementos de mayor ponderación al riesgo, determinados en el análisis HAZOP.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 12 de 41 |

Mediante la asignación de probabilidades de cada evento que pueda tener participación en el riesgo, la probabilidad de su ocurrencia puede ser calculada. Una vez procesados los datos se obtiene la probabilidad de ocurrencia de un evento final. Las probabilidades pueden ser clasificadas de varias formas, como se muestran en la siguiente tabla:

Tabla V. 9. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas.

| Magnitud | Criterios de Ocurrencia | | |
|----------|-------------------------|----------------------|--|
| | Cuantitativo | | Cualitativo |
| 10^0 | 1 | 0 a 1 año | El evento puede presentarse en el próximo año. |
| 10^1 | 0.1 | >1 a 10 años | El evento se ha presentado o puede presentarse en los próximos 10 años. |
| 10^2 | 0.01 | >10 a 100 años | Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones. |
| 10^3 | 0.001 | >100 a 1 000 años | Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo, pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar. |
| 10^4 | 0.0001 | >1 000 a 10 000 años | Esencialmente imposible. No es realista que ocurra. |

**Fuente: Health and Safety Briefing No 26a Sept. 2004.
The Institution of Electrical Engineers.**

Se realizó el árbol de falla para el derrame del tanque de gasolina y se obtuvo la información de las probabilidades de falla de los componentes involucrados en los posibles escenarios, y de esta manera, se pueden dar las asignaciones de probabilidad de ocurrencia a cada falla que participe en distintos eventos.

En la figura 1 se plasma el árbol de falla realizado para el derrame del tanque de almacenamiento.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 13 de 41 |

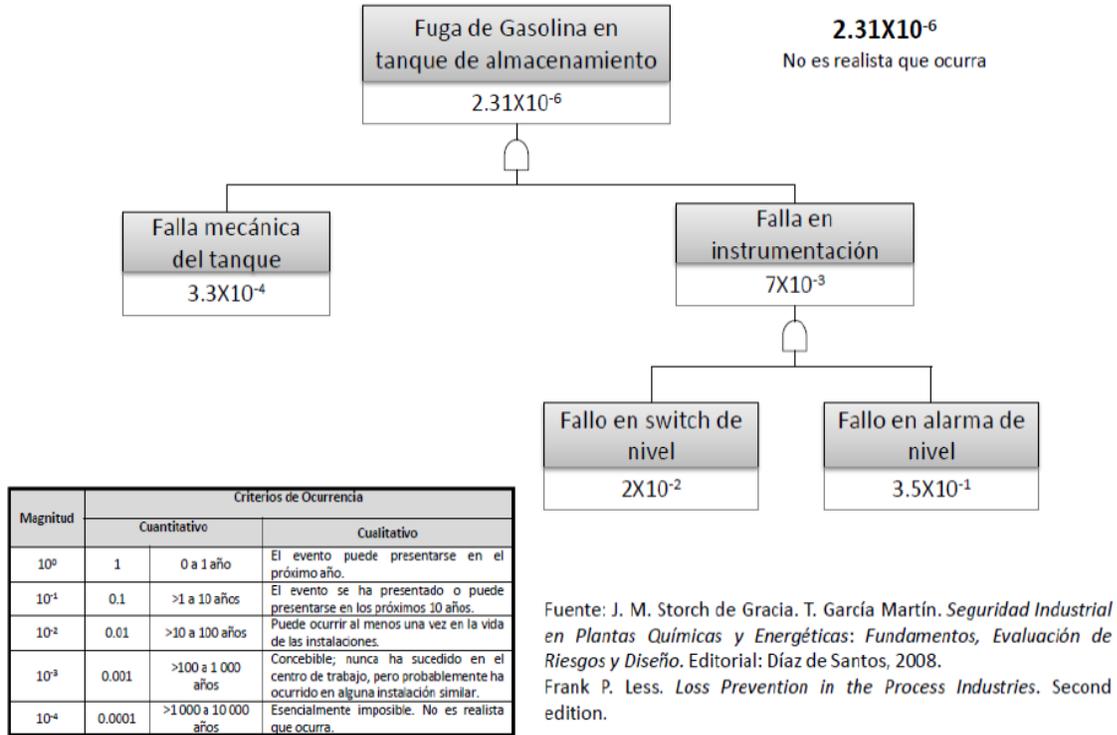


Figura 1 Arbol de Falla de Derrame de Tanque de Almacenamiento

Tabla V. 10. Valor de probabilidad de frecuencia de fallas.

| Nodo | Desviación | Causa | Probabilidad de falla |
|------|-------------|---|------------------------|
| 2 | Alto Nivel | ▪ Falla en transmisión de alto nivel. | 7 x 10 ⁻³ |
| | | ▪ Tanque para almacenamiento atmosférico de líquidos inflamables. | 3.3 x 10 ⁻⁴ |
| 3 | Más Presión | ▪ Bomba horizontal. | 0.47 |
| | | ▪ Aumento indebido de presión. | 2 x 10 ⁻⁵ |
| 4 | Menos Flujo | ▪ Falla en los procedimientos de Carga de Auto tanques (operario en actuación- no actúa). | 3 x 10 ⁻⁴ |

Para mayor detalle, Ver Anexo 8. Árboles de Falla.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 14 de 41 |

En base a las probabilidades de falla resultantes en la tabla anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para determinar los radios de afectación y realizar el análisis de consecuencias, lo anterior, en base al criterio de experto y experiencia del equipo evaluador. A continuación se indican los escenarios de riesgo:

Tabla V. 11. Escenarios de riesgo propuestos.

| N o. | Clave del escenario o identificado | Descripción del escenario identificado | Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia) | Identificación del nodo o sistema | Nombre de la instalación | Km o instalación superficial | Sustancia involucrada |
|------|------------------------------------|---|---|-----------------------------------|---|---|-----------------------|
| 1 | Escenario 1.1 | Charco de fuego por derrame de gasolina regular en el tanque TK-80M-3 con capacidad para 80,000 BBL. | B6 | 2 | Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | Tanque de almacenamiento de Gasolina regular TK-80M-3 | Gasolina regular |
| 1 | Escenario 1.2 | Sobrepresión por acumulación de vapores de gasolina regular en el tanque TK-80M-3 con capacidad para 80,000 BBL. | B6 | 2 | Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | Tanque de almacenamiento de Gasolina regular TK-80M-3 | Gasolina regular |
| 2 | Escenario 2.1 | Charco de fuego por derrame en área de bombas. | B6 | 3 | Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | Área de bomba de Gasolina Regular | Gasolina Regular |
| 3 | Escenario 3.1 | Charco de fuego debido a ruptura parcial del brazo de carga por el movimiento indebido del auto tanque al no realizar el procedimiento de calza del vehículo. | B6 | 4 | Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | Área de carga de Autotanques | Diésel |

V.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS.

En el presente proyecto de la Terminal de Almacenamiento, al realizarse el análisis de riesgo, se utilizó la metodología de hazop en donde se hace la jerarquización de los riesgos encontrados en cada uno de los

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 15 de 41 |

nodos seleccionados, en donde no se encontró ninguna de las causas dentro de las regiones de Riesgo “no Tolerable y/o ALARP”. (AsLow As Reasonably Practicable- Tan bajo como sea posible).

V.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS.

En el presente proyecto de la Terminal de Almacenamiento, al realizarse el análisis de riesgo, se utilizó la metodología de hazop en donde se hace la jerarquización de los riesgos encontrados en cada uno de los nodos seleccionados, en donde no se encontró ninguna de las causas dentro de las regiones de Riesgo “no Tolerable y/o ALARP”. (AsLow As Reasonably Practicable- Tan bajo como sea posible).

V.2.3 REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE CONSECUENCIAS (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN).

Para definir y justificar las zonas de seguridad al entorno de la instalación, se utilizaron los parámetros que se indican a continuación:

Tabla V. 12. Parámetros a utilizar para la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento

| | Zona de alto riesgo por daño a equipos | Zona de Alto Riesgo | Zona de Amortiguamiento. |
|---|--|--|---|
| Toxicidad (Concentración) | | IDLH (ppm) | TLV (8 h, TWA) o TLV(15 min STEL) (ppm) |
| Inflamabilidad (Radiación Térmica) | Rango de 12.5 KW/m ² a 37.5 KW/m ² | 5.0 KW/m ² | 1.4 KW/m ² |
| Explosividad (Sobrepresión) | Rango de 3 lb/in ² a 10 lb/in ² | ^{1.0} lb/in ² (0.070 kg/cm ²) | 0.5 lb/in ² (0.035 kg/cm ²) |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 16 de 41 |

Estimación de consecuencias.

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo. Existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que están sometidas a presión, flujos y temperatura, en caso de fallas algún derrame causara afectación inmediata.

La evaluación de los riesgos a través de los escenarios más probables junto a la simulación de los eventos máximos definidos con el software SCRI fuego Versión, permite determinar las áreas potencialmente vulnerables, de tal manera que se generen recomendaciones para evitar la ocurrencia del evento o contar con la protección adecuada en caso de que este ocurra.

Bases de Cálculo.

Una vez definidos los escenarios a simular, se determinaron las bases de cálculo requeridas para la simulación de los mismos las cuales se describen a continuación:

- ✓ Información bibliográfica y de fuentes gubernamentales relativas a las condiciones ambientales de cada sitio objeto de simulación, tales como clima, temperatura ambiente y presión atmosférica, principalmente.

Para eventos de incendio, las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento se evaluaron considerando los siguientes valores de radiación:

- ✓ Radiación de **1,4 kW/m²**, la cual es definida como **Zona de Amortiguamiento**, y que se marca como la radiación que no causará incomodidad durante una exposición prolongada.
- ✓ Radiación **5 kW/m²**, la cual es definida como **Zona de Alto Riesgo**, y que se marca como la radiación que permite acciones de emergencia que duren varios minutos por personal al descubierto pero con equipo de protección personal.

Tabla V. 13 Efectos generados por Radiación Térmica.

| Intensidad de Radiación (kw/m ²) | Daño producido por radiación térmica |
|--|---|
| 37,5 | Suficiente para causar daño a equipo de procedimiento. |
| 25 | Energía mínima requerida para prender la madera por exposición prolongada (no piloteada). |
| 12,5 | Energía mínima requerida para la ignición piloteada de madera, fundición de tubería de plástico. |
| 9,5 | El umbral del dolor se alcanza después de 8 segundos; quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 17 de 41 |

| | |
|------|---|
| 4 | Suficiente para causar dolor al personal si éste no puede protegerse en 20 segundos, sin embargo, es factible la formación de ampollas en la piel (quemaduras de segundo grado), 0 fatalidad. |
| 1,39 | No causará incomodidad durante la exposición prolongada. |

Fuente: [Manual Techniques for Assessing Industrial Hazards, Wold Bank](#)

Formación de ondas de sobrepresión.

Para la estimación de consecuencias por ondas de sobrepresión se utilizó el modelo TNT (mismo que determina la masa equivalente de Trinitrotolueno, con respecto al material explosividad presente en el evento), considerando una eficiencia de la explosión del 10%.

Para eventos de explosión, las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento se evaluaron considerando los siguientes valores de sobrepresión:

- ✓ Sobrepresión **1 lb/in² (0,07 kg/cm²)**, la cual es definida como **Zona de Alto Riesgo**, y se indica que puede causar destrucción parcial de casas y daños reparables a edificios, provocando el 1% de ruptura de tímpanos y el 1% de heridas serias por proyectiles que existirán por la demolición de casas, las cuales se vuelven inhabitables,
- ✓ Sobrepresión **0,5 lb/in² (0,035 kg/cm²)**, la cual es definida como **Zona de Amortiguamiento**, y se indica que se tendrán rupturas del 10% en ventanas grandes de vidrio y pequeñas normalmente estrelladas con algún daño a algunos techos con una probabilidad de 95% de que no ocurren daños serios.

Tabla V. 14. Efectos generados por ondas de sobrepresión

| Sobrepresión Máxima (psi) | Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión |
|---------------------------------|--|
| 0,02 | Ruido molesto (137 db), sí es de baja frecuencia 10 – 15 Hz. |
| 0,03 | Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que estén bajo tensión. |
| 0,04 | Ruido fuerte (143 db), ruptura de vidrio por la onda sísmica. |
| 0,1 | Ruptura de ventanas pequeñas que se encuentran bajo tensión. |
| 0,15 | Presión típica de ruptura del vidrio. |
| 0,3 | “Distancia segura” (probabilidad de 0.95 que no ocurran daños serios a partir de este valor): límite de proyectiles; daños a techos de casas; ruptura del 10% de ventanas con vidrios. |
| 0,4 | Daño estructural menor limitado. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 18 de 41 |

| | |
|--------|--|
| 0,5 -1 | Ventanas grandes y pequeñas normalmente estrelladas; daño ocasional a marcos de ventanas. |
| 0,7 | Daño menor a estructuras de casas |
| 1 | Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables |
| 1 – 2 | Destrucción de asbesto corrugado; en las divisiones de acero corrugado o aluminio, los tornillos fallan y después se tuercen; los tornillos de paneles de madera fallan; los paneles son destruidos. |
| 1,3 | El armazón de acero de edificios revestimientos se deforma |
| 2 | Colapso parcial de techos y paredes. |
| 2 – 3 | Cuarteadora de paredes de concreto o bloques de ladrillo no reforzados. |
| 2,3 | Límite inferior de daño estructural serio. |
| 2,5 | 50% de destrucción de la mampostería en casas. |
| 3 | Poco daño a maquinaria pesada (3,000 lb) dentro de edificios industriales; armazones de acero en edificios se deforman y son arrancados de sus cimientos. |
| 3 – 4 | Demolición de edificios son armazones o con paneles de acero; ruptura de tanques de almacenamiento de petróleo. |
| 4 | Ruptura del revestimiento de edificios industriales ligeros. |
| 5 | Los postes de madera se rompen súbitamente; prensas hidráulicas altas (40 000 lb) en edificios son ligeramente dañadas. |
| 5 – 7 | Destrucción casi completa de casas |
| 7 – 8 | Paneles de ladrillo de 8 -12 in de espesor no reforzados fallan por corte o flexión |
| 9 | Demolición total de vagones de ferrocarril cargados |
| 10 | Probable destrucción total de edificios; desplazamiento y fuerte daño a maquinaria pesada (7 000 lb), la maquinaria muy pesada (12 000 lb) sobrevive. |
| 300 | Formación de cráter |

Fuente. Clancy

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 19 de 41 |

Tabla V. 15 Consecuencias de las Sobrepresiones “Daños Personales”

| Sobrepresión (Psi) | Daños Personales |
|--------------------|---|
| 10,15 | Umbral de muerte por lesiones de pulmón |
| 5,076 | Umbral de rotura de tímpano |

Fuente: Baker, W.E; Explosion Hazards and Evaluation

V.2.3.1 Descripción de los Escenarios de Riesgo.

Derivado de las simulaciones se describen los resultados para cada escenario de riesgo simulado, así como los datos para los radios de la zona de alto riesgo y la zona de amortiguamiento obtenidos en cada uno de ellos.

| | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|--|-------------------------------------|--|--------------------------|-----------------------------|---------------------------|-------------------|-----------|-----------|
| Nombre del Simulador utilizado: | | SCRI Fuego “Modelo de Radiación Térmica por fuego en un derrame Pool Fire. | | | | | | | | | |
| Instalación: | | Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | | | | | | | | | |
| I. Datos del escenario | | | | | | | | | | | |
| Clave | | Nombre | | | | Peor Caso | X | | | | |
| ESCENARIO 1.1 | | Charco de fuego en Tanque de Almacenamiento TK-80M-3 | | | | Caso más probable | | | | | |
| Elaboro | QV Gestión Ambiental | Descripción: Derrame de combustible provoca incendio de Gasolina Regular en el Tanque de Almacenamiento TK-80M | | | | Fecha: | 27/07/2018 | | | | |
| Objetivo | Evaluar las posibles afectaciones al entorno (instalaciones, poblaciones y media ambiente). | | | | | | | | | | |
| II. Sustancias involucradas | | | | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: | | Composición: | | % molar | | % másico | | % volumétrico | | | |
| Componente | | % | Toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV (8h, TWA) | | TLV (15 min, STEL) | | | |
| Gasolina Regular | | | | 3 | 500 ppm | 500 | | 300 | | | |
| III. Condiciones de confinamiento y características de liberación | | | | | | | | | | | |
| Presión: | 2.0 Kg/cm ² | Temperatura | 38 C° | Estado: | Líquido debajo de su p. e. | | | Líquido arriba de su p.e. | | | |
| Fase del material liberado: | | Vapor | | Líquido | | X | Vapor líquido | | | | |
| Contenedor | Cilindro | Esfera | | Tipo de fuga: | | Falla catastrófica | | X | Válvula de alivio | | |
| Tubería | | Otro. | | X | Orificio en cuerpo o tubería | | | Cizalla de tubería, otro | | | |
| Alto del recipiente | | 12.2 m | Diámetro o ancho del recipiente/tubería | | | 36.6 m | Largo del recipiente | | --- m | | |
| Área del dique: | 3422.44 m ² | Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | | Tierra húmeda: | | Concreto: | X | Otra | Explicite |
| Área del orificio: | 1 Plg | Coef. De pérdida del orificio | | | Elevación del punto de liberación | | 1 m | Altura hidráulica | | 11 m | |
| Dirección de la fuga | | Vertical | X | Horizontal | | Hacia abajo | | Golpea contra | | Inclinada | grados |
| Tiempo estimado de liberación: | | 60 Segundos | | Masa estimada de liberación: | | | 11245.80 Kg | | | | |
| IV. Condiciones atmosféricas y del entorno | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 20 de 41 |

| | | | | | | | | | | |
|---|------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------------------|------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | 1.5 F | 1.5 A-B | Otro | | | | | | | |
| Temperatura atmosférica | 23.8 C° | | | | | | | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | -- | | | | | | | | | |
| Humedad atmosférica | 66.1% | | | | | | | | | |
| Presión atmosférica | Mm Hg | | | | | | | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | Área Industrial | | | | | | | | | |
| Direcciones dominantes de viento | 231 (SO) grados azimut | | | | | | | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | Rural: | X | Urbana: | | | | | | | |
| | | | Industrial: | | | | | | | |
| | | | Marítima: | | | | | | | |
| | | | Otra: | | | | | | | |
| | | | explique | | | | | | | |
| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | | | |
| Sitio 1 | | Sitio 2 | Sitio 3 | | | | | | | |
| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | | | | |
| Dardo, antorcha o jet de fuego | | Charco de fuego | X | | | | | | | |
| | | | Incendio de nube | | | | | | | |
| | | | Explosión de nube | | | | | | | |
| BLEVE/bola de fuego | | Nube toxica | | | | | | | | |
| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | | | | |
| VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones) | | | | | | | | | | |
| Radios por toxicidad | | | Radios por radiación térmica | | | Radios por sobrepresión | | | | |
| Zona de seguridad | | | Otro | | | Zona de seguridad | | | | |
| Alto Riesgo | Amortiguamiento | | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento |
| IDLH | TLV 15 min | TLV 8h | | kW/m² | | | | psi_ | | |
| xxx ppm | xxx ppm | xxx ppm | | 12.5 - 37.5 | 5.0 | 1.4 | | 3 - 10 | 1.0 | 0.5 |
| m | | | | m | | | | m | | |
| | | | Jet fire | | | | Early explosion | --- | --- | --- |
| | | | Early pool fire | 116.36 | 183.79 | 341.07 | | | | |
| | | | Late pool fire | --- | --- | --- | Late Ignition | --- | --- | --- |
| | | | Flash fire | --- | | | | | | |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 21 de 41 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|--|--|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|-------------------|
| Nombre del Simulador utilizado: | | SCRI Fuego “Modelo de Sobrepresión provocada por nubes Explosivas | | | | | | | |
| Instalación: Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | | | | | | | | | |
| I. Datos del escenario | | | | | | | | | |
| Clave | | Nombre | | | Peor Caso | | X | | |
| ESCENARIO 1.2 | | Sobrepresión en Tanque de Almacenamiento TK-80M-3 | | | Caso más probable | | | | |
| Elaboro | QV Gestión Ambiental | Descripción: Derrame de combustible provoca explosión de Gasolina Regular en el Tanque de Almacenamiento TK-80M | | | Fecha: | 27/07/2018 | | | |
| Objetivo | Evaluar las posibles afectaciones al entorno (instalaciones, poblaciones y media ambiente). | | | | | | | | |
| II. Sustancias involucradas | | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: | | Composición: | | % molar | | % másico | | % volumétrico | |
| Componente | | % | Toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV (8h,TWA) | | TLV (15 min, STEL) | |
| Gasolina Regular | | | | 3 | 500 ppm | 500 | | 300 | |
| III. Condiciones de confinamiento y características de liberación | | | | | | | | | |
| Presión: | 2.0 Kg/cm ² | Temperatura | 38 C° | Estado: | Líquido debajo de su p. e. | | | Líquido arriba de su p.e. | |
| Fase del material liberado: | | Vapor | | Líquido | | X | | Vapor líquido | |
| Contenedor | Cilindro | Esfera | | Tipo de fuga: | | Falla catastrófica | | X | Válvula de alivio |
| Tubería | | Otro. | | X | | Orificio en cuerpo o tubería | | Cizalla de tubería, otro | |
| Alto del recipiente | | 12.2 m | Diámetro o ancho del recipiente/tubería | | | 36.6 m | Largo del recipiente | | ---m |
| Área del dique: | 3422.44 m ² | Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | | Tierra húmeda: | | Concreto: | X |
| | | | | | | | | Otra: | |
| Área del orificio: | 1 Plg | Coef. De pérdida del orificio | | | Elevación del punto de liberación | | 1 m | Altura hidráulica | |
| | | | | | | | | 11 m | |
| Dirección de la fuga | Vertical | X | Horizontal | | Hacia abajo | | Golpea contra | | Inclinada |
| | | | | | | | | | grados |
| Tiempo estimado de liberación: | | 60 Segundos | | Masa estimada de liberación: | | | 11245.80 Kg | | |
| IV. Condiciones atmosféricas y del entorno | | | | | | | | | |
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | | 1.5 F | | | 1.5 A-B | | Otro | | |
| Temperatura atmosférica | | 23.8 C° | | | | | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | | -- | | | | | | | |
| Humedad atmosférica | | 66.1% | | | | | | | |
| Presión atmosférica | | Mm Hg | | | | | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | | Área Industrial | | | | | | | |
| Direcciones dominantes de viento | | 231 (SO) grados azimut | | | | | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | | Rural: | X | Urbana: | | Industrial: | | Marítima: | |
| | | | | | | | | Otra: | explique |
| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | | |
| Sitio 1 | | Sitio 2 | | | Sitio 3 | | | | |
| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | | | |
| Dardo, antorcha o jet de | | Charco de | | X | Incendio | Explosión | | | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 22 de 41 |

| | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------|------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------------|-------------------|------------------------------|-------------|-----------------|
| fuego | | | fuego | | de nube | | de nube | | | |
| BLEVE/bola de fuego | | | Nube toxica | | | | | | | |
| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | | | | |
| VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones) | | | | | | | | | | |
| Radios por toxicidad | | | Radios por radiación térmica | | | Radios por sobrepresión | | | | |
| Zona de seguridad | | | Otro | Zona de seguridad | | Otro | Zona de seguridad | | | |
| Alto Riesgo | Amortiguamiento | | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento |
| IDLH | TLV 15 min | TLV 8h | | kW/m ² | | | | psi_ | | |
| xxx ppm | xxx ppm | xxx ppm | | 12.5 - 37.5 | 5.0 | 1.4 | | 3 - 10 | 1.0 | 0.5 |
| m | | | | m | | | | m | | |
| --- | --- | --- | Jet fire | --- | --- | --- | Early explosión | 173.21-84.87 | 395.40 | 672.12 |
| --- | --- | --- | Early pool fire | --- | --- | --- | | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | Late pool fire | --- | --- | --- | | --- | --- | --- |
| --- | --- | --- | Flash fire | | | | Late Ignition | --- | --- | --- |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 23 de 41 |

| | | | | | | | | |
|---|---|--|--|--|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|--|
| Nombre del Simulador utilizado: | | SCRI Fuego “Modelo de Radiación Térmica por fuego en un derrame Pool Fire. | | | | | | |
| Instalación: | | Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | | | | | | |
| I. Datos del escenario | | | | | | | | |
| Clave | | Nombre | | | | Peor Caso | X | |
| ESCENARIO 2.1 | | Charco de fuego en Bomba P-1020 | | | | Caso más probable | | |
| Elaboro | QV Gestión Ambiental | Descripción: Derrame de combustible provoca incendio de Gasolina Regular en la bomba P-1020, debido a sobrepresión en la tubería. | | | | Fecha: | 27/07/2018 | |
| Objetivo | Evaluar las posibles afectaciones al entorno (instalaciones, poblaciones y media ambiente). | | | | | | | |
| II. Sustancias involucradas | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: | | Composición: | % molar | | % másico | % volumétrico | | |
| Componente | | % | Toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV (8h, TWA) | TLV (15 min, STEL) | |
| Gasolina Regular | | | | 3 | 500 ppm | 500 | 300 | |
| III. Condiciones de confinamiento y características de liberación | | | | | | | | |
| Presión: | 2.0 Kg/cm ² | Temperatura | 38 C° | Estado: | Líquido debajo de su p. e. | | Líquido arriba de su p. e. | |
| Fase del material liberado: | | Vapor | | Líquido | | X Vapor líquido | | |
| Contenedor | Cilindro | Esfera | | Tipo de fuga: | | Falla catastrófica | | |
| Tubería | | Otro. | | X | | Orificio en cuerpo o tubería | | |
| Alto del recipiente | | 12.2 m | Diámetro o ancho del recipiente/tubería | | 36.6 m | Largo del recipiente | | |
| Área del dique: | | 3422.4 4 m ² | Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | Tierra húmeda: | Concreto: X Otra: Explicar: | |
| Área del orificio: | 1 Plg | Coef. De pérdida del orificio | | Elevación del punto de liberación | | 1 m | Altura hidráulica | |
| Dirección de la fuga | | Vertical | X Horizontal | Hacia abajo | | Golpea contra | | |
| Tiempo estimado de liberación: | | 60 Segundos | | Masa estimada de liberación: | | 3045 Kg | | |
| IV. Condiciones atmosféricas y del entorno | | | | | | | | |
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | | 1.5 F | | 1.5 A-B | | Otro | | |
| Temperatura atmosférica | | 23.8 C° | | | | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | | -- | | | | | | |
| Humedad atmosférica | | 66.1% | | | | | | |
| Presión atmosférica | | Mm Hg | | | | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | | Área Industrial | | | | | | |
| Direcciones dominantes de viento | | 231 (SO) grados azimut | | | | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | | Rural: | X | Urbana: | | Industrial: | | |
| | | | | | | Marítima: | | |
| | | | | | | Otra: | explique | |
| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | |
| Sitio 1 | | Sitio 2 | | Sitio 3 | | | | |
| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | | |
| Dardo, antorcha o jet de | | Charco de | | X | Incendio | Explosión | | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 24 de 41 |

| | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|---------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------------------|-------------|-------------------|--|
| fuego | | | fuego | | | de nube | | | de nube | | |
| BLEVE/bola de fuego | | | Nube toxica | | | | | | | | |
| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | | | | | |
| VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones) | | | | | | | | | | | |
| Radios por toxicidad | | | Radios por radiación térmica | | | | | Radios por sobrepresión | | | |
| Zona de seguridad | | | Otro | | Zona de seguridad | | | Otro | | Zona de seguridad | |
| Alto Riesgo | Amortiguamiento | | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento | |
| IDLH | TLV 15 min | TLV 8h | | kW/m ² | | | | psi_ | | | |
| xxx ppm | xxx ppm | xxx ppm | | 12.5 - 37.5 | 5.0 | 1.4 | | 3 - 10 | 1.0 | 0.5 | |
| m | | | | m | | | | m | | | |
| --- | --- | --- | Jet fire | --- | --- | --- | Early explosion | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | Early pool fire | 60.217 | 95.92 | 178.71 | | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | Late pool fire | --- | --- | --- | Late ignition | --- | --- | --- | |
| --- | --- | --- | Flash fire | --- | | | | --- | --- | --- | |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 25 de 41 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|--|--|-------------------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------|
| Nombre del Simulador utilizado: | | SCRI Fuego “Modelo de Radiación Térmica por fuego en un derrame Pool Fire. | | | | | | |
| Instalación: Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo | | | | | | | | |
| I. Datos del escenario | | | | | | | | |
| Clave | | Nombre | | | Peor Caso | | X | |
| ESCENARIO 3.1 | | Charco de fuego en área de islas de carga | | | Caso más probable | | | |
| Elaboro | QV Gestión Ambiental | Descripción: Charco de fuego debido a ruptura parcial del brazo de carga por el movimiento indebido del auto tanque al no realizar el procedimiento de calza del vehículo. | | | Fecha: | 27/07/2018 | | |
| Objetivo | Evaluar las posibles afectaciones al entorno (instalaciones, poblaciones y media ambiente). | | | | | | | |
| II. Sustancias involucradas | | | | | | | | |
| Nombre de la sustancia: | | Composición: | | % molar | % másico | % volumétrico | | |
| Componente | | % | Toxicidad | Inflamabilidad | IDLH | TLV (8h, TWA) | TLV (15 min, STEL) | |
| Diesel | | | | | N/D | 10 | 15 | |
| III. Condiciones de confinamiento y características de liberación | | | | | | | | |
| Presión: | 2.1 Kg/cm ² | Temperatura | 38 C° | Estado: | Líquido debajo de su p. e. | | Líquido arriba de su p. e. | |
| Fase del material liberado: | | Vapor | | Líquido | X | Vapor líquido | | |
| Contenedor | Cilindro | Esfera | | Tipo de fuga: | Falla catastrófica | | Válvula de alivio | |
| Tubería | | Otro. | | X | Orificio en cuerpo o tubería | | X Cizalla de tubería, otro | |
| Alto del recipiente | | --- m | Diámetro o ancho del recipiente/tubería | | | --- Plg | Largo del recipiente | --- m |
| Área del dique: | 3422.4 4 m ² | Tipo de superficie sobre la que se encuentra el recipiente: | | Tierra seca: | Tierra húmeda: | Concreto: | X Otra Explique | |
| Área del orificio: | 1 Plg | Coef. De pérdida del orificio | | Elevación del punto de liberación | | --1 m | Altura hidráulica | --- m |
| Dirección de la fuga | Vertical | Horizontal | Hacia abajo | X | Golpea contra | | Inclinada | grados |
| Tiempo estimado de liberación: | | 60 Segundos | | Masa estimada de liberación: | | 12739.80 Kg | | |
| IV. Condiciones atmosféricas y del entorno | | | | | | | | |
| Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica) | | 1.5 F | | | 1.5 A-B | | Otro | |
| Temperatura atmosférica | | 23.8 C° | | | | | | |
| Temperatura del suelo (si es distinta a la atmosférica) | | -- | | | | | | |
| Humedad atmosférica | | 66.1% | | | | | | |
| Presión atmosférica | | 803,27 Mm Hg | | | | | | |
| Tipo de suelo (rugosidad empleada) | | Área Industrial | | | | | | |
| Direcciones dominantes de viento | | 231 (SO) grados azimut | | | | | | |
| Tipo de área en que se encuentra la instalación | | Rural: | X | Urbana: | Industrial: | Marítima: | Otra: explique | |
| V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga) | | | | | | | | |
| Sitio 1 | | Sitio 2 | | | Sitio 3 | | | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 26 de 41 |

| | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--------------------|------------------------|
| VI. Estados finales para análisis | | | | | | | | | | |
| Dardo, antorcha o jet de fuego | | | Charco de fuego | X | Incendio de nube | | Explosión de nube | | | |
| BLEVE/bola de fuego | | | Nube toxica | | | | | | | |
| VII. Memoria de cálculo y suposiciones | | | | | | | | | | |
| VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones) | | | | | | | | | | |
| Radios por toxicidad | | | Radios por radiación térmica | | | | Radios por sobrepresión | | | |
| Zona de seguridad | | | Otro | Zona de seguridad | | Otro | Zona de seguridad | | | |
| Alto Riesgo | Amortiguamiento | | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento | Clase de evento | Alto Riesgo (daño a equipos) | Alto Riesgo | Amortiguamiento |
| IDLH | TLV 15 min | TLV 8h | | kW/m² | | | | psi_ | | |
| xxx ppm | xxx ppm | xxx ppm | | 12.5 - 37.5 | 5.0 | 1.4 | | 3 - 10 | 1.0 | 0.5 |
| m | | | | m | | | | m | | |
| | | | Jet fire | --- | --- | --- | Early explosion | --- | --- | --- |
| | | | Early pool fire | 122.21 | 192.38 | 356.42 | | --- | --- | --- |
| | | | Late pool fire | --- | --- | --- | Late Ignition | --- | --- | --- |
| | | | Flash fire | --- | | | | --- | --- | --- |

V.2.3.2 Representación de los Radios de Afectación.

En las imágenes siguientes pueden observarse que las Zona de Alto Riesgo (ZAR) están representadas con el color verde y las Zonas de Amortiguamiento (ZA) con el color azul, además incluyen las distancias de afectación para cada uno de estos radios y la zona de alto riesgo por daño a equipos, que en el caso de radiación va de 12.5 KW/m² a 37.5 KW/m², y para el caso de explosión que va de 3 lb/in² a 10 lb/in², de igual manera se anexan las distancias de afectación para cada uno.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 27 de 41 |

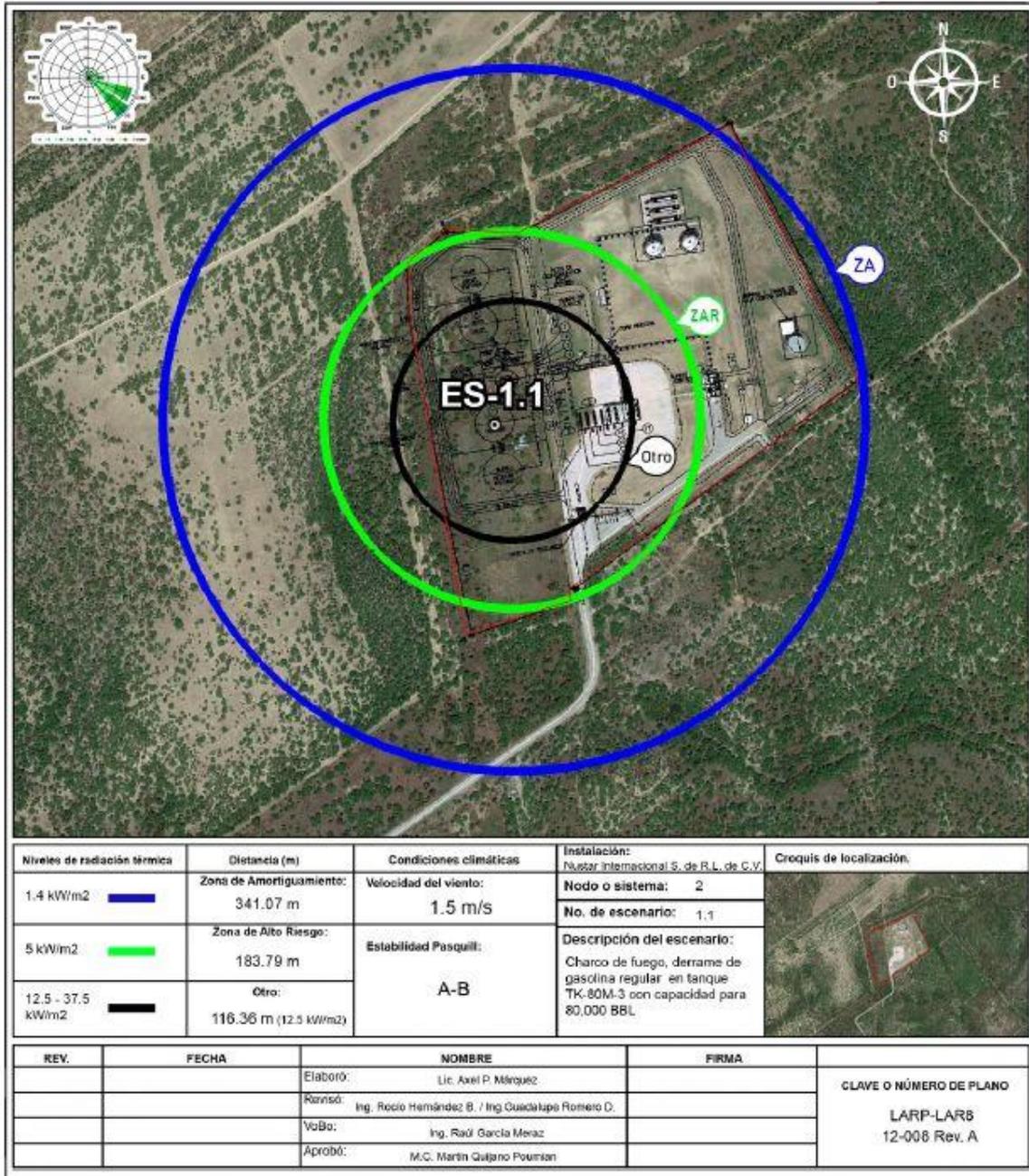


Figura V.1. Escenario 1.1 Incendio en Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 28 de 41 |

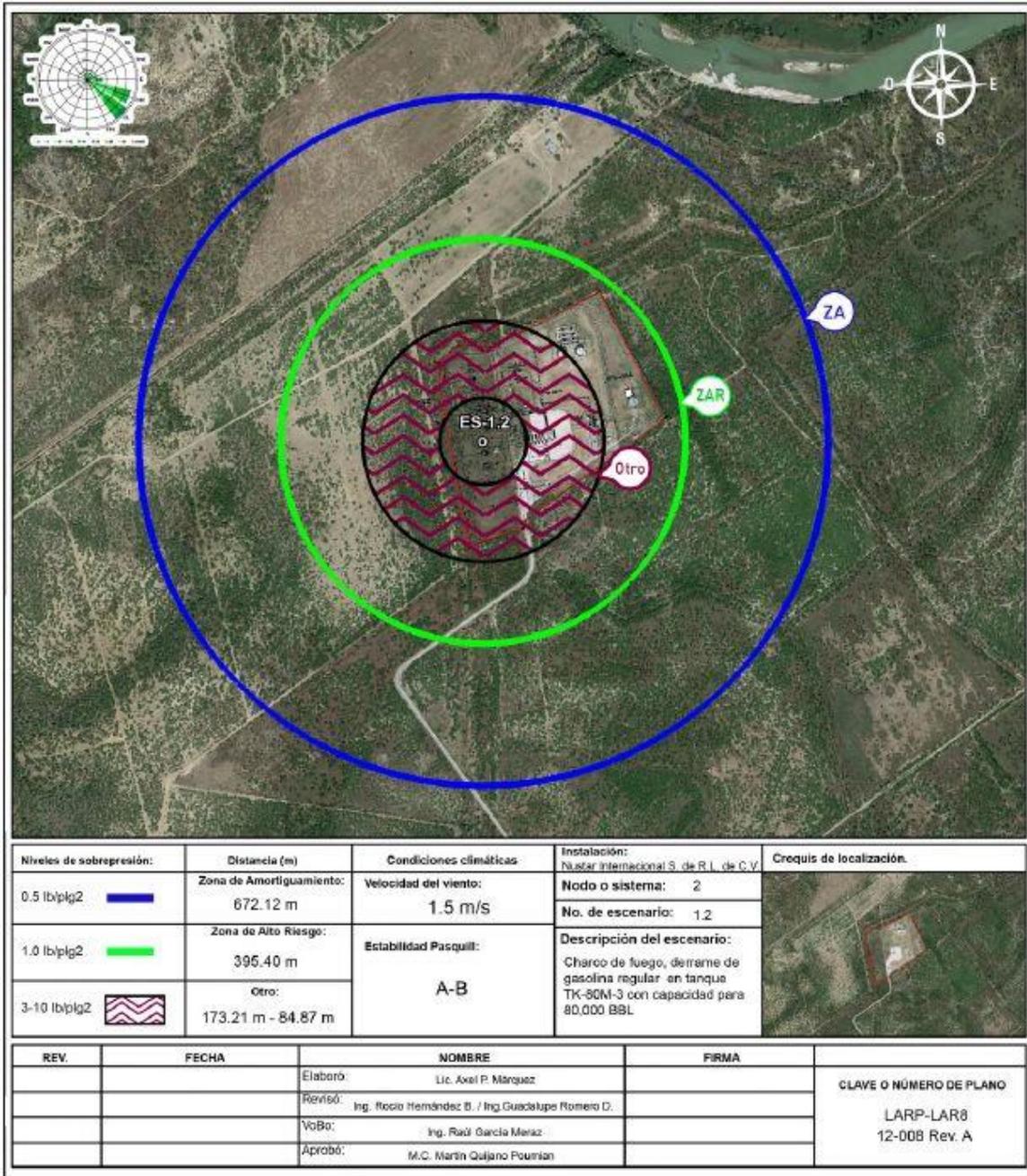


Figura V.2. Escenario 1.2 Explosión en Tanque de Almacenamiento de Gasolina Regular.

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 29 de 41 |

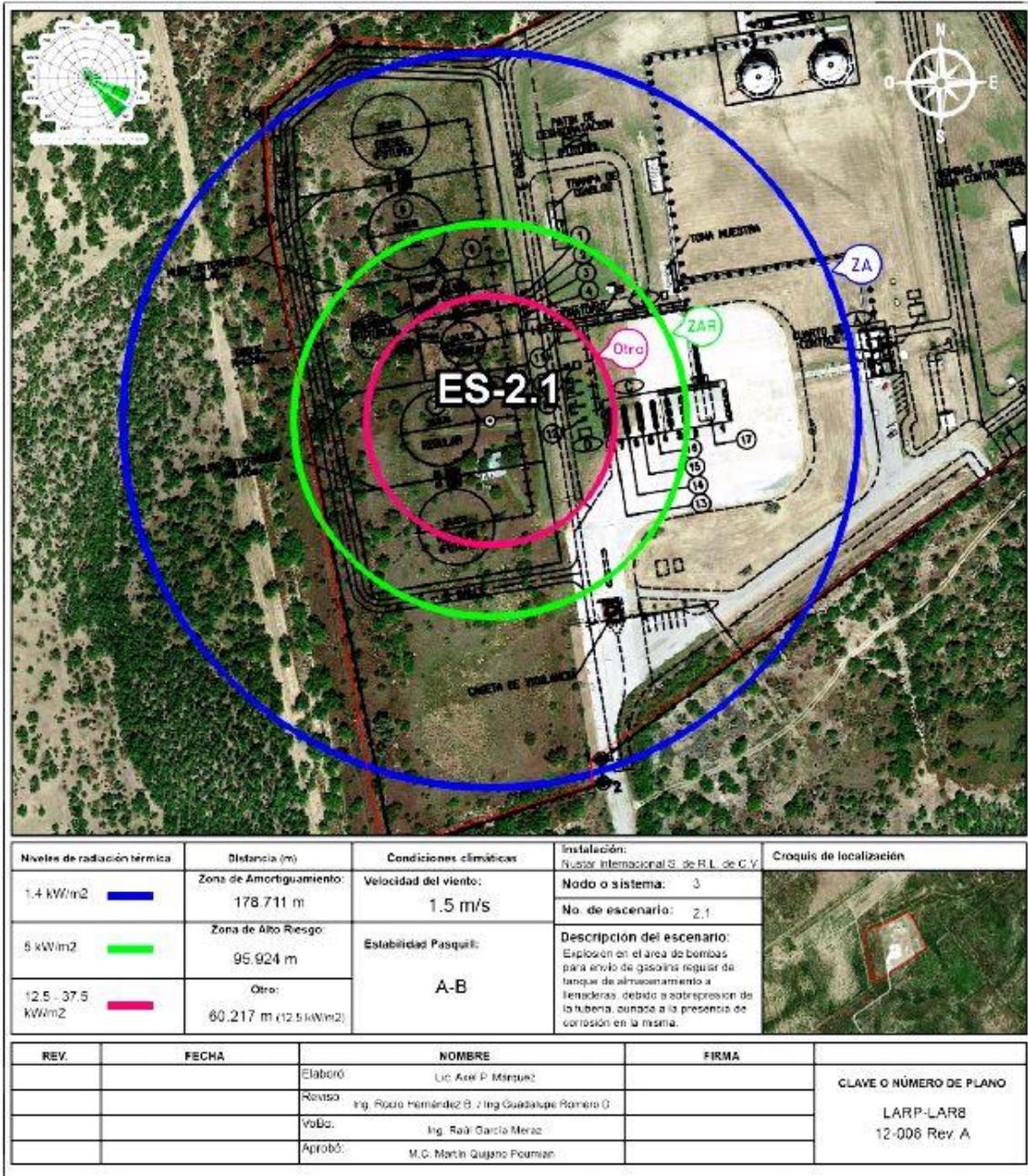


Figura V.3. Escenario 2.1 Incendio en el Área de Bombas de Gasolina Regular.

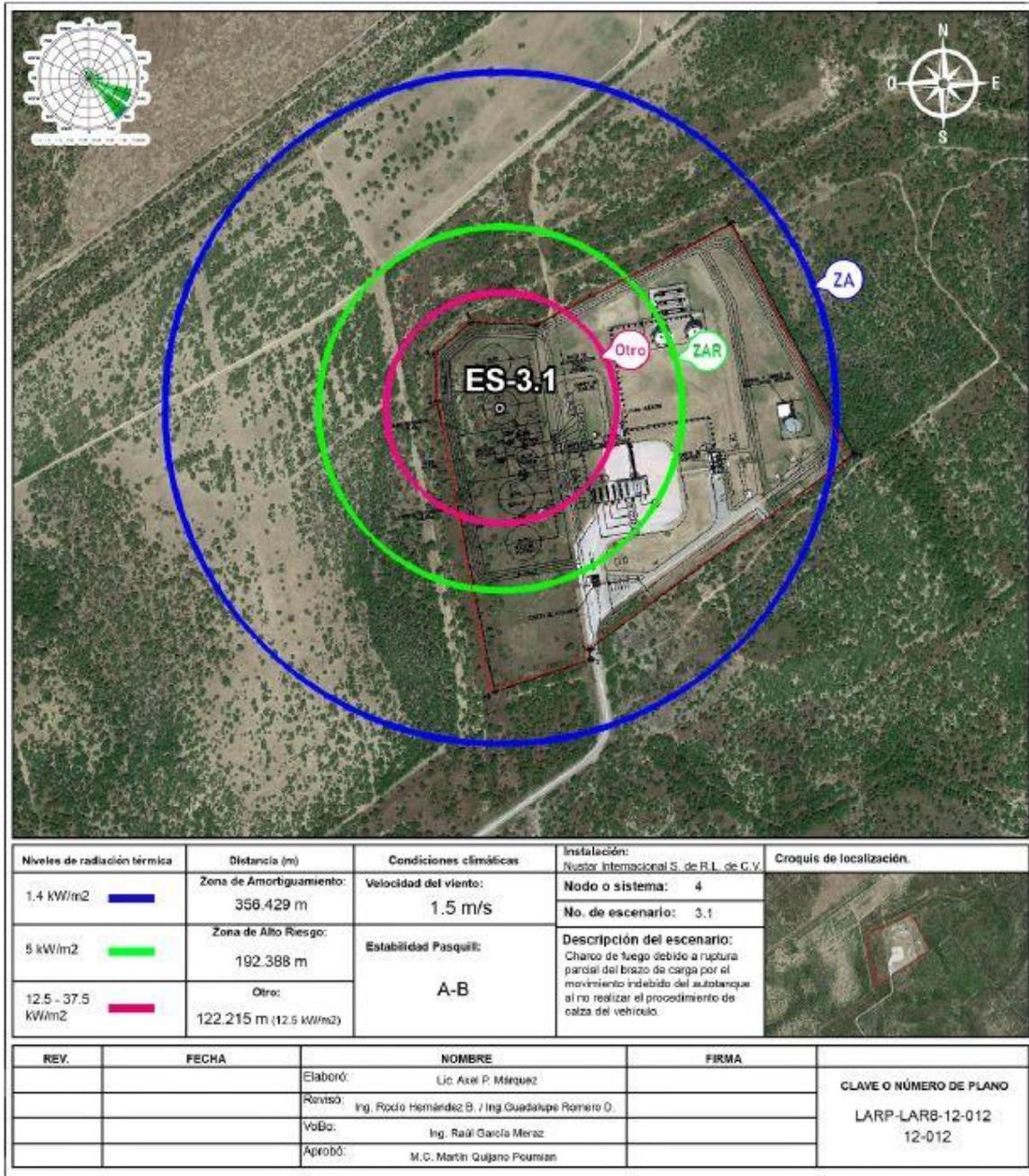


Figura V.4. Escenario 3.1 Radiación en Área de Llenaderas de Diésel.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 31 de 41 |

V.3 ANÁLISIS DE RIESGO.

V.3.1 REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.

En el presente proyecto de la Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo, no se identificaron escenarios de riesgo “No Tolerables y/o ALARP” de acuerdo a la jerarquización realizada en el numeral V.1.2.

V.3.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.

Para cada escenario de riesgo simulado se realiza un análisis y evaluación de posibles interacciones, en el probable caso de que estos se lleguen a presentar, considerando las áreas de interés, instalaciones, población, personal, ductos, cruzamientos, que se encuentren dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, donde se consideró la probabilidad de ocurrencia de un efecto domino, se describe detalladamente las posibles afectaciones a los receptores de riesgo. (Personas, población, medio ambiente, instalaciones, etc.).

De igual manera se mencionan las medidas preventivas que son consideradas para evitar el evento o minimizar la probabilidad de que ocurra, donde se justifica la compatibilidad del proyecto con el entorno, se consideran los programas de mantenimiento, e inspección, así como los programas de contingencias que se aplicaran una vez que se ponga en marcha el proyecto.

Tabla V. 16. Interacciones de Riesgos.

| Clave del escenario de riesgo | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo | Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados | Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|-------------------------------|---|---|--|---|--|
| E 1.1 | Tanque de Almacenamiento | Gasolina | Bomba | | <ul style="list-style-type: none"> • Diques de contención para derrames. • Monitoreo de volúmenes • Válvula con actuador motorizado para paros de emergencia. • Sistema de paro para Emergencia. (SPPE). • Niveles de alto y muy alto nivel. • Indicador de nivel. • Fosa de colector de derrames conectada al separador. |
| E 1.2 | Tanque de Almacenamiento | Gasolina | Bomba | | <ul style="list-style-type: none"> • Diques de contención para derrames. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 32 de 41 |

| Clave del escenario de riesgo | Equipo donde se presenta la fuga simulada | Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo | Sitios o equipos aledaños que pueden ser afectados | Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|-------------------------------|---|---|--|---|--|
| | | | | | <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de volúmenes • Válvula con actuador motorizado para paros de emergencia. • Sistema de paro para Emergencia. (SPPE). • Niveles de alto y muy alto nivel. • Indicador de nivel. • Fosa de colector de derrames conectada al separador. |
| E 2.1 | Bomba de Gasolina | Gasolina | Área de Carga y Tanque de Almacenamiento | | <ul style="list-style-type: none"> • Transmisor de presión. • Monitoreo remoto de operación de bombas desde el cuarto de control. • Bombas controladas por PLC. • Sistema de paro por emergencia. • Señalización de alarmas visual y sonora. • Sistema de control por fuego. |
| E 3.1 | Área de Carga de Auto tanque | Diésel | Patín de Medición/Islandias de Carga de Gasolinas | | <ul style="list-style-type: none"> • Válvula de bloqueo automático. • Filtro tipo canasta • Válvula de relevo (PSV). • Medidor de Flujo (FE). • Medidor local de Temperatura. • Transmisor de temperatura (TIT). • UCL unidad de control local. Monitoreada por el PLC. • PLC de proceso. • PLC de Seguridad. |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 33 de 41 |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 34 de 41 |

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto de la Terminal de Almacenamiento Nuevo Laredo, así como al ambiente, además describe a detalle las instalaciones y componentes ambientales (agua, suelo, flora, fauna), zonas habitacionales, escuelas, comunidades o asentamientos humanos que se encuentren inmersos en las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento, para cada uno de los escenarios simulados, así como los sistemas de seguridad y medidas para reducir la probabilidad de ocurrencia y/o consecuencia.

Tabla V.17. Descripción de los posibles receptores de Riesgo

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|---|--|
| Esc. 1.1 | <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 230.84 kW/m² hasta los 5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37 kW/m². 100% de mortalidad en 1 minuto. ▪ A 25 kW/m². 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos. ▪ A 12,5 kW/m². Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Es más que conveniente, refrigerar a la persona expuesta a esta dosis. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. ▪ A 9,5 kW/m². Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. ▪ A 8 kW/m². Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. ▪ Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. <p><u>Personal:</u> Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en el proyecto de la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de Tanque de Almacenamiento de gasolina regular, se incluyen los efectos o daños</p> | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 35 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|---|--|
| | <p>generados a las personas que se encuentren ubicadas dentro de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento.</p> <p>Para las personas que se encuentren a una distancia de 1 m donde se tiene una radiación de 230.84 KW/m² hasta una distancia de 70 m donde se recibiría una radiación de 42.34 KW/m² se espera la muerte de personas, ya que con 25 kW/m² se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 100 m con una radiación de 12,5 kW/m² que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo el 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p> <p>A partir de 183.79 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un límite de 341.07 m, donde se tendría 1.4 kW/m².</p> <p><u>Población:</u> Dado que la empresa se encuentra en una zona rural y donde aproximadamente a 250 m del proyecto con dirección Norte, se encuentra una localidad llamada “San Antonio”, la cual, según datos del XIV Censo General de Población y Viviendas 2010 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 1 persona y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 183.79 m, la afectación a la población sería alrededor de 1.82 kW/m².</p> <p><u>Ambiente:</u> Dentro del buffer de 500 m la vegetación que se encuentra es denominada como “matorral espinoso tamaulipeco” el cual al presentarse el evento de incendio puede resultar con afectaciones graves y puede causar un incendio aun mayor, es importante mencionar que la instalación de la terminal se encuentra cercana a un cuerpo de agua (Rio Bravo), donde se esperan cambios en la calidad del agua debido a la</p> | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 36 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|--|--|
| | <p>existencia de un derrame y lo referente a la vegetación por los efectos de la radiación podría presentarse la eliminación total de la cobertura vegetal y por ende la ruptura de los ciclos biológicos, cambios en la composición y distribución espacial y temporal de la flora y posible generación de un incendio forestal.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u> Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción.</p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 37.5 kW/m² hasta los 12.5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 11,7 kW/m². El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, ▪ A 12,5 kW/m². Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, ▪ A 25 kW/m². El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación, ▪ A 37,5 kW/m². Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, ▪ A 40 kW/m². Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques, ▪ A 60 kW/m². Máxima radiación tolerable por el cemento, ▪ A 200 kW/m². Debilitamiento del hormigón armado. <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m² a 12.5 kW/m², el rango de afectación sería de aproximadamente de 70 m a 120 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 1 m, donde se tiene una radiación de 230.84 kW/m² hasta una distancia de 60 m, con una radiación de 11.75 kW/m², donde la afectación sería suficiente para causar</p> | |

| | | |
|--|-----------------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 37 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|--|--|
| | <p>daño, ya que con 40 kW/m² que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos y tanques, a 37.5 kW/m² se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m² el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <ul style="list-style-type: none"> La empresa cuenta con medidas de seguridad para minimizar estos riesgos como Diques de contención para derrames, Monitoreo de volúmenes, Válvulas con actuador motorizado para paros de emergencia, Sistema de paro para Emergencia. (SPPE), Alarmas de Nivel de alto y muy alto nivel, Indicador de nivel, Fosa de colector de derrames conectada al separador, PLC de proceso y PLC de seguridad, manuales de mantenimiento donde se asegurarán que el personal tenga la capacitación. | |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|---|--|
| Esc. 1.2 | <p>Los niveles de sobrepresión para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2118.80 psi hasta 1 psi), obtenidos para el presente evento, causarán daños en personas, la población o ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> A 0,3 psi. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes en personas. A 2,3 psi. Umbral (1%) de rotura de tímpanos en personas. A 12,5 psi. 90% probabilidad de rotura de tímpanos en personas. A 14,3 psi. Umbral (1%) de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar. A 25,16 psi. 90% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar. <p><u>Personal:</u> La afectación a las personas que se encuentren en un radio de</p> | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 38 de 41 |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>5 m a partir del punto del evento de explosión, hasta una distancia de 50 m se espera el 90% de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar, a una distancia de 70 m con 14.3 psi, la afectación a las personas sería el 1% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar y ruptura de tímpanos en el 910 % , a partir de una distancia de 395.40 m que es el límite de la zona de alto riesgo, la supresión es inversamente proporcional a la distancia, entrando a la zona de amortiguamiento donde se tiene el 95% de no sufrir daños, esto es hasta alcanzar el límite de la zona amortiguamiento a una distancia de 672.12 m.</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural y donde aproximadamente a 250 m del proyecto con dirección Norte, se encuentra una localidad llamada “San Antonio”, la cual, cuenta con una población total de 1 persona y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 395.40 m, la afectación a la población no traería consecuencias graves ni fatalidades.</p> <p><u>Ambiente:</u></p> <p>Dentro del buffer de 500 m la vegetación que se encuentra es denominada como “matorral espinoso tamaulipeco” el cual al presentarse el evento de incendio puede resultar con afectaciones graves y puede causar un incendio aun mayor como resultado de la explosión, es importante mencionar que la instalación de la terminal tendrá se encuentra cercana a un cuerpo de agua (rio Bravo). La afectación al medio ambiente en este caso al rio Bravo, donde se espera que la calidad del agua tenga cambios y en lo referente a la vegetación, por los efectos de la sobrepresión que podría provocar un incendio el cual podría eliminar la cobertura vegetal y por ende la ruptura de los ciclos biológicos, cambios en la composición y distribución espacial y temporal de la flora y posible generación de un incendio forestal.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Perdidas económicas derivadas del daño a los equipos y la pérdida en la producción.</p> <p>Los niveles de sobrepresión para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 2118.80 lb/in² hasta los 5 lb/in²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en</p> | |
|--|---|--|

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 39 de 41 |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 3 psi. Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado. ▪ A 4,0 psi. Ruptura de recubrimientos de A 5,0 psi. Postes de madera arrancados. ▪ A 7,0 psi. Volcadura de carros de ferrocarril con carga. ▪ A 9,0 psi. Demolición de contenedores de ferrocarril con carga. ▪ A 10,0 psi. Posible destrucción total de edificios. ▪ A 14,5 - 29,0 psi. Rango de 1 a 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido. ▪ A 300 psi. Formación de cráter. <p>Los daños resultantes de una sobrepresión en la infraestructura de la Terminal de Almacenamiento en el área de tanques, con 2118.80 psi a una distancia de 5 m a partir del punto donde se genera el evento, hasta una distancia de 50 m con tan solo 10 psi, se espera la destrucción total de edificios y el desplazamiento y ruptura de tanques de almacenamiento. Esto se presentaría principalmente en el área de entre 70 m y 150 m los cuales son las zonas de alto riesgo y amortiguamiento.</p> | |
|--|---|--|

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|--|--|
| Esc. 2.1 | <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 159.34 kW/m² hasta los 5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 37 kW/m². 100% de mortalidad en 1 minuto. ▪ A 25 kW/m². 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos. ▪ A 12,5 kW/m². Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. ▪ A 9,5 kW/m². Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 40 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 8 kW/m². Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. ▪ Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. <p><u>Personal:</u></p> <p>Para las personas que se encuentren a una distancia de 1 m donde se tiene una radiación de 159.34 KW/m² hasta una distancia de 30 m donde se recibiría una radiación de 41.94 KW/m² se espera la muerte de personas, ya que con 25 kW/m² se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 60 m con una radiación de 12,5 kW/m² que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p> <p>A partir de 95.92 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un límite de 178.71 m, donde se tendría 1.4 kW/m² y las afectaciones serian mínimas sin causar fatalidades en las personas.</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural y donde aproximadamente a 250 m del proyecto con dirección Norte, se encuentra una localidad llamada “San Antonio”, la cual, según datos del XIV Censo General de Población y Viviendas 2010 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 1 persona y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 178.71 m, la afectación a la población seria nula ya que se encontraría fuera del límite de la zona de amortiguamiento con una radiación menor a 1.4 kW/m².</p> <p><u>Ambiente:</u></p> | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 41 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|--|--|
| | <p>Dentro del buffer de 500 m la vegetación que se encuentra es denominada como “matorral espinoso tamaulipeco” el cual al presentarse el evento de incendio puede resultar con afectaciones graves y donde se puede presentar un incendio aun mayor, es importante mencionar que la instalación de la terminal tendrá se encuentra cercana a un cuerpo de agua (Rio Bravo). La afectación al medio ambiente, en este caso al rio Bravo, donde se podrían presentar cambios en la calidad del agua debido a la existencia de un derrame y en lo referente a la vegetación, los efectos de la radiación, podría presentarse la eliminación total de la cobertura vegetal y por ende la ruptura de los ciclos biológicos, cambios en la composición y distribución espacial y temporal de la flora y posible generación de un incendio forestal.</p> <p>⌘ <u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 159.34 kW/m² hasta los 1.4 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 11,7 kW/m². El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, ▪ A 12,5 kW/m². Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, ▪ A 25 kW/m². El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación, ▪ A 37,5 kW/m². Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, ▪ A 40 kW/m². Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques, ▪ A 60 kW/m². Máxima radiación tolerable por el cemento, ▪ A 200 kW/m². Debilitamiento del hormigón armado. | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 42 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|---|--|
| | <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m² a 12.5 kW/m², el rango de afectación sería de aproximadamente de 1 m a 60 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 1 m, donde se tiene una radiación de 159.34 kW/m² hasta una distancia de 60 m, con una radiación de 12.57 kW/m², donde la afectación sería suficiente para causar daño a las instalaciones que se encuentren dentro de esta distancia, ya que con 40 kW/m² que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos y tanques, a 37.5 kW/m² se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m² el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <p>La empresa cuenta con medidas de seguridad para minimizar estos riesgos como transmisor de presión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo remoto de operación de bombas desde el cuarto de control. • Bombas controladas por PLC. • Sistema de paro por emergencia. • Señalización de alarmas visual y sonora • .Sistema de control por fuego. | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 43 de 41 |

| Clave de Descripción del Escenario de Riesgo | Receptores de Riesgo | Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo) |
|--|--|--|
| Esc. 3.1 | <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 282.77 kW/m² hasta los 5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en el personal, la población o el ambiente de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A 37 kW/m². 100% de mortalidad en 1 minuto. • A 25 kW/m². 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos. • A 12,5 kW/m². Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado. • Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos. • A 9,5 kW/m². Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos. • A 8 kW/m². Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto. • Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio. <p><u>Personal:</u> Para las personas que se encuentren a una distancia de 1 m donde se tiene una radiación de 282.77 KW/m² hasta una distancia de 60 m donde se recibiría una radiación de 47.35 KW/m² se espera la muerte de personas, ya que con 25 kW/m² se tiene el 1% de probabilidad de mortalidad en 1 minuto y lesiones significativas en 10 segundos, asimismo a una distancia a partir de 120 m con una radiación de 12,5 kW/m² que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin trajes especiales, se tendría solo 1% de mortalidad en 1 minuto y quemaduras de 1er grado en 10 segundos.</p> <p>A partir de 192.38 m donde es el límite de la zona de alto riesgo y donde la distancia es inversamente proporcional a la radiación, hasta alcanzar la zona de amortiguamiento con un</p> | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 44 de 41 |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>límite de 356.342 m, donde se tendría 1.4 kW/m².y las afectaciones serian mínimas sin causar fatalidades en las personas.</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Dado que la empresa se encuentra en una zona rural y donde aproximadamente a 250 m del proyecto con dirección Norte, se encuentra una localidad llamada “San Antonio”, la cual, según datos del XIV Censo General de Población y Viviendas 2010 realizado por INEGI, cuenta con una población total de 1 persona y dado que el límite de la zona de alto riesgo se encuentra a 192.38 m, la afectación a la población seria nula ya que se encontraría fuera del límite de la zona de amortiguamiento con una radiación menor a 1.4 kW/m².</p> <p><u>Ambiente:</u></p> <p>Dentro del buffer de 500 m la vegetación que se encuentra es denominada como “matorral espinoso tamaulipeco” el cual al presentarse el evento de incendio puede resultar con afectaciones graves y provocar un incendio aun mayor, es importante mencionar que la instalación de la terminal se encuentra cercana de un cuerpo de agua (Rio Bravo), el cual podría resultar con cambios en la calidad del agua, esto debido a la existencia de un derrame, si este llegara a presentarse, y en lo referente a la vegetación, los efectos de la radiación resultarían en la eliminación total de la cobertura vegetal teniendo por ende la ruptura de los ciclos biológicos, cambios en la composición y distribución espacial y temporal de la flora y posible generación de un incendio forestal.</p> <p><u>Producción/Instalación:</u></p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 282.77 kW/m² hasta los 1.4 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • A 11,7 kW/m². El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, • A 12,5 kW/m². Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, • A 25 kW/m². El acero delgado, aislado, puede perder | |
|--|---|--|

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | V |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 45 de 41 |

| | | |
|--|---|--|
| | <p>su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación,</p> <ul style="list-style-type: none"> • A 37,5 kW/m². Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, • A 40 kW/m². Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques, • A 60 kW/m². Máxima radiación tolerable por el cemento, • A 200 kW/m². Debilitamiento del hormigón armado. <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m² a 12.5 kW/m², el rango de afectación sería de aproximadamente de 1 m a 60 m teniendo el daño a la infraestructura, la cual es suficiente para causar daño a equipos e proceso y produciría el colapso de estructuras, con 40 kW/m². Es el máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques y con 25 kW/m² el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <p>La empresa cuenta con medidas de seguridad para minimizar estos riesgos como transmisor de presión.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Válvula de bloqueo automático. • Filtro tipo canasta. • Válvula de relevo (PSV). • Medidor de Flujo (FE). • Medidor local de Temperatura. • Transmisor de temperatura (TIT). • UCL unidad de control local (monitoreada por el PLC). • PLC de proceso. • PLC de Seguridad. | |
|--|---|--|

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 1 de 17 |

Contenido

| | |
|---|----|
| VI. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO. | 2 |
| VI.1. SISTEMAS Y EQUIPOS CONTRA INCENDIO. | 2 |
| VI.1.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (BASE AGUA)..... | 4 |
| VI.1.2. RED DE AGUA CONTRA INCENDIO. | 6 |
| VI.1.3. SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIOS. | 7 |
| VI.1.4. SISTEMA DE SUPRESIÓN..... | 9 |
| VI.1.5. EXTINTORES (PORTÁTILES Y MÓVILES). | 10 |
| VI.2. SISTEMAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD EN EL PROCESO. | 10 |
| VI.2.1. EQUIPOS DE SEGURIDAD-REGADERAS DE EMERGENCIA Y LAVA-OJOS. | 10 |
| VI.2.2. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA. | 10 |

Tablas

| | |
|---|----|
| Tabla VI.1. Área de proceso que deben ser protegidos por los sistemas de protección contra incendios Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo. | 3 |
| Tabla VI.2. Sistemas de protección para edificios. | 9 |
| Tabla VI.3. Espaciamiento de los detectores de humo según el movimiento del aire..... | 11 |
| Tabla VI.4. Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielo. | 12 |
| Tabla VI.5. Coordenadas UTM de la localización de áreas que contemplan sistemas y equipos de seguridad..... | 15 |
| Tabla VI.6. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos..... | 16 |

Figura

| | |
|---|----|
| Figura VI.1 ubicación de las áreas donde se pretende instalar Sistemas de seguridad para el proyecto “Terminal de Almacenamiento de nuevo Laredo”. | 14 |
|---|----|

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 2 de 17 |

VI. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

Como se mencionó anteriormente, el proyecto está en su etapa de diseño, por lo que en el presente capítulo se indican los criterios que deben ser utilizados en el diseño de los sistemas de protección contra incendio y los sistemas y equipos de seguridad en el proceso para el proyecto “Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo”:

VI.1. SISTEMAS Y EQUIPOS CONTRA INCENDIO.

Se pretende contar con sistemas de protección a base de solución agua-espuma, sistemas de supresión a base de agente limpio / CO₂, sistemas de detección y alarma, que tienen como propósito, en caso de presentarse un incendio, el salvaguardar la vida de las personas que laborarán en la planta, así como proteger las instalaciones, y su entorno, que son parte del proyecto "Terminal Nuevo Laredo", Nuevo Laredo, Tamaulipas.

En la terminal se manejarán, almacenarán y se cargarán auto tanques para la distribución de destilados tales como el diésel, la gasolina Premium y la gasolina regular.

Las sustancias manejadas representan un riesgo de incendio y explosión debido a sus propiedades fisicoquímicas, por lo que es necesario que las instalaciones deban de estar provistas de protección contra incendios y sistemas de alarma y detección con la finalidad de proteger al personal y las instalaciones.

El diseño de los sistemas deberá cumplir con los requisitos solicitados por las normas nacionales e internacionales aplicables a este tipo de proyectos.

En general, se consideran los siguientes sistemas de protección contra incendios:

- ✓ Sistemas de protección contra incendio – rociadores
- ✓ Sistema de protección a base de solución agua-espuma
- ✓ Sistema de supresión a base de agente limpio
- ✓ Sistema de supresión a base de CO₂ - Sistema de detección y alarma
- ✓ Extintores portátiles y extintores sobre ruedas

La protección contra incendios es considerada en las siguientes áreas:

- ✓ Bombas de proceso
- ✓ Área de tanques de almacenamiento
- ✓ Trampa receptora
- ✓ Patín de medición
- ✓ Unidad de recuperación de vapores
- ✓ Área de llenaderas (auto tanques)
- ✓ Estacionamiento
- ✓ Área de Edificios

Se indican a continuación las áreas de proceso, tag / descripción y capacidades que se toman como base para el diseño de los Sistemas Contra Incendio a ser instalados.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 3 de 17 |

Tabla VI.1. Área de proceso que deben ser protegidos por los sistemas de protección contra incendios Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo.

| Área | Descripción | | Notas |
|--|--------------------|--|-------------------------------------|
| Área de Tanques de Almacenamiento | TA-1010 | Tanque de Diésel (ULSD) | 80,000 BBLS |
| | TA-1020 | Tanque de Gasolina Regular | 80,000 BBLS |
| | TA-1030 | Tanque de Gasolina Premium | 25,000 BBLS |
| | TA-1040 | Tanque de Trans-Mix | 10,000 BBLS |
| | T-1150 | Tanque de Almacenamiento atmosférico, Aditivos 1 | 5m ³ |
| Casa de Bombas de Proceso | P-1010 | Bomba de Diésel | 136.3m ³ /h |
| | P-1020 | Bomba Centrifuga Horizontal de Gasolina Regular | 136.3m ³ /h |
| | P-1030 | Bomba centrifuga Horizontal de Gasolina Premium | 136.3m ³ /h |
| | P-1040 | Bomba Centrifuga Horizontal de Gasolina de Trans-Mix | 136.3m ³ /h |
| | P-1150 | Bombas de Medición Aditivo 1 | 1.13m ³ /h |
| No disponible | SP-1010 | Separador de Aceite | 5.4m ³ |
| Patín de Medición de Transferencia de Custodia | XXXX-XXXX | Gasolina/ Diésel/ C3 | N/A |
| Trampa Receptora | PR-2020 | Gasolina/ Diésel/ C3 | 125.9m ³ |
| Unidad de Recuperación de Vapores (URV) | Q-1010 | Unidad de Recuperación de Vapores. | 1500m ³ /h (6600 gpm) |
| Estaciones de Carga | PK-01 A /B /C | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diésel / Gasolina Regular/ Gasolina Premium. | 136.3m ³ /h |

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 4 de 17 |

| Área | Descripción | | Notas |
|------|-------------|--|------------------------|
| | PK-02 A /B | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diésel / Gasolina Regular. | N/D |
| | PK-03 A /B | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diésel / Gasolina Regular. | 136.3m ³ /h |
| | PK-04 A /B | Brazos de Carga para Carro Tanque para los servicios: Diésel / Gasolina Regular. | 136.3m ³ /h |
| N/D | PK-05 | Brazos de Carga para Carro Tanque para el servicio: Transmix. | 136.3m ³ /h |

N/D = No disponible.

N/A = No aplica.

VI.1.1. SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS (BASE AGUA).

❖ **Área de Bombas de Proceso.**

Las bombas de proceso localizadas en la Terminal deben ser protegidas con un sistema automático de rociadores contra incendios basados en la solución de agua-espuma, que descargará esta misma sobre la superficie protegida, dicha solución debe tener una densidad de aplicación no menor de 0.16 gpm / ft² de acuerdo a la norma NOM-006-ASEA-2017 y NFPA-16 última edición, este sistema es activado por medio de detectores, cuando se detecta y se confirma el fuego, el sistema se activa.

La solución agua-espuma debe formularse al 3% o 6% de concentración, de acuerdo a lo indicado por la NOM-006- ASEA-2017 en el punto 8.3.15. Es importante mencionar que el líquido combustible MTBE debe ser combatido con concentrado de espuma resistente al alcohol.

La solución agua espuma debe ser descargada por un periodo de 10 minutos en base a la densidad de aplicación de acuerdo con la norma NFPA-16.

Los cálculos hidráulicos deben ser realizados de acuerdo a los requerimientos indicados en el NFPA 13.

El material de la tubería que maneja la solución agua-espuma debe ser acero al carbón ASTM A53 Gr. B.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 5 de 17 |

Para los sistemas de rociadores a base solución agua-espuma se considera un tanque tipo vejiga (vertical u horizontal) para el sistema agua-espuma.

❖ **Área de Recepción y Entrega.**

Las áreas de recepción y entrega, llenaderas de autotanque, requieren ser protegidas con un sistema de rociadores automáticos contra incendio a base de solución agua-espuma, el cual descargará la solución sobre la superficie protegida, dicha solución debe tener una densidad de aplicación no menor de 0.16 gpm/ ft² de acuerdo a la norma NOM-006-ASEA-2017 y NFPA-16 última edición, este sistema es activado por medio de detectores, cuando se detecta y se confirma el fuego, el sistema se activa.

La solución agua-espuma debe formularse al 3% o 6% de concentración, de acuerdo a lo indicado por la NOM-006- ASEA-2017 en el punto 8.3.15. Es importante mencionar que el líquido combustible MTBE debe ser combatido con concentrado de espuma resistente al alcohol.

La solución agua espuma debe ser descargada por un periodo de 10 minutos en base a la densidad de aplicación de acuerdo con la norma NFPA-16.

Los cálculos hidráulicos deben ser realizados de acuerdo a los requerimientos indicados en el NFPA 13.

El material de la tubería que maneja la solución agua-espuma debe ser acero al carbón ASTM A53 Gr. B.

Para los sistemas de rociadores a base solución agua-espuma se considera un tanque tipo vejiga (vertical u horizontal) para el sistema agua-espuma.

❖ **Área de Tanques de Almacenamiento.**

El área de almacenamiento cuenta con cinco tanques que almacenan líquidos combustibles tales como (diésel, gasolina regular, gasolina Premium y trans-mix), estos tanques tienen una capacidad de almacenamiento de 10,000 a 80,000 barriles.

▪ **Enfriamiento a base de aspersion de agua.**

Con el objetivo de enfriar la superficie del tanque de almacenamiento, éste debe ser provisto con un sistema de diluvio para aplicación de agua contra incendio, que debe de cumplir con los requerimientos de API-2030-2014 y/o NFPA-15- 2017, los tanques serán provistos de anillos de enfriamiento donde estarán localizadas las boquillas de aspersion, cada anillo será dividido en sectores para optimizar la cantidad de agua al tanque, el agua se suministrará a través de cabezales que deberán ser de tamaño apropiado para suministrar lo requerido por las boquillas de aspersion.

Cada tubería que suministre agua de protección contra incendio para cualquier sector deberá ser provista con una válvula de diluvio que tendrá el diámetro igual

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 6 de 17 |

al diámetro de la tubería. Las boquillas de aspersion serán de un ángulo de cobertura mínimo de 120° con un traslape entre boquillas del 15%. La distancia desde la boquilla a la pared del tanque debe ser de 600 mm a 900 mm.

Los tanques de almacenamiento atmosférico deben tener una densidad de aplicación de aspersion de agua- no menor a 0.1 gpm/ft².

- **Protección a base de solución agua-espuma.**

El tipo de concentrado de espuma seleccionado para tanques que almacenan gasolina y diésel es AFFF.

Los tanques de almacenamiento atmosférico deben tener una densidad de aplicación agua-espuma no menor a 0.1 gpm/ft².

En los tanques atmosféricos tendrán cámaras de espuma tipo II, el número de cámaras de espuma provista por cada uno de los tanques dependerá del tipo de tanque y diámetro, de acuerdo a los requerimientos indicados por la norma NFPA-11-2016.

El sistema de diluvio se activará cuando los detectores de flama detecten fuego confirmado.

- **Protección con basada en solución agua-espuma (Área de Dique de Tanques de Almacenamiento)**

En el área de diques de tanque de almacenamiento, se considera proteger con monitores, que descargará a 3% o 6% de solución agua espuma sobre la superficie protegida de la descarga.

Los monitores serán provistos con lo siguiente:

- ✓ Boquillas adecuadas para descargar solución agua-espuma.
- ✓ Recipientes de almacenamiento (tote) de concentrado de espuma que deben contener el concentrado apropiado.
- ✓ Los dispositivos y accesorios para conectar el tanque de concentrado con la boquilla de monitor.

La densidad de aplicación de descarga de solución de agua-espuma deberá ser al menos de 0.16 gpm/ft². La duración de la descarga debe ser de acuerdo a los requerimientos indicados en la NFPA-11-2016.

VI.1.2. RED DE AGUA CONTRA INCENDIO.

La Terminal de Almacenamiento será provista de una red contra Incendio, conformada por anillo principal en la periferia con tubería adecuada para suministrar el flujo y presión requeridas para cubrir el riesgo mayor que se presente dentro de las instalaciones que conforman parte del proyecto, con los siguientes componentes: válvulas, hidrantes, hidrantes-monitores, válvulas de seccionamiento, conexiones de cuerpo de bomberos, mangueras, entre otros.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 7 de 17 |

El diámetro de la tubería será determinado considerando una velocidad de 15 ft/s, el material de la tubería será en acero al carbón, la cual debe ser del tipo listada y/o aprobada UL/FM y debe ser provista de un sistema de retenedores de acuerdo a NFPA-24-2016

El material de la tubería superficial será de acero al carbón (negro) de acuerdo a la especificación ASTM A-53 Gr. B (tubería negra) para sistemas húmedos.

Los sistemas secos (donde la tubería no esté vacía), la tubería de acero al carbón debe estar conforme a la especificación ASTM A-53 Gr. B y debe ser galvanizada de acuerdo a los requerimientos de NFPA-24-2106.

Cada uno de los anillos debe tener un número máximo de conexiones (sistemas, equipos, etc.) a los cuales suministra agua contra incendio, este número debe estar conforme a lo indicado en NFPA-24-2016.

VI.1.3. SISTEMA DE BOMBEO DE AGUA CONTRA INCENDIOS.

❖ **Bombas Principales.**

El sistema de bombeo de agua contra incendio principal es de accionamiento con motor eléctrico.

El sistema de bombeo de agua contra incendio será suministrado con todos sus accesorios tales como válvulas de seguridad, baterías, etc. Todos los equipos de bombeo serán del tipo listado y aprobado UL/FM.

El diámetro de tubería de succión de las bombas contra incendio debe ser dimensionado considerando que la tubería de succión debe manejar el flujo máximo de 150% del flujo nominal de cada uno de los equipos de bombeo principal, manejando una velocidad de 15 ft/s, de acuerdo a NFPA-20-2016.

El arreglo de los equipos de bombeo debe cumplir con los requerimientos del estándar NFPA-20-2016.

Se deben considerar cabezales de retorno de las válvulas de seguridad, las dimensiones de las válvulas de seguridad deben de cumplir con los requerimientos indicados en la tabla 4.27 (a) del NFPA-20-2016.

El cabezal de pruebas debe ser dimensionado de tal manera que el diámetro mínimo del cabezal debe ser a lo indicado en la tabla 4.27 (a) del NFPA-20-2016, el cabezal de pruebas debe ser provisto de un medidor de flujo el cual debe ser capaz de manejar el 150% del flujo nominal de los equipos de bombeo, el diámetro mínimo del dispositivo medidor de flujo debe ser igual a lo indicado en la tabla 4.27 (a) del NFPA-20-2016.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 8 de 17 |

- **Bombas Contra Incendio de Emergencia**
 El sistema de bombeo para el servicio de agua contra incendio debe contar una bomba de emergencia, la cual entra en operación en caso de falla de la bomba principal, la bomba de emergencia debe tener una capacidad igual a la bomba principal y tiene las mismas características.
 La bomba será suministrada con su tanque de almacenamiento de Diésel y su tablero de control, así como todos sus accesorios tales como válvulas de seguridad, baterías, etc., debe ser listado y aprobado UL/FM.
 El diseño de los equipos de bombeo del sistema de agua contra incendio debe ser tomado del estándar NFPA-20-2016.

- **Bomba Contra Incendio Jockey**
 La bomba cuyo objetivo es presurizar la red da agua contra incendio (Bomba Jockey) debe ser accionada por motor eléctrico y debe ser la responsable de mantener la presión en la red de contra incendio, por lo tanto deberá tener una presión de descarga de 10 a 15 psi mayor que la presión de la bomba principal y de la bomba de emergencia.
 El flujo que debe manejar esta bomba es del 1% de flujo nominal manejado por la bomba principal de acuerdo a los requerimientos indicados en el Handbook del estándar NFPA 20-2016. La bomba jockey debe operar de manera automática al detectar una caída de presión del 10% de la red de agua contra incendio, y parar automáticamente cuando la presión se restablece en la red de agua contra incendio. La bomba jockey debe contar con su un tablero de control y debe ser alimentado de acuerdo a los requerimientos de la NFPA 20-2016.

❖ **Tanque de Almacenamiento de Agua Contra Incendio**

El sistema cuenta con un Tanque de Almacenamiento de Agua Contra incendio, el tanque debe tener la capacidad adecuada para almacenar durante 4 horas de acuerdo a lo señalado en la norma NOM-006-ASEA-2017. El tanque de almacenamiento de agua contra incendio debe ser dimensionado con capacidad suficiente para cubrir el riesgo mayor generado por un incendio. El tanque debe estar diseñado y fabricado de acuerdo a los requerimientos del estándar NFPA-22-2018.

Se debe contar con dispositivos de monitoreo para la supervisión del nivel de agua y disponibilidad en el sistema de agua contra incendio integrado para el Monitoreo y Sistema Digital de Control (SDMC).

❖ **Sistema de Gabinetes con Manguera**

En los edificios donde sea requerido se utilizará un sistema de gabinetes con manguera, dichos gabinetes deben ser diseñados de acuerdo al estándar NFPA 14-2016. Para interiores se consideran gabinetes tipo II, el cual consta de mangueras de 1 ½” y 15 m de longitud, de acuerdo a lo indicado en la NFPA 14-2016, los gabinetes y sus accesorios deben cumplir con la NFPA 14. Se considera para determinar el número de gabinetes de manguera que cada gabinete tiene una cobertura de 39 m (130 ft) de radio.

| | | |
|--|-----------------|-----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 9 de 17 |

❖ **Sistemas de Protección para Edificios.**

Para la protección de los siguientes edificios donde sea necesario, estarán protegidos por sistemas de detección y supresión de acuerdo a lo indicado en las siguientes regulaciones:

- ✓ NFPA-12
- ✓ NFPA-2001
- ✓ NFPA-72

Tabla VI.2. Sistemas de protección para edificios.

| Edificios | Clasificación de la Ocupación | Sistema de Protección. |
|--|--------------------------------------|---|
| Edificio de CCM | Riesgo ligero. | Será protegido con un sistema de supresión con base de CO ₂ , detectores de humo y extintores. |
| Laboratorio de cortes de producto | Riesgo ligero | Será protegido con detectores de humo, extintores y regaderas de emergencia y lava-ojos |
| Edificios (estructura Metálica) | Clasificación de la Ocupación | Sistema de Protección. |
| Cobertizo de carga y descarga de auto tanques. | Riesgo alto | Protegido con extintores, detector de flama, detector de gas, solución de espuma y monitores. |
| Cobertizo de residuos peligrosos | Riesgo ligero. | Protegido con extintores. |

VI.1.4. SISTEMA DE SUPRESIÓN.

❖ **Edificio de CCM**

El edificio de CCM debe ser protegido mediante un sistema a base de CO₂ el cual debe ser diseñado con el estándar NFPA-12-2015.

Este debe operar automáticamente mediante un sistema de detección y alarma el cual debe ser diseñado de acuerdo a lo indicado en el estándar NFPA 72-2016 y alambrado y cableado de acuerdo a NFPA 70-2017.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 10 de 17 |

VI.1.5. EXTINTORES (PORTÁTILES Y MÓVILES).

❖ Extintores Portátiles

Los extintores portátiles de polvo químico, son de las siguientes características:

- ✓ Unidades de extinción 40 a 120-B:C
- ✓ Agente extintor a base de bicarbonato de potasio
- ✓ Capacidad de 9 Kg (20 lb)
- ✓ Color rojo bermellón
- ✓ Tiempo de descarga de 8 a 25 segundos
- ✓ Alcance horizontal de chorro de 3.04 a 6.09 m (10 a 20 ft) y deben cumplir con los requerimientos del NFPA 10-2018.

❖ Extintores Móviles-Sobre ruedas

Los extintores móviles de polvo químico, son de las siguientes características:

- ✓ Unidades de extinción 80 a 640-B:C
- ✓ Agente extintor a base de bicarbonato de potasio
- ✓ Capacidad de 68 Kg (150 lb).

VI.2. SISTEMAS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD EN EL PROCESO.

VI.2.1. EQUIPOS DE SEGURIDAD-REGADERAS DE EMERGENCIA Y LAVA-OJOS.

❖ Regaderas de Emergencia y Lava-Ojos.

Las regaderas de emergencia con lava-ojos deben cumplir con los requerimientos establecidos en el estándar ANSI/ISEA Z358.1-2014 “American National Standard for Emergency eyewash and shower equipment”.

Las regaderas de emergencia con lava-ojos, deben ser localizadas en un lugar accesible, y deben ser provistos con todos sus accesorios, indicados en la norma ANSI/ISEA Z358.1-2014. La regadera con capacidad mínima de flujo de 20 gpm con un tiempo de operación de 15 minutos. El lava-ojos debe proporcionar un flujo mínimo de 0.4 gpm por 15 minutos.

VI.2.2. SISTEMA DE DETECCIÓN Y ALARMA.

❖ Detectores de Calor.

Dentro de los edificios se considerará la instalación de detectores de calor que se activan a un cierto rango de temperatura, la alimentación debe ser 24 V.c.c. nominal de +/- 25% de acuerdo a los requerimientos de la norma NFPA 72.

❖ Detectores de Humo tipo Fotoeléctricos.

Dentro de los edificios se debe considerar un sistema automático de detección de humo a base de detectores de humo tipo fotoeléctrico inteligentes para áreas no clasificadas de acuerdo a los requisitos de la NFPA 72.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 11 de 17 |

Los detectores deben operar con:

Un área máxima de cobertura de 84 m² (900 ft²) de acuerdo a la norma NFPA-72-2016, con una separación máxima de 9 m entre ejes de detectores, estas medidas pueden aumentarse o disminuirse dependiendo de la velocidad estimada del desarrollo de fuego, como se establece en la NOM-002-STPS-2010. No debe pasar al compartimiento del sensor ninguna partícula mayor a 1,3 mm ± 0,05 mm de acuerdo con el numeral 4.8 de la ISO 7240-7-2011. Los detectores deben estar listados UL y aprobados FM.

Tabla VI.3. Espaciamiento de los detectores de humo según el movimiento del aire.

| Cambios de Aire por Minuto | Cambios de aire por hora | Espacio por detector | |
|----------------------------|--------------------------|----------------------|-----|
| | | M2 | Ft2 |
| 1 | 60 | 125 | 12 |
| 2 | 30 | 250 | 23 |
| 3 | 20 | 375 | 35 |
| 4 | 15 | 500 | 46 |
| 5 | 12 | 625 | 58 |
| 6 | 10 | 750 | 70 |
| 7 | 8.6 | 875 | 81 |
| 8 | 7.5 | 900 | 84 |
| 9 | 6.5 | 900 | 84 |
| 10 | 6 | 900 | 84 |

Adicionalmente de acuerdo al punto 17.6.3.4.5.1 de la norma NFPA-72-2016 debe diseñarse de acuerdo a la altura a la cual estará instalado el detector de humo considerando la siguiente tabla:

Para los edificios se debe proporcionar los cambios de aire por hora.

| | | |
|--|----------|-----------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 12 de 17 |

Tabla VI.4. Reducción del espaciamiento de los detectores de calor según la altura del cielo.

| Altura del cielorraso mayor de (>) | | Hasta e Inclusive | | Multiplicar espaciamiento listado por |
|------------------------------------|-----|-------------------|-----|---------------------------------------|
| ft | M | Ft | m | |
| 0 | 0 | 10 | 3 | 1 |
| 10 | 0.3 | 12 | 3.7 | 0.91 |
| 12 | 0.7 | 14 | 4.3 | 0.84 |
| 15 | 4.3 | 16 | 4.9 | 0.77 |
| 16 | 4.9 | 18 | 5.5 | 0.71 |
| 18 | 5.5 | 20 | 6.1 | 0.64 |
| 20 | 6.1 | 22 | 6.7 | 0.58 |
| 22 | 6.7 | 24 | 7.3 | 0.52 |
| 24 | 7.3 | 26 | 7.9 | 0.46 |
| 26 | 7.9 | 28 | 8.5 | 0.40 |
| 28 | 8.5 | 30 | 9.1 | 0.4 |

❖ **Detectores de Flama.**

El área de tanques, Área de Bombas y llenaderas será provista con detectores de flama del tipo UV/IR, los cuales deben detectar la presencia de fuego a través de la luz producida por el mismo, generando la activación de las alarmas audible y visible, además de la activación de los sistemas de diluvio dependiendo el área.

❖ **Detectores de Gas Combustible**

El área de tanques, Área de Bombas y llenaderas será provista con detectores de Gas Combustible tipo catalítico, los cuales detectarán al menos dos niveles de concentración de gas, activando las alarmas audibles y visibles, activando los sistemas de diluvio dependiendo el área.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. "Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo" | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 13 de 17 |

❖ **Alarmas Audibles / Visibles**

Las alarmas audibles y visibles dentro de los edificios deben cumplir con la NFPA-72-2016 y estar listados UL y/o aprobados FM, la alarma audible debe tener por lo menos 15 dB mayor que el área o 5 dB sobre el máximo que pudiera presentarse durante 60 segundos, pero no más de 120 dB. La alarma estroboscópica debe ser destellante/intermitente con una velocidad de intermitencia de destellos por minuto (2Hz) y mínimo de 60 destellos por minuto (1Hz) con una intensidad lumínica de 700 cd a 1000 cd (intensidad efectiva).

Las alarmas se instalarán de acuerdo a la NFPA 72. La alarma estroboscópica debe ser para montarse en pared, para uso en exterior a prueba de agua. Debe poder soportar una temperatura desde -40°C a 66.1 °C. Operar a 25 V.C.D.

❖ **Estaciones Manuales de Alarma por Fuego.**

Los edificios deben ser provistos de estaciones manuales, las cuales deben estar instaladas en una caja resistente, la acción debe ser del tipo "empujar y jalar" para operar con una sola mano, debe ser listada UL y aprobada FM en color rojo. La estación manual debe poder restituirse con llave y debe estar instalada en entradas y salidas y en puntos estratégicos como rutas de evacuación. La estación debe operar con una alimentación eléctrica de 25 V.C.D. para montaje en pared, las estaciones deben colocarse a una altura de 1.5 metros del nivel de piso terminado a no más de 1.5 m de distancia de las puertas de acuerdo a la NFPA-72-2016.

❖ **Módulos de Control.**

El módulo de control para el edificio debe contar con una alimentación de 24 VCD. Debe estar provisto de un Led indicador, debe operar a un rango de temperatura de 0°C a 49 °C (32°F a 120°F) y un rango de humedad relativa de 10% a 93% no condensable y debe contar con caja para montaje.

❖ **Módulos Aislador Inteligente.**

Los módulos aislador inteligente para los edificios deben estar provistos de un led indicador con una alimentación de 24 VCD. Debe de operar a una humedad relativa de 10% a 93% no condensable. Debe contar con caja para montaje.

❖ **Módulos Monitor.**

Los módulos monitor para los edificios tienen una alimentación de 24 VCD. Rango de temperatura de 0°C a 49 °C (32°F a 120°F) y un rango de humedad relativa de 10% a 93% no condensable. Debe contar con caja para montaje.

❖ **Módulos Mini Monitor.**

Los mini módulos para el edificio tienen una alimentación de 24 VCD. Rango de temperatura de 0°C a 49 °C (32°F a 120°F) y un rango de humedad relativa de 10% a 93% no condensable. Debe contar con caja para montaje.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 14 de 17 |

❖ **Fuente de poder Auxiliar.**

La fuente de poder auxiliar para los edificios debe de cumplir con la NFPA -72. Debe estar listada por UL y/o aprobada por FM. La fuente de poder debe de operar a 24 VCD @ 6 AMP.

❖ **Tablero de Control del Sistema de Detección y Alarma.**

El tablero de control para el sistema de detección y alarma, debe recibir las señales generadas por los dispositivos de iniciación de la misma forma debe enviar señales hacia los dispositivos de notificación. El tablero de control debe ser capaz de comunicarse con otros tableros a través de un protocolo de comunicación.

En la **Figura VI.1**, se indica la ubicación de las áreas donde se pretende instalar los sistemas y equipos de seguridad (Sistemas y equipos de seguridad en el proceso y sistemas y equipos contra incendio).

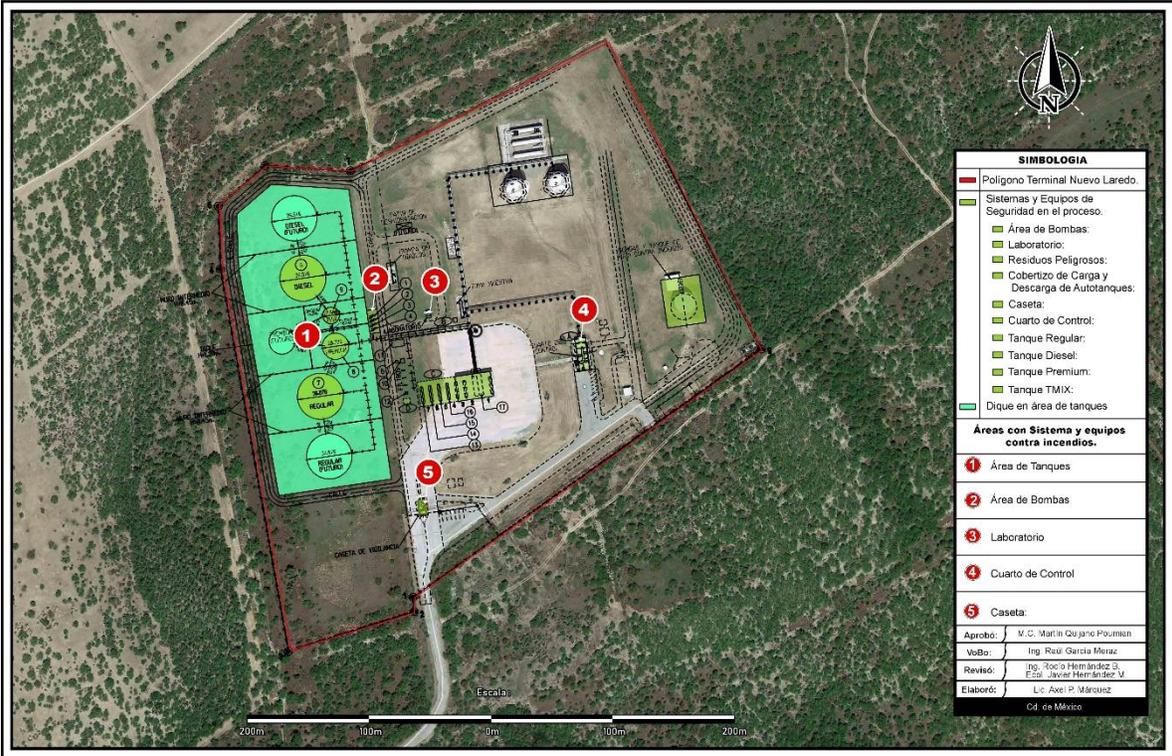


Figura VI.1 ubicación de las áreas donde se pretende instalar Sistemas de seguridad para el proyecto “Terminal de Almacenamiento de nuevo Laredo”.

Ver Anexo 1 para más detalle.

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 15 de 17 |

Así mismo, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de localización para cada una de las áreas ubicadas en la **Figura V.I.**

Tabla VI.5. Coordenadas UTM de la localización de áreas que contemplan sistemas y equipos de seguridad.

| Área | Coordenadas UTM WGS 84 Zona 14. | |
|----------------------------------|---------------------------------------|------------|
| | X | Y |
| Área de tanques | 442129.60 | 3052587.09 |
| Área de Bombas | 442182.38 | 3052599.35 |
| Residuos peligrosos | 442209.85 | 3052535.78 |
| laboratorio | 442227.31 | 3052605.18 |
| Carga y descarga de auto tanques | 442250.57 | 3052545.57 |
| Caseta | 442222.78 | 3052449.24 |
| Cuarto de control | 442352.70 | 3052572.03 |
| Tanque de gasolina Regular | 442145.71 | 3052542.21 |
| Tanque de gasolina Premium | 442158.20 | 3052580.20 |
| Tanque de Diésel | 442127.17 | 3052632.64 |
| Tanque transmix | 442147.91 | 3052604.26 |

A continuación se indican las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos:

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 16 de 17 |

Tabla VI.6. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.

| No | Recomendación | Id. Del nodo | Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones | Escenario de Riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|------|--|--------------|--|---------------------|---|-------------|-----------------|
| | | | | No | Descripción | | |
| R1. | Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación | 2 | | 1.1 | Charco de fuego por derrame de combustible en tanque de almacenamiento de gasolina Regular con capacidad para 80 000 BBL. | | B |
| R2. | Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su sistema de administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) | | | | | | |
| R1. | Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación | | | 1.2 | Sobrepresión derrame de combustible en tanque de almacenamiento de gasolina Regular | | B |
| R.2. | Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su sistema de administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) | | | | | | |
| R1. | Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación | 3 | | 2.1 | Charco de fuego en área de bomba para envío de gasolina regular debido a la sobrepresión de la tubería, aunado a la presencia de corrosión en la misma. | | B |
| R.2. | Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su sistema de administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) | | | | | | |
| R1. | Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación | | | 2.2 | Explosión en el área de bombas para envío de gasolina regular debido a la sobrepresión de la tubería | | B |
| R.2. | Asegurar la aplicación de los procedimientos | | | | | | |

| | | |
|--|-----------------|------------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPÍTULO | VI |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA: | Página 17 de 17 |

| No | Recomendación | Id. Del nodo | Elemento del SASISOPA asociado a recomendaciones | Escenario de Riesgo | | Responsable | Nivel de riesgo |
|------|--|--------------|--|---------------------|---|-------------|-----------------|
| | | | | No | Descripción | | |
| | operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su sistema de administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) | | | | aunado a la presencia de corrosión en la misma. | | |
| R1. | Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación | 4 | | 3.1 | Charco de fuego o ruptura parcial del brazo de carga por el movimiento indebido del auto tanque al no realizar el procedimiento de calza del mismo. | | B |
| R.2. | Asegurar la aplicación de los procedimientos operativos conforme a los manuales, códigos de diseño y asegurarse que se encuentre establecido dentro de su sistema de administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente (SASISOPA) | | | | | B | |

| | | |
|---|-----------------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 5 |

Contenido

| | |
|---|----------|
| VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 2 |
| VII.1. CONCLUSIONES..... | 2 |
| VII.2. RECOMENDACIONES..... | 4 |

| | | |
|---|-----------------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 5 |

VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

VII.1. CONCLUSIONES.

Los estudios de riesgo involucran principalmente tres grandes temas; la identificación de los riesgos, la probabilidad de ocurrencia de accidentes o eventos y el análisis de consecuencias.

En base a los análisis realizados se concluye que las sustancias involucradas en este proyecto para la Terminal de almacenamiento de combustibles, como son la gasolina magna, gasolina premium, diésel y Transmix, presentes en los eventos que se pueden presentar como derrames y fugas, derivados de las actividades y proceso rutinarios, los cuales al no controlarse pueden provocar incendios o en su caso extremo explosiones.

Por lo anterior, en las áreas donde se encontró que pueden presentarse los posibles incendios y explosiones son en tanques de almacenamiento de gasolinas, en donde se puede presentar incendio y explosión por el derrame de combustible y en el área de bombas, presentando un derrame por falla en las válvulas, al realizarse el análisis mediante el método de hazop, donde se jerarquizan los riesgos, para la Terminal de Almacenamiento se obtiene el nivel de riesgo, que en este caso se ubica en el nivel B (medio) donde se consideró cada uno de los sistemas de seguridad e instrumentación que sirven como salvaguardas en cada una de las áreas.

Con el objetivo de evaluar el riesgo en caso de presentarse incidentes en la Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo, se seleccionó la metodología HAZOP el cual se describe brevemente a continuación.

Metodología Hazop.

El HAZOP fue seleccionado porque es un método completo y por lo regular se utiliza en sistemas de proceso de la industria energética para evaluar el riesgo considerando factores como: tipo de proceso y las condiciones de operación.

El estudio de HAZOP se basa en analizar, en forma metódica y sistemática, el proceso, la operación, la ubicación de los equipos y del personal en las instalaciones, la acción humana (de rutina o no) y los factores externos, revelando las situaciones de riesgo.

Para la realización del análisis de riesgo, se seleccionó la metodología HAZOP por ser la más recomendable para instalaciones, en donde se identifican las desviaciones a las condiciones normales de diseño, así mismo es ampliamente usada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos en etapas de diseño y operación.

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en el presente análisis de riesgos, se indican a continuación:

1. HAZOP. Metodología de análisis de riesgos que analiza las variables operacionales de sistemas de tuberías y equipos de proceso, para determinar las posibles fallas en la operación de los mismos, mediante la designación de Nodos y la aplicación de palabras guía. Este método da como resultado la matriz de riesgos.

Es importante resaltar que con este método se analizan las desviaciones propias que pueden presentarse con la operación, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación de la misma.

| | | |
|---|-----------------|---------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 5 |

2. En la elaboración del HAZOP se asignan ponderaciones a los parámetros de Probabilidad y Severidad, con lo que, en base a lo establecido en la matriz de riesgos, se determina el nivel de riesgo de cada desviación analizada. Con lo anterior, una vez realizado el HAZOP se realiza la Matriz de Riesgo de acuerdo a los resultados del mismo.
3. Una vez identificadas las desviaciones (fallas) que resultaron de mayor riesgo en el HAZOP, se identificaron y describieron las fallas de mayor riesgo con repercusiones al ambiente.
4. Para el conjunto de fallas identificado, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas.
5. De acuerdo a lo anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación.

La determinación del riesgo se hizo como se indica a continuación:

- En la tabla de Consecuencia, en función del riesgo que se tendría, se selecciona la descripción de la consecuencia que podría ocurrir y se busca el número correspondiente en la parte superior de la tabla.
- En la tabla de Frecuencia, en función de la frecuencia de la posibilidad de ocurrencia y con el número obtenido de la tabla de Consecuencia, se obtiene la letra correspondiente al grado de riesgo, para Seguridad a la Vida.
- Se repiten los pasos anteriores para daños a las instalaciones, medio ambiente y operativo.
- De los grados de riesgos obtenidos para la seguridad a la vida, daños a las instalaciones y operativo, se selecciona el menor en el orden alfabético y es el que se utiliza para calificar el grado de riesgo de la medida correctiva de incidente.

Por lo anterior, y de acuerdo a los resultados del Análisis de Riesgos, se concluye que el nivel de riesgo de la Terminal es aceptable, ya que si bien, de acuerdo al análisis realizado mediante HAZOP las desviaciones de mayor riesgo fueron de riesgo B, considerando su evaluación con las medidas preventivas y salvaguardas disponibles para cada desviación, sin embargo es necesario que una vez puesta en operación la Terminal se realice la actualización del presente Estudio de Riesgo.

El promovente cuenta con sistemas de seguridad y dispositivos que le permitirán reducir la probabilidad y/o consecuencia de los escenarios de riesgo identificados, los cuales se enlistan a continuación:

- Sistemas de detección de alarmas de calor y de detectores de humo.
- Sistemas de protección contra incendios, en las áreas de bombas de proceso, tanques de almacenamiento, patín de medición, unidad recuperadora de vapores, área de llenaderas y estacionamiento.
 - Sistemas de protección contra incendio - rociadores
 - Sistema de protección a base de solución agua - espuma
 - Sistema de supresión a base de agente limpio
 - Sistema de supresión a base de CO2

| | | |
|---|-----------------|---------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 5 |

- Sistema de detección y alarma.
- Extintores portátiles y extintores sobre ruedas
- Sistema de paro por emergencia (SPPE).
- Unidad de control local.
- Monitoreo por PLC de proceso y PLC de seguridad.
- Unidad recuperadora de vapores.

Cuanta además en las diferentes áreas con salvaguardas para prevenir y controlar los diferentes parámetros como temperatura, presión y nivel como son:

- Transmisores de indicador de presión
- Indicadores de presión
- Indicadores de flujo
- Transmisores de indicador de flujo
- Válvulas de seguridad de presión
- Alarmas por alto nivel
- Alarmas por muy alto nivel
- Válvulas de paro automático
- Alarmas de bajo nivel
- Alarmas por muy bajo nivel
- Válvulas controladoras de flujo
- Reguladores de flujo

VII.2. RECOMENDACIONES.

Una vez realizado el análisis de riesgo y habiendo identificado los escenarios y sus consecuencias, se tomaron en cuenta las medidas de seguridad y equipos que pueden ayudar a que los eventos que se presenten sean de menor repercusión para las personas, ambiente y las instalaciones, se tiene como resultado una serie de recomendaciones resultantes de este análisis, las cuales se describen a continuación:

En base a los resultados obtenidos se establecen las siguientes recomendaciones:

- Se deberán contar con la autorización de la agencia para implementar el proyecto del sistema de administración previo al inicio de cualquier actividad de la etapa de construcción y posteriores.
- Los análisis de riesgos deberán evaluarse cada 5 años en las etapas de diseño, ingeniería básica, ingeniería de detalle y previo al inicio de las operaciones o antes si hay cambios en las instalaciones, tecnología u operaciones y previo a un desmantelamiento.

| | | |
|---|-----------------|---------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 5 |

- Se deberá obtener un Dictamen de Diseño de una Unidad de Verificación acreditada, donde conste que la Ingeniería de Básica Extendida de las instalaciones nuevas, se realizó conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana y se presentara como parte de la solicitud de autorización del Sistema de Administración de Seguridad Industrial, Seguridad Operativa y Protección al Medio Ambiente y tener dicho verificación en sus instalaciones para cuando sean solicitada.

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 1 de 8 |

Contenido

| | |
|--|----------|
| VIII. RESUMEN EJECUTIVO. | 2 |
| VIII.1. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL. | 2 |
| VIII.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL. | 3 |
| VIII.3 INFORME TÉCNICO..... | 4 |

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 2 de 8 |

VIII. RESUMEN EJECUTIVO.

VIII.1. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.

El objetivo del presente proyecto está basado en la ingeniería de diseño para la construcción de una Terminal de Almacenamiento la cual almacenará 3 tipos de combustibles, como Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel

La Terminal contará con los siguientes tanques:

- 1 Tanque de Almacenamiento con capacidad de 80 000 BBL para Diésel.
- 1 Tanque de Almacenamiento con capacidad de 80 000 BBL para Gasolina Magna.
- 1 Tanque de Almacenamiento con capacidad de 25 000 BBL para Gasolina Premium.
- 1 Tanque de Almacenamiento con capacidad de 10 000 BBL para Transmix.
-

El alcance de la Instrumentación y Control que comprende la Terminal de Almacenamiento, consistirá en un sistema de control que integrará todos los elementos necesarios para el control operativo de la terminal, los productos serán recibidos por un ducto autorizado, la Terminal de Almacenamiento tendrá la capacidad de manejar los siguientes hidrocarburos como gasolina regular, Gasolina Premium y Diésel, y contara con un sistema para la aditivación en el área de carga de auto tanques de dos diferentes aditivos.

La instalación incluirá los siguientes sistemas:

- Recepción de Combustible.
- Sistema de Almacenamiento.
- Sistema de Carga para distribución.

La instalación incluirá los siguientes sistemas auxiliares:

- Unidad Recuperadora de Vapores (URV).
- Sistema de dosificación de aditivos
- Recolección de Drenaje Aceitoso.
- Separador de Agua Aceitosa (API).

En el proyecto ejecutivo en cuestión, se aplicará ingeniería de punta con el objetivo de minimizar los riesgos implícitos para la realización de sus operaciones. Como resultado del análisis de riesgo, basado en las memorias técnicas-descriptivas y diagramas de instrumentación (DTIs) de la Terminal y de los accesorios que serán instalados en dicha Terminal, se consideraron aquellos eventos donde estuvieran involucrados los sucesos similares ocurridos en otras zonas donde se realiza el mismo diseño y construcción de Terminal, se tomaron en cuenta los accesorios, tales como: válvulas, medidores, bridas y reguladores y tanques de almacenamiento, para la determinación de las desviaciones, causas y consecuencias de probables eventos producidos por fallas mecánicas con sus probables áreas de afectación.

Las sustancias manejadas en la Terminal de Almacenamiento representan un riesgo de incendio y explosión debido a sus propiedades fisicoquímicas de los combustibles almacenados, por lo que es

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 3 de 8 |

necesario que las instalaciones estén provistas de protección contra incendios y sistemas de alarma y detección, con la finalidad de proteger al personal y las instalaciones.

En general, se consideran los siguientes sistemas de protección contra incendios:

- Sistemas de protección contra incendio - rociadores
- Sistema de protección a base de solución agua - espuma
- Sistema de supresión a base de agente limpio
- Sistema de supresión a base de CO2
- Sistema de detección y alarma
- Extintores portátiles y extintores sobre ruedas

La protección contra incendios es considerado en las siguientes áreas:

- Bombas de proceso
- Área de tanques de almacenamiento
- Trampa receptora
- Patín de medición
- Unidad de recuperación de vapores
- Área de llenaderas (auto tanques)
- Estacionamiento - Área de Edificios

VIII.2. CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA) llevó a la conclusión de que los riesgos mayores en la Terminal Almacenamiento de Nuevo Laredo, es la incidencia de incendio y explosión por el desgaste de los tanques de almacenamiento a presión atmosférica, ya que por las condiciones de operación, facilita que con el paso del tiempo y aunado a la falta o deficiencias en el mantenimiento preventivo, la integridad física de los mismos se deteriore llegando a provocar posibles derrames; por lo anterior, la Promovente del proyecto dará a conocer, las medidas de prevención y control que se instaurarán en cada punto de la Terminal para reducir los riesgos existentes por incendio y explosión.

El riesgo existente en el almacenamiento de combustibles es evidente, mismo que es controlable y de ser posible su reducción poniendo especial atención en las actividades de mantenimiento y supervisión constante en la operación de la Terminal. Aunado a lo anterior, los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo que se realizaran, ayudarán a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pueda presentar.

Por lo anterior y de acuerdo a los resultados del Análisis de Riesgos, se concluye que el nivel de riesgo de la Terminal es aceptable, ya que si bien, de acuerdo al análisis realizado mediante HAZOP las desviaciones de mayor riesgo fueron de riesgo B, considerando su evaluación con las medidas preventivas y salvaguardas disponibles para cada desviación, sin embargo es necesario que una vez puesta en operación la Terminal se realice la actualización del presente Estudio de Riesgo y se estructure el Programa para Prevención de Accidentes (PPA) conforme a los escenarios de riesgo resultantes.

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 4 de 8 |

VIII.3. INFORME TÉCNICO.

Datos Generales del Regulado

| | |
|--|--|
| Fecha de Ingreso | |
| DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO* | |
| Nombre de la Empresa: QV GESTIÓN AMBIENTAL, S.C. | |
| Nombre de la persona responsable: M.C. Martin Quijano Poumian | Cargo: Director General |
| DATOS GENERALES DEL REGULADO | |
| CURR | R.F.C. NIN-030331LM2 |
| Nombre, razón o denominación social: NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R. L. DE C.V. | |
| Nombre del Proyecto: Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo | |
| UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES | |
| Calle y Numero | Colonia/Localidad: Nuevo Laredo |
| Municipio/Delegación: Nuevo Laredo | Estado: Tamaulipas |
| Código Postal | |
| DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES | |
| Calle y Número: Constelación No. 3 | Colonia/Localidad: Parque Industrial III Milenio |
| Municipio/Delegación: Nuevo Laredo | Estado: Tamaulipas |
| Código Postal: 88176 | |
| Teléfonos | Fax |
| | Correo electrónico |
| Nombre del representante del Regulado: Arturo Duron Martínez | |
| Cargo: Representante Legal | |

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 5 de 8 |

| ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA) | | | | | | | | | | | |
|--|---|----------|--|----------|--|----------|--|----------|--|----------|---|
| a | Reconocimiento y exploración superficial, y exploración y extracción de Hidrocarburos | b | Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo | c | Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución de gas natural | d | Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo | e | Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos | f | Transporte por ducto y almacenamiento que se encuentre vinculado a ductos de petroquímicos, producto del procesamiento de gas natural y de la refinación del petróleo |

* En caso de que los Regulados sean auxiliados por una persona moral para la elaboración del ARSH, proporcionarán dicha información.

| USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA | | | | | | | | |
|--|-------------------|-----|-------------------|----------|-------------------|------------------------|----------------|--|
| X | Agrícola | N/A | Rural | N/A | Habitacional | N/A | Industrial | |
| N/A | Comercial | N/A | Mixto | | | | | |
| EL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS | | | | | | | | |
| N/A | Zona industrial | N/A | Zona habitacional | N/A | Zona suburbana | | | |
| N/A | Parque industrial | N/A | Zona urbana | X | Zona rural | N/A | Zona marina | |
| LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA | | | | | SUPERFICIE | | | |
| Coordenadas latitud N: 27° 35' 45.37" | | | | | Requerida | N/D | m ² | |
| Coordenadas longitud W: 99° 35' 5.66" | | | | | Total | 126 607.584 | m ² | |

N/A= No aplica.

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 6 de 8 |

Sustancias manejadas

| No. | Clave del escenario | Nombre químico de la sustancia (IUPAC) | No. CAS | Riesgo químico | | | | | Capacidad total | Capacidad de la mayor unidad de almacenamiento (Ton). | |
|-----|---------------------|--|------------|----------------|---|---|---|---|----------------------|---|--------|
| | | | | C | R | E | T | I | Almacenamiento (BBL) | | |
| 1 | 1.1 | Gasolina Regular. | 8006-61-9 | | | | | | 80 000 | 80 000 | |
| | 1.2 | | | | | | | X | | | |
| | 2.1 | | | | | | | | | | |
| 2 | N/D | Gasolina Premium. | 8006-61-9 | | | | | | X | 25 000 | 25 000 |
| 3 | 3.1 | Diésel. | 68334-30-5 | | | | | | X | 80 000 | 80 000 |
| 4 | N/D | Trans-mix. | N/D | | | | | | X | 10 000 | 10 000 |

N/D= No disponible.

Identificación y clasificación de riesgos

| No. | Clave del escenario | Radiación térmica | Sobrepresión | Ubicación | | | | Unidad o equipo de proceso | Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos |
|-----|---------------------|-------------------|--------------|--------------------|----------|------------|-----------|----------------------------|---|
| | | | | Etapa de Operación | | | | | |
| | | | | Almacenamiento | Procesos | Transporte | Servicios | | |
| 1 | 1.1 | X | N/A | X | N/A | N/A | N/A | Tanque | ¿Qué pasa si...? y HAZOP |
| 2 | 1.2 | N/A | X | X | N/A | N/A | N/A | Tanque | ¿Qué pasa si...? y HAZOP |
| 3 | 2.1 | X | N/A | X | N/A | N/A | N/A | Bomba | ¿Qué pasa si...? y HAZOP |
| 4 | 3.1 | X | N/A | X | N/A | N/A | N/A | Brazo de carga | ¿Qué pasa si...? y HAZOP |

N/A= No aplica.

| | | |
|---|-----------------|----------------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. “Ampliación de la Terminal de Nuevo Laredo” | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 7 de 8 |

Criterios para la estimación de consecuencias

| No | Clave del escenario | Tipo de liberación | | Cantidad hipotética liberada (m ³ /s, m ³ o kg) | | Estado físico | Programa de simulación empleado | Zona de Alto Riesgo | | Zona de Amortiguamiento | |
|----|---------------------|--------------------|----------|---|-------------------|---------------|---------------------------------|---------------------|--------------|-------------------------|--------------|
| | | Masiva | Continua | Cantidad | Unidad | | | Distancia (m) | Tiempo (s) | Distancia (m) | Tiempo (s) |
| 1 | 1.1 | N/A | X | 0.287 | m ³ /s | Líquido | SCRI | 183.799 | 60 | 341.075 | 60 |
| 2 | 1.2 | N/A | X | 11245.8 | kg | Líquido | SCRI | 395.4081 | 44.2813 (ms) | 672.12 | 80.9068 (ms) |
| 3 | 2.1 | N/A | X | 0.0746 | m ³ /s | Líquido | SCRI | 95.924 | 60 | 178.711 | 60 |
| 4 | 3.1 | N/A | X | 0.28 | m ³ /s | Líquido | SCRI | 192.388 | 60 | 356.429 | 60 |

N/A= No aplica.

| | | |
|--|-----------------|---------------|
| ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS NUSTAR INTERNACIONAL, S. DE R.L. DE C.V. Terminal de Almacenamiento de Nuevo Laredo | CAPITULO | VIII |
| | FECHA | Julio 2018 |
| | HOJA | Página 8 de 8 |

Resultados de la estimación de consecuencias

| No. | Clave del escenario | Dispersión tóxica | | | | | | Radiación térmica | | | Sobrepresión | | | Otros Criterios |
|-----|---------------------|-------------------|-------|-----------|----------------------------|-------------------------|-------|-------------------|---------|-------------------|--------------|---------|------------|-----------------|
| | | IDHL | TLV8h | TLV15 min | Velocidad del viento (m/s) | Estabilidad atmosférica | Otros | 1.4 kW/m2 | 5 kW/m2 | 12.5 – 37.5 kW/m2 | 0.5 psi | 1.0 psi | 3 - 10 psi | |
| 1 | 1.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | X | X | X | N/A | N/A | N/A | N/D |
| 2 | 1.2 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | X | X | X | N/D |
| 3 | 2.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | X | X | X | N/A | N/A | N/A | N/D |
| 4 | 3.1 | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | N/A | X | X | X | N/A | N/A | N/A | N/D |

N/A= No aplica.
N/D= No disponible.