

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 1 de 22

## Contenido

<b>I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (INGENIERÍA BÁSICA).</b>	<b>3</b>
<b>I.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.</b>	<b>3</b>
I.1.1. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.	5
I.1.2. CLASES O LOCALIZACIÓN DEL SITIO.	6
I.1.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.	7
I.1.4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS ESPESORES DE LAS TUBERÍAS.	7
I.1.5. PERFIL HIDRÁULICO.	10
<b>I.2. CRITERIOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES CONSIDERADOS PARA EL PROYECTO (INGENIERÍA BÁSICA).</b>	<b>18</b>
I.2.1 ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES AL PROCESO.	18
I.2.2 NORMAS, ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES PARA LAS TUBERÍAS.	19
I.2.3. NORMATIVIDAD Y MANUALES APLICADAS EN LA OBRA CIVIL.	20
I.2.4. NORMATIVIDAD APLICADA AL PROYECTO: ELÉCTRICO.	20
I.2.5. CRITERIOS Y NORMAS APLICABLES A LA INSTRUMENTACIÓN.	20
I.2.6. NORMATIVIDAD APLICABLE A LAS TELECOMUNICACIONES.	21
<b>I.3. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA A LOS FENÓMENOS NATURALES O CAUSADOS POR EL HOMBRE, EFECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS ADVERSOS.</b>	<b>21</b>
I.3.1 INUNDACIONES.	21
I.3.2. HURACANES Y TORMENTAS TROPICALES.	22
I.3.3. VIENTOS EXTREMOS.	22
I.3.4. MASAS DE AIRE (HELADAS, GRANIZO Y NEVADAS).	22
I.3.5. SISMOS.	22
I.3.6. FALLAS Y FRACTURAS.	22

## Tablas

Tabla I.1. Localización de las Instalaciones del Proyecto.	5
Tabla I.2 Datos de la Línea.	6

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 2 de 22

Tabla I.3 Resumen de las características del ducto. ....	7
Tabla I.4. Condiciones de Operación. ....	7
Tabla I.5. Diámetros de tubería a emplear.....	8
Tabla I.6. Selección de espesor comercial.....	9
Tabla I.7. Cálculo de Espesor. ....	9
Tabla I.8. Selección de espesor comercial.....	10
Tabla I.9. Presiones de operación.....	11

### Figuras

Figura I.1 Localización del Proyecto. ....	4
--	---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 3 de 22

## I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO (INGENIERÍA BÁSICA).

### I.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO.

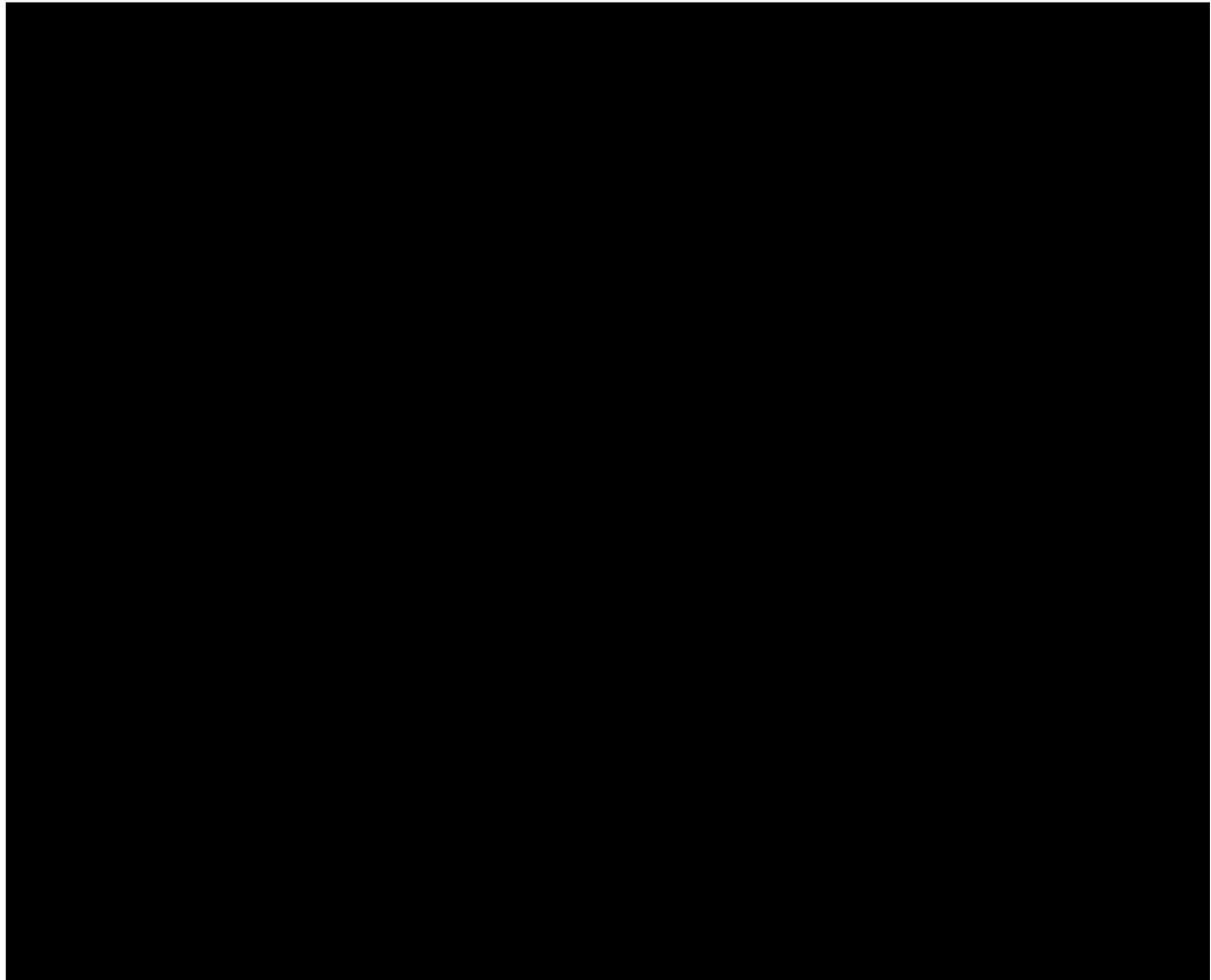
El proyecto “NEC (Nodo Energético del Centro)” (de aquí en adelante mencionado solo como “Proyecto”), consiste en conectar la Terminal del Centro de México (TCM) con el poliducto existente de 10” TAD Querétaro – TAD San Luis Potosí (S.L.P.), el cual está orientado a satisfacer la demanda de combustible en el estado de San Luis Potosí y Querétaro, los combustibles que se transportarán serán gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel, según sea la demanda de las TAD de San Luis Potosí y Querétaro, el poliducto tiene una longitud de 2.191 km (**Ver figura I.1**).

La interconexión al poliducto de 10” D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P., se ubicará dentro del WTC (Word Trade Center) Industrial en San Luis Potosí a 25 km de la capital, las coordenadas del punto de interconexión son 22°2’54.82” N - 100°53’49.48” O, el periodo de diseño y construcción se tiene programado de 14 meses con una vida útil de 20 años, el espesor del poliducto de 10” D.N. es de 0.250”.

Es importante resaltar, que el presente análisis de riesgo del proyecto, es enfocado al poliducto de 10” D.N. el cual tiene una longitud de 2 191 m, sin embargo, será necesario realizar infraestructura auxiliar para el funcionamiento de dicho poliducto:

- Construir un sistema de bombeo con cobertizo para el envío de producto de la terminal TCM hasta la TAD San Luis Potosí y Querétaro.
- Construir un patín de medición dentro del predio de la terminal del Centro de México (TCM).
- Construir una trampa de envío de diablos (TED) dentro del predio de la Terminal del Centro de México (TCM)
- Construir un poliducto de 10” de diámetro con una longitud aproximada de 2.2 km hasta un punto donde se interconectará con el poliducto de 10” de diámetro a la Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) Querétaro – TAD S.L.P.
- Construir una estación de regulación y medición (ERM)
- Construir una trampa de recibo de diablos (TRD).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
	<b>HOJA:</b>	<b>Página 4 de 22</b>



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110  
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Los propósitos del proyecto serán:

- El bombeo de gasolina regular, gasolina premium y diésel de la terminal TCM hasta las TAD de S.L.P. o a la TAD de Querétaro.
- Se medirá el flujo de gasolinas y diésel que son inyectadas al poliducto de 10" D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P.
- Regular el flujo de las gasolinas y diésel que son inyectados al poliducto de 10" D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P.

Para el proyecto se requieren instalaciones y servicios complementarios para el buen funcionamiento y control entre la Terminal del Centro de México (TCM) y la interconexión con el ducto de 10" TAD Querétaro – TAD San Luis Potosí (S.L.P).

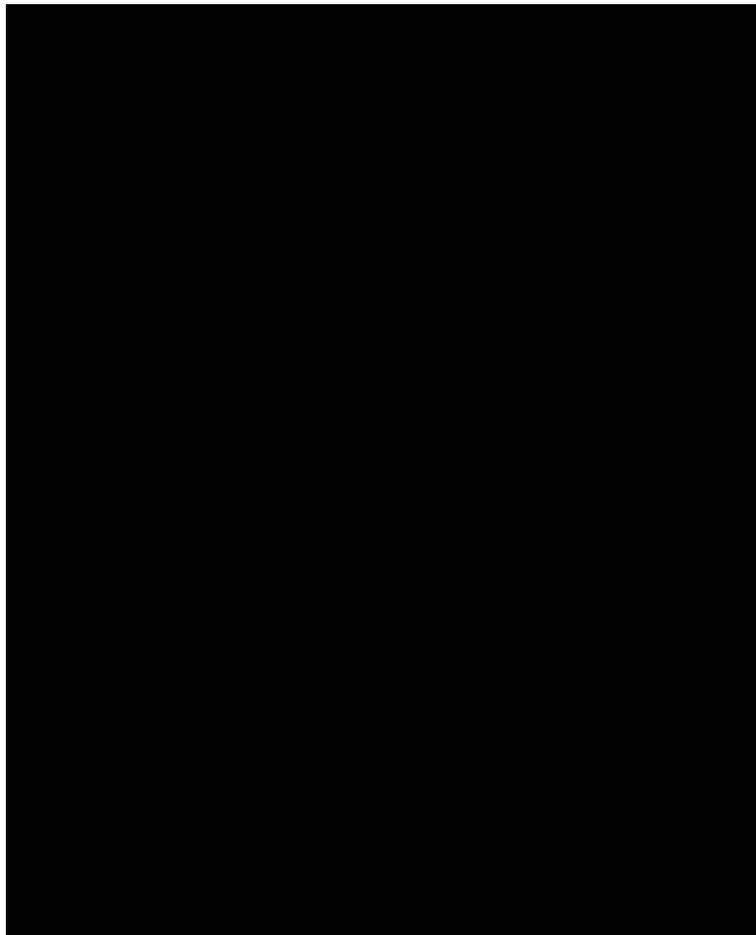
- La Obra civil necesaria para el predio donde se alojará la Estación de Regulación y Medición (ERM) y la Trampa de recibo de Diablos (TRD), independientemente a las instalaciones de la Terminal del Centro de México TCM.
  - Caseta de control donde estará ubicada la ERM y TRD.
-

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
	<b>HOJA:</b>	<b>Página 5 de 22</b>

- Sistema de detección de fuego y mezclas explosivas en el área de bombas, patín de medición a la salida de bombas, en la Trampa de envío de diablos (TED), Estación de regulación y medición (ERM), trampa de recibo de diablos (TRD) y punto de interconexión.
- Sistema de corte por fuga.
- Sistema de telecomunicaciones.
- Cruzamiento de una franja de seguridad.
- Obra civil en el punto de la interconexión.

### I.1.1. UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES.

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación para las instalaciones y/o equipos (área de bombas, Estación de Regulación y Medición, Trampa de Envío de Diablos (TED), Estación de Medición, Trampa de Recibo de Diablos (TRD) así como el punto de Interconexión y los puntos de inflexión que tendrá el trazo del poliducto.



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART.  
113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110  
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 6 de 22

### I.1.2. CLASES O LOCALIZACIÓN DEL SITIO.

En el plano de trazo y perfil del proyecto de interconexión, se incluye información sobre las especificaciones y profundidad del ducto de 10" de diámetro y condiciones de operación, en la tabla I.2 se incluyen los datos de la línea:

**Ver Anexo 1. Planos del proyecto,** para más detalle.

**Tabla I.2 Datos de la Línea.**

DATOS DE LA LÍNEA		
Especificación	API 5L GR, X-52 PSL2	
F.D.	0.72	
Clase aplicada en el Sistema	ASME 300#	
Producto	Gasolina - Diésel	
Tipo de Servicio	Hidrocarburo Amargo	
Normatividad Aplicada	NRF-001-PEMEX-2013    NRF-030-PEMEX-2009 NRF-211-PEMEX-2008    DACG	
CONDICIONES DE OPERACIÓN	UNIDADES	DATOS
Diámetro nominal	mm (in)	254 (10")
Espesor	mm (in)	6.35 (0.250")
Presión de Diseño	Kg/cm <sup>2</sup> (PSIG)	7.7 (109.51)
Presión de operación Max	Kg/cm <sup>2</sup> (PSIG)	7 (99.56)
Temperatura de operación	°C ( °F)	21 (69.8)

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 7 de 22

**Tabla I.3 Resumen de las características del ducto.**

Descripción	Origen (km)	Destino (km)	Coordenadas UTM		Material	Espesor (in)	Diámetro (in)	Ubicación de la instalación (km)	Código de Diseño	Presiones Kg/cm <sup>2</sup>		Temperaturas °C
			X	Y						Diseño	Máximo	Normal
Ducto	0+000	2 + 191	N/D	N/D	A.C.	0.250	10	N/A	ASME 300#	7.7	7	21

### I.1.3. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

Las condiciones de operación en las que estará operando el poliducto se anexan en la tabla I.4.

**Tabla I.4. Condiciones de Operación.**

Variable	Condición
Temperatura	Temperatura ambiente
Presión Máxima de Operación	14 Kg/cm <sup>2</sup> (199.08 lb/pulg <sup>2</sup> )
Presión Mínima de operación	11 kg/cm <sup>2</sup> (156.42 lb/pulg <sup>2</sup> )
Flujo	119.25 m <sup>3</sup> /h (18,000 bd)

### I.1.4. MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS ESPESORES DE LAS TUBERÍAS.

Para el desarrollo de la memoria de cálculo para los espesores de las tuberías se toman las siguientes consideraciones (**Ver Anexo 2** para más detalle):

- Temperatura de operación de 21° C.
- La presión máxima de operación es de 7 kg/cm<sup>2</sup> (99.54 lb/pulg<sup>2</sup>).
- La presión de diseño es 10% superior a la presión máxima de operación considerada.
- Tubería de 10" y 4" Ø, especificación ASTM A-106 Gr. B.
- Tubería de 10" y 4" Ø, especificación API 5L X-52 PSL 2.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 8 de 22

- El espesor por corrosión es de 0.125 pulg en todas las tuberías
- Las tuberías especificación ASTM A-106 Gr. B son dimensionadas bajo la norma ASME B31.3.
- Las tuberías especificación API 5L X-52 PSL 2 son dimensionadas bajo la norma ASME B31.4.
- Se emplea factor de diseño de 0.72.

- **Tubería especificación API 5L X-52 PSL 2**

Los cálculos son realizados con base en la norma ASME B-31.4 Los diámetros de tubería a emplear son los siguientes:

**Tabla I.5. Diámetros de tubería a emplear.**

Diámetro Nominal (Pulgada)	Diámetro exterior (Pulgada)
10	10.750

Para el cálculo del espesor de pared son empleadas las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{P_i * D}{2S}$$

$$t_n = t + A$$

**Donde:**

Pi = Presión de diseño, 7.7 kg/cm<sup>2</sup>, (109.49 lb/pulg<sup>2</sup>)

D = Diámetro externo del tubo

S = Valor de esfuerzo permisible, lb/pulg<sup>2</sup>. S = F · E ·

Sy F = Factor de diseño, 0.72

Sy = Resistencia mínima a la cedencia.

E = Factor de soldadura.

A= Suma de las tolerancias mecánicas de erosión y corrosión, 0.125 pulg.

El espesor a seleccionar será superior o igual al espesor de pared mínimo requerido (tn) y será un espesor comercial de fácil adquisición por lo cual se toman los siguientes:

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 9 de 22

**Tabla I.6. Selección de espesor comercial.**

D (Pulgadas)	tn (Pulgadas)	Espesor seleccionado (Pulgadas).
10.750	0.141	0.250

En el caso de la tubería de 10 pulg. de D. N. el espesor a seleccionar es de 0.250 pulg. con la finalidad de igualar al espesor del poliducto de 10" D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P. y en el caso de la tubería de 4" de D. N. el espesor a seleccionar es de 0.237 pulg. con la finalidad de garantizar la integridad mecánica de la tubería.

<sup>1</sup> Fuente: Norma ASME B31.4.

- **Tubería especificación ASTM A-106 Gr. B**

Los cálculos son realizados con base en la norma ASME B-31.3 Para el cálculo del espesor de pared se consideran las siguientes ecuaciones:

$$t = \frac{PD}{2(SEW+PY)}$$

$$tm = t + c$$

**Donde:**

- t = Espesor de diseño por presión, en pulg.
- P = Presión de diseño interna manométrica, en lb/pulg<sup>2</sup>
- S = Valor de esfuerzo del material, en lb/pulg<sup>2</sup>.
- D = Diámetro externo del tubo, en pulg.
- E = Factor de calidad.
- c = Suma de tolerancias mecánicas más las tolerancias por corrosión y por erosión, 0.1 pulg.
- W = Factor de reducción de la resistencia de la junta de soldadura, 1.

Aplicando las ecuaciones previas se obtienen los resultados siguientes:

**Tabla I.7. Cálculo de Espesor.**

D	Dex	P	S	E	W	Y	t	c	tm
10	10.75	109.49	35,000	1	1	0.4	0.017	0.125	0.142

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
	<b>HOJA:</b>	<b>Página 10 de 22</b>

El espesor a seleccionar será superior o igual al espesor de pared mínimo requerido (tm) y será un espesor comercial de fácil adquisición y deberá cumplir con la especificación de tubería indicada en la NRF-032-PEMEX-2012, por lo que se toman los siguientes datos:

**Tabla I.8. Selección de espesor comercial.**

<b>D (Pulgadas)</b>	<b>Tm (Pulgadas)</b>	<b>Espesor Seleccionado (Pulgadas)</b>
10	0.134	0.365

### I.1.5. PERFIL HIDRÁULICO.

Mediante el análisis hidráulico se determinan las condiciones de operación y necesidades de bombeo para el trasiego de petrolíferos desde la Terminal del Centro de México (TCM) hasta la terminal de almacenamiento y Distribución (TAD) San Luis Potosí, para este análisis se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- El poliducto transportará un flujo aproximado de 18,000 bd (119.25 m<sup>3</sup>/h)
- Los productos a transportar por el poliducto son: gasolina Regular, gasolina Premium y diésel automotriz
- Para el desarrollo del análisis hidráulico fueron consideradas la viscosidad y la densidad del diésel automotriz debido a que son las más críticas las cuales son: viscosidad =  $4.09 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/s y densidad = 880 kg/m<sup>3</sup>
- Para el poliducto fue considerada tubería con especificación API 5L X-52 PSL 2.
- La presión de operación es determinada mediante la ecuación de Darcy.

El poliducto trasegará 18,000 bd de petrolíferos (gasolina Regular, gasolina Premium y diésel automotriz) mediante la impulsión de un sistema de bombeo desde la Terminal del Centro de México (TCM) a la Terminal de Almacenamiento y Distribución (TAD) San Luis Potosí, por lo que, el poliducto a construir debe interconectarse con el poliducto existente de 10"Ø TAD Querétaro – San Luis Potosí propiedad de PEMEX, mediante la apertura y cierre de válvulas, en el punto de interconexión los petrolíferos serán direccionados hacia TAD San Luis Potosí.

El poliducto a construir tendrá un diámetro nominal de 10 pulg y una longitud aproximada de 2,178.74 m de la TCM al punto de interconexión, desde este punto hasta la TAD San Luis Potosí el poliducto existente recorre una distancia aproximada de 12,221.26 m teniendo un recorrido total de 14,400 m aproximadamente.

Para el desarrollo del análisis hidráulico son considerados los siguientes datos:

Flujo: 119.25 m<sup>3</sup>/h (18,000 bd)

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 11 de 22

Densidad del diésel: 880 Kg/m<sup>3</sup>

Viscosidad del diésel: 4.09x10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s

Diámetro nominal de tubería: 10 pulg.

En la tabla I.9 siguiente se incluyen la presión de operación, la presión estática y la presión de diseño en el poliducto de 10" de diámetro desde la TCM hasta la TAD San Luis Potosí.

**Tabla I.9. Presiones de operación.**

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
1	TCM	0	1,893.80	5.04	1951.03	5.04	1951.03	5.54	1956.75
2	N/D	270	1,894.50	4.51	1945.76	4.51	1945.76	4.96	1950.89
3	N/D	280	1,895.20	4.44	1945.68	4.44	1945.68	4.89	1950.73
4	N/D	282	1,895.90	4.38	1945.69	4.38	1945.69	4.82	1950.66
5	N/D	382	1,896.60	4.29	1945.39	4.29	1945.39	4.72	1950.27
6	N/D	482	1,897.30	4.22	1945.2	4.23	1945.39	4.65	1950.2
7	N/D	582	1,898.00	4.14	1945.01	4.17	1945.39	4.59	1950.13
8	N/D	682	1,898.70	4.06	1944.85	4.11	1945.39	4.52	1950.06
9	N/D	782	1,899.40	3.98	1944.68	4.05	1945.39	4.45	1949.99
10	N/D	882	1,900.10	3.91	1944.51	3.99	1945.39	4.38	1949.92
11	N/D	982	1900.267	3.88	1944.34	3.97	1945.39	4.37	1949.9
12	N/D	1,082.00	1899.569	3.93	1944.17	4.03	1945.39	4.44	1949.97
13	N/D	1,182.00	1902.8	3.63	1944.01	3.75	1945.39	4.12	1949.64
14	N/D	1,282.00	1902.236	3.66	1943.84	3.8	1945.39	4.18	1949.7
15	N/D	1,382.00	1902.522	3.62	1943.67	3.77	1945.39	4.15	1949.67
16	N/D	1,482.00	1902.401	3.62	1943.5	3.78	1945.39	4.16	1949.68
17	N/D	1,582.00	1902.199	3.62	1943.33	3.8	1945.39	4.18	1949.7
18	N/D	1,682.00	1901.8	3.64	1943.17	3.84	1945.39	4.22	1949.74

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.**

**CAPÍTULO**

**I**

**SECCNER / NEC  
NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)**

**HOJA:**

**Página 12 de 22**

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
19	N/D	1,782.00	1901.047	3.69	1943	3.9	1945.39	4.29	1949.82
20	N/D	1,882.00	1901.51	3.64	1942.83	3.86	1945.39	4.25	1949.77
21	N/D	1,982.00	1901.163	3.65	1942.66	3.89	1945.39	4.28	1949.81
22	N/D	2,082.00	1900.251	3.72	1942.49	3.97	1945.39	4.37	1949.9
23	N/D	2,182.00	1899.213	3.79	1942.33	4.06	1945.39	4.47	1950
24	N/D	2,282.00	1898.66	3.83	1942.16	4.11	1945.39	4.52	1950.06
25	N/D	2,382.00	1896.979	3.96	1941.99	4.26	1945.39	4.69	1950.23
26	N/D	2,418.51	1896.51	4	1941.93	4.3	1945.39	4.73	1950.27
27	N/D	2,531.87	1896.476	3.98	1941.74	4.3	1945.39	4.73	1950.28
28	P. Interconexión	2,560.74	1900	3.67	1941.69	3.99	1945.39	4.39	1949.92
29	N/D	2600	1899	3.75	1941.62	4.08	1945.39	4.49	1950.02
30	N/D	2700	1899	3.74	1941.46	4.08	1945.39	4.49	1950.02
31	N/D	2800	1899	3.72	1941.29	4.08	1945.39	4.49	1950.02
32	N/D	2900	1897	3.88	1941.12	4.26	1945.39	4.68	1950.23
33	N/D	3000	1897	3.87	1940.95	4.26	1945.39	4.68	1950.23
34	N/D	3100	1895	4.03	1940.79	4.43	1945.39	4.88	1950.43
35	N/D	3200	1895	4.01	1940.62	4.43	1945.39	4.88	1950.43
36	N/D	3300	1896	3.91	1940.45	4.35	1945.39	4.78	1950.33
37	N/D	3400	1895	3.98	1940.28	4.43	1945.39	4.88	1950.43
38	N/D	3500	1894	4.06	1940.11	4.52	1945.39	4.97	1950.53
39	N/D	3600	1891	4.31	1939.95	4.79	1945.39	5.26	1950.83
40	N/D	3700	1890	4.38	1939.78	4.87	1945.39	5.36	1950.93
41	N/D	3800	1887	4.63	1939.61	5.14	1945.39	5.65	1951.23

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.****CAPÍTULO****I****SECCNER / NEC  
NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)****HOJA:****Página 13 de 22**

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
42	N/D	3900	1888	4.53	1939.44	5.05	1945.39	5.56	1951.13
43	N/D	4000	1888	4.51	1939.28	5.05	1945.39	5.56	1951.13
44	N/D	4100	1886	4.67	1939.11	5.23	1945.39	5.75	1951.33
45	N/D	4200	1885	4.75	1938.94	5.31	1945.39	5.85	1951.43
46	N/D	4300	1885	4.73	1938.77	5.31	1945.39	5.85	1951.43
47	N/D	4400	1884	4.81	1938.61	5.4	1945.39	5.94	1951.53
48	N/D	4500	1881	5.05	1938.44	5.67	1945.39	6.23	1951.83
49	N/D	4600	1880	5.13	1938.27	5.75	1945.39	6.33	1951.93
50	N/D	4700	1879	5.2	1938.1	5.84	1945.39	6.43	1952.03
51	N/D	4800	1880	5.1	1937.94	5.75	1945.39	6.33	1951.93
52	N/D	4900	1879	5.17	1937.77	5.84	1945.39	6.43	1952.03
53	N/D	5000	1878	5.24	1937.6	5.93	1945.39	6.52	1952.13
54	N/D	5100	1878	5.23	1937.43	5.93	1945.39	6.52	1952.13
55	N/D	5200	1879	5.13	1937.26	5.84	1945.39	6.43	1952.03
56	N/D	5300	1877	5.29	1937.1	6.02	1945.39	6.62	1952.23
57	N/D	5400	1877	5.27	1936.93	6.02	1945.39	6.62	1952.23
58	N/D	5500	1877	5.26	1936.76	6.02	1945.39	6.62	1952.23
59	N/D	5600	1876	5.33	1936.59	6.11	1945.39	6.72	1952.33
60	N/D	5700	1876	5.32	1936.43	6.11	1945.39	6.72	1952.33
61	N/D	5800	1877	5.21	1936.26	6.02	1945.39	6.62	1952.23
62	N/D	5900	1877	5.2	1936.09	6.02	1945.39	6.62	1952.23
63	N/D	6000	1877	5.19	1935.92	6.02	1945.39	6.62	1952.23
64	N/D	6100	1875	5.35	1935.75	6.19	1945.39	6.81	1952.43
65	N/D	6200	1875	5.33	1935.59	6.19	1945.39	6.81	1952.43

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.****CAPÍTULO****I****SECCNER / NEC  
NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)****HOJA:****Página 14 de 22**

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
66	N/D	6300	1874	5.4	1935.42	6.28	1945.39	6.91	1952.53
67	N/D	6400	1873	5.48	1935.25	6.37	1945.39	7.01	1952.63
68	N/D	6500	1873	5.46	1935.08	6.37	1945.39	7.01	1952.63
69	N/D	6600	1871	5.62	1934.92	6.55	1945.39	7.2	1952.83
70	N/D	6700	1870	5.7	1934.75	6.63	1945.39	7.3	1952.93
71	N/D	6800	1870	5.68	1934.58	6.63	1945.39	7.3	1952.93
72	N/D	6900	1869	5.76	1934.41	6.72	1945.39	7.39	1953.03
73	N/D	7000	1869	5.74	1934.25	6.72	1945.39	7.39	1953.03
74	N/D	7100	1869	5.73	1934.08	6.72	1945.39	7.39	1953.03
75	N/D	7200	1868	5.8	1933.91	6.81	1945.39	7.49	1953.13
76	N/D	7300	1867	5.87	1933.74	6.9	1945.39	7.59	1953.23
77	N/D	7400	1866	5.95	1933.57	6.99	1945.39	7.69	1953.33
78	N/D	7500	1865	6.02	1933.41	7.07	1945.39	7.78	1953.43
79	N/D	7600	1864	6.09	1933.24	7.16	1945.4	7.88	1953.53
80	N/D	7700	1863	6.17	1933.07	7.25	1945.4	7.98	1953.63
81	N/D	7800	1862	6.24	1932.9	7.34	1945.4	8.07	1953.74
82	N/D	7900	1863	6.14	1932.74	7.25	1945.4	7.98	1953.63
83	N/D	8000	1859	6.47	1932.57	7.6	1945.4	8.36	1954.04
84	N/D	8100	1858	6.55	1932.4	7.69	1945.4	8.46	1954.14
85	N/D	8200	1859	6.44	1932.23	7.6	1945.4	8.36	1954.04
86	N/D	8300	1859	6.43	1932.07	7.6	1945.4	8.36	1954.04
87	N/D	8400	1858	6.5	1931.9	7.69	1945.4	8.46	1954.14
88	N/D	8500	1857	6.58	1931.73	7.78	1945.4	8.56	1954.24
89	N/D	8600	1856	6.65	1931.56	7.87	1945.4	8.65	1954.34

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.****CAPÍTULO****I****SECCNER / NEC  
NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)****HOJA:****Página 15 de 22**

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
90	N/D	8700	1856	6.63	1931.39	7.87	1945.4	8.65	1954.34
91	N/D	8800	1856	6.62	1931.23	7.87	1945.4	8.65	1954.34
92	N/D	8900	1856	6.61	1931.06	7.87	1945.4	8.65	1954.34
93	N/D	9000	1855	6.68	1930.89	7.95	1945.4	8.75	1954.44
94	N/D	9100	1856	6.58	1930.72	7.87	1945.4	8.65	1954.34
95	N/D	9200	1856	6.56	1930.55	7.87	1945.4	8.65	1954.34
96	N/D	9300	1856	6.55	1930.39	7.87	1945.4	8.65	1954.34
97	N/D	9400	1856	6.53	1930.22	7.87	1945.4	8.65	1954.34
98	N/D	9500	1857	6.43	1930.05	7.78	1945.4	8.56	1954.24
99	N/D	9600	1856	6.5	1929.88	7.87	1945.4	8.65	1954.34
100	N/D	9700	1854	6.66	1929.72	8.04	1945.4	8.85	1954.54
101	N/D	9800	1854	6.65	1929.55	8.04	1945.4	8.85	1954.54
102	N/D	9900	1854	6.63	1929.38	8.04	1945.4	8.85	1954.54
103	N/D	10000	1855	6.53	1929.21	7.95	1945.4	8.75	1954.44
104	N/D	10100	1854	6.6	1929.04	8.04	1945.4	8.85	1954.54
105	N/D	10200	1854	6.59	1928.88	8.04	1945.4	8.85	1954.54
106	N/D	10300	1853	6.66	1928.71	8.13	1945.4	8.94	1954.64
107	N/D	10400	1851	6.82	1928.54	8.31	1945.4	9.14	1954.84
108	N/D	10500	1852	6.72	1928.37	8.22	1945.4	9.04	1954.74
109	N/D	10600	1853	6.62	1928.2	8.13	1945.4	8.94	1954.64
110	N/D	10700	1853	6.6	1928.04	8.13	1945.4	8.94	1954.64
111	N/D	10800	1854	6.5	1927.87	8.04	1945.4	8.85	1954.54
112	N/D	10900	1857	6.22	1927.7	7.78	1945.4	8.56	1954.24
113	N/D	11000	1858	6.12	1927.53	7.69	1945.4	8.46	1954.13

**ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.**

<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
<b>HOJA:</b>	<b>Página 16 de 22</b>

**SECCNER / NEC  
NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)**

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
114	N/D	11100	1856	6.28	1927.36	7.87	1945.4	8.65	1954.34
115	N/D	11200	1856	6.27	1927.2	7.87	1945.4	8.65	1954.34
116	N/D	11300	1860	5.9	1927.03	7.51	1945.39	8.27	1953.93
117	N/D	11400	1859	5.97	1926.86	7.6	1945.39	8.36	1954.03
118	N/D	11500	1858	6.04	1926.69	7.69	1945.39	8.46	1954.13
119	N/D	11600	1857	6.12	1926.52	7.78	1945.4	8.56	1954.23
120	N/D	11700	1855	6.28	1926.36	7.95	1945.4	8.75	1954.44
121	N/D	11800	1857	6.09	1926.19	7.78	1945.4	8.56	1954.23
122	N/D	11900	1858	5.99	1926.02	7.69	1945.39	8.46	1954.13
123	N/D	12000	1858	5.97	1925.85	7.69	1945.39	8.46	1954.13
124	N/D	12100	1860	5.78	1925.68	7.51	1945.39	8.27	1953.93
125	N/D	12200	1860	5.77	1925.52	7.51	1945.39	8.27	1953.93
126	N/D	12300	1861	5.66	1925.35	7.43	1945.39	8.17	1953.83
127	N/D	12400	1860	5.74	1925.18	7.51	1945.39	8.27	1953.93
128	N/D	12500	1859	5.81	1925.01	7.6	1945.39	8.36	1954.03
129	N/D	12600	1860	5.71	1924.84	7.51	1945.39	8.27	1953.93
130	N/D	12700	1862	5.52	1924.67	7.34	1945.39	8.07	1953.73
131	N/D	12800	1862	5.5	1924.51	7.34	1945.39	8.07	1953.73
132	N/D	12900	1860	5.66	1924.34	7.51	1945.39	8.27	1953.93
133	N/D	13000	1860	5.65	1924.17	7.51	1945.39	8.27	1953.93
134	N/D	13100	1862	5.46	1924	7.34	1945.39	8.07	1953.73
135	N/D	13200	1863	5.35	1923.83	7.25	1945.39	7.98	1953.63
136	N/D	13300	1864	5.25	1923.67	7.16	1945.39	7.88	1953.53
137	N/D	13400	1864	5.24	1923.5	7.16	1945.39	7.88	1953.53

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 17 de 22

Nº	Loc	Longitud (m)	Elevación (m)	Presión de operación		Presión estática		Presión de diseño	
				kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m	kg/cm <sup>2</sup>	m
138	N/D	13500	1868	4.87	1923.33	6.81	1945.39	7.49	1953.13
139	N/D	13600	1867	4.94	1923.16	6.9	1945.39	7.59	1953.23
140	N/D	13700	1866	5.02	1922.99	6.99	1945.39	7.69	1953.33
141	N/D	13800	1867	4.91	1922.83	6.9	1945.39	7.59	1953.23
142	N/D	13900	1869	4.72	1922.66	6.72	1945.39	7.39	1953.03
143	N/D	14000	1864	5.15	1922.49	7.16	1945.39	7.88	1953.53
144	N/D	14100	1863	5.22	1922.32	7.25	1945.39	7.98	1953.63
145	N/D	14200	1862	5.29	1922.16	7.34	1945.39	8.07	1953.73
146	N/D	14300	1865	5.01	1921.99	7.07	1945.39	7.78	1953.43
147	T.A.D - S.L.P	14400	1865	5	1921.82	7.07	1945.39	7.78	1953.43

N/D = No disponible.

Para observar gráficas donde se muestra el perfil hidráulico del poliducto, **Ver Anexo 2** para más detalle.

- **Dimensiones del equipo de bombeo.**

El equipo de bombeo a seleccionar cumplirá con una presión de descarga de 5.04 kg/cm<sup>2</sup> conforme al análisis hidráulico previo, para su selección son tomadas en cuenta las siguientes ecuaciones:

$$CDT = \frac{P_{desc} - P_{succ}}{y}$$

$$Pot = \frac{Q}{3600} * y * CDT$$

745.7

Donde:

Q =Flujo 113.25 m<sup>3</sup>/h

P<sub>succ</sub>= presión de succión, 0 kg/cm<sup>2</sup>

y= Peso específico, 8,632.80 N/m<sup>3</sup>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 18 de 22

Pdesc =Presión de descarga, 5.04 kg/cm<sup>2</sup>

CDT = Carga dinámica total, m

Pot = Potencia hidráulica.

Aplicando las ecuaciones previas se obtienen los siguientes resultados:

CDT =57.25 m

Potencia hidráulica =21.95 hp Bhp (potencia hidráulica / 0.65) = 33.78 hp

El perfil del terreno genera un beneficio para el trasiego del producto ocasionando que las pérdidas de presión en el recorrido sean mínimas y esto mismo permite que el equipo de bombeo no requiera de cargas elevadas de trabajo. El equipo de bombeo cumplirá con las siguientes características mínimas:

- Flujo nominal =119.25 m<sup>3</sup>/h
- Presión de descarga =5.04 kg/cm<sup>2</sup>
- Potencia nominal =40 hp

En el perfil hidráulico se registra una presión máxima de operación de 7 kg/cm<sup>2</sup> por lo que en la memoria de cálculo de espesores deberá determinarse un espesor de tubería adecuado para esta presión. Deberá verificarse con PEMEX que el trayecto de tubería existente garantice la operación a esta presión.

En el perfil hidráulico se registra una presión mínima de 3.62 kg/cm<sup>2</sup> lo que garantiza que no se presente cavitación en ningún punto.

## **I.2. CRITERIOS, NORMAS, ESPECIFICACIONES Y ESTÁNDARES CONSIDERADOS PARA EL PROYECTO (INGENIERÍA BÁSICA).**

Para diseñar la ingeniería básica del Proyecto, se tomarán criterios, normas, especificaciones y estándares internacionales, así como nacionales con el propósito de realizar las buenas prácticas de Ingeniería que garanticen la resistencia de la infraestructura, la seguridad estructural, la seguridad del poliducto, de los equipos utilizados y de las personas:

### **I.2.1 ESPECIFICACIONES Y NORMAS APLICABLES AL PROCESO.**

- ASME B31.3 – Tuberías de proceso de refinerías y plantas químicas.
  - ASME B31.4 – Tuberías de transporte de hidrocarburos líquidos y otros líquidos.
  - API 5L – Especificación de tuberías.
  - NOM-EM-004-SECRE-2014 – Transporte por medio de ductos de gas licuado de petróleo y otros hidrocarburos líquidos obtenidos de la refinación del petróleo.
-

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
	<b>HOJA:</b>	<b>Página 19 de 22</b>

- Disposiciones administrativas de carácter general que establecen los lineamientos en materia de seguridad industrial, seguridad operativa y protección al medio ambiente, para el transporte terrestre por medio de ductos de petróleo, petrolíferos y petroquímicos.

### I.2.2 NORMAS, ESTÁNDARES Y ESPECIFICACIONES PARA LAS TUBERÍAS.

Las normas utilizadas, especificaciones y estándares a utilizar en la ingeniería básica del presente proyecto son los que se enlistan a continuación:

- NOM-EM-004-2014 - Transporte por medio de ductos de gas, licuado de petróleo y otros hidrocarburos líquidos obtenidos de la refinación del petróleo.
- NRF-001-PEMEX-2013 - Tubería de acero para recolección, transporte y distribución de hidrocarburos.
- NRF-004-PEMEX-2011 - Protección con recubrimientos anticorrosivos a instalaciones superficiales de ductos.
- NRF-027-PEMEX-2009 - Espárragos y tornillos de acero de aleación y acero inoxidable para servicios de alta y baja temperatura.
- NRF-032-PEMEX-2012 - Sistemas de tuberías en plantas industriales
- NRF-096-PEMEX-2010 - Conexiones y accesorios para ductos de recolección y transporte de hidrocarburos.
- NRF-211-PEMEX-2008 - Válvulas de compuerta y bola en líneas de transporte de hidrocarburos
- NRF-221-PEMEX-2009 - Trampas de diablos para líneas de conducción terrestres.
- ASME B31.3 - Tubería de proceso.
- ASME B31.4 - Tuberías de transporte de hidrocarburos líquidos y otros líquidos.
- ASME B16.5 - Bridas para tubería y accesorios bridados.
- ASME B16.9 - Accesorios para tubería de soldadura a tope.
- ASME B 16.11 - Accesorios forjados tipo roscados y caja para soldar.
- API 5L - Especificación para Tubería de línea.
- ASME B 36.10 - Tubería de acero forjada con y sin costura.
- ASTM A-53 - Especificación Normalizada para Tubos de Acero Negro e Inmersos en Caliente, Galvanizados, Soldados y Sin Costura.
- ASTM-A-106 – Especificación para tubería de acero al carbono sin costura para servicio a alta temperatura.
- MSS SP 44 - Bridas de acero para tubería de línea.
- MSS SP 75 - Especificación para accesorios de alta presión, forjados, soldadura a tope.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
	<b>HOJA:</b>	<b>Página 20 de 22</b>

- ASTM A 105 - Especificación estándar para forjas de acero al carbono para tuberías.
- ASTM A 694 - Especificación estándar para forjas de acero al carbono y aleaciones para bridas de tuberías, accesorios, válvulas y piezas para servicios de transmisión a alta presión.
- ASTM A 860 - Especificación estándar para accesorios de soldadura a tope de acero ferrítico de alta resistencia.
- ASTM A 193 - Especificación estándar para el acero de aleación y empernado de acero inoxidable para servicio de alta temperatura o alta presión y otras aplicaciones de propósito especial.
- ASTM A 234 - Especificación estándar para accesorios de tubería de acero forjado y acero aleado para servicio de temperatura moderada y alta.
- ASTM A 350 - Especificación estándar para forjados de acero al carbono y de baja aleación, que requieren pruebas de resistencia a muescas para componentes de tuberías.
- API 6D - Especificación para válvulas de tubería de línea.
- API 6FA - Prueba de fuego para válvulas.
- ASME B16.10 - Dimensiones de válvulas cara a cara y tope a tope.
- ASME B16.20 - Juntas metálicas para bridas de tubería.
- ASME B 16.21 - Juntas no metálicas para bridas de tubería.

#### I.2.3. NORMATIVIDAD Y MANUALES APLICADAS EN LA OBRA CIVIL.

- NRF-138- PEMEX-2006 Diseño de estructuras de concreto.
- Comisión Federal de Electricidad “Manual de diseño de obras civiles” Diseño por Sismo.

#### I.2.4. NORMATIVIDAD APLICADA AL PROYECTO: ELÉCTRICO.

- NOM-001-SEDE-2012 – Instalaciones eléctricas (utilización)
- NOM-003-SCFI-2014 – Productos eléctricos – especificaciones de seguridad
- NOM-022-STPS-2015 – Electricidad estática en los centros de trabajo – condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-063-SCFI-2001 – Productos eléctricos – conductores – requisitos de seguridad.

#### I.2.5. CRITERIOS Y NORMAS APLICABLES A LA INSTRUMENTACIÓN.

- NOM-008-SCFI-2002 - Sistema general de unidades de medida.
  - NMX-CH-003-1993-SCFI - Instrumentos de medición – Manómetros de presión, vacuómetros y monovacúómetros indicadores y registradores con elementos elásticos (instrumentos ordinarios).
-

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	I
	HOJA:	Página 21 de 22

- NMX-CH-036-1994-SCFI - Instrumentos de medición – Indicadores de carátula.
- NMX-CH-058-1994-SCFI - Instrumentos de medición – Manómetros con elemento elástico – Método de calibración con balanza de pesos muertos.
- NMX-CH-070-1993-SCFI - Instrumentos de medición-Termómetros bimetálicos de carátula
- NMX-J-061-ANCE-2009 - Conductores – cables multiconductores para distribución aérea o subterránea a baja tensión – especificaciones.
- ISA S5.1 - Instrumentation symbols and identification.
- ISA S12.1 - Electrical instruments in hazardous atmospheres.
- API MPMS 5.1 - General Considerations for Measurement by Meters.
- API MPMS 5.3 - Measurement of Liquid Hydrocarbons by Turbine Meters.
- API MPMS 6.6 - Pipeline Metering Systems.
- NFPA 70 - National electrical code.

#### I.2.6. NORMATIVIDAD APLICABLE A LAS TELECOMUNICACIONES.

La normatividad que se aplicará en la disciplina de telecomunicaciones será proyectada una vez se tengan definidos los medios de enlace para el proyecto (microondas, fibra óptica, conductores de cobre, guías de ondas) y estarán alineadas a los requerimientos como infraestructura disponible, puntos de enlace, localización de equipos, medio de transmisión, en su caso, bandas de frecuencia.

### **I.3. 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 proyecto.

**Ver Capítulo III Descripción del entorno**, para más detalle.

#### I.3.1 INUNDACIONES.

De acuerdo al Atlas de Riesgo para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez 2011, la ubicación del proyecto no se encuentra en zonas inundables, por lo que las inundaciones no serían un riesgo para la implementación del proyecto.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>I</b>
	<b>HOJA:</b>	<b>Página 22 de 22</b>

### I.3.2. 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, no se cuenta con registros de daños causados a la infraestructura del municipio por la presencia de estos fenómenos naturales.

### I.3.3. VIENTOS EXTREMOS.

Según los datos de velocidad del viento, de la estación meteorológica “San Ignacio (Villa de reyes)”, en los últimos 10 años el promedio registrados para la velocidad del viento es de 4.416 km/hr, por lo que no se considera que la zona del proyecto no se presentan vientos con velocidades extremas.

### I.3.4. MASAS DE AIRE (HELADAS, GRANIZO Y NEVADAS).

Tomando como referencia datos del INIFAP acerca de las heladas pronosticadas, se encontró un pronóstico para el año 2015, en el cual se observa que en la zona donde incidirá el proyecto, llegan a ocurrir heladas, las cuales duran como máximo 5 días por año. En cuanto a granizadas y nevadas, no se ha registrado para la región.

### I.3.5. SISMOS.

De acuerdo a la regionalización de Comisión Federal de Electricidad (CFE) para las zonas de sismicidad, el proyecto se ubicará la zona B, catalogada como zonas de intensidad intermedia con sismos poco frecuentes (Sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad), el área no ha sido epicentro de sismos, además, no se han registrado para la zona sismos, de acuerdo a datos del Servicio Sismológico Nacional (SSN), 2017.

### I.3.6. FALLAS Y FRACTURAS.

La zona donde quedara 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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 1 de 16

### Contenido.

<b>II. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO.....</b>	<b>2</b>
<b>II.1. COMPONENTES DEL PROYECTO.....</b>	<b>4</b>
II.1.1. ESTACIÓN DE BOMBEO.....	4
II.1.2. TRAMPA DE ENVÍO DE DIABLOS (TED).....	5
II.1.3. LÍNEA REGULAR.....	6
II.1.4. TRAMPA DE RECIBO DE DIABLOS (TRD).....	7
II.1.5. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (ERM).....	7
II.1.6. PUNTO DE INTERCONEXIÓN.....	8
<b>II.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD.....</b>	<b>9</b>
II.2.1. SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO Y MEZCLAS EXPLOSIVAS.....	9
II.2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CORTE POR FUGA.....	9
<b>II.3. SISTEMA DE CONTROL DE CORROSIÓN PARA TUBERÍAS.....</b>	<b>10</b>
II.3.1. SISTEMA DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A BASE DE PINTURA.....	10
II.3.2. SISTEMAS DE CONTROL DE CORROSIÓN DEL DUCTO (SCC).....	10
<b>II.4. INGENIERÍA CIVIL.....</b>	<b>10</b>
II.4.1. BARRA PERIMETRAL.....	10
II.4.2. CASITA DE INSTRUMENTOS.....	11
II.4.3. FOSA DE INTERCONEXIÓN.....	12
II.4.4. PAVIMENTOS Y DRENES.....	12
II.4.5. CASA DE BOMBAS.....	13
<b>II.5. COMBUSTIBLES MANEJADOS EN EL POLIDUCTO DE 10” D.N. ....</b>	<b>13</b>

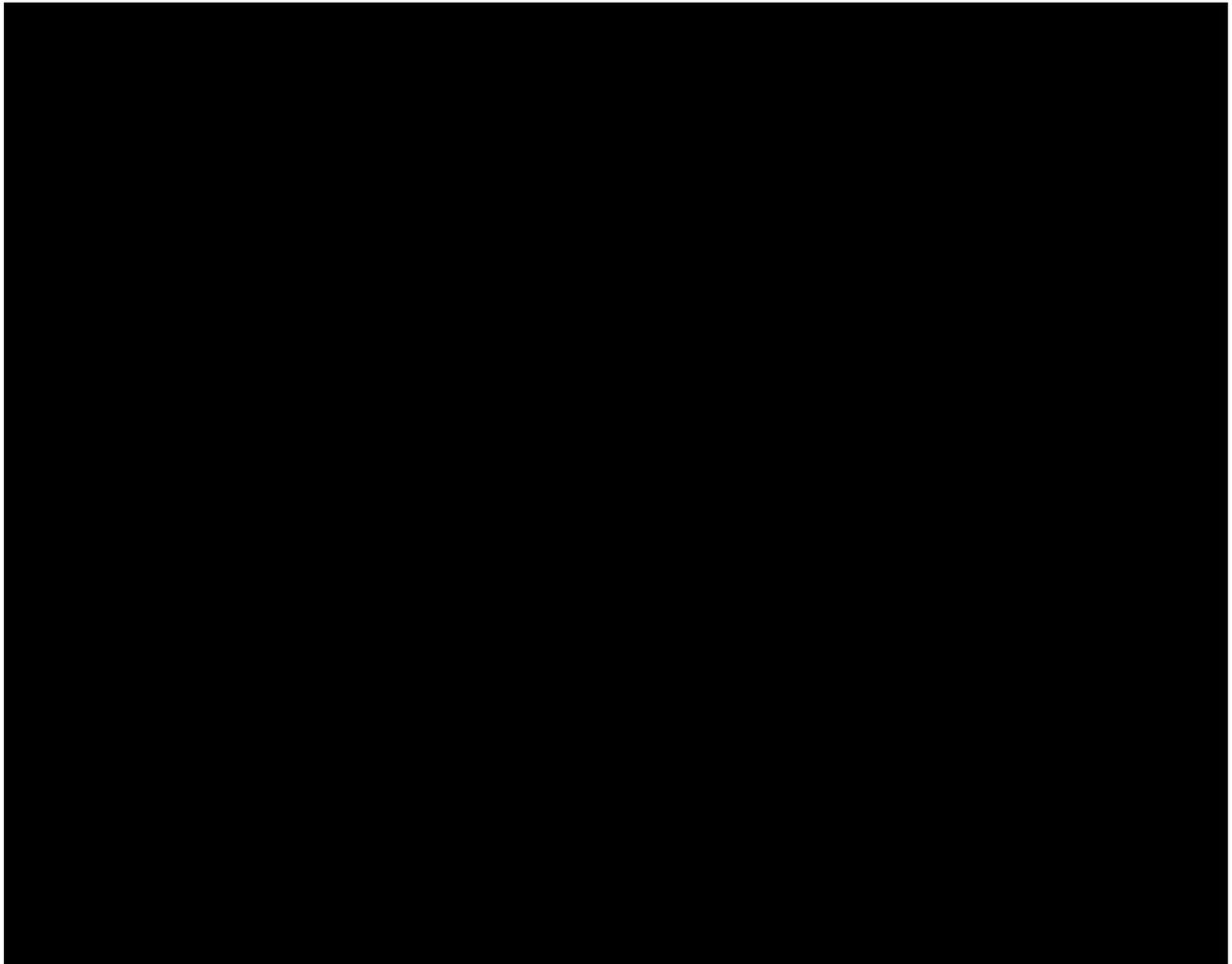
### Figuras.

Figura II.1. Trazo e instalaciones del Proyecto.....	2
Figura II.2. Esquema general del proyecto “Interconexión al poliducto de 10” D.N. Querétaro – TAD S.L.P.”.....	TAD 3
Figura II.3. Diagrama de Flujo del Proceso.....	4

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 2 de 16</b>

## **II. DESCRIPCION DETALLADA DEL PROCESO.**

El presente Proyecto, consiste en conectar la Terminal del Centro de México (TCM) con el poliducto existente de 10" TAD Querétaro–TAD San Luis Potosí (S.L.P.), el cual está orientado a satisfacer la demanda de combustible en el estado de San Luis Potosí y Querétaro, los combustibles que se transportarán serán Gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel, según sea la demanda de las TAD de San Luis Potosí y Querétaro, el poliducto tiene una longitud de 2.191 km (**Ver Figura II.1**).



**UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Se instalará un sistema de bombeo en la TCM conformado por una bomba principal de 525 gpm y una bomba de relevo de 525 gpm para la impulsión de 18 000 barriles diarios de petrolíferos (gasolina regular, gasolina premium y diésel) y por medio del poliducto de 10" de D.N., con una longitud aproximada de 2 178,74 m, se enviará al poliducto existente de 10" D.N., TAD Querétaro - TAD S.L.P.

Los petrolíferos serán monitoreados y cuantificados dentro del predio de la TCM a través de los instrumentos de medición de flujo, temperatura y presión instalados a la salida de bombas. De igual manera

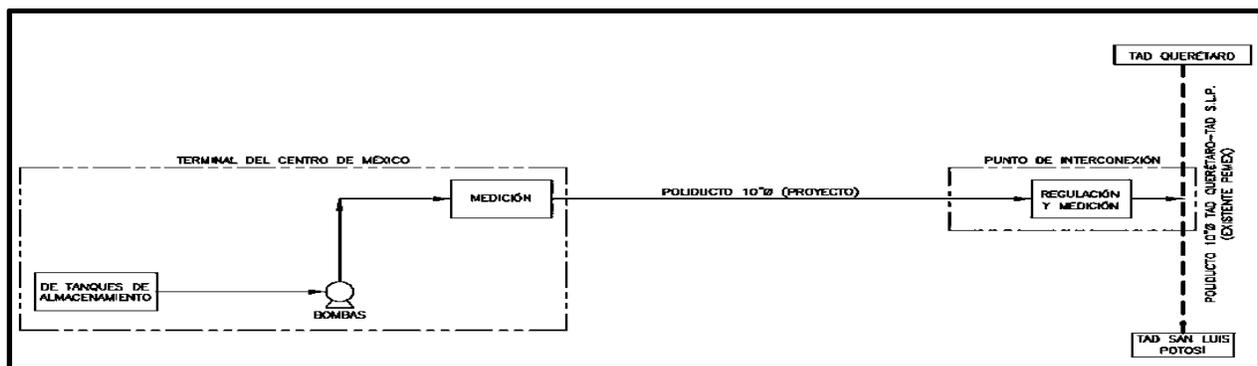
<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 3 de 16

existe otro punto de medición para la transferencia de custodia en el punto de interconexión con el poliducto existente mediante medidores de flujo tipo turbina y medidores de presión y temperatura, además se contará con una válvula de regulación de presión para evitar sobre-presiones en el poliducto existente.

En el punto de interconexión existirá un par de válvulas automatizadas operadas con motor eléctrico (MOV-003, MOV-004, MOV-005) las cuales tienen la función de direccionar el flujo hacia la Terminal de Almacenamiento y Distribución de San Luis Potosí (TAD S.L.P.) o hacia la Terminal de Almacenamiento y Distribución Querétaro (TAD Querétaro), según los requerimientos de PEMEX, la operación de la interconexión no se realizará simultáneamente a la operación del poliducto de 10" TAD Querétaro – TAD S.L.P., las señales de estas válvulas llegarán a la RTU que será instalada en la caseta de control en donde se encuentra ubicada la Estación de Medición y Regulación, la cual contará con un enlace de comunicación con el SCADA de PEMEX para que se tenga control de las válvulas en el punto de interconexión.

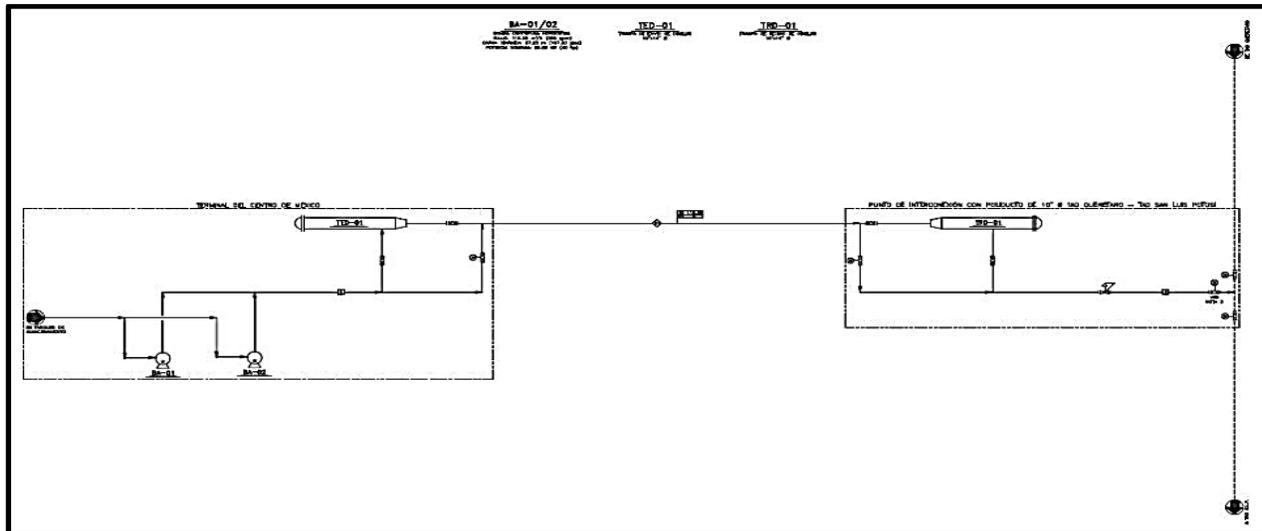
Se instalará una Trampa de Envío de Diablos (en la TED) en la TCM y una Trampa de Recibo de Diablos (TRD) en la ERM para la limpieza y medición de espesores del ducto.

En la **Figura II.2** puede apreciarse el esquema general del proyecto “Interconexión al poliducto de 10” D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P. y en la **Figura II.3** el Diagrama de Flujo del Proceso.



**Figura II.2. Esquema general del proyecto “Interconexión al poliducto de 10” D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P.”.**

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 4 de 16



**Figura II.3. Diagrama de Flujo del Proceso.**

Ver Anexo 5 (5.1 Diagrama de flujo de procesos) para más detalle.

## II.1. COMPONENTES DEL PROYECTO.

El proyecto se compone en dos sistemas, dependiendo de las tuberías, bridas, válvulas y accesorios como es el Sistema de Transporte y el Sistema de Planta Industrial los cuales se detallan a continuación.

### II.1.1. ESTACIÓN DE BOMBEO.

La estación de bombeo es utilizada para enviar el producto de la TCM a la TAD San Luis Potosí o a la TAD Querétaro, consiste de una bomba tipo centrífuga en operación y una bomba en espera o de relevo, con capacidad de 119.25 m<sup>3</sup>/h (525 gpm) 100 HP, las cuales cuentan con boquillas bridadas de succión y descarga de 8" D.N. y 6" D.N. respectivamente.

El sistema de tuberías comprende un cabezal de succión que viene de los tanques de almacenamiento de 10" D.N. de acero al carbón ASTM A-106 Gr. B S/C. extremos biselados cedula 40 ASME B36.10.

La línea de succión de las bombas está compuesta por una válvula de compuerta de 10" D.N., un filtro tipo "Y" para retención de partículas sólidas, además de una reducción excéntrica de 10"x8" D.N. que está conectada a una brida de cuello soldable de 8" D.N. para acoplar directamente con las boquillas de succión de las bombas centrífugas.

La línea de descarga de las bombas está compuesta por una válvula de retención de 6" D.N. y una válvula de compuerta también de 6" D.N.

Posterior a estas líneas de descarga, se considera una línea de alivio de presión o recirculación del sistema de bombeo misma que desfoga al cabezal principal de succión de 10" D.N. y está compuesta por una válvula de alivio de presión P.S.V de 8"x10", una válvula de retención de 10" D.N., codo de 90° radio largo, Tee recta y tubería de 10" D.N.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 5 de 16

Estas líneas de descarga de 6" D.N. confluyen en un cabezal de 10" D.N., mismo que en su extremo aguas arriba tiene instalado un sistema de filtración de 10" D.N. y un sistema de medición de 6" D.N. que permitirá medir el flujo que se envía al punto de interconexión del producto de manera correcta.

El sistema de filtración se compone por un filtro tipo canasta vertical de 10" D.N. con una válvula esférica localizada aguas abajo y aguas arriba del filtro, el cabezal de 10" D.N. se reduce a 6" D.N. por medio de una reducción concéntrica de 10"x6" D.N. para dar lugar al cabezal de medición que consta de un medidor de flujo tipo turbina de 6" D.N. que es el instrumento que mide el flujo de producto que pasa a través de la tubería, previo a este medidor existe un acondicionador de flujo tipo haz de tubos de 6" D.N., que permite reducir la turbulencia en el flujo redistribuyendo el perfil de velocidad y acercándolo a las condiciones más adecuadas, permitiendo tener lecturas más exactas. Posteriormente la línea de 10" D.N. lleva una trayectoria hacia la trampa de envío de diablos, localizada a 250 m aguas abajo del sistema de medición.

En la trayectoria de esta línea de 10" D.N. es necesario cruzar con varias líneas de ferrocarril, mismas que se logran evitar por medio de un cambio de dirección de la tubería en forma vertical hacia arriba con un juego de codos de 90° radio largo, soportándola sobre una estructura metálica tipo puente construida con perfiles estructurales y placa de acero.

Los componentes principales del sistema de bombeo y del sistema de medición en esta parte, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tubería de acero al carbono ASTM A-106 Gr. B S/C. extremos biselados, cédula 40 ASME B36.10.
- Válvulas y Filtro "Y" de acero al carbono ASTM A-216 Gr. WCB extremos bridados ASME B16.5 cara realzada (R.F.), Clase ASME 300#.
- Accesorios de interconexión de acero al carbono ASTM A-234 Gr. WPB, S/C ASME B16.9 extremos biselados ced. 40.
- Bridas de acero al carbono de cuello soldable ASTM A-105, ASME B16.5 Clase ASME 300# cara realzada (R.F.), cédula 40.

### II.1.2. TRAMPA DE ENVÍO DE DIABLOS (TED).

La trampa de envío de diablos se considera como parte del sistema de transporte, esta permite la introducción de los dispositivos que se insertan y viajan en el interior de la tubería en toda su longitud impulsados por el mismo flujo llamados PIG o diablos, los cuales tienen una función específica de acuerdo a su construcción, pueden ser de limpieza para remover sedimentos dentro de la tubería o instrumentados que proporcionan información sobre el estado de la línea, así como la extensión y localización de cualquier problema u anomalía en la misma.

Esta TED tipo paquete está montada sobre un patín estructural con placas de izaje y compuesta por un barril o cubeta que permite la introducción de los diablos, incluye tapa abisagrada "charnela" de apertura rápida, abrazadera bipartida y reducción excéntrica de 14"x10" D.N. para su interconexión.

La trampa está compuesta por una válvula de esfera de 10" D.N. en línea como bloqueo de la cubeta o barril hacia la línea regular de 10" D.N.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 6 de 16</b>

También incluye una válvula de esfera operada con actuador eléctrico MOV-001 de 10" D.N. para bloqueo de la línea de alimentación a la trampa, así como una válvula macho de 4" D.N. para la línea de pateo, una válvula macho de 4" D.N. para drenaje de la cubeta y una válvula de compuerta de 1" D.N. para venteo del barril o cubeta.

Como accesorios principales de conexión en este equipo se consideran una Tee recta especial de flujo axial con camisa interior y ranuras slots para paso de diablos y un codo de 90° radio largo.

Posterior a la válvula de bloqueo del barril o cubeta, se localiza una junta monoblock aguas abajo la cual provee aislamiento eléctrico del sistema de protección catódica al equipo y a la tubería.

Los componentes principales de la trampa de envío de diablos, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tubería de acero al carbono API 5L X-52, extremos biselados, ASME B36.10.
- Válvulas de acero al carbono ASTM A-216 Gr. WCB extremos bridados ASME B16.5 cara realizada (R.F.), Clase ASME 300# bajo la especificación API 6D y 6 FA de paso completo y continuado para las válvulas por donde pase el diablo, podrán ser de paso reducido en las demás válvulas.
- Accesorios de interconexión de acero al carbono ASTM A-860 WPHY-52 sin costura de extremos biselados.
- Bridas de acero al carbono de cuello soldable ASTM A-694 F-52, ASME B16.5, clase ASME 300# cara realizada (R.F.).

### II.1.3. LÍNEA REGULAR.

El poliducto que conforma el proyecto que une la TCM con el poliducto existente será considerado como línea de transporte de 10" D.N.

A partir de la TED y hasta la TRD, se considera el poliducto como línea regular por lo tanto deberá mantenerse esta especificación hasta dicho equipo, este tramo de tubería se llevará de manera subterránea por al menos 2 150 m evitando obstáculos como caminos, ferrocarril y cursos de agua en su trayectoria, para lograr esto son considerados en el diseño cruzamientos.

Durante la trayectoria de esta tubería es necesario cambiar su dirección para perfilarla hacia la TRD lo cual se logra con 3 puntos de inflexión localizados estratégicamente a lo largo del poliducto.

Posterior a estos puntos de inflexión se cambia totalmente la dirección del poliducto 94.90°, mismo que se compone con 1 curva horizontal de ajuste con un ángulo de curvatura de 14°90'00" y un radio de curvatura de 32.29 metros y 5 curvas horizontales con un ángulo de curvatura de 16°00'00" y un radio de curvatura de 30.08 metros, estas curvas horizontales cuentan con una sección recta de 1.80 metros, misma que permite su interconexión de manera adecuada, las curvas están conformadas con tramos de tubería de 10" D.N. de 12 m largo especificación acero al carbono API 5L X-52 S/C, extremos biselados. De esta manera se logra alinear la tubería de 10" D.N. para su interconexión con la trampa de recibo de diablos.

En ambos extremos del poliducto es considerado un muerto de anclaje aguas abajo de la TED y aguas arriba de la TRD. Esta brida de anclaje servirá de atraque al ducto subterráneo para evitar transmitir movimientos axiales y sobre esfuerzos a las instalaciones superficiales, la brida cumplirá con la

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 7 de 16</b>

especificación de acero al carbono ASTM A-694, Gr. WPHY-52 con extremos biselados y camisa termocontráctil.

#### II.1.4. TRAMPA DE RECIBO DE DIABLOS (TRD).

La trampa de recibo de diablos al igual que la trampa de envío de diablos es considerada como parte del sistema de transporte.

Esta TRD tipo paquete está montada sobre un patín estructural con placas de izaje y compuesta por un barril o cubeta que permite la extracción de los diablos, incluye tapa abisagrada "charnela" de apertura rápida, abrazadera bipartida y reducción excéntrica de 14"x10" D.N. para su interconexión.

Se considera una válvula de esfera de 10" D.N. En línea como bloqueo de la cubeta o barril sobre la línea regular de 10" D.N.

También incluye una válvula de esfera de 10" D.N. para desvío de la línea principal (MOV- 002), así como una válvula macho de 4" D.N. para la línea de pateo, una válvula macho de 4" D.N. para drenaje y una válvula de compuerta de 1" D.N. para venteo del barril o cubeta.

Los componentes principales de la trampa de recibo de diablos, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tubería de acero al carbono API 5L X-52, extremos biselados, ASME B36.10.
- Válvulas de acero al carbono ASTM A-216 Gr. WCB extremos bridados ASME B16.5 cara realizada (R.F.), Clase ASME 300# bajo la especificación API 6D y 6 FA de paso completo y continuado para las válvulas por donde pase el diablo, podrán ser de paso reducido en las demás válvulas.
- Accesorios de interconexión de acero al carbono ASTM A-860 WPHY-52 sin costura de extremos biselados.
- Bridas de acero al carbono de cuello soldable ASTM A-694 F-52, ASME B16.5, clase ASME 300# cara realizada (R.F.)

#### II.1.5. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN (ERM).

La estación de regulación y medición con transferencia de custodia será diseñada como instalación de planta industrial por lo que será utilizado el estándar B31.3 Tuberías de proceso de refinerías y plantas químicas.

Los límites de batería bajo esta especificación es aguas abajo de la válvula de bloqueo de la trampa de recibo de diablos MOV-002 de 10" D.N., aguas abajo de la válvula de bloqueo de la línea de pateo de 4" D.N. y aguas arriba de la válvula de bloqueo del punto de interconexión MOV-003 de 10" D.N. en clase ASME 300#.

La estación de regulación está conformada principalmente por una válvula esférica de operación manual de 10" D.N. clase ASME 300# de cara realizada (R.F.) de extremos bridados, posteriormente cuenta con un filtro tipo canasta vertical de extremos bridados clase ASME 300# de cara realizada (R.F.) diseñado bajo el código ASME Sección 8, el filtro será acero inoxidable 316 y el cuerpo de material SA-516-70, posterior

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 8 de 16</b>

al filtro se cuenta con una válvula de bloqueo tipo esférica de operación manual de 10" D.N. clase ASME 300# de cara realzada (R.F.) de extremos bridados, enseguida cuenta con una válvula de control de presión de 10" D.N. clase ASME 300# de cara realzada (R.F.) de extremos bridados cuerpo de acero al carbono con interiores de acero inoxidable, cuenta con un tubo de medición de 6" D.N. ASME 300# con medidor tipo turbina, las reducciones del tubo de medición son de acero al carbón concéntricas de 10"x6" ASTM A-234 WPB Ced. 40.

En general las especificaciones técnicas de los materiales para la ERM son:

- Bridas de acero al carbono ASTM A-105 Ced. 40 cara realzada (R.F.) ASME 300#, Dim. ASME B16.5.
- Válvulas esféricas de acero al carbono ASTM A-105 extremos bridados cara realzada (R.F.) ASME 300#, Dim. ASME B16.5. con interiores para gasolinas y diésel.
- Tuberías de acero al carbono ASTM A-106 Gr. B Ced. 40.
- Accesorios (Codos, tees, reducciones) de acero al carbón ASTM A-234 Gr. WPB Ced. 40 Dim. de acuerdo con ANSI B 16.9.

#### II.1.6. PUNTO DE INTERCONEXIÓN.

El punto de interconexión será diseñado como parte del sistema de transporte por lo que serán especificados los materiales de acuerdo a las normas para línea regular utilizando la NOM-EM-004-2014, el estándar ASME B31.4 y especificaciones ASME B16.5, B16.9 y API 5L.

El punto de Interconexión consiste en la unión del poliducto de proyecto de 10" D.N. que viene de la Terminal del centro de México con el poliducto existente de 10" D.N. de PEMEX TAD Querétaro - TAD San Luis Potosí, en este punto es considerada la interconexión en frío, esto es que PEMEX haga una libranza de su ducto y sea vaciado e inertizado para las labores de corte y soldado.

El sistema consiste en instalar sobre la línea existente de 10"D.N., dos válvulas tipo esféricas operadas con actuador eléctrico (MOV-004 y MOV-005) de 10" D.N., clase ASME 300# de cara realzada (R.F.) de extremos bridados de paso completo y continuado ubicadas aguas arriba y aguas abajo del punto de interconexión, esto para controlar la dirección del flujo cuando se inyecte por el poliducto de proyecto, y saliendo de la estación de regulación y medición una válvula de retención clase ASME 300# junto con una válvula tipo esférica con actuador eléctrico MOV-003 de 10" D.N. clase ASME 300# de cara realzada (R.F.) de extremos bridados que conectará con el poliducto existente, cabe mencionar que la clase de las válvulas, accesorios y bridas en este punto será confirmada con PEMEX en la ingeniería de detalle, ya que para no demeritar la integridad en el ducto existente en este punto deberá adoptar la misma clase. Las válvulas de bloqueo cumplirán con la especificación API 6D y API 6FA.

En general las especificaciones técnicas de los materiales para este punto son:

- Bridas de acero al carbono ASTM-A-694 Gr. F-52 cara realzada (R.F) clase ASME 300# de cuello soldable.
- Accesorios (codos, tees, reducciones) de acero al carbono A-694 Gr. F52.
- La tubería a utilizar será de acero al carbono de 10" D.N. bajo la especificación API 5L X-52,

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 9 de 16</b>

PSL2 del espesor igual al de la tubería existente.

## **II.2. SISTEMAS DE SEGURIDAD.**

### **II.2.1. SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO Y MEZCLAS EXPLOSIVAS.**

El sistema tendrá la función de detectar por medio de sensores la presencia de fuego, humo o mezclas explosivas con el fin de activar alarmas y sean tomadas las acciones necesarias para controlar el riesgo ante un siniestro en las instalaciones.

El sistema está formado por los siguientes sub-sistemas:

- Subsistema de detección de fuego: conjunto de instrumentos ubicados estratégicamente, capaces de detectar la ignición a través de sensores UV (Ultra Violeta), IR (Infra Rojo) o ambos y que serán conectados al PLC del Sistema contra incendio para la generación de alarmas y acciones para mitigar los riesgos por fuego.
- Subsistema de detección de mezclas explosivas y gases tóxicos: conjunto de instrumentos ubicados estratégicamente, capaces de detectar la acumulación de vapores combustibles, mezclas explosivas y gases tóxicos mediante sensores UV, IR y catalíticos. Serán conectados al PLC del sistema contra incendio para la generación de alarmas y acciones para mitigar los riesgos por acumulación de vapores combustibles y gases tóxicos.
- Subsistema de detección de humo: conjunto de instrumentos ubicados estratégicamente, capaces de detectar altas concentraciones de humo a través de sensores UV, IR o ambos y que serán conectados al PLC del Sistema contra incendio para la generación de alarmas y acciones para mitigar los riesgos por humo.
- Subsistema de alarmas: conjunto de alarmas visuales y sonoras ubicadas estratégicamente. Las alarmas pueden programarse desde un Controlador Lógico Programable ("PLC") con diferentes códigos sonoros y/o visuales para cada tipo de siniestro que pudiese ser detectado en la planta.
- Subsistema de control: formado por el PLC encargado de recibir, administrar y generar acciones de control a través de la instrumentación de detección de flama, detección de mezclas explosivas y detección de humo.

Para hacer llegar las señales del sistema de detección de fuego y mezclas explosivas de los detectores instalados en la ERM y el punto de interconexión, se conectarán a la UTR que dispondrá de un sistema de comunicación que enlazará la información al cuarto de control de la TCM y posteriormente direccionarlo al PLC del sistema contra incendio.

### **II.2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE CORTE POR FUGA.**

El sistema de corte por fuga será el encargado de detectar el escape no deseado de producto en el tramo de ducto entre la TCM y la interconexión al poliducto de 10" TAD Querétaro-TAD S.L.P., a través de la instrumentación a instalar, de tal forma que sean tomadas las acciones necesarias para la atención y en su caso paro del poliducto de proyecto.

---

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 10 de 16</b>

En la tubería se presenta un deterioro normal dado a la corrosión, a las condiciones geológicas (asentamientos, sismos, escurrimientos etc.) los cuales originan riesgo por fuga en ductos de hidrocarburos, lo que puede ocasionar daños ambientales, sociales y económicos por la pérdida de producto o por el paro del ducto por tiempo indefinido.

Por lo anterior es indispensable la implementación de un sistema que detecte de manera eficiente las fugas que pueden presentarse en el ducto o la sustracción ilegal del producto, ya que con este sistema pueden tomarse acciones rápidas para la atención o suspensión del envío de combustible.

El sistema de corte que operará en el poliducto del proyecto de 10" D.N. el cual tiene una longitud aproximada de 2.4 km, podrá realizar las funciones de:

- Detección de fuga.
- Emitir alarma de fuga y activar las acciones de paro.
- Localización de la ubicación de la fuga.

La actualización de sistema de corte por fuga se llevará a cabo en la ingeniería básica extendida.

### **II.3. SISTEMA DE CONTROL DE CORROSIÓN PARA TUBERÍAS.**

#### **II.3.1. SISTEMA DE RECUBRIMIENTOS ANTICORROSIVOS A BASE DE PINTURA.**

Para este sistema la selección de los tipos de recubrimiento primario, intermedio y de acabado, cumplirán con los requerimientos para un ambiente seco, considerando el tipo y estado de la superficie a proteger, preparación de la superficie, método de limpieza, grado de limpieza y perfil de anclaje requerido.

#### **II.3.2. SISTEMAS DE CONTROL DE CORROSIÓN DEL DUCTO (SCC).**

Para el control de corrosión del ducto desde la TCM al punto de interconexión con el ducto de PEMEX realizar un estudio de resistividad del terreno para definir el tipo y cantidad de ánodos a instalar, así como las características del rectificador de protección catódica.

### **II.4. INGENIERÍA CIVIL.**

Dentro del diseño del proyecto, se contempla para la ingeniería civil, distintas obras estructurales como muro perimetral, pavimentos, caseta de instrumentos, fosa de interconexión, soportes para tubería y válvulas, muerto de anclaje, camino de acceso, cobertizo para bombas y puente estructural para paso de tuberías.

#### **II.4.1. BARRA PERIMETRAL.**

Dada que la Trampa de Recibo de Diablos y la Estación de Regulación y Medición se localizan en línea regular se prevé que por medidas de seguridad física se delimite la instalación mediante una barra perimetral, esto conlleva el diseño de una serie de elementos estructurales como la cimentación de la barra, cimentación de la caseta de instrumentos, entre otros.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 11 de 16

Para el diseño de cimentaciones debe realizarse el estudio de mecánica de suelos del cual se obtendrán las propiedades índices y mecánicas del suelo, los que nos ayudara a obtener los parámetros de resistencia y compresibilidad para el diseño de las estructuras.

Con base en los resultados de la mecánica de suelos se puede obtener el dimensionamiento de la zapata del muro perimetral. Una vez teniendo esto se proyectará el muro perimetral considerando los espacios correspondientes de acuerdo a la infraestructura requerida y áreas de operación.

La cimentación y elementos estructurales (castillos y dalas) serán de concreto reforzado  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> y varillas corrugadas de acero  $f'y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizar una plantilla de concreto de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

La barda será de block macizo de 15x20x40 cm junteado con mortero (cemento-arena proporción 1:4) apoyada con elementos estructurales como castillos y dalas de cerramiento. Adicionalmente la barda contará con concertina cal. 12 de acero inoxidable con doble navaja de lámina cal. 22 enrollada en diámetros de 60 cm soportada mediante espadas en "V" y reforzado con alambre de púas galvanizado.

La altura mínima de la barda será de 2.50 m a partir del nivel del piso terminado (N.P.T.), en la parte superior del muro llevará la soportería necesaria para la colocación de concertina de acero inoxidable de 30 cm de diámetro y alambre de púas galvanizado.

La instalación contará con un portón metálico de dos hojas abatibles el cual dará acceso vehicular y en una de las hojas abatibles se instalará una puerta para el acceso peatonal con chapa tipo cilindro, El portón contará con cerrojo y candado de seguridad.

#### II.4.2. CASETA DE INSTRUMENTOS.

La trampa de recibo de diablos y la estación de regulación y medición se alojarán dentro de un mismo predio y dado que contarán con equipo de instrumentos y control es requerido resguardarlos bajo protección de las inclemencias del tiempo y por seguridad física, por lo que es considerada una caseta de instrumentos y barda perimetral mencionada anteriormente.

La caseta consiste de un área donde serán alojados equipos de control, (RTU, Banco de baterías, equipos de comunicación, etc.) la cual deberá ser construida partiendo de los estudios de mecánica de suelos para obtener las propiedades índices y mecánicas del suelo como se mencionó anteriormente y estar en condiciones de diseñar los elementos estructurales.

Las características técnicas de la caseta consistirán en:

Cimentación con base en zapatas corridas y elementos estructurales (castillos, dalas, losa, trabes, etc.) de concreto reforzado  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> y varillas corrugadas de acero  $f'y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>

Los muros serán de block macizo de 15x20x40 cm junteado con mortero (cemento-arena proporción 1:4).

La caseta contará con una puerta de acceso metálica con chapa de seguridad.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>II</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 12 de 16</b>

#### II.4.3. FOSA DE INTERCONEXIÓN.

El nuevo poliducto de 10" será conectado al poliducto existente de Pemex TAD San Luis Potosí - TAD Querétaro, por lo que en el punto de interconexión serán realizadas obras de infraestructura por lo que serán consideradas medidas de seguridad física delimitando el área y realizando obras para su operación y mantenimiento.

Estas obras consisten en elaborar una fosa donde serán ubicadas las válvulas que controlarán el paso y dirección del flujo de los hidrocarburos hacia el poliducto de PEMEX.

La fosa consistirá en muros de concreto reforzado con las siguientes características:

Concreto reforzado  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> y varillas corrugadas de acero  $f'y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

Contará con una banqueteta perimetral de 0.80 m de ancho de concreto reforzado  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> y malla electrosoldada con varillas de acero liso  $f'y=5,000$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm.

Adicionalmente contara con una malla tipo ciclónica perimetral que delimite la fosa y punto de interconexión, contará con una puerta para acceso vehicular con cerrojo cadena, candado y con concertina cal. 12 de acero inoxidable con doble navaja de lámina cal. 22 enrollada en diámetros de 60 cm soportada mediante espadas en "V" y reforzado con alambre de púas galvanizado.

#### II.4.4. PAVIMENTOS Y DRENES.

Dentro del perímetro de la barda para la trampa de recibo y ERM se instalarán losas de piso con concreto reforzado en módulos de 2.50 x 2.50 m de acuerdo con las características topográficas del predio y del arreglo general, proporcionando los desniveles de 0.5% para producir un drenaje eficiente de las aguas de lluvia y los que requieran las instalaciones para proporcionar un funcionamiento eficiente.

Adicionalmente las áreas a las que no se instale concreto (como paso de tuberías tierra-aire) se considera una malla geotextil con acabado de grava.

En el exterior de la barda perimetral se instalará una banqueteta de 1.00 m de ancho de concreto reforzado.

Las losas de piso se apoyaran sobre un relleno mejorado, colocado en capas de 20 cm y compactado al 95% de la prueba proctor estándar.

El drenaje pluvial de la instalación será por medio de drenes de tubo de PVC de 2.5"D.N. Los cuales se encargaran de drenar el agua de lluvias hacia el exterior de la instalación.

Las especificaciones técnicas para los pavimentos y banquetas serán:

Concreto reforzado  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> y malla electrosoldada con varillas de acero liso  $f'y=5,000$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

Cabe señalar que la especificación de los pavimentos y vialidades dentro de la terminal de almacenamiento son considerados en el proyecto de la misma.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 13 de 16

#### II.4.5. CASA DE BOMBAS.

El sistema de bombeo del poliducto de la Terminal del Centro de México (TCM) al punto de interconexión será ubicado dentro de la terminal de almacenamiento, el sistema será resguardado por un cobertizo con las siguientes características:

Cimentación de equipos de bombeo y cobertizo será de concreto reforzado con una resistencia de  $f'c=250$  kg/cm<sup>2</sup> y varillas corrugadas de acero  $f'y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>

Pisos y banquetas de concreto armado  $f'c=200$  kg/cm<sup>2</sup> y malla electrosoldada con varillas de acero liso  $f'y=5,000$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm. Se utilizará una plantilla de concreto de  $f'c=100$  kg/cm<sup>2</sup>.

Cubiertas y azoteas de multipanel con acabado de lámina en ambas caras, con aislante de poliuretano sobrepuesta y atornillada a estructura de perfiles metálicos.

Estructura superior de acero estructural A-36.

Estructura principal con columnas de concreto armado con una resistencia de  $f'c= 250$  kg/cm<sup>2</sup> y varillas corrugadas de acero  $f'y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup> con un agregado máximo de 19 mm.

#### II.5. COMBUSTIBLES MANEJADOS EN EL POLIDUCTO DE 10" D.N.

Las sustancias principales que serán enviadas desde la TCM hacia la interconexión de 10" de diámetro con la Terminal de Almacenamiento TAD Querétaro-TAD S.L.P., será Gasolina Premium y Gasolina Regular, las cuales 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.

**Ver anexo 3** para mas detalle.

##### **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.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 14 de 16

#### Identificación de componentes.

COMPONENTE	%VOL, PESO	NUMERO CAS	NUMERO ONU	PPT <sup>9</sup> (PPM)	CT1 <sup>10</sup> (PPM)	P <sup>11</sup> (PPM)	IPVS <sup>12</sup>	GRADO DE RIESGO NFPA <sup>13</sup>			
								S	I	R	E
Gasolina PEMEX Regular	100 V	8006-61-9	1203	300	500	ND	ND	1	3	0	NA
Aromáticos	N/D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	NA	NA	NA	NA
Olefinas	N/D	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benceno	3% MAX	71-43-2	1114	0.5	2.5	ND	ND	2	3	0	ND

NA= No aplica

ND= No disponible

#### Propiedades físico químicas.

<b>Peso molecular:</b>	ND	<b>Solubilidad en agua:</b>	Insoluble
<b>Temperatura de ebullición °C:</b>	(°C): 60-70 (máx. 10% Destilac.)	<b>Límites de explosividad inferior-superior:</b>	1.3 - 7.1 A
<b>Temperatura de Fusión:</b>	NA	<b>Olor:</b>	Característico a gasolina
<b>Temperatura de inflamación (°C):</b>	Inferior a 0°C	<b>Gravedad específica</b>	20/4 °C: 0.700 - 0.770
<b>Temperatura de auto ignición (°C):</b>	aproximadamente 250°C A	<b>PH:</b>	ND
<b>Densidad relativa de vapor (aire=1):</b>	3.0 – 4.0 A	<b>Presión de vapor @ 37.8 °C (kPa):</b>	54.0 - 79.0 (7.8 - 11.5)
<b>Color</b>	Rojo Visual		

#### Gasolina Premium.

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

**Nombre químico:** Hidrocarburo.

**Nombre común:** Gasolina.

**Sinónimos:** Premium, combustible automotriz.

**Formula química:** De C<sub>5</sub>H<sub>12</sub>C<sub>9</sub>H<sub>20</sub>.

**Estado físico:** Líquidos.

**Clasificación Dot<sup>2</sup>:** Clase 3, líquidos inflamables.

**Respuesta inicial:** Guía 128 (Grena 96)<sup>12</sup>.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 15 de 16

#### Identificación de componentes.

COMPONENTE	%VOL, PESO	NUMERO CAS	NUMERO ONU	CPT/CCT (PPM)	IPVS	GRADO DE RIESGO			
						S	I	R	E
Gasolina PEMEX Premium	100 V	8006-61-9	1203	300	ND	1	3	0	NA
Aromáticos	32 V MAX	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Olefinas	15 V MAX	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Benceno	2 V MAX	71-43-2	1114	10	ND	2	3	0	--
Azufre	0,05 P. MAX	7704-34-9	2448	NO DISPONIBLE	ND	2	1	0	--

NA= No aplica

ND= No disponible

#### Propiedades físico químicas.

<b>Peso molecular:</b>	Variable	<b>% de volatilidad:</b>	Esencialmente 100
<b>Temperatura de ebullición °C:</b>	225@760mm/hg	<b>Color (método visual):</b>	Amarillo
<b>Temperatura de Fusión:</b>	No disponible	<b>Olor:</b>	Característico a petróleo
<b>Densidad de Vapor (aire=1):</b>	3,4	<b>Solubilidad en agua:</b>	Insoluble
<b>Densidad relativa (H<sub>2</sub>O) = 1:</b>	0,720	<b>PH:</b>	No aplica
<b>Presión de vapor Reid (ASTM D4953):</b>	7,8 – 15 lb/pulg <sup>2</sup>	<b>Índice de octano (R+M)/2:</b>	93 mínimo
<b>Vel. Evaporación (butil-acetato) = 1:</b>	No disponible		

#### Riesgo de fuego y explosión.

<b>Temperatura de inflamación °C:</b>	-38	<b>Límite de inflamabilidad o explosividad:</b>	Inferior 1,4
<b>Temperatura de autoignición °C:</b>	No disponible		Superior 7,6

#### 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.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	II
	HOJA	Página 16 de 16

**Estado físico:** Líquido.

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

**Clasificación Dot<sup>2</sup>:** Clase 3, líquidos inflamables división 3.3.

**Respuesta inicial:** Guía 13.

#### Identificación de componentes.

COMPONENTE	%VOL, PESO	NUMERO CAS	NUMERO ONU	CPT/CCT (PPM)	IPVS	GRADO DE RIESGO			
						S	I	R	E
Diésel Sin	100 p	ND	1202	100	ND	1	2	0	NA
Aromático	30 V MAX	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Azufre	0,05 P. MAX	7704-34- 9	2448	NO DISPONIBLE	ND	ND	ND	ND	ND

NA= No aplica

ND= No disponible

#### Propiedades físico químicas.

<b>Peso molecular:</b>	Variable	<b>% de volatilidad:</b>	Esencialmente 100
<b>Temperatura de ebullición °C:</b>	175-375 aprox.	<b>Color (método visual):</b>	Amarillo claro
<b>Temperatura de Fusión:</b>	No disponible	<b>Olor:</b>	Característico a petróleo
<b>Densidad de Vapor (aire=1):</b>	4	<b>Solubilidad en agua:</b>	Insoluble
<b>Densidad relativa (H<sub>2</sub>O) = 1:</b>	0,815 – 0,840 aprox.	<b>pH:</b>	No aplica
<b>Presión de vapor mmhg20°C:</b>	0,1 a 0,6 lb/pulg <sup>2</sup>	<b>Índice de octano (R+M)/2:</b>	48 mínimo
<b>Vel. Evaporación (butil-acetato) = 1:</b>	Menor que 1		

#### Riesgo de fuego y explosión.

<b>Temperatura de inflamación °C:</b>	45 mínimo	<b>Límite de inflamabilidad o explosividad:</b>	Inferior 0,7
<b>Temperatura de autoignición °C:</b>	No disponible		Superior 5

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 1 de 28</b>

### Contenido.

<b>III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.</b> .....	3
<b>III.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN.</b> .....	3
<b>III.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES AMBIENTALES.</b> .....	4
III.2.1. COMPONENTE SOCIAL. ....	5
III.2.2. COMPONENTE ABIÓTICO. ....	7
III.2.3. COMPONENTE BIÓTICO. ....	26
<b>III.3. CONCLUSIÓN.</b> .....	28

### Tablas.

Tabla III.1. Coordenadas de los elementos constituyentes del Proyecto. ....	3
Tabla III.2. Principales Zonas colindantes al proyecto. ....	5
Tabla III.3. Normales climatológicas de la estación San Luis Potosí (SMN). ....	9
Tabla III.4. Datos históricos de la estación “San Ignacio (Villa de Reyes)”. ....	10
Tabla III.5. Huracanes y tormentas tropicales registradas en México del año 2001 al 2014. ....	11

### Figuras.

Figura III.1. Localización del Proyecto. ....	4
Figura III.2. Instalaciones y/o zonas vulnerables y su proximidad al proyecto. ....	7
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. ....	14
Figura III.5. Huracanes Intensos con impacto sobre México. Categorías III, IV y V, durante el período de 1970 al 2008. ....	15
Figura III.6. Pronostico de heladas para el año 2015. ....	16
Figura III.7. Rosa de los vientos (vientos dominantes). ....	17
Figura III.8. Relieve (curvas de nivel y sistema de topoformas) presente en el área del proyecto. ....	18
Figura III.9. Características geológicas del área del proyecto. ....	19
Figura III.10. Ubicación del proyecto dentro de las Zonas de Sismicidad. ....	20
Figura III.11. Tipos de suelo presentes en el área del proyecto. ....	23
Figura III.12. Hidrología superficial en el área del proyecto. ....	24

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 2 de 28</b>

Figura III.13. Hidrología subterránea (acuífero) en el área de influencia del proyecto. .... 26

Figura III.14. Uso de Suelo y Vegetación en el área de influencia. .... 27

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	III
	HOJA	Página 3 de 28

### III. DESCRIPCIÓN DEL ENTORNO.

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

El presente Proyecto se ubicará dentro del municipio de San Luis Potosí, en el estado de San Luis Potosí (**Ver Figura III.1**), mismo que consiste en conectar mediante un poliducto de 10" D.N., la Terminal del Centro de México (TCM), con el poliducto existente de 10" D.N. que conecta las Terminales de Almacenamiento y Distribución de Pemex ("TAD") Querétaro y San Luis Potosí, con el objetivo de coadyuvar en el transporte de productos refinados (gasolinas, diésel automotriz y etanol) hacia el mercado de San Luis Potosí y Querétaro.

#### San Luis Potosí.

San Luis Potosí se encuentra localizado entre los paralelos 22° 40' y 21° 57' de latitud norte; los meridianos 100° 44' y 101° 11' de longitud oeste; altitud entre 700 y 2 800 m. Colinda al norte con los municipios de Moctezuma, Villa de Arista y Villa Hidalgo; al este con los municipios de Villa Hidalgo, Soledad de Graciano Sánchez, Cerro de San Pedro y Zaragoza; al sur con los municipios de Zaragoza, Villa de Reyes y Villa de Arriaga; al oeste con los municipios de Villa de Arriaga, Mexquitic de Carmona, Ahualulco y Moctezuma. Ocupa el 2.42% de la superficie del estado. Cuenta con 283 localidades y una población total de 772 604 habitantes; resultado del censo 2010 realizado por INEGI.

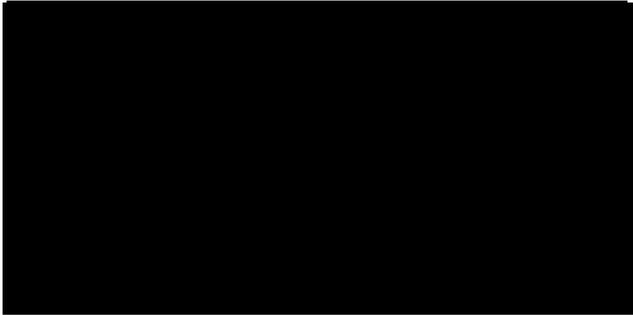
**Fuente:** [Prontuario de Información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. San Luis Potosí, San Luis Potosí.](#)

A continuación se indica la localización de los puntos de inflexión ubicados en el trazo del poliducto, así como el punto de interconexión y el punto de medición (**Ver Tabla III.1**):

**Tabla III.1. Coordenadas de los elementos constituyentes del Proyecto.**

COORDENADAS DEL PROYECTO, ART. 113  
FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN  
I DE LA LFTAIP

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 4 de 28</b>



COORDENADAS DEL PROYECTO, ART.  
113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110  
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

**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 por la instalación del proyecto, 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.

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 5 de 28</b>

Para la caracterización del área de influencia del proyecto (radio de 500 m), se utilizó como base la cartografía temática de INEGI, paginas 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 en el km 1 + 249 y a 0.45 km con dirección oeste del proyecto, se encuentra una localidad llamada “El Terrero Sur”. **Ver Tabla III.2**

#### Instalaciones aledañas.

Es importante mencionar, que a los alrededores del proyecto se encuentran instalaciones industriales y comerciales, así como cruces carreteros y vías férreas (**Ver Figura III.2**):

**Tabla III.2. Principales Zonas colindantes al proyecto.**

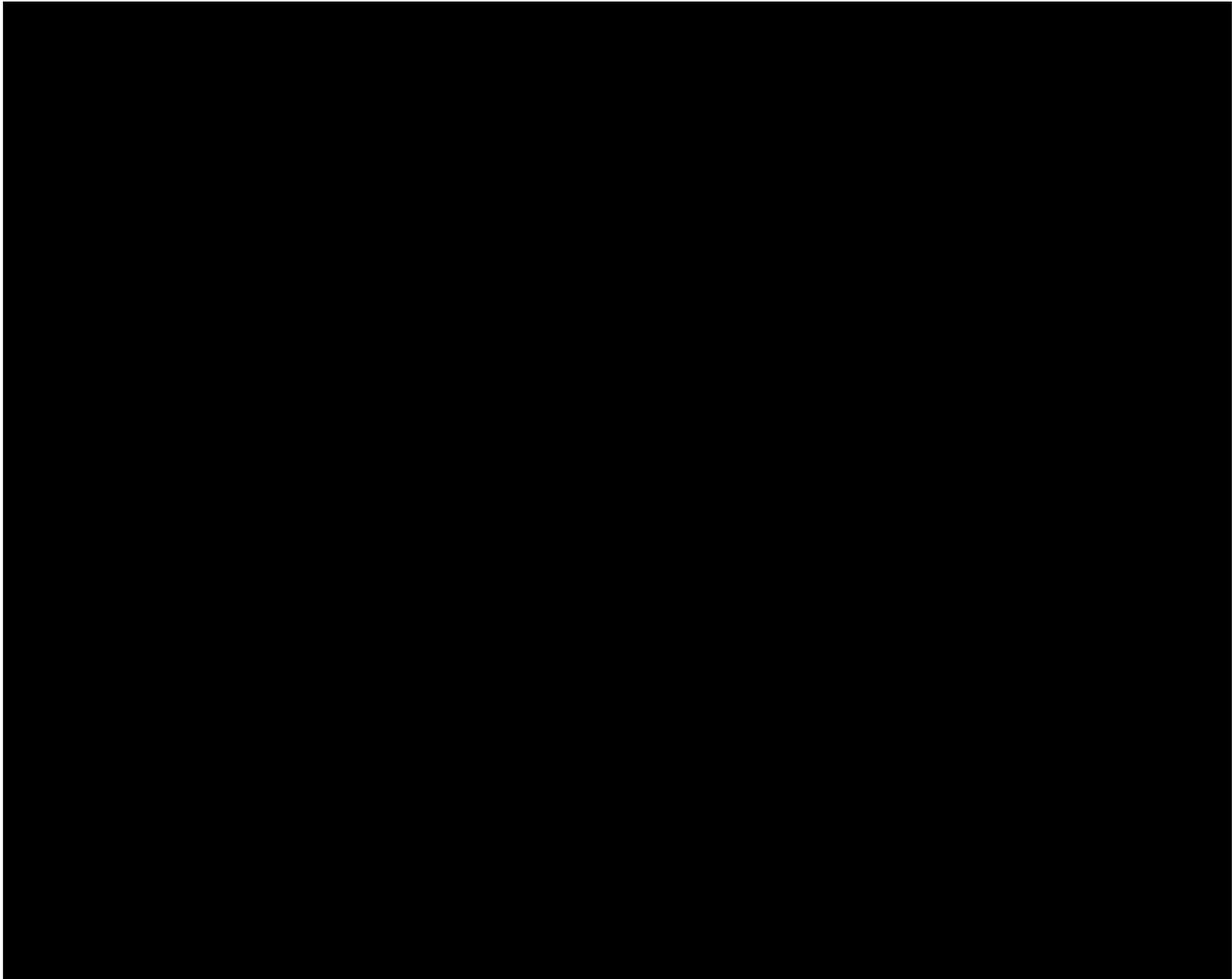
Cadenamiento (km), para poliducto	Zonas de interés o cruzamiento	Descripción	Distancia respecto al poliducto (m)	Descripción
0 + 077	Instalación industrial 1	Faurecia Sistemas Automotrices De México, S.A. De C.V	395 (E)	N/D
0 + 592	Instalación industrial 2	Dräxlmaier Components Automotive de México	395 (E)	N/D
0 + 855	Instalación administrativa	Interpuerto	112 (E)	N/D
1 + 052	Instalación industrial 3	Central Star Logistics	230 (E)	N/D
1 + 089	Instalación industrial 4	Welldex Distribution SA de CV	420 (E)	N/D
1 + 103	Casas habitacionales	Localidad “El Terrero Sur”	450 (O)	Asentamientos humanos de la localidad “El Terrero sur”
1 + 193	Instalación administrativa	Edificio Alfa, WTC Industrial	315 (E)	N/D

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	III
	HOJA	Página 6 de 28

Cadenamiento (km), para poliducto	Zonas de interés o cruzamiento	Descripción	Distancia respecto al poliducto (m)	Descripción
1+ 236	Instalación comercial 1	Establecimientos comerciales	462 (E)	N/D
1 + 233	Cruzamiento	Cruce Férreo	N/A	Cruzamiento con vías del ferrocarril
1 + 436	Cruzamiento	Cruce Carretero	N/A	Cruzamiento con carretera Eje 140.
1 + 300	Instalación industrial 5	Herramental Monterrey	329 (E)	N/D
1 + 627	Instalación industrial 6	Fevisa Industrial	150 (E)	N/D
2 + 120	Cruzamiento	Cruce Férreo	N/A	Cruzamiento con vías del ferrocarril
Punto de interconexión	Instalación industrial 6	STEVA SLP MEX	470 (E)	N/D

N/D= No disponible.  
N/A= No aplica.

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  SECCNER / NEC NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)	CAPITULO	III
	HOJA	Página 7 de 28



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

### III.2.2. COMPONENTE ABIÓTICO.

#### III.2.2.1. CLIMA.

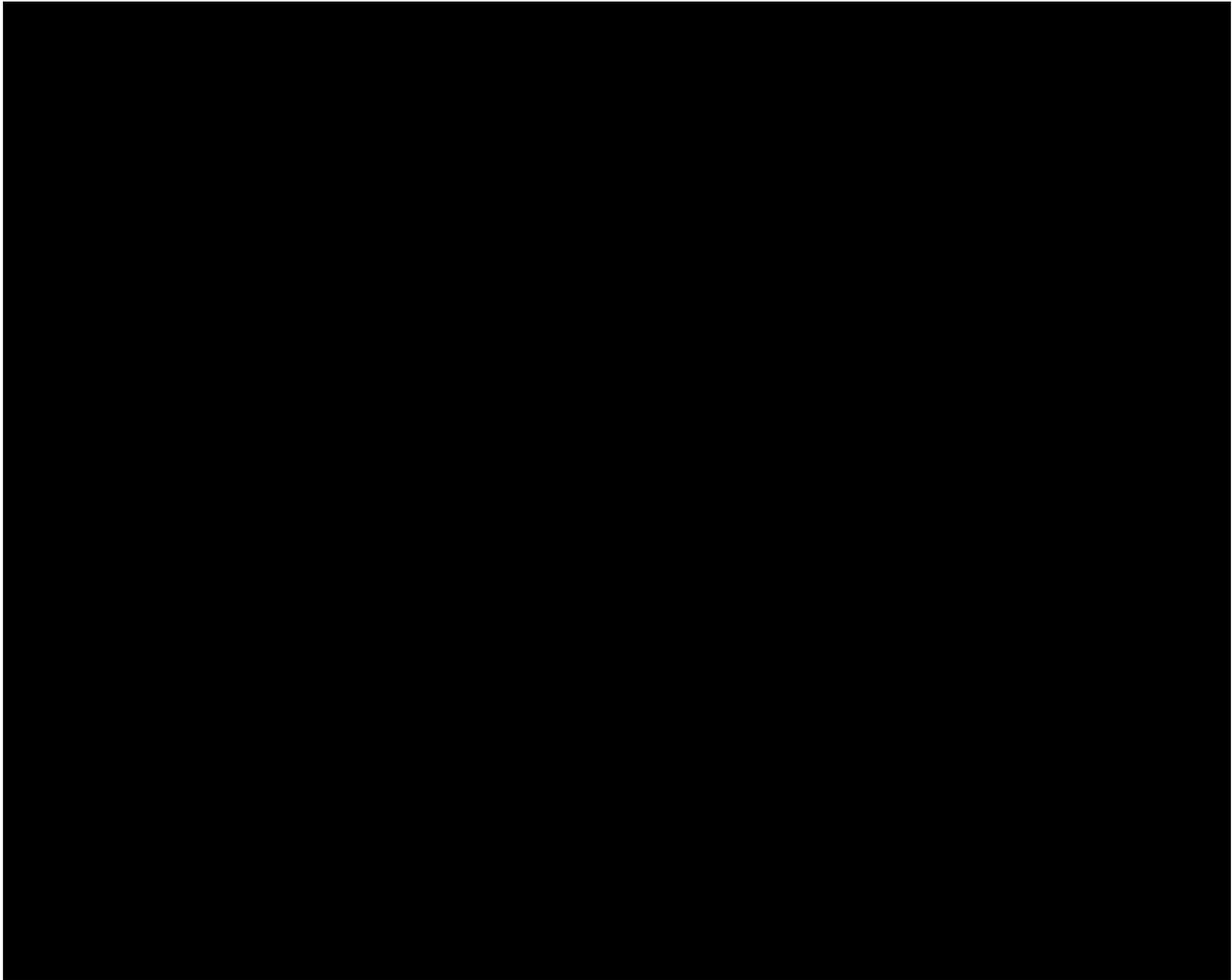
##### **Tipo de clima.**

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

**Ver Anexo 4** para más detalle.

- BSokw; Árido, templado, este tipo de clima se caracteriza por tener una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C. Lluvias de verano, porcentaje de lluvia invernal entre 5% y 10.2% del total anual.
-

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  SECCNER / NEC NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)	CAPITULO	III
	HOJA	Página 8 de 28



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110  
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

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.

En la **Tabla III.3** se presentan las normales climatológicas de la estación San Luis Potosí (SMN).

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 9 de 28</b>

**Tabla III.3. Normales climatológicas de la estación San Luis Potosí (SMN).**

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010)													
ESTACIÓN: San Luis Potosí (SMN) ESTADO: San Luis Potosí				LATITUD: 22°08'59" N				LONGITUD: 100°58'30" W				ALTURA: 1,871 MSNM	
ELEMENTOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Año I
<b>TEMPERATURA MÁXIMA</b>													
Normal	12.7	23.8	26.8	29.4	30.5	29.0	27.4	27.1	25.5	25.1	23.7	22.2	<b>26.0</b>
Máxima mensual	23.8	26.2	29.8	32.1	33.7	32.6	30.4	28.9	28.1	27.7	27.0	25.0	
Año de máxima	1982	2008	1991	1991	1998	1969	1969	2009	2010	1969	1997	2007	
Máxima diaria	29.2	31.8	34.4	36.6	37.9	37.2	34.8	34.0	32.0	33.0	34.2	33.0	
Fecha máxima diaria	05/19 70	27/20 09	06/19 91	15/199 8	07/19 98	10/19 69	26/196 9	05/19 67	09/20 10	05/20 09	12/19 97	27/19 67	
Años con datos	30	30	31	31	32	32	32	32	32	31	31	31	
<b>TEMPERATURA MEDIA</b>													
Normal	13.0	14.8	17.2	19.8	21.3	21.1	20.0	19.8	18.8	17.2	15.1	13.4	<b>17.6</b>
Años con datos	30	30	31	31	32	32	32	32	32	31	31	31	
<b>TEMPERATURA MÍNIMA</b>													
Normal	4.3	5.8	7.6	10.2	12.2	13.2	12.6	12.5	12.1	9.4	6.5	4.6	<b>9.3</b>
Mínima mensual	0.8	2.4	4.6	7.1	9.2	11.2	10.7	10.7	10.0	5.6	2.3	0.0	
Año de mínima	2006	2010	2010	1996	1997	1992	2000	2009	1994	2010	2010	2010	
Mínima diaria	-8.0	-5.0	-5.1	1.5	3.5	7.0	6.4	6.0	2.1	-2.1	-5.8	-8.5	
Fecha mínima diaria	18/20 06	14/19 99	09/19 96	02/199 6	04/19 70	27/19 95	11/197 0	18/20 00	30/20 00	29/20 07	08/20 10	14/19 97	
Años con datos	30	30	31	31	32	32	32	32	32	31	31	31	
<b>PRECIPITACIÓN</b>													
Normal	15.4	11.2	7.4	16.4	36.9	55.8	56.9	48.5	60.4	31.8	6.7	12.8	<b>360.2</b>
Máxima mensual	122.3	94.1	54.8	79.4	87.8	179.8	241.6	161.8	158.5	128.2	29.1	182.6	
Año de máxima	1992	2010	2004	1981	2003	2007	1991	1995	1998	2009	2002	1979	
Máxima diaria	36.2	28.8	28.5	16.5	70.2	48.2	76.6	44.2	52.4	59.0	24.2	107.9	
Fecha máxima diaria	12/20 02	25/20 05	19/19 97	01/200 7	31/20 03	23/19 94	12/199 4	11/19 95	20/19 93	15/19 67	11/20 06	04/19 79	
Años con datos	31	31	32	32	32	32	32	32	32	31	31	31	
<b>EVAPORACIÓN TOTAL</b>													
Normal	103.2	130.3	198.0	214.9	214.7	193.8	176.1	164.5	128.6	116.5	96.9	86.3	<b>1,823 .8</b>
Años con datos	27	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	26	
<b>NUMERO DE DÍAS CON</b>													

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 10 de 28</b>

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS (PERIODO 1951-2010)													
ESTACIÓN: San Luis Potosí (SMN) ESTADO: San Luis Potosí				LATITUD: 22°08'59" N				LONGITUD: 100°58'30" W				ALTURA: 1,871 MSNM	
ELEMENTOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anua I
<b>Lluvia</b>	2.9	2.6	2.0	3.5	6.0	8.0	8.6	8.4	10.8	5.6	5.2	2.2	<b>62.8</b>
Años con datos	31	31	32	32	32	32	32	32	32	31	31	31	
<b>NIEBLA</b>	4.9	3.6	3.4	2.6	1.9	0.6	0.9	1.0	2.4	5.7	5.5	5.3	<b>37.8</b>
Años con datos	31	31	32	31	29	28	30	30	32	31	30	31	
<b>GRANIZO</b>	0.2	0.1	0.2	0.3	0.7	0.4	0.1	0.0	0.2	0.3	0.1	0.0	<b>2.6</b>
Años con datos	31	31	32	31	29	28	30	30	32	31	30	31	
<b>TORRENTA E,</b>	0.3	0.5	1.7	2.3	3.6	2.3	2.5	3.0	2.0	2.0	0.7	0.5	<b>21.4</b>
Años con datos	28	28	29	28	28	29	28	28	27	26	26	26	

**Servicio Meteorológico Nacional (SMN).**  
**Información Climatológica.**

Además, se consultó la estación "San Ignacio (Villa de Reyes)" para obtener datos como la temperatura, velocidad y dirección del viento, humedad relativa y presión, entre otros. La estación se encuentra ubicada en las coordenadas Latitud (N): 21°57'23.7" y Longitud (O): 100°53'12.2" a una distancia aproximada de 8.2 km del proyecto, con dirección Sur. A continuación se presentan los promedios anuales de los datos registrados por esta estación en los últimos 10 años:

**Tabla III.4. Datos históricos de la estación "San Ignacio (Villa de Reyes)".**

Año	Prec.	T. Max	T. Min.	T. Med.	VV	DV	HR
2018	0.6	27.28	10.47	18.44	2.61	200.33 (S)	54
2017	3	27.28	9.55	18.01	2.91	233.89 (SO)	54.06
2016	95.4	26.36	10.04	17.57	3.16	240.48 (SO)	57.84
2015	0	25.18	9.76	16.83	3.15	276.25 (O)	62.07
2014	475.2	25.86	10.24	17.51	3.7	268.13 (O)	59.17
2013	623.8	25.84	10.81	17.89	4.84	214.46 (SO)	57.43
2012	336.2	26.3	10.44	17.96	4.83	240.89 (SO)	56.15
2011	184	27.34	10.4	18.62	5.13	284.04 (O)	54.15
2010	389.6	25.71	9.01	16.9	5.06	227.01 (SO)	56.46
2009	445.4	26.52	10.11	17.97	5.5	229.62 (SO)	57.63
2008	252.2	25.69	9.52	17.26	5.88	174.06 (S)	56.02
Promedio	280.48	26.208	9.988	17.652	4.416	238.883 (SO)	57.098

Prec.: Precipitación total (mm) (Datos acumulados).

T. Max.: Temperatura máxima (°C).

T. Min.: Temperatura mínima (°C).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 11 de 28</b>

T. Med.: Temperatura media (°C).

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

DV: Dirección promedio del viento (grados azimut).

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

Para determinar los promedios de las diferentes variables, se omitieron los datos del 2018, ya que solo hay información de los meses de enero a julio.

[Datos climáticos de la estación San Ignacio \(Villa de Reyes\).](#)  
[Laboratorio Nacional de Modelaje y Sensores Remotos.](#)  
[Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias \(INIFAP\).](#)

Para obtener información sobre la presión atmosférica de la zona donde se implementará el proyecto, se tomaron datos de los últimos tres meses (abril-julio) de la Estación Sinóptica Meteorológica (ESIME) S. L. Potosí; Latitud norte 22°10'32" y Longitud oeste 100°59'0", de los cuales se realizó un promedio de los datos, obteniendo:

Variable	Dato
Presión Atmosférica	816.438 mmHg

[Estaciones Meteorológicas.](#)  
[Servicio Meteorológico Nacional \(SMN\).](#)

### Fenómenos hidrometeorológicos.

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.

#### ❖ Huracanes y tormentas tropicales.

**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	
2012	Pacífico	Bud	H3	Guerrero, Michoacán, Colima, Jalisco y Nayarit
		Carlotta	H2	Colima, Chiapas, Distrito Federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco,

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>		<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
		<b>HOJA</b>	<b>Página 12 de 28</b>

<b>Año</b>	<b>Océano</b>	<b>Nombre</b>	<b>Categoría</b>	<b>Estados afectados</b>
				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
		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

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>		<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
<b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>		<b>HOJA</b>	<b>Página 13 de 28</b>

<b>Año</b>	<b>Océano</b>	<b>Nombre</b>	<b>Categoría</b>	<b>Estados afectados</b>
	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
		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 4 para más detalle.

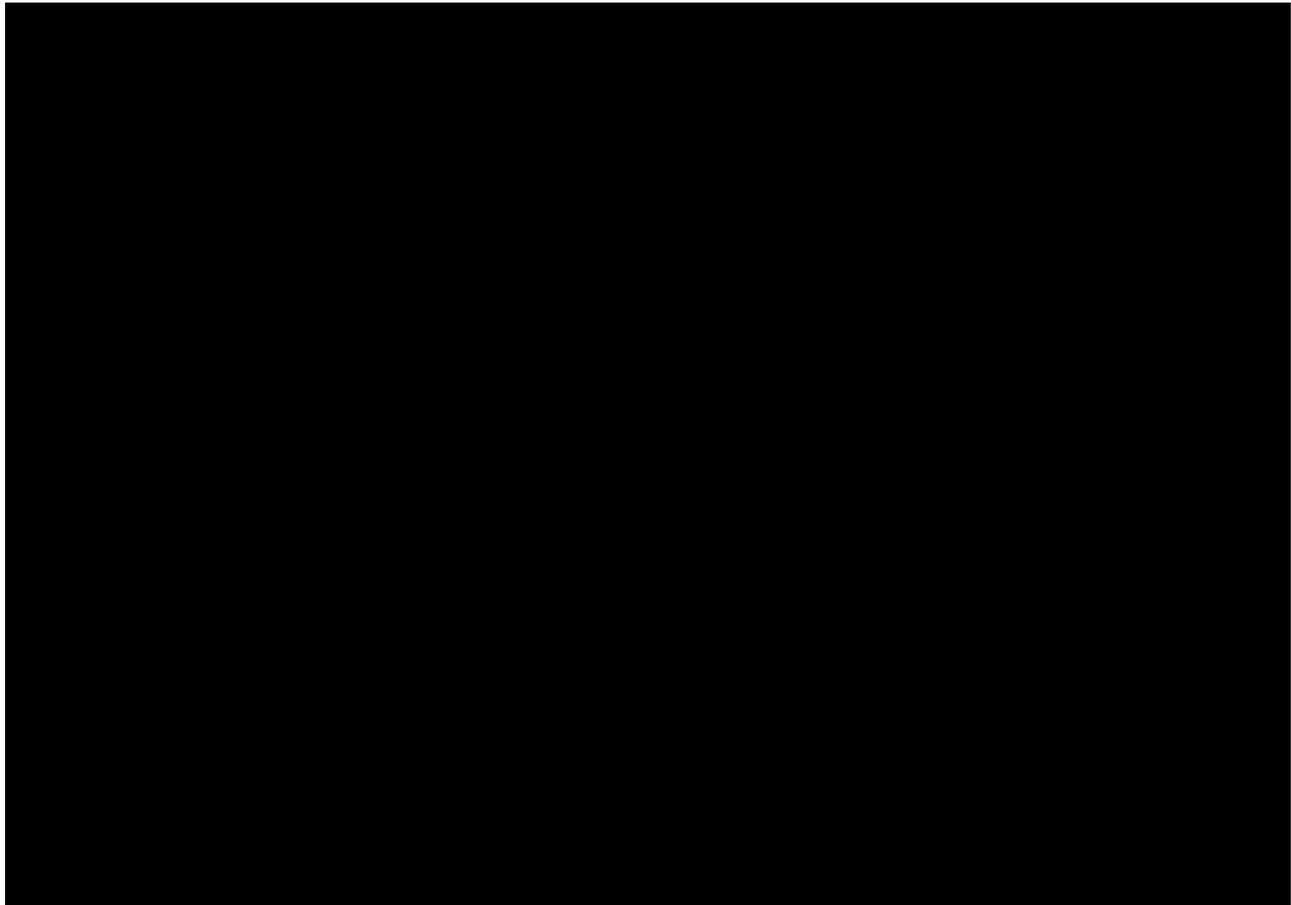
<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 14 de 28</b>



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  SECCNER / NEC NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)	CAPITULO	III
	HOJA	Página 15 de 28



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

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.

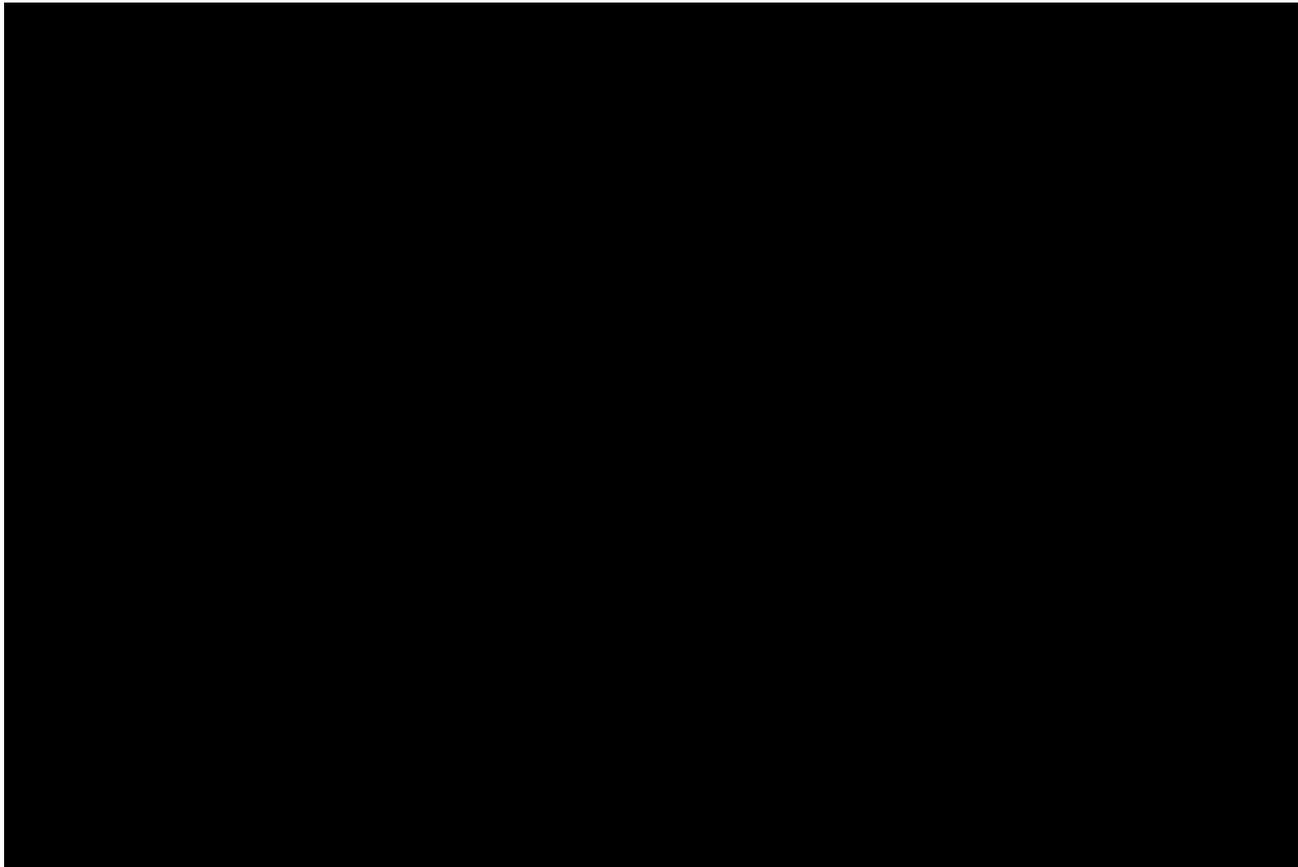
❖ **Masas de aire (Heladas, Granizo y Nevadas).**

*Heladas.* - Ocurren cuando la temperatura es igual o menor al punto de congelación del agua, dando como resultado, daños en las plantas, por la formación intracelular de cristales de hielo en los tejidos, marchites, órganos reproductores deshidratados, granos chupados o su muerte.

Se realizó una búsqueda en el INIFAP acerca de las heladas pronosticadas, de lo cual se encontró un pronóstico para el año 2015, en el cual se observa, que en la zona del proyecto llegan a ocurrir heladas, las cuales duran como máximo 5 días (**Ver Figura III.6**).

Fuente: Atlas de Riesgo para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez 2011.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 16 de 28</b>



**UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Para el caso de presencia de granizadas y nevadas, no se han registrado dichos fenómenos para la región Potosina, así como para la zona donde se encontrará ubicado 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, de la estación meteorológica “San Ignacio (Villa de Reyes)”, en los últimos 10 años el promedio registrado para la velocidad del viento es de 4.416 km/hr.

**Fuente: Atlas de Riesgo para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez 2011.**

▪ **Rosa de los vientos.**

Para la zona del proyecto, los vientos más frecuentes vienen del Este con dirección al Oeste durante 9 meses de abril hasta enero y los vientos de enero a abril provienen del Oeste con dirección Este durante 3 meses.

---

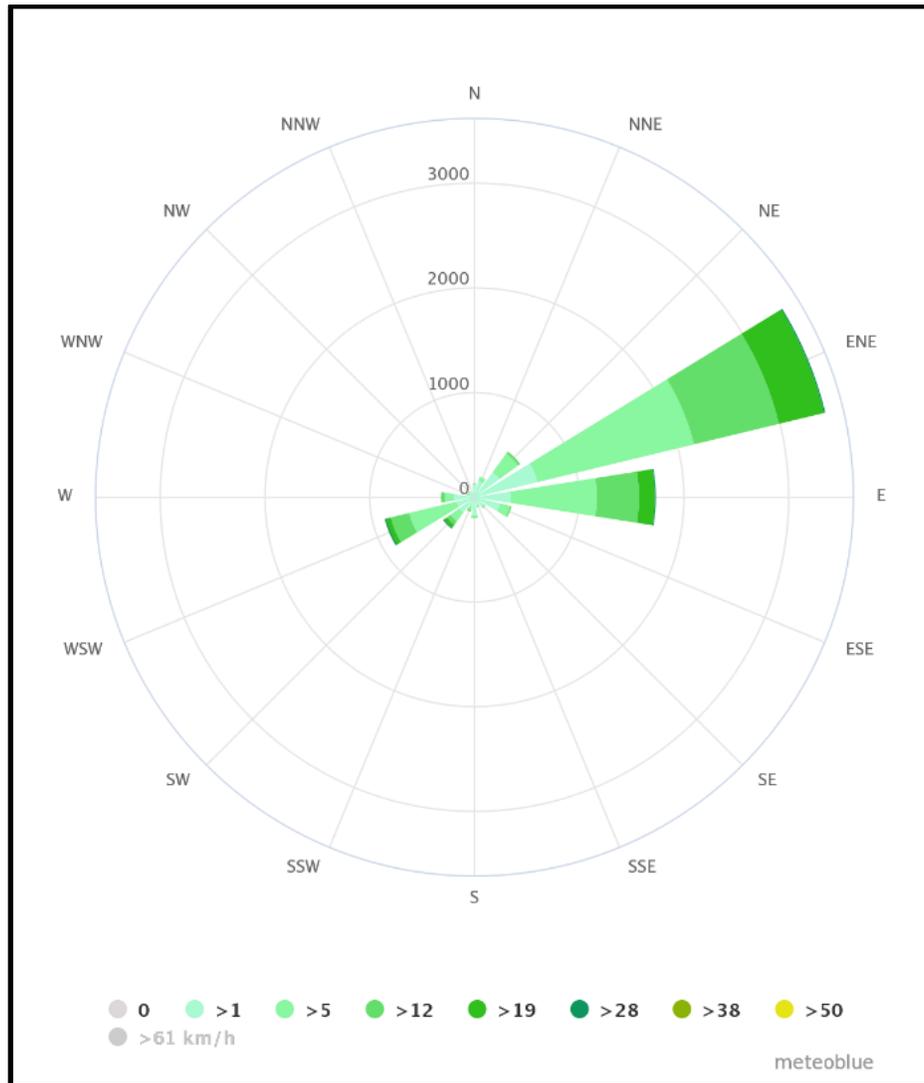


Figura III.7. Rosa de los vientos (vientos dominantes).

Fuente: Clima de San Luis Potosí.  
Clima. Meteoblue.  
<https://www.meteoblue.com>.

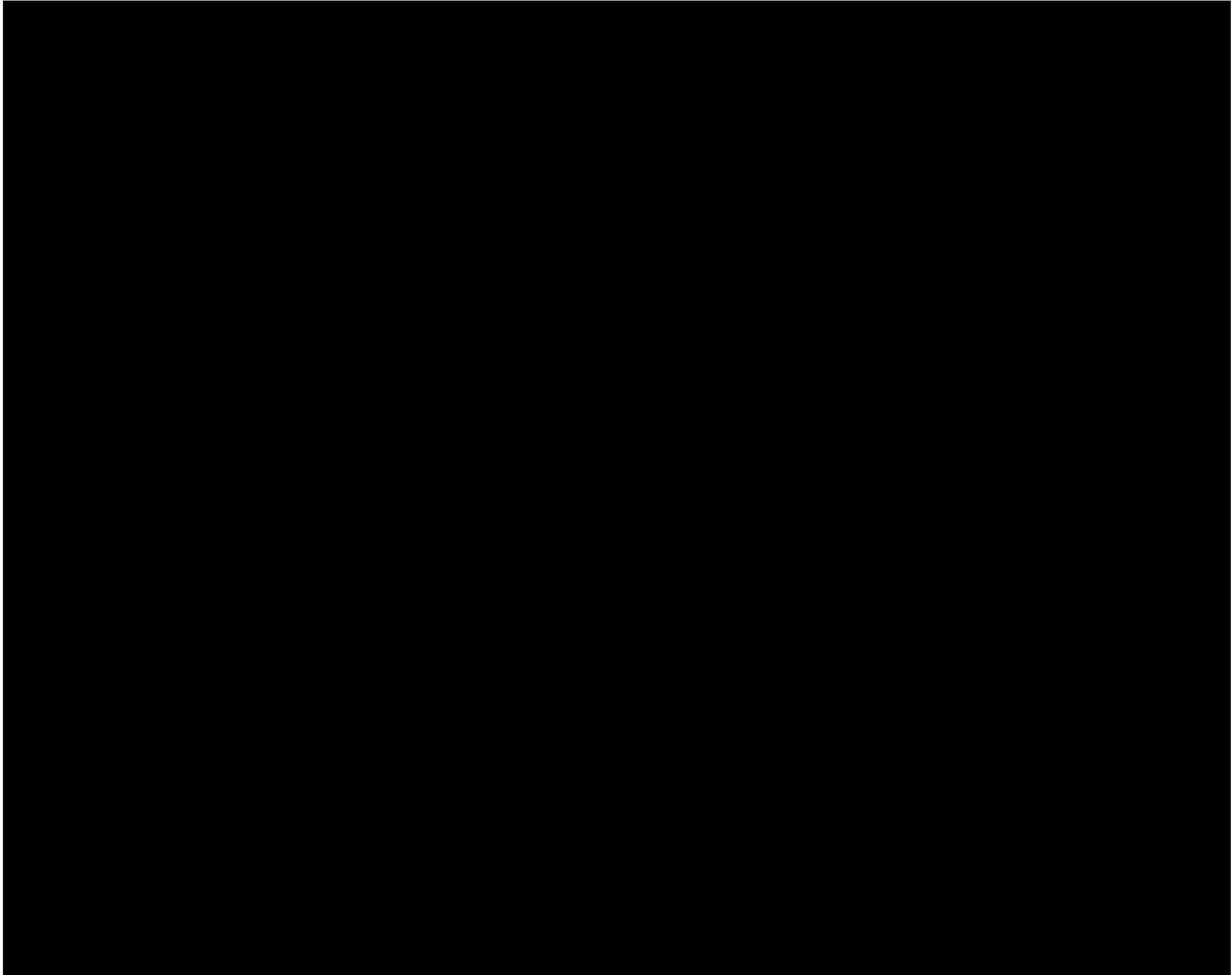
### III.2.2.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

#### **Geomorfología (características geomorfológicas y de relieve).**

El área de influencia del proyecto se ubica dentro de la Provincia Fisiográfica Mesa del Centro, en la Subprovincia Sierras y Llanuras del Norte de Guanajuato. En la zona del proyecto prevalece la topografía de Llanura (*Llanura Desértica de Piso Rocoso o Cementado y Llanura Desértica*), su altitud varía entre los 1890 y 1940 (Ver Figura III.8).

Ver Anexo 4 para más detalle.

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  SECCNER / NEC NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)	CAPITULO	III
	HOJA	Página 18 de 28



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Es importante mencionar, que el proyecto se encontrará situado a una altitud que varía entre los 1893.428 y 1903.963 msnm, siendo estos, los puntos de altitud mínima y máxima respectivamente, que se alcanzará la instalación del poliducto.

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

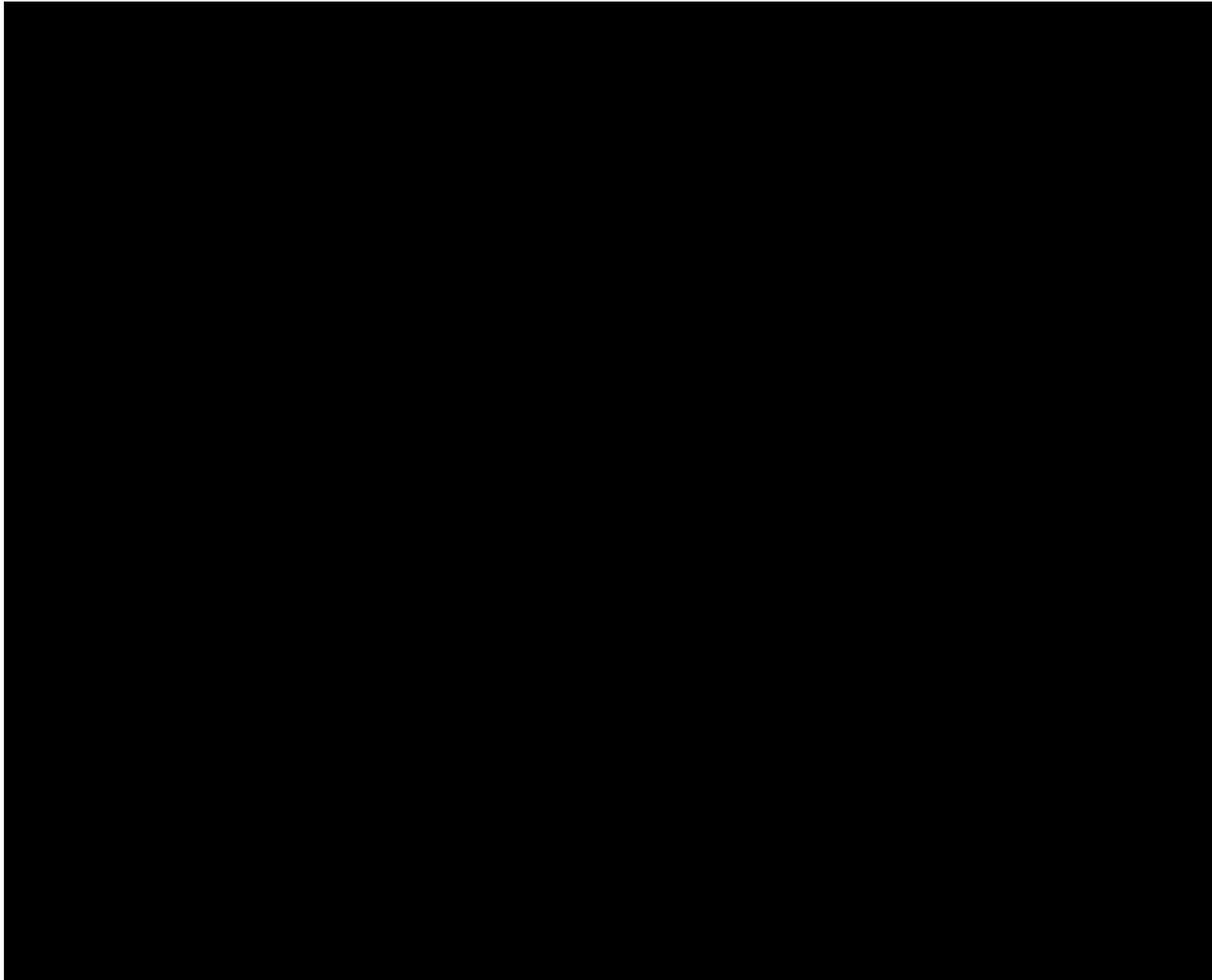
La distribución de la litología se muestra en la **Figura III.9 (Anexo 4)** para más detalle). Predomina el suelo de tipo aluvial; Q (s).

Dentro del buffer de 500 m que se realizó a cada lado del trazo del poliducto que conforma el proyecto no existen fallas y fracturas geológicas, ya que estas no son características en el tipo de litología mencionado.

La falla más cercana al proyecto se encuentra a aproximadamente 2 km de distancia con dirección al oeste.

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 19 de 28</b>



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

**Susceptibilidad de la zona.**

❖ **Sismicidad.**

Dada su ubicación en la zona B catalogada como zona de intensidad intermedia con sismos poco frecuentes (sismos de menor frecuencia, aceleración del terreno <70% de gravedad) el área no ha sido epicentro de sismos, además no se han registrado sismos para la zona, de acuerdo a datos del Servicio Sismológico Nacional (SSN), 2017 (**Ver Figura III.10**).

**Ver Anexo 4** para más detalle.

❖ **Inundación y encharcamientos.**

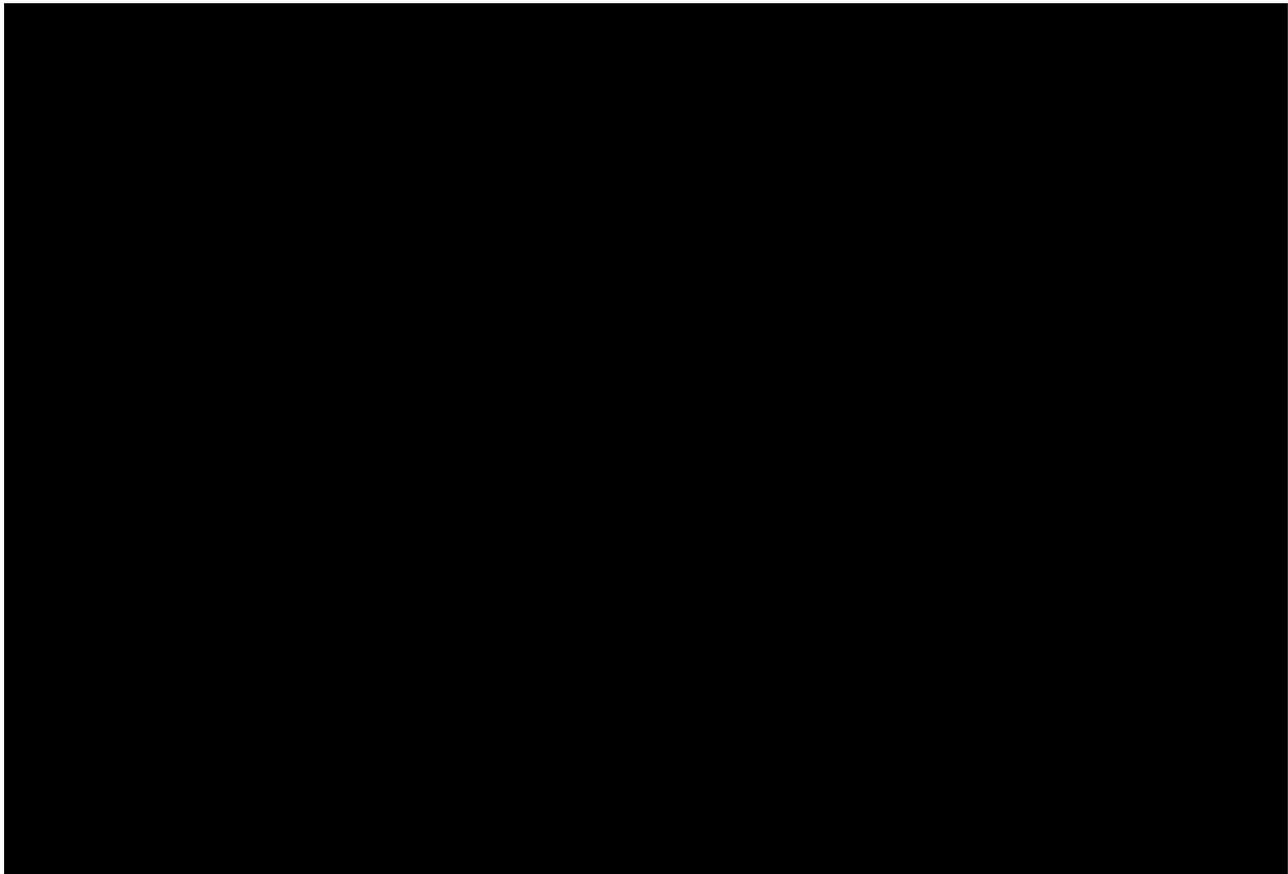
De acuerdo al Atlas de Riesgo para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez 2011, la ubicación del proyecto no se encuentra en zonas inundables, por lo que las inundaciones no serían un riesgo para la implementación del proyecto.

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	III
	HOJA	Página 20 de 28

Fuente: Atlas de Riesgo para los municipios de San Luis Potosí y Soledad de Graciano Sánchez 2011.

El área donde se instalará el polducto de 10" D.N., no es susceptible a inundaciones y encharcamientos debido a su configuración fisiográfica y topográfica que propicia el flujo de escurrimientos pluviales.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

### 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 (2004).

#### Tipos de suelo.

De acuerdo a la clasificación de la cartografía temática de INEGI presentada para "Edafología", en el área de influencia del proyecto se presentan suelos (unidades edafológicas) de tipo Xerosol cálcico + Regosol

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 21 de 28</b>

calcárico + Rendzina, de clase textural media y fase física Petrocálica (Rc+E/2/PC) y Feozem háplico + Xerosol háplico, de clase textural media (Hh+Xh/2) (**Ver Figura III.11**).

**Ver Anexo 4** para más detalle.

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

<b>Unidades de Suelo</b>		
<b>Código</b>	<b>Nombre</b>	<b>Definición</b>
<b>X</b>	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.
<b>R</b>	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.
<b>H</b>	Feozem	Del griego <i>phaeo</i> : pardo; y del ruso <i>zemljá</i> : tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	III
	HOJA	Página 22 de 28

Unidades de Suelo		
Código	Nombre	Definición
E	Rendzina	<p>Del polaco <i>rzedzic</i>: ruido. Connotativo de suelos someros que producen ruido con el arado por su pedregosidad. Estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados.</p> <p>Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos -por debajo de los 25 cm- pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia. En el estado de Yucatán se utilizan también para la siembra de henequén con buenos rendimientos y para el maíz con rendimientos bajos. Si se desmontan se pueden usar en la ganadería con rendimientos bajos a moderados pero con gran peligro de erosión en laderas y lomas. El uso forestal de estos suelos depende de la vegetación que presenten. Son moderadamente susceptibles a la erosión, no tienen subunidades.</p>

Fuente: INEGI. Guía para la interpretación de cartografía (2004).  
Edafología. Unidades y subunidades de suelo.

Calificadores de las Subunidades de Suelo		
Código	Nombre	Definición
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.

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

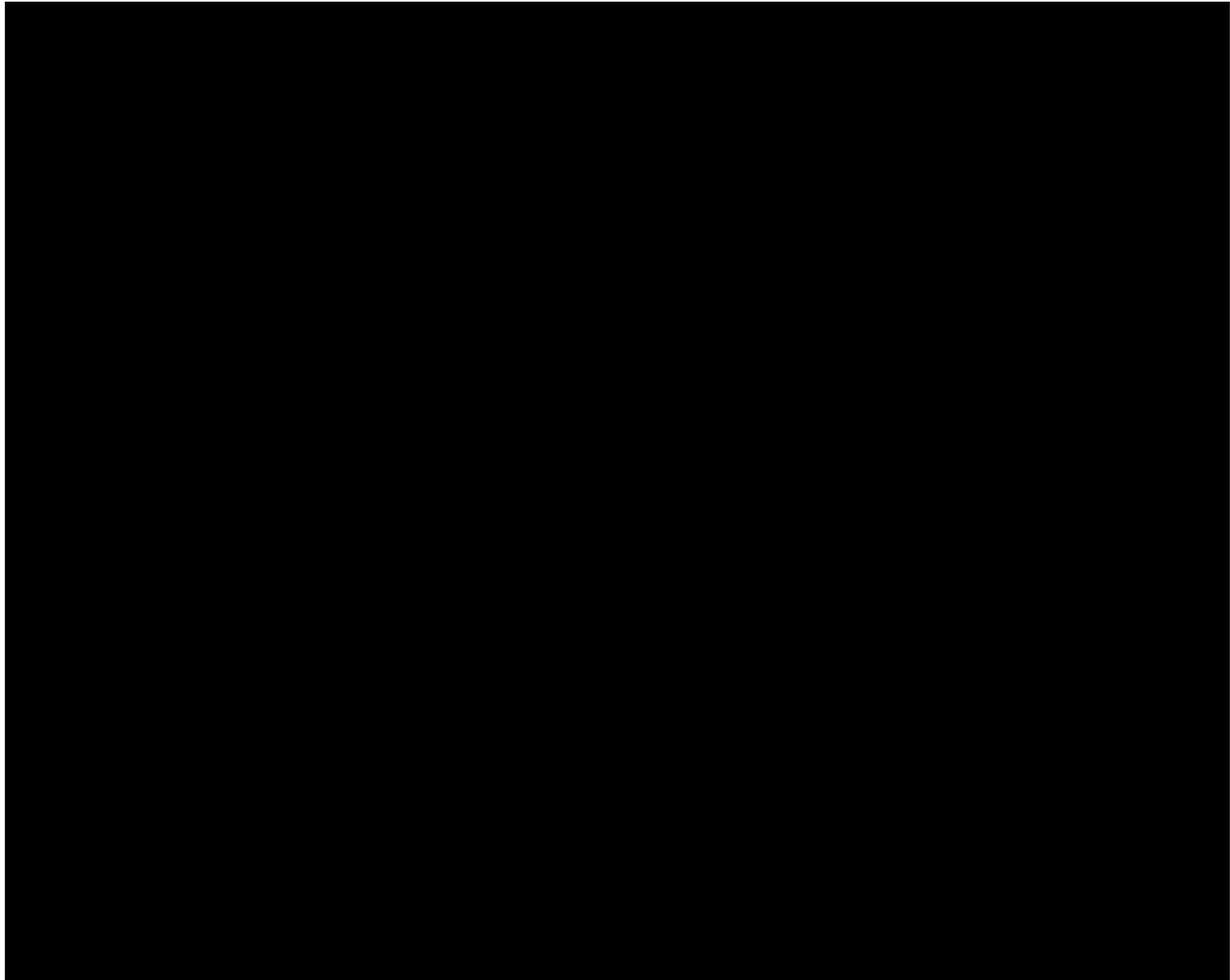
Clase Textural		
Código	Nombre	Definición
2	Media	Menos del 35% de arcilla y menos del 65% de arena.

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

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	III
	HOJA	Página 23 de 28

Fase física		
Código	Nombre	Definición
Pc	Petrocálcica	Capa subsuperficial fuertemente cementada por carbonato de calcio y magnesio dentro de los 50 cm de profundidad.

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



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Cabe señalar, que la trayectoria por donde se instalará el proyecto tendrá incidencia en el tipo de suelo Rc+E/2/PC.

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  SECCNER / NEC NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)	CAPITULO	III
	HOJA	Página 24 de 28

#### III.2.2.4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA.

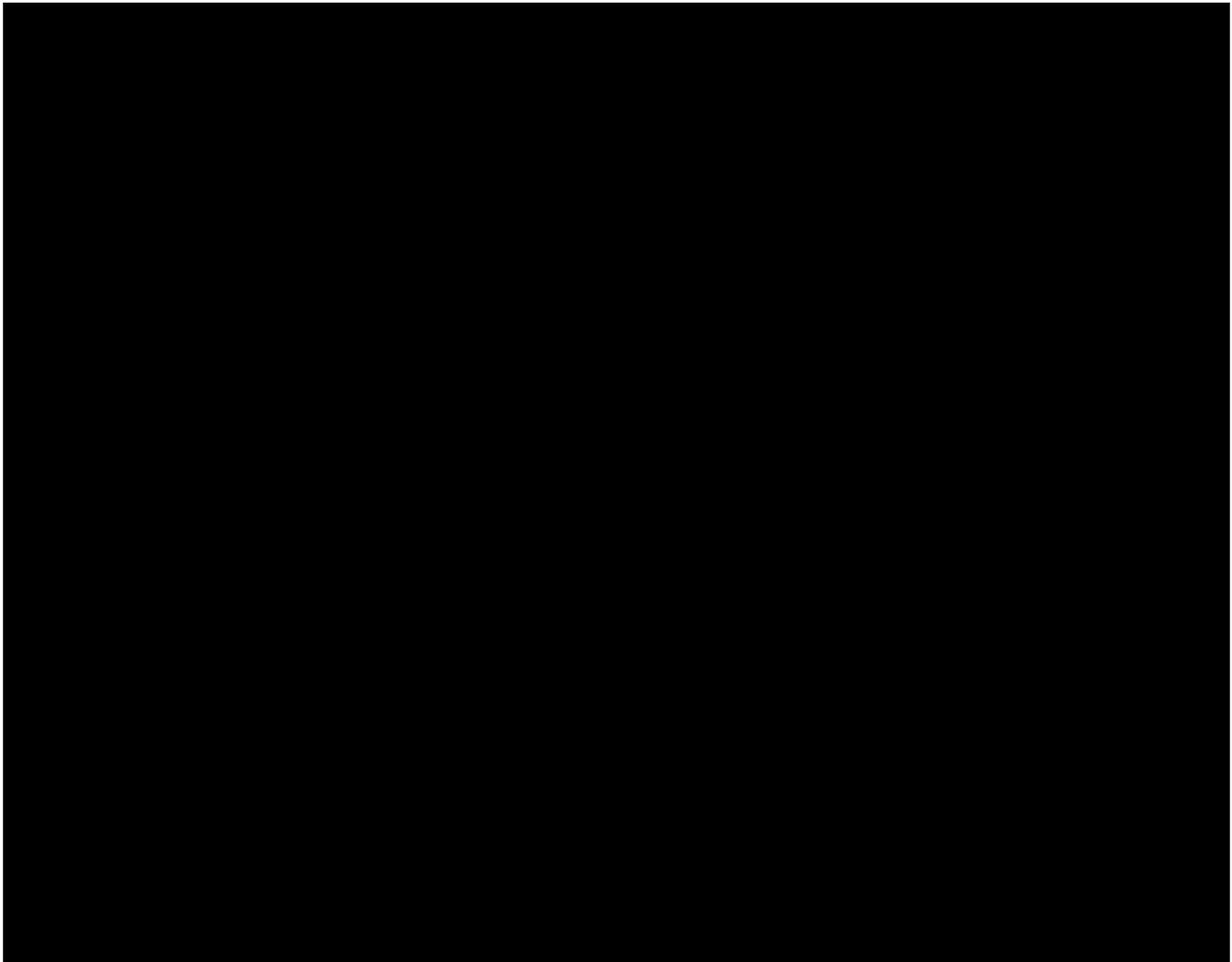
##### Recursos hidrológicos localizados en el área de estudio.

##### **Hidrología superficial.**

El proyecto se encuentra dentro de las Regiones Hidrológicas El Salado y Pánuco, que a su vez, incidirá en las Cuencas del Rio Tamuín (RH Panuco) y San Luis Potosí (RH Panuco El Salado). Además, es importante mencionar que la trayectoria donde quedará instalado el poliducto (10" D.N.) que conforma el proyecto, no tendrá cruces con cuerpos de agua (**Ver Figura III.12**).

**Fuente:** Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) - Subdirección General Técnica (2007).  
Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana'. México, D.F.  
Comisión Nacional del Agua (CNA), (1998). 'Cuencas Hidrológicas'. Escala 1:250000. México.

**Ver Anexo 4** para más detalle.



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 25 de 28</b>

### **Hidrología subterránea.**

El proyecto se ubica dentro del Acuífero San Luis Potosí (**Ver Figura III.13**).

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.

### **Acuífero San Luis Potosí.**

El acuífero San Luis Potosí, definido con la clave 1602 en el Sistema de Información geográfica para el Manejo de Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se ubica en la suroeste del estado de San Luis Potosí, (**Ver Figura III.13**).

### **Recarga total media anual.**

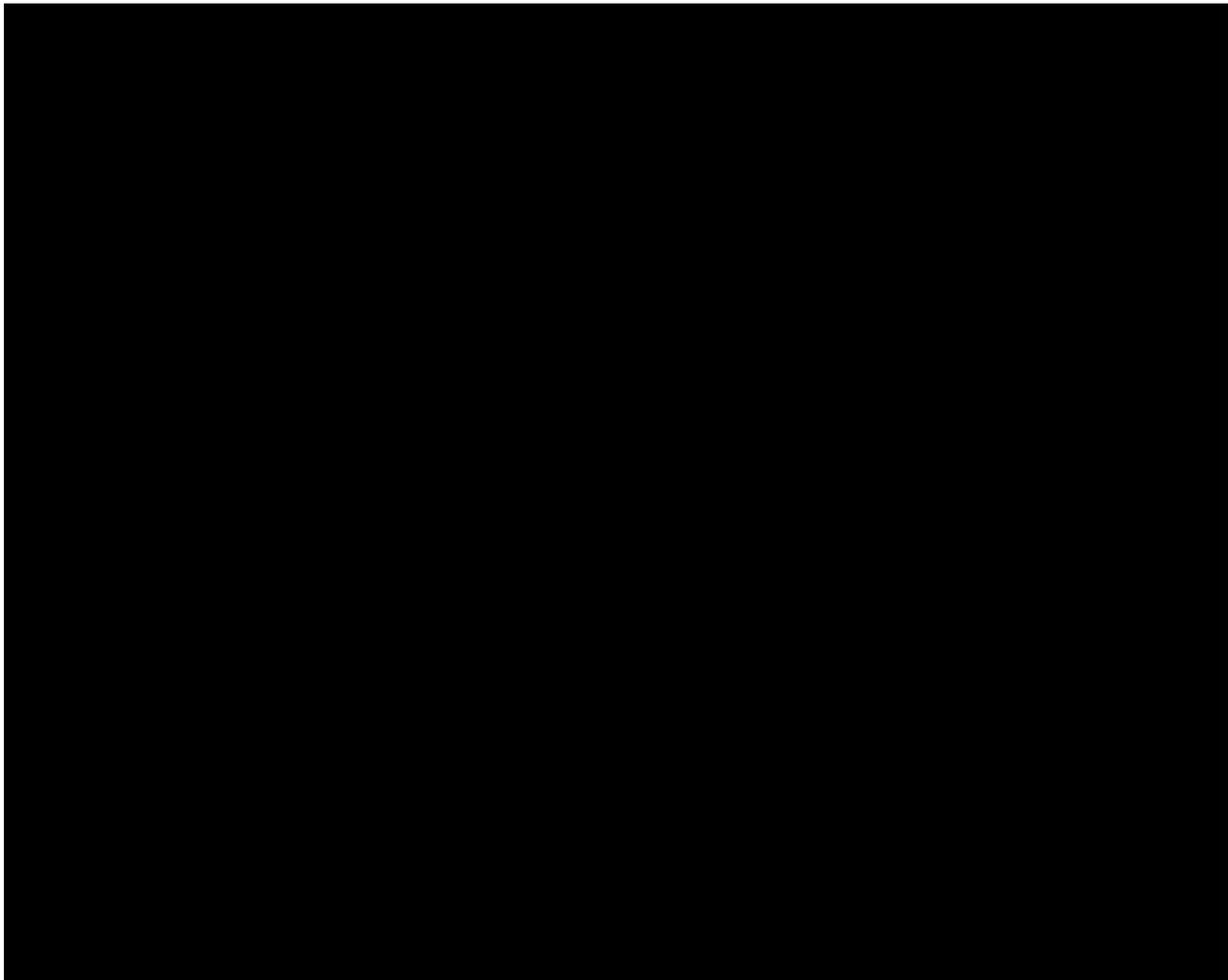
La recarga total media anual, corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural más la recarga inducida, que para el acuífero San Luis Potosí es de 78.1 millones de metros cúbicos por año (Mm<sup>3</sup>/año).

### **Descarga natural comprometida.**

La descarga natural comprometida, se cuantifica mediante 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. Para el acuífero San Luis Potosí la descarga natural comprometida se considera prácticamente nula.

**Fuente: Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el Acuífero San Luis Potosí (2411) Estado de San Luis Potosí. Comisión Nacional del Agua.**

ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  SECCNER / NEC NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)	CAPITULO	III
	HOJA	Página 26 de 28



UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

Ver Anexo 4 para más detalle.

### III.2.3. COMPONENTE BIÓTICO.

#### III.2.3.1. VEGETACIÓN TERRESTRE.

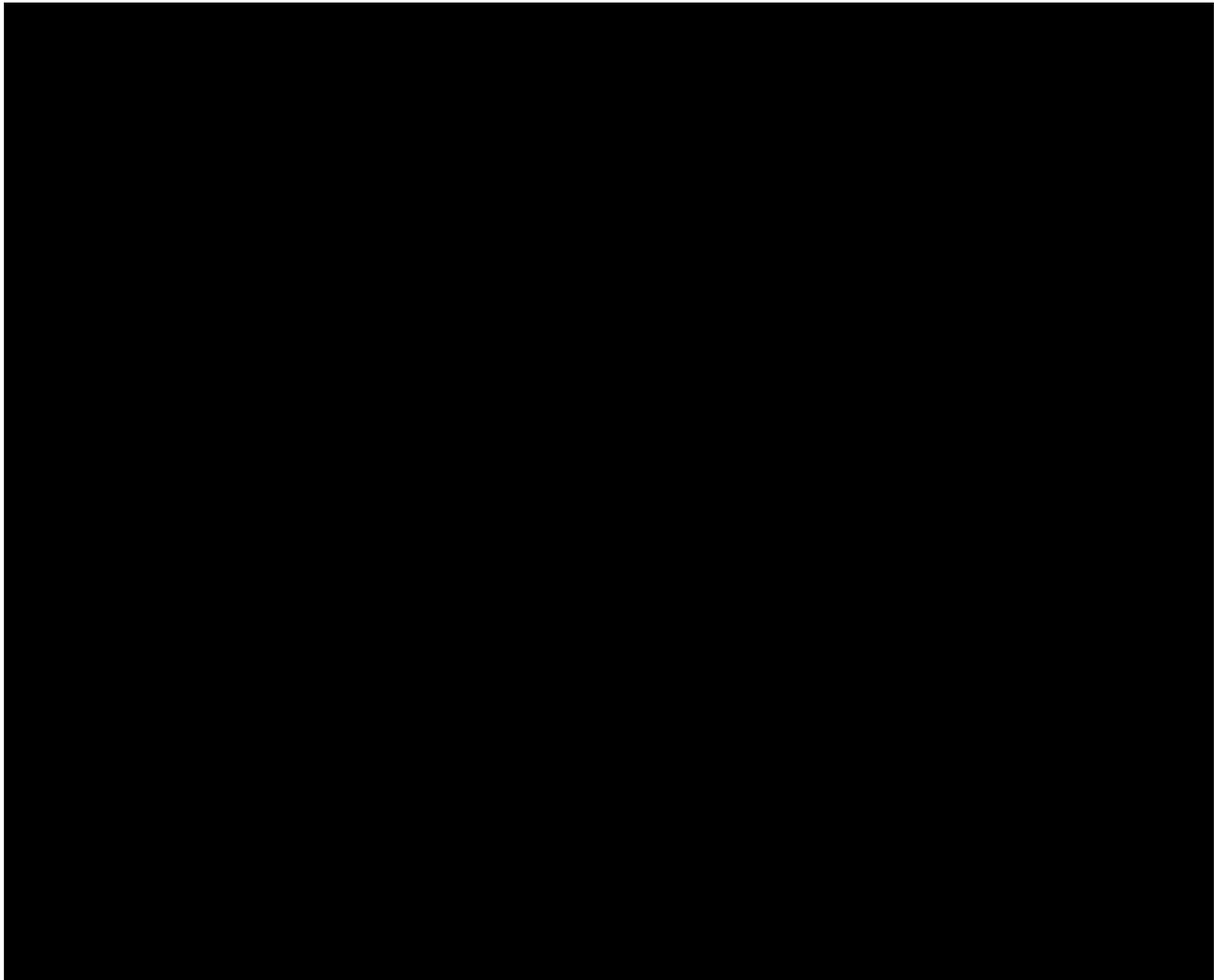
De acuerdo a información investigada en la cartografía temática de INEGI para “Uso de suelo y Vegetación Serie VI”, en el área del proyecto se encuentran zonas aledañas con vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, en las cuales se pueden encontrar especies como *Myrtillocactus geometrizans* y a veces también *Stenocereus spp.* Por otro lado, *Yucca decipiens* puede formar un estrato de eminencias, mientras que a niveles inferiores conviven muchos arbustos micrófilos, como por ejemplo, especies de *Mimosa spp.*, *Acacia spp.*, *Dalea spp.*, *Prosopis spp.*, *Rhus spp.*, *Larrea sp.*, *Brickellia sp.*, *Eupatorium sp.*, *Buddleja sp.* y *Celtis sp.*

Sin embargo, dentro del área de influencia del proyecto (Buffer de 500 m), se aprecia que son zonas destinadas a la agricultura principalmente y una superficie pequeña de pastizal natural (Ver Figura III.14);

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 27 de 28</b>

los pastizales naturales son una comunidad dominada por especies de gramíneas y graminoides, en ocasiones acompañadas por hierbas y arbustos de diferentes familias, como son: compuestas y leguminosas. Frecuentemente se encuentran asociaciones de especies del género *Bouteloua* y la más común de todas es *Bouteloua gracilis*, que prevalece en amplias extensiones del pastizal, sobre todo en sitios en que el sobrepastoreo no ha perturbado demasiado las condiciones originales y preferentemente en suelos algo profundos.

**Fuente: Guía para la Interpretación de cartografía Uso de Suelo y Vegetación. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México) (INEGI, 2017).**



**UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGÉTICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>III</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 28 de 28</b>

### III.2.3.2. FAUNA.

El listado de fauna presentado puede verse limitado, dado que el área donde incidirá el proyecto presenta grandes modificaciones al paisaje por las actividades antrópicas que ahí se desarrollan, dicho listado se basó principalmente en fuentes bibliográficas, además de entrevistas con personas (lugareños) y en observaciones directas al momento de los recorridos de campo.

Dado que la zona del proyecto predomina un ecosistema de matorral, se pueden encontrar asociadas a este tipo de matorral, especies faunísticas particulares del sitio, como lo son: tortuga, víbora de cascabel, halcón, calandria, liebre, gato montés, tlacuache, tejón y zorrillo.

### III.3. CONCLUSIÓN.

En base a la descripción de los componentes sociales, bióticos y abióticos indicados en el presente apartado, la zona del proyecto se encuentra asociada a las actividades antrópicas, debido a que se encuentran instalaciones de empresas industriales, centros comerciales, así como asentamientos humanos (localidad rural), las cuales serán zonas vulnerables. Para los componentes bióticos y abióticos, se observa que el ecosistema se encuentra modificado por las actividades urbanas de la región, además no se encontraron componentes que sean susceptibles a ser afectados por la instalación del proyecto.

Es importante mencionar, que el proyecto “NEC (Nodo Energético del Centro)” no se encuentra en Áreas Naturales Protegidas, Sitios Ramsar, Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, ni en algún otro instrumento regulatorio enfocado a la conservación de la biodiversidad.

Por lo anterior, se deberá de trabajar con estricto apego a la legislación y normatividad ambiental vigente, para evitar generar riesgos ambientales de la zona en estudio.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	HOJA	Página 1 de 14

### Contenido

<b>IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.....</b>	<b>2</b>
<b>IV.1. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SI...? (WHAT IF).....</b>	<b>2</b>
<b>IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.....</b>	<b>4</b>

### Tablas

Tabla IV.1. Análisis ¿Qué pasa Si...? .....	2
Tabla IV.2. Antecedentes de accidentes e incidentes. ....	11

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	IV
	HOJA	Página 2 de 14

## IV. ANÁLISIS PRELIMINAR DE PELIGROS.

### IV.1. ANÁLISIS ¿QUÉ PASA SI...? (WHAT IF).

Sí bien todos los accidentes que ocurren en la industria están 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.

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 mediante la metodología “¿Qué pasa si...?”:

**Tabla IV.1. Análisis ¿Qué pasa Si...?.**

“¿QUÉ PASA SI...?”	CONSECUENCIA	NIVELES DE SEGURIDAD
...de la Terminal del Centro de México (TCM) se envía el combustible con presión mayor a los requeridos por el cliente?	-Existe ruptura o falla en las bridas, conexiones y/o accesorios del sistema de bombeo, lo que conlleva a un derrame del combustible y se presente riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Válvulas de Seguridad de Presión (PSV).</li> <li>▪ Alarma de alta presión (PAH).</li> <li>▪ Indicador de presión (PI).</li> <li>▪ Sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos).</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 3 de 14</b>

“¿QUÉ PASA SI...?”	CONSECUENCIA	NIVELES DE SEGURIDAD
	entra en contacto con una fuente de ignición.	
... de la TCM se envía el combustible con baja presión?	-Desabasto de combustibles a las TAD San Luis Potosí y Querétaro.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alarma de baja presión (PAL).</li> <li>▪ Indicador de presión (PI).</li> <li>▪ Sistema SCADA.</li> <li>▪ Interruptor de baja presión (PSL).</li> </ul>
... hay errores en la aplicación de los procedimientos de mantenimiento en el ducto que conecta la TCM con el área de bombas?	-Daños de ruptura al poliducto de 10" D.N. -Derrame del combustible con riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Celajes semanales.</li> <li>▪ Sistema SCADA.</li> </ul>
...la charnela se abre al momento de realizar la corrida de diablos?	-Un derrame del combustible con riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Indicador de presión (PI).</li> <li>▪ Sistema SCADA.</li> </ul>
... el poliducto de 10" de D.N que conecta la TCM con el poliducto existente de 10" de D.N de PEMEX presenta corrosión?	-Presencia de fisuras a lo largo del Poliducto de 10" de D.N. -Derrame del combustible con riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistemas de recubrimiento a base de pintura.</li> <li>▪ Sistema de control de corrosión del poliducto.</li> <li>▪ Programas de mantenimiento.</li> <li>▪ Sistema de corte por fuga</li> </ul>
...falla la instrumentación de la Trampa de Envío de Diablos (TED) por sobrepresión del fluido?	-Daño a las bridas, conexiones y/o accesorios del sistema de bombeo, lo que conlleva a un derrame del combustible y se presente riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Transmisores indicador de presión (PIT).</li> <li>▪ Indicadores de presión (PI).</li> <li>▪ Sistema de corte por fuga</li> </ul>
...hay robo de producto (combustible) en algún punto de la trayectoria del poliducto de 10" de D.N. mediante tomas clandestinas?	-Desabasto de combustibles a las TAD San Luis Potosí y Querétaro. -Derrame del combustible con riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema de corte por fuga.</li> <li>▪ Transmisores indicador de presión (PIT).</li> <li>▪ Indicadores de presión (PI).</li> </ul>
... hay errores en la aplicación de los procedimientos de	-Presencia de corrosión, fisuras y o ruptura del poliducto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Celajes semanales.</li> <li>▪ Sistema SCADA.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	IV
	HOJA	Página 4 de 14

“¿QUÉ PASA SI...?”	CONSECUENCIA	NIVELES DE SEGURIDAD
mantenimiento en el poliducto de 10” de D.N que conecta la TCM con el poliducto existente de 10” de D.N de PEMEX?	-Derrame del combustible con riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema de corte por fuga.</li> </ul>
...la válvula (MOV 003) aguas arriba de la interconexión falla al momento de transmitir al sistema de control los parámetros requeridos para abastecer el combustible?	-Daño a las bridas, conexiones y/o accesorios en caso de llevar una presión mayor a la especificada. -Aunado a lo anterior, si el combustible lleva mayor presión a especificada, hay derrame del combustible y se tiene el riesgo de incendio o explosión (según el combustible contenido en el poliducto) si entra en contacto con una fuente de ignición. -Desabasto de combustibles a las TAD San Luis Potosí y Querétaro cuando la presión sea menor a la especificada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema SCADA.</li> <li>▪ Sistema de corte por fuga.</li> <li>▪ Válvula con actuador eléctrico.</li> <li>▪ Obra de infraestructura para la interconexión (fosa).</li> </ul>

## IV.2. ANTECEDENTES DE ACCIDENTES E INCIDENTES DE PROYECTOS SIMILARES.

El medio de transporte masivo de hidrocarburos más utilizado en el mundo son los ductos. Pero a pesar del gran avance tecnológico patente en toda la infraestructura, el riesgo está siempre presente en la operación, prevención y control de las principales causas de accidentes en ductos.

Por lo tanto, se debe priorizar la atención para la prevención y control de las principales causas de accidentes en ductos que son: 41% corrosión, falla de material 25%, golpes de maquinaria 13%, toma clandestina 4,5%, fisura en soldaduras 3%, otras causas 13,5%, 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 ductos, son una de las formas más seguras de transporte de materiales, de acuerdo a los registros históricos de accidentes que comparan el transporte de hidrocarburos a través de ductos con los métodos de transporte por vía férrea, carretera y transporte por agua.

A continuación se presentan los antecedentes de los accidentes e incidentes relacionados con el diésel y la gasolina:

1. **En el año en curso (2018)** se suscitó un incidente debido a un derrame de **gasolina** de cientos de litros en la ciudad de Cuernavaca, Morelos; esto debido a una extracción clandestina de combustible en un ducto de combustible de Petróleos Mexicanos (Pemex) ubicado en la calle

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	IV
	HOJA	Página 5 de 14

Tlacopan, en Ocotepc conocida también como calle Gasoducto, casi esquina con Calvario, en el Barrio de Los Dolores del poblado de Ocotepc, en el norte de Cuernavaca. El cuerpo de bomberos acudió al área para tratar de controlar el derrame y esperar al personal de Pemex, construyeron diques más abajo para contener en mismo. Personal de Pemex suspendieron el suministro de combustible por el ducto, por lo que personal de Petróleos Mexicanos comenzó a reparar el ducto.

Afortunadamente no hubo pérdidas humanas, ni afectaciones en la ciudadanía o infraestructura del poblado, ni en el medio ambiente, aunque existe riesgo para la población y grupos de emergencia, ya que al controlar una fuga de este tipo se desprenden gases que en cualquier situación, alguna chispa que se pueda generar se puede encender violentamente y pueden ocasionar otro tipo de situaciones.

**Fuente: "Debate Media" (Grupo de medios con el portal de noticias más visitado en México).**

2. **Durante la mañana del jueves 14 de junio del año en curso (2018)** se suscitó incidente debido a una explosión de un ducto de **gasolina** de Pemex ubicado en el poblado Victoria, del mencionado municipio, cerca de las 10:30 horas; debido a una extracción clandestina; hubo llamaradas de casi 20 metros altura en el municipio de Omealca, Veracruz, un ducto de Pemex que era utilizado clandestinamente se incendió, provocando una llamarada de hasta 20 metros de altura en el municipio de Omealca, de acuerdo a la información de XEU Noticias, primero se registró una fuerte explosión en la zona y posteriormente el incendio. Tras unos minutos de haber alertado a los servicios de emergencia, bomberos, personal de protección civil y Seguridad Física de Pemex, ya se encontraban combatiendo el incendio, logrando sofocarlo en cuestión de minutos. El incendio ocurrió en una zona cañera, lejos de las comunidades de los municipios de Omealca, Cuichapa y Amatlán de los Reyes.  
Una vez que fue extinto el incendio, se informó que no hubo lesionados y no fue necesaria la evacuación de los habitantes de la zona.

**Fuente: "Debate Media" (Grupo de medios con el portal de noticias más visitado en México).**

3. **El Martes 27 de marzo de año en curso (2018)** se suscitó un incidente debido a un derrame de un auto tanque de doble remolque que transportaba 40 mil litros de **diésel** en represa del pozo de Tomochi, Guerrero, México en el río "Las Arañas" el cual conecta con la cuenca del Papigochi y de ahí hasta Sonora por las diversas vertientes. Los vecinos de Tomochi denunciaron que el percance ocurrido los dejó sin abasto y hasta el momento ninguna autoridad, ni municipio, ni Estado, han llevado agua para poder atender la contingencia, ya que debido al derrame tuvieron que cerrar el pozo que surte las viviendas de toda la región y han impedido que abreve el ganado.

Personal de Profepa acudió al lugar de los hechos y acordonando el área y se les explico a los pobladores que los ejidatarios, debían hacer una reunión urgente para exigir a las autoridades que apliquen las medidas necesarias para la restauración del entorno. La razón social del auto tanque de doble remolque es perteneciente de Grupo Cargo. Pobladores y ejidatarios mencionaron que

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 6 de 14</b>

en esa zona está prohibido el tránsito de dobles remolques, ya que no es la primera ocasión que se registra un accidente debido al exceso de dimensiones.

Los daños que ha ocasionado el incidente al poblado son principalmente el agua contaminada que abreve el ganado de los habitantes cerca del río, el abasto de agua potable debido a cierre de pozo que surte la misma a las viviendas de la región y ya que por ser vacaciones, en Tomochi hay grupos de personas que acuden por motivos religiosos, como jóvenes lasallistas que se encuentran en el lugar con motivo de un retiro, sin agua para consumo humano, ni para necesidades fisiológicas.

**Fuente: "El Heraldo de Chihuahua"**  
**(Organización Editorial Mexicana).**

- 4. El 21 de Septiembre de 2017**, más de 10 mil litros de diésel se derramaron en tierras de cultivo entre las comunidades Los Ramírez y el Divisadero, en Salamanca, Guanajuato. La fuga fue denunciada por vecinos del lugar después de detectar un fuerte olor a combustible. Guillermo Rocha, miembro de Bomberos de Salamanca, dijo que pensaron que el incidente se debió a huachicoleros en la zona.

Petróleos Mexicanos informó a través de un comunicado que la fuga de combustible se localizó en el oleoducto Tepatitlán – Salamanca, a tres kilómetros de la carretera Panamericana tramo Salamanca – Celaya.

El lugar quedó resguardado por elementos del Ejército Mexicano, Policía Federal y Seguridad Física de Pemex.

Guillermo Rocha agregó que el incidente fue provocado porque se encontraron mangueras; se vieron a varias pipas transitar por la zona.

Personal de emergencia realizó el cierre de válvulas de paso y colocaron un dique con costales de tierra para detener el derrame.

**Fuente: "Foro TV" (Noticieros televisa).**

- 5. Día 19 de Julio de 2017.** Seis hectáreas de maíz, correspondientes a cuatro productores, fueron afectadas por derrames de combustible, que se generaron por de tomas clandestinas, principalmente en los municipios de San Juan del Río y Amealco; informó el secretario de Desarrollo Agropecuario (Sedea), Tonatiuh Cervantes Curiel.

El funcionario estatal detalló que solicitarán a las autoridades de Petróleos Mexicanos (Pemex) que cumplan con la indemnización correspondiente a los agricultores, además de que analizarán la magnitud de daño causado tanto al suelo como a los cultivos.

Asimismo, indicó que entregarán los expedientes de cada cultivo dañado con hidrocarburos a la superintendencia de la empresa productiva del Estado, para que esta comience a tramitar una indemnización económica para los agricultores queretanos afectados.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	IV
	HOJA	Página 7 de 14

Señaló que todavía no es posible determinar el grado de afectación ni el período de tiempo en que se podrá volver a sembrar, ya que no se han llevado a cabo los estudios tanto de química como de biología de suelos; dio a conocer que estas pruebas serán realizadas por el laboratorio de la Fundación Querétaro Produce o por parte de la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ).

También manifestó que la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Sedea) apoyará a estos cuatro productores tanto de San Juan del Río como de Amealco, cuyos cultivos han resultado dañados por derrames de combustible, con la entrega de insumos, fertilizantes y semillas.

Fuente: [AM de Querétaro de Grupo SII Comunicaciones.](#)

6. **El sábado 13 de mayo del año 2017** se suscitó una explosión debido a una extracción clandestina de **combustible** de ducto ubicado en el poblado de “El Mango”, en el municipio de Tierra Blanca en el estado de Veracruz.

Pemex confirmó que el accidente dejó cuatro pérdidas humanas (presuntos ladrones) ya que se encontraron los cadáveres quemados y un vehículo calcinado en el lugar de la explosión, precisando que no eran sus empleados y señalaron que “El robo de combustible representa un grave riesgo para las personas, las comunidades y el medio ambiente”. La empresa indicó que suspendió la presión en el ducto, apagó el incendio y está trabajando para cerrar la toma.

Fuente: [“El Imparcial.com” \(Diario Independiente de Sonora\).](#)

7. **El domingo 7 de febrero del año 2016** se suscitó un incidente debido a que una embarcación pesquera se hundió en Puerto Chiapas con una carga de 10 mil litros de **diesel**, informaron fuentes de seguridad. Los hechos se registraron en el muelle número dos del puerto marino cuando el barco Propemex pretendía zarpar a mar abierto a primera hora. Sin embargo, los tripulantes notaron que comenzó a entrar agua e intentaron reparar la filtración. Al ver que no podían contener el ingreso del agua decidieron abandonar la nave, propiedad de Aníbal Díaz López, y dieron aviso a las autoridades.

Personal de la Marina, el Ejército y Protección Civil acudieron al lugar, las autoridades establecieron un cerco de seguridad para evitar la propagación del combustible en el agua, mientras que personal laboraba para retirar el diésel.

Fuente: [“El Siglo de Torreón” \(Organización Editorial\).](#)

8. **El domingo 27 de Diciembres del año 2015** se suscitó un accidente debido a una explosión causada por extracción ilegal de combustible de un ducto de Pemex en el tramo carretero estatal que conduce del poblado C-33 al poblado C-32, en los límites de Cárdenas y Huimanguillo en el estado de Tabasco, México. Según los primeros informes, personas que recolectaban gasolina de un ducto que había sido “ordeñado” resultaron con quemaduras, luego que este explotara a las 21:29 de la noche, presuntamente por la chispa de una motocicleta donde eran trasladadas cubetas con el combustible que estaba siendo recolectado por los lugareños.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 8 de 14</b>

Tras tomar conocimiento del hecho, se movilizaron autoridades de los tres órdenes de gobierno, además de elementos de la Cruz Roja, de rescate, Bomberos del IPC, bomberos de Paredón y Pemex y fuerzas de seguridad. En la zona del siniestro 25 elementos del Instituto de Protección Civil trabajaron durante la madrugada aplicando un procedimiento contra incendios, apoyados con un carro bomba y tres unidades tipo cisterna; además de personal del Ejército y Pemex.

Por su parte, Petróleos Mexicanos, aseguró que sólo fue un incendio que se inició al parecer en un depósito de combustible robado y logró controlarse antes de afectar el ducto.

Asimismo, señaló que no hubo trabajadores de la empresa entre los heridos. La Secretaría de Salud informó que siete personas lesionadas fueron trasladadas a hospitales, en tanto que personal de Protección Civil y elementos del Ejército y de Petróleos Mexicanos acudieron a la zona para auxiliar a los heridos y acordonar la zona. De último momento, el titular del Instituto de Protección Civil, confirmó que fue encontrado un cadáver cerca del lugar de la tragedia.

**Fuente: "El Universal" (Compañía Periodística Nacional).**

- 9. El jueves 13 de agosto del año 2015** se suscitó un accidente debido a una explosión e incendio previo de un **gasoducto** de Pemex ubicado en Escobedo-Santa Catarina en el municipio de García, Nuevo León en el norte del país. A través de un comunicado, la petrolera precisó que el accidente se produjo a las 17.19 hora local (22.19 GMT) después de que se suscitara una explosión e incendio en el gasoducto.

El incidente fue atendido por el equipo de Protección Civil del estado y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (Profepa), así como por bomberos municipales, estatales y voluntarios de la Terminal de Abastecimiento y Reparto Santa Catarina de Pemex. A las 10.30 hora local de hoy (15.30 GMT), el procurador del estado, Javier Enrique Flores, confirmó el fallecimiento de cuatro trabajadores de la empresa particular que realizaba labores en la zona.

En un comienzo, Pemex cifró en cinco los muertos por la explosión. El personal de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) ya se encuentra en la zona del incidente y en plena coordinación con las autoridades estatales, con la Procuraduría General de la República y en constante comunicación con el personal de Semarnat, Profepa, CFE y Pemex.

**Fuente: "Agencia EFE" (Agencia de noticias internacional).**

- 10. El martes 23 de diciembre de año 2014** se suscitó un accidente debido a dos explosiones, ocurridas por la madrugada y la tarde en un gasoducto de 1.5 kilómetros instalado clandestinamente para robar **Gasolina**, provocaron pánico entre habitantes de San Miguel de los Jagüeyes y Urbi Villa del Rey, En la zona del siniestro, Cuauhtémoc García Ortega, subsecretario regional de Gobernación, explicó que a la 1:15 horas ocurrió la primera explosión en un predio de la avenida Benito Juárez. La segunda sucedió a las 13:30 horas.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 9 de 14</b>

Los estallidos hicieron volar dos contenedores tipo salchicha estacionados en el predio, uno de los cuales cayó sobre un cuarto en construcción. Tres tractocamiones con contenedores vacíos quedaron calcinados, al igual que dos vehículos más.

En la madrugada, cientos de personas huyeron de sus casas, pues las llamas alcanzaban hasta 50 metros de altura. Se escuchó como un soplete, pero más fuerte. De inmediato sacamos a nuestras familias y las llevamos hasta la lateral de la autopista; luego regresamos porque no les habíamos llevado ni cobijas. Lo importante fue ponerlos a salvo, comentó el colono Jesús Ramiro. Alejandro Hernández, propietario de la ferretería San Miguel, contigua al punto de la explosión, calculó sus daños en 2.5 millones de pesos y solicitó apoyo a las autoridades.

La onda expansiva se sintió en un área de 10 mil metros cuadrados, rompió vidrios en unas 50 casas y una plaza comercial, tiró enseres domésticos y hasta pantallas de televisión. La autopista México-Querétaro fue cerrada en el kilómetro 56 de las 2 a las 7 horas en ambos sentidos, lo que ocasionó congestión vehicular.

Personal del Ejército Mexicano, de la Secretaría de Marina y de la Policía Federal, así como de Protección Civil federal y estatal, de Pemex y bomberos de Cuautitlán Izcalli, Tepetzotlán, Ecatepec, Coacalco, Tultitán, Tultepec y Coyotepec colaboraron para apagar el fuego y ayudar a la población. Los bomberos Arturo López Melo, de 22 años de edad, y Armando Cabello Sánchez, de 33, ambos de Huehuetoca, además de Genaro Martínez Jiménez y Lizbeth Sánchez Soriano, resultaron lesionados y fueron internados en el hospital del Instituto de Seguridad Social del Estado de México y Municipios de la colonia Los Reyes Iztacala, municipio de Tlalnepantla, donde se reportó que sufrieron quemaduras de primer grado e intoxicación. El fuego fue sofocado por la tarde, después de que se consumió el combustible de la tubería.

Agentes ministeriales señalaron que cuatro meses atrás desconocidos excavaron y colocaron tubería paralela al sistema de drenaje y la conectaron a ductos de Pemex para *ordeñarlos*.

**Fuente:** [“La Jornada” \(periódico mexicano de circulación nacional\).](#)

11. TEZOYUCA Méx., 17 de diciembre. Siete personas lesionadas fue el saldo de una explosión en un ducto de Petróleos Mexicanos (Pemex) en el ejido de Tequisistlán, en el municipio de Tezoyuca, en los límites con Acolman, provocado por una toma clandestina.

Ante el riesgo de una contingencia mayor fue necesario desalojar a más de 800 familias de este lugar, aunque autoridades afirman que ya está controlada la fuga y sólo están a la espera de que se consuma el combustible que permanece en el ducto, lo que podría tardar tres días.

La explosión fue provocada por una familia que se encontraba en su vivienda, que al percibir el olor a gas trató por miedo de huir del lugar a bordo de su vehículo, pero al encenderlo una chispa provocó la explosión.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	IV
	HOJA	Página 10 de 14

Mencionó que inmediatamente se estableció un operativo y se evacuó por indicaciones de Pemex a todas las personas asentadas en un radio de un kilómetro de distancia, por lo que fueron sacadas cerca de 800 familias y trasladadas a albergues establecidos para atenderlos.

Ahumada Cruz mencionó que las válvulas del ducto ya se encuentran cerradas, por lo que el fuego está controlado, pero deben esperar a que se consuma el gas que se encuentra acumulado en el ducto, lo que puede tardar por lo menos tres días. El alcalde reconoció que en este ducto constantemente se registran tomas clandestinas.

Al respecto, Petróleos Mexicanos (Pemex) informó que fue controlada la fuga de gas, por una toma clandestina, que provocó un incendio la madrugada de ayer lunes en un ducto en el ejido de Tequisistlán, Estado de México.

La paraestatal indicó en su cuenta de Twitter, que al suscitarse la fuga, de inmediato se procedió al corte del suministro del gas y por precaución se desalojó a la población cercana al lugar.

Una de las líneas de investigación de la explosión del ducto apunta a la posible “ordeña”, situación que deja a la empresa paraestatal pérdidas anuales por cinco mil millones de dólares.

Fuente: [Excelsior \(Imagen digital\)](#).

**12. Domingo 19 de diciembre del año 2010** se suscitó un accidente debido a una explosión de unos oleoductos de Pemex en el poblado de San Martín Texmelucan en el estado de Puebla, México. La secretaria de Gobernación del estado de Puebla ya ha confirmado que la extracción clandestina de combustible habría originado la explosión. Según las autoridades, el robo de combustible se les fue de las manos a los ladrones y provocó una fuerte explosión. De acuerdo con las primeras informaciones, las explosiones -al menos se han registrado cinco- han comenzado en torno a las cinco de la mañana hora local (siete horas más en España peninsular) y han causado desperfectos en edificios dentro de un radio de tres kilómetros. A raíz de las mismas se ha originado un fuego que ha alcanzado a 32 viviendas y ha obligado a desalojar a unas 5.000 personas. Efectivos del Ejército mexicano están participando en las labores de socorro.

El incendio, para cuya extinción se han desplazado más de 100 militares además de los destacamentos de bomberos, habría tenido su origen en un depósito de combustible que se derramó en las aguas del adyacente río Atoyac.

Las autoridades nacionales de Protección Civil se desplazaron a la zona para supervisar la recuperación de cadáveres y la extinción de los focos de riesgo derivados del incendio provocado por la explosión. El ejército ha activado el Plan DN-III, como procede en casos de desastres, y se encuentra desplegado en el lugar del siniestro, que incluye la evacuación de la población de la zona. El coordinador del operativo por parte del estado de Puebla, Germán García, instó a la población a no acercarse al lugar y dejar libres las carreteras cercanas para facilitar la actuación de las fuerzas de seguridad, bomberos y médicos.

Fuente: [“El País” \(Periódico Global\)](#).

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	IV
	HOJA	Página 11 de 14

**13. El miércoles 22 de abril de año 1922** se suscitó un accidente debido a explosiones causadas por un derrame de gasolina que se produjo en el poliducto de Salamanca-Guadalajara exactamente en Álamo Industrial, en dicha zona además se ubicaban hidrocarburos que habían sido descargados por las plantas industriales. Los gases explosivos se fueron acumulando, y más tarde se produjeron los impactos explosivos.

Alrededor de las 10:05 de la mañana al Oriente de Guadalajara en el barrio céntrico de Analco, llegando afectar las colinas Atlas, San Carlos y las Conchas. Las explosiones destruyeron 15 kilómetros de calles y dejaron numerosas pérdidas humanas y materiales. Según cifras oficiales, las explosiones causaron la muerte de entre 210 y 700 personas, dejaron casi 800 heridos y unas 15.000 personas sin hogar. Pero cifras no oficiales indican mayores números en bajas.

Los vecinos de la calle Gante habían reportado al Ayuntamiento de Guadalajara sobre un fuerte olor a gasolina en las calles que también salía de las tomas de agua, y que además salía humo de las alcantarillas. Trabajadores del Ayuntamiento y de Protección Civil acudieron a la calle Gante para la evaluación, donde se encontraron fuertes niveles de gasolina y otros hidrocarburos, pero indicaron que no era necesaria una evacuación de la zona.

El gobierno señala como principal responsable a los funcionarios de Pemex, mientras que Pemex responsabilizaba al gobierno. Poco después se confirma que las explosiones se debieron a una fuga en una tubería de Pemex. La investigación determinó que unas tuberías de agua nuevos hechos de cobre revestido de zinc fueron emplazados cerca de una tubería de acero perteneciente a Pemex. La humedad de la tierra produjo que los metales de ambas tuberías tuvieran una reacción electrolítica, ocasionando la corrosión de la tubería de Pemex, creando un agujero que provocó que una fuga de gasolina al subsuelo y a la tubería municipal. El diseño del alcantarillado permitía que los líquidos fuesen bombeados con éxito, pero no así los gases. Los gases de la fuga de gasolina se fueron acumulando, y una chispa era suficiente para desencadenar las explosiones. Como consecuencia de este hecho se realizaron numerosas detenciones de personas presuntamente implicadas en la omisión que provocó serie de explosiones.

Fuente: "I' historia" (Pagina web).

**Tabla IV.2. Antecedentes de accidentes e incidentes.**

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalaciones	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento o causa de accidente e incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
1	2018	Cuernavaca, Morelos, México	Ducto (Pemex) Barrio de Los Dolores del poblado de Ocotepc, en el norte de Cuernavaca	Gasolina	Extracción clandestina de combustible	Riesgo a la población, a grupos de emergencia, el controlar una fuga de este tipo se desprenden gases que en cualquier situación, alguna chispa que se	PEMEX suspendió el suministro de combustible por el ducto, los trabajadores de los cuerpos de emergencia hicieron diques en las inmediaciones de la toma clandestina. El suministro de gasolina

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 12 de 14</b>

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalaciones	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento o causa de accidente e incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
						lleguen a generar se puede encender violentamente y ocasionar otro tipo de situaciones.	fue suspendido minutos más tarde por lo que personal de Petróleos Mexicanos comenzó a reparar el ducto.
2	2018	Omealca, Veracruz, México	Ducto (Pemex) en el poblado Victoria, Omealca	Gasolina	Extracción clandestina de combustible	No hubo lesionados y no fue necesaria la evacuación de los habitantes de la zona.	Bomberos, personal de Protección Civil y Seguridad Física de Pemex, combatieron el incendio.
3	2018	Tomichi, Guerrero, México	Represa del pozo de Tomochi, Guerrero, México	Diésel	Derrame de diésel en río, al caer pipa desde barranco.	Daños que le han ocasionado a una propiedad, donde cayó un auto tanque doble remolque de 40 mil litros de combustible (diésel), entre ellos el agua contaminada que abreve el ganado de los habitantes cerca del río.	Personal de PROFEPA estuvo en el lugar de los hechos y acordaron el área y se les explico que ahora ellos, es decir los ejidatarios, deben hacer una reunión urgente para exigir a las autoridades que apliquen las medidas necesarias para la restauración del entorno.
4	2017	Salamanca, Guanajuato, México	Oleoducto Tepatitlán - Salamanca, a 3 kilómetros de la carretera Panamericana tramo Salamanca - Celaya	Diésel	Más de 10 mil litros de diésel se derramaron en tierras de cultivo.	Afectación en período de tiempo para volver a sembrar.	Personal de emergencia realizó el cierre de válvulas de paso y colocaron un dique con costales de tierra para detener el derrame.
5	2017	Querétaro, México	Hectáreas de maíz en los municipios de San Juan del Río y Amealco, Querétaro, México	Combustible	Derrames de combustible, que se generaron por tomas Clandestinas.	Afectación en período de tiempo para volver a sembrar.	Indemnización económica para los agricultores y entrega de insumos, fertilizantes y semillas.
6	2017	Tierra Blanca, Veracruz, México	Toma clandestina cerca del poblado de El Mango, en la municipalidad de Tierra Blanca	Combustible	Extracción clandestina de combustible	Cuatro pérdidas humanas (presuntos ladrones) y un vehículo calcinado.	Pemex suspendió la presión en el ducto, apagó el incendio y se trabajó para cerrar la toma.
7	2016	Puerto Chiapas, México	Muelle número dos del Puerto marino (barco Propemex)	Diésel	Hundimiento de embarcación Pro Pemex.	Contaminación acuífera.	Las autoridades establecieron un cerco de seguridad para evitar la propagación del combustible en el agua, mientras que personal laboraba para retirar el diésel.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 13 de 14</b>

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalaciones	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento o causa de accidente e incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
8	2015	Cárdenas, Tabasco, México	Ducto (Pemex) a la entrada del poblado C-33	Combustible	Extracción clandestina de combustible	4 pérdidas humanas y 30 lesionados, 7 de ellos en estado grave.	Personal de Protección Civil, elementos del Ejército y de Pemex realizaron labores de contención y vigilancia en el lugar de los hechos.
9	2015	García, Nuevo León, México	Gasoducto Escobedo-Santa Catarina en el municipio de García (Nuevo León), en el norte del país	Gasolina	Explosión e incendio en el gasoducto.	4 pérdidas humanas.	El personal de la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos (ASEA) se presentó en la zona del incidente para recabar información e inició el análisis técnico y científico riguroso sobre las causas y daños producidos por el accidente para determinar las acciones que correspondieron en materia de seguridad industrial y operativa.
10	2014	Huehuetoca, México	Gasoducto instalado clandestinamente para robar combustible de Pemex en San Miguel de los Jagüeyes y Urbi Villa del Rey, la destrucción de cinco vehículos y heridas a cuatro bomberos	Gasolina	Extracción clandestina de combustible	Contenedores dañados, construcciones, vehículos y tractocamiones calcinados, establecimientos dañados; la onda explosiva llegó a dañar viviendas (y objetos dentro de ellas) y una plaza comercial. La autopista México-Querétaro fue cerrada en ambos sentidos, lo que ocasionó congestión vehicular.	Personal del Ejército Mexicano, de la Secretaría de Marina y de la Policía Federal, así como de Protección Civil federal y estatal, de Pemex y bomberos de Cuautitlán Izcalli, Tepotzotlán, Ecatepec, Coacalco, Tultitán, Tultepec y Coyotepec colaboraron para apagar el fuego y ayudar a la población.
11	2013	Tezocuya, México	Ducto de Petróleos Mexicanos (Pemex) en el ejido de Tequisistlán, en el municipio de Tezoyuca, en los límites con Acolman	Gasolina	Extracción clandestina de combustible	7 pérdidas humanas.	Se estableció un operativo y se evacuó por indicaciones de Pemex a todas las personas asentadas en un radio de un kilómetro de distancia, por lo que fueron evacuadas cerca de 800 familias y trasladadas a

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>IV</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 14 de 14</b>

N°	Año	Ciudad y/o País	Instalaciones	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento o causa de accidente e incidente	Nivel de afectación (personal, población, medio ambiente, entre otros)	Acciones realizadas para su atención
							albergues establecidos para atenderlos. Al respecto, Pemex informó que fue controlada la fuga de gas.
12	2010	San Martín Texmelucan, Puebla, México	Oleoductos de Petróleos Mexicanos (Pemex)	Diésel y combustóleo	Toma clandestina de combustible que provocó un derrame de miles de litros de combustible como diésel y combustóleo o que se incendiaron.	Causó desperfectos en edificios dentro de un radio de tres kilómetros. A raíz de los mismos se ha originado un fuego que ha alcanzado a 32 viviendas y ha obligado a desalojar a unas 5.000 personas. Se filtró al subsuelo y recorrió más de 5 kilómetros hasta llegar al municipio tlaxcalteca de Tepetitla de Lardizábal, donde se mezcló con el río Atoyac, afectando a los pobladores de Villa Alta.	Las autoridades nacionales de Protección Civil se desplazaron a la zona para supervisar la recuperación de cadáveres y la extinción de los focos de riesgo derivados del incendio provocado por la explosión. El ejército activado el Plan DN-III para casos de desastres, desplegado el personal en el lugar del siniestro, donde se realizó la evacuación de la población de la zona.
13	1992	Guadalajara, Jalisco, México	Poliducto de Salamanca-Guadalajara en Álamo Industrial (Pemex)	Gasolina	Fuga de gasolina terminó en sistema de drenaje de la ciudad, al acumularse con hidrocarburos descargados por plantas industriales y produjeron impactos explosivos.	Según cifras oficiales un total de entre 210 a 700 pérdidas humanas, casi 800 heridos y unas 15.000 personas sin hogar. Colinas Atlas, San Carlos y las Conchas afectadas, destrucción de 15 kilómetros de calles.	Protección Civil acudió a la zona para la evaluación, donde se encontraron fuertes niveles de gasolina y otros hidrocarburos, pero indicó que no era necesaria una evacuación de la zona.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 1 de 38</b>

**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.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE RIESGO. .... 10**

    V.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS. .... 14

    V.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS. .... 14

    V.2.3. REPRESENTACIÓN EN PLANOS DE LOS RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE  
    CONSECUENCIAS (RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN). .... 14

**V.3 ANÁLISIS DE RIESGO. .... 23**

    V.3.1. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO. .... 23

    V.3.2. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD. .... 23

**Tablas**

Tabla V.1. Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) utilizado. .... 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. .... 9

Tabla V.8. Fallas con repercusiones al ambiente (incendio y/o explosión). .... 10

Tabla V.9. Valor de probabilidad de ocurrencia de fallas. .... 11

Tabla V.10. Valor de probabilidad frecuencia de fallas. .... 12

Tabla V.11. Escenarios de Riesgo Propuestos. .... 13

Tabla V.12. Efectos generados por radiación térmica. .... 15

Tabla V.13. Interacciones de Riesgos. .... 23

Tabla V.14. Descripción de los posibles receptores de Riesgo ..... 25

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 2 de 38</b>

## **V. IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS, EVALUACIÓN Y ANÁLISIS 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 y transporte de combustibles, para lo cual, se cuenta con los Diagramas de Tubería e Instrumentación (DTIs), 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 de medición y regulación, 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.

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 el transporte de combustible, 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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 3 de 38</b>

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 de presentarse incidentes en la interconexión de la Terminal del Centro de México (TCM) con el ducto de 10" de diámetro, de la TAD Querétaro – TAD San Luis Potosí, 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 o del sistema de transporte, 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 y transporte de combustibles, 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 al transportar los diferentes combustibles a las Terminales de Almacenamiento de Querétaro y San Luis Potosí, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación.

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.

2. 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.
  3. Para el conjunto de fallas identificado, se determinó la probabilidad de ocurrencia con la metodología árbol de fallas.
  4. De acuerdo a lo anterior, se propusieron los escenarios de riesgo para simulación.
-

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 4 de 38</b>

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 en análisis de consecuencias acorde a los resultados de simulación.

La información necesaria referente a la Instrumentación de la Terminal del Centro de México y el Transporte de Combustibles se obtuvo del Diagrama de Tubería e Instrumentación elaborado en la fase de Diseño del Proyecto Nodo Energético del Centro.

**Tabla V.1. Diagrama de Tubería e Instrumentación (DTI) utilizado.**

ID del Plano	Título (DTI)
A-300	Diagrama de Tuberías e Instrumentación Interconexión de Poliducto de 10" de diámetro

Para mayor detalle, **Ver Anexo 5. (5.2. DTI interconexión del poliducto).**

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

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 5 de 38</b>

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.

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 3 nodos con apego a los Diagramas de Tubería e Instrumentación, mismos que se describen a continuación:

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	V
	HOJA	Página 6 de 38

**Tabla V.2. Nodos Seleccionados.**

Nodo	Descripción	DTI
1	Recepción de combustible	Diagrama de tuberías e instrumentación interconexión de poliducto de 10”.
2	Sistema de bombas	Diagrama de tuberías e instrumentación interconexión de poliducto de 10”.
3	Interconexión con el poliducto existente	Diagrama de tuberías e instrumentación interconexión de poliducto de 10”.

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:

- Se selecciona 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 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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 7 de 38</b>

**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.

**Tabla V.5. Matriz de Riesgos.**

<b>Consecuencia</b>			<b>Frecuencia</b>			
<b>Personas</b>	<b>Activos</b>	<b>Medio Ambiente</b>	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.	<b>A</b> <b>4</b>	<b>A</b> <b>8</b>	<b>A</b> <b>12</b>	<b>A</b> <b>16</b>
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>B</b> <b>3</b>	<b>B</b> <b>6</b>	<b>A</b> <b>9</b>	<b>A</b> <b>12</b>
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.	<b>C</b> <b>2</b>	<b>B</b> <b>4</b>	<b>B</b> <b>6</b>	<b>A</b> <b>8</b>
1. Sin lesión.	1. La continuidad operativa no se pierde.	1. Las consecuencias serían menores a cualquiera de las anteriores.	<b>C</b> <b>1</b>	<b>C</b> <b>2</b>	<b>B</b> <b>3</b>	<b>A</b> <b>4</b>

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 3 nodos. Los equipos de trabajo se conformaron por especialistas de las áreas de proceso, mantenimiento, y seguridad y protección ambiental.

#### V.1.1.1. Jerarquización de Riesgos.

A continuación, se incluye la matriz de riesgos con los resultados de cada uno de los nodos evaluados en el HAZOP, el cual fue determinado después de considerar las salvaguardas:

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 9 de 38</b>

**Tabla V.6. Matriz de Riesgo considerando los resultados del HAZOP.**

Nodo	Desviación	Causa	Nivel de Riesgo			
			D	C	B	A
1	1. No Flujo	1.1	C1			
	2. Menos Flujo	2.1	C1			
		2.2	C1			
	4. Corrosión	4.1		C2		
2	1. No Flujo	1.1	C1			
	2. Menos Flujo	2.1	C1			
		2.2	C1			
	3. Flujo Inverso	3.1	C1			
3	1. No Flujo	1.1		B6		
		1.2		C2		
	2. Menos Flujo	2.1		C2		
	3. Mas Flujo	3.1		B6		
	4. Corrosión	1.1		B6		

**Tabla V.7. Descripción de las fallas de mayor riesgo.**

Nodo	Desviación	Causa	Consecuencias significativas
1	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de corrosión en el ducto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
2	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de corrosión en la tubería y accesorios de la bomba de succión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
3	No Flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Posible rotura o toma clandestina de producto en el poliducto de 10".</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
	Mas Flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falla de la válvula reguladora de control.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de corrosión en la tubería interna y accesorios de la ERM.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 10 de 38</b>

Debido a que en los resultados de la matriz de riesgos anterior se obtuvieron los 3 nodos en donde existen fallas que son 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 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 una fuga 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
1	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de corrosión en el ducto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio</li> </ul>
2	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de corrosión en la tubería y accesorios de la bomba de succión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
3	No Flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Posible rotura o toma clandestina de producto en el poliducto de 10”.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
	Mas Flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Falla de la válvula reguladora de control</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>
	Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Presencia de corrosión en la tubería interna y accesorios de la ERM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Derrame de combustible con riesgo de incendio.</li> </ul>

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

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 11 de 38</b>

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 interconexión con el poliducto de 10", 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 interconexión con el poliducto de 10", se recurrió a un árbol de falla, que contenga los elementos de mayor ponderación al riesgo, determinados en el análisis HAZOP.

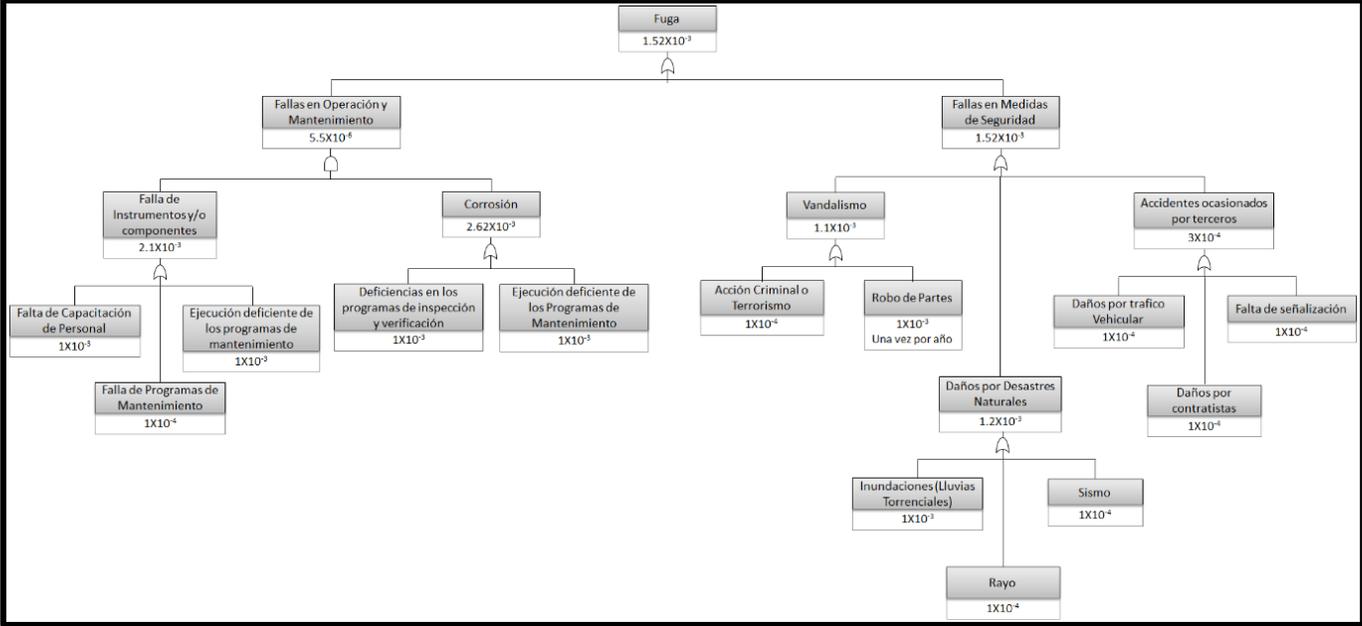
Mediante la asignación de probabilidades de cada evento que pueda tener participación en el riesgo, la probabilidad de su ocurrencia puede ser calculada. Una vez procesados los datos se obtiene la probabilidad de ocurrencia de un evento final. Las probabilidades pueden ser clasificadas de varias formas, 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.**

Una vez elaborado el árbol de fallas para el derrame provocado en el poliducto por daño de terceras partes, se pueden dar las asignaciones de probabilidad de ocurrencia a cada falla que participe en distintos eventos que conformen su posible desarrollo.



**Figura V.1. Árbol de Falla para el Derrame en el Poliducto.**

**Tabla V.10. Valor de probabilidad frecuencia de fallas.**

Nodo	Desviación	Causa	Probabilidad de falla
1	Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo.</li> </ul>	$2.62 \times 10^{-3}$
2	Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo.</li> </ul>	$2.62 \times 10^{-3}$
3	No Flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Derrame por daño de terceras partes.</li> </ul>	$1.52 \times 10^{-3}$
	Mas Flujo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla de válvula.</li> </ul>	$1.5 \times 10^{-1}$
	Más Corrosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiencias en el recubrimiento anticorrosivo.</li> </ul>	$2.62 \times 10^{-3}$

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.

En la **Tabla V.11** se enlistan los escenarios propuestos para cada uno de los eventos que se podrían presentar en el proyecto del Nodo Energético del Centro, donde se describe la calve del escenario, el nivel de riesgo resultante al aplicar el método de Hazop, de igual manera se describe la sustancia utilizada para la realización del escenario y la ubicación para cada uno de ellos.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 13 de 38</b>

**Tabla V.11. Escenarios de Riesgo Propuestos.**

No.	Clave del escenario identificado	Descripción del escenario identificado	Nivel de Riesgo (frecuencia por consecuencia)	Identificación del nodo o sistema	Nombre de la instalación o ducto	Km o instalación superficial	Sustancia involucrada
1	E1.1	Incendio provocado por derrame de Gasolina a causa de la corrosión en la tubería de la bomba de succión con un orificio aproximado de 1" de diámetro.	B	2	Nodo Energético del Centro	Sistema de bombas	Gasolina
2	E2.1	En el km 1 + 357 del poliducto de 10" de diámetro, se produce una explosión a causa de la rotura en el 100% de la tubería por daños de terceras partes al realizar trabajos de mantenimiento a un costado de la línea.	B	3	Nodo Energético del Centro	Poliducto de 10"	Gasolina

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 14 de 38</b>

### V.2.1. ANÁLISIS DETALLADO DE FRECUENCIAS.

En el presente proyecto del Nodo Energético del Centro, al realizarse el análisis de riesgo, se aplicó 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.2.2. ANÁLISIS DETALLADO DE CONSECUENCIAS.

En el presente proyecto del Nodo Energético del Centro, al realizarse el análisis de riesgo, se aplicó 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:

	<b>Zona de alto riesgo por daño a equipos</b>	<b>Zona de Alto Riesgo</b>	<b>Zona de Amortiguamiento</b>
<b>Toxicidad (Concentración)</b>	---	IDLH (ppm)	TLV (8 h, TWA) O TLV(15 min STEL) (ppm)
<b>Inflamabilidad (Radiación Térmica)</b>	Rango de 12.5 KW/m <sup>2</sup> a 37.5 KW/m <sup>2</sup>	5.0 KW/m <sup>2</sup>	1.4 KW/m <sup>2</sup>
<b>Explosividad (Sobrepresión)</b>	Rango de 3 lb/in <sup>2</sup> a 10 lb/in <sup>2</sup>	<sup>1.0</sup> lb/in <sup>2</sup> (0.070 kg/cm <sup>2</sup> )	0.5 lb/in <sup>2</sup> (0.035 kg/cm <sup>2</sup> )

### 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 tanto la Terminal del Centro de México, la red de transporte y la interconexión al ducto de 10", el cual transportara el combustible a las terminales de Almacenamiento de San Luis Potosí y Querétaro. Existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que están sometidas a flujos y presiones, en caso de que se presente alguna falla, el derrame causará 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, 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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	V
	HOJA	Página 15 de 38

### 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/m<sup>2</sup> (440 BTU/ft<sup>2</sup>hr)**, 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/m<sup>2</sup> (1 500 BTU/ft<sup>2</sup>hr)**, 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.12. Efectos generados por radiación térmica.**

Intensidad de Radiación (kw/m <sup>2</sup> )	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.
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.](#)

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 16 de 38</b>

### 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/in<sup>2</sup> (0,07 kg/cm<sup>2</sup>)**, 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/in<sup>2</sup> (0,035 kg/cm<sup>2</sup>)**, 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.13. Efectos generados por ondas de sobrepresión.**

<b>Sobrepresión Máxima (psi)</b>	<b>Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión</b>
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.
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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 17 de 38</b>

<b>Sobrepresión Máxima (psi)</b>	<b>Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión</b>
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.

**Tabla V.14. Consecuencias de las Sobrepresiones “Daños Personales”.**

<b>Sobrepresión (Psi)</b>	<b>Daños Personales</b>
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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 18 de 38</b>

<b>Nombre del Simulador utilizado:</b>		<b>SCRI Fuego "Modelo de Radiación Térmica por fuego en un derrame Pool Fire.</b>										
Instalación: NEC (Nodo Energético del Centro)												
<b>I. Datos del escenario</b>												
Clave		Nombre					Peor Caso		X			
E 1.1		Charco de fuego por derrame en el Sistema de bombas					Caso más probable					
Elaboro	Incendio provocado por derrame de Gasolina a causa de la corrosión en la tubería de la bomba de succión con un orificio aproximado de 1" de diámetro					Fecha:	04/08/2018					
Objetivo	Evaluar las posibles afectaciones al entorno (instalaciones, poblaciones y media ambiente).											
<b>II. Sustancias involucradas</b>												
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		
<b>III. Condiciones de confinamiento y características de liberación</b>												
Presión:	Kg/cm2	Temperatura		28 C°	Estado:	Líquido debajo de su p.e.			Líquido arriba de su p.e.			
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido		X	Vapor líquido					
Tubería		Otro.		X	Orificio en cuerpo o tubería			X	Cizalla de tubería, otro			
Alto del recipiente		N/A	Diámetro o ancho del recipiente/tubería				N/A		Largo del recipiente		N/A	
Área del orificio:		1 Plg			Elevación del punto de liberación				N/A			
Dirección de la fuga	Vertical	X	Horizontal	Hacia abajo		Golpea contra		Inclinada	grados			
Tiempo estimado de liberación:		60 Segundos		Masa estimada de liberación:				8700 Kg				
<b>IV. Condiciones atmosféricas y del entorno</b>												
Pares (velocidad de viento, estabilidad atmosférica)		1.5 F				1.5 A-B			Otro			
Temperatura atmosférica		23.8 C°										
Humedad atmosférica		55%										
Presión atmosférica		Mm Hg										
Tipo de suelo (rugosidad empleada)		Área Industrial										
Direcciones dominantes de viento		238.88 (SO)grados azimut										
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Urbana:										
<b>V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)</b>												
Sitio 1		Sitio 2				Sitio 3						
<b>VI. Estados finales para análisis</b>												
Dardo, antorcha o jet de fuego		Charco de fuego		X	Incendio de nube		Explosión de nube					
<b>VII. Memoria de cálculo y suposiciones</b>												
<b>VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)</b>												
<b>Radios por radiación térmica</b>												
Clase de evento	Otro		Zona de seguridad									
	Alto Riesgo (daño a equipos)		Alto Riesgo				Amortiguamiento					

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 19 de 38</b>

	kW/m2		
	12.5 - 37.5	5.0	1.4
	m		
Pool Fire	100.59	159.39	296.23

Ver Anexo 7 para mayor detalle

<b>Nombre del Simulador utilizado:</b>		<b>SCRI Fuego “sobrepresión provocada por nubes Explosivas”</b>					
Instalación: Nodo Energético del Centro							
I. Datos del escenario							
Clave		Nombre			Peor Caso		X
E 2.1		Explosión en poliducto de 10" de diámetro			Caso más probable		
Elaboro		En el km 1 + 357 del poliducto de 10" de diámetro, se produce una explosión a causa de la rotura en el 100% de la tubería por daños de terceras partes al realizar trabajos de mantenimiento a un costado de la línea.			Fecha:		04/08/2018
Objetivo		Evaluar las posibles afectaciones al entorno (instalaciones, poblaciones y media ambiente).					
II. Sustancias involucradas							
Nombre de la sustancia:		Composición:		% molar		% másico	
Componente		%		Toxicidad		Inflamabilidad	
Gasolina Regular				3		500 ppm	
						TLV (8h, TWA)	
						TLV (15 min, STEL)	
						500	
						300	
III. Condiciones de confinamiento y características de liberación							
Presión:		14 Kg/cm2		Temperatura		23.8 C°	
Estado:		Líquido debajo de su p.e.		Líquido arriba de su p.e.			
Fase del material liberado:		Vapor		Líquido		X Vapor líquido	
Alto del recipiente		N/A		Diámetro o ancho del recipiente/tubería		10 plg	
Área del orificio:		10 Plg		Elevación del punto de liberación		N/A	
Dirección de la fuga		Vertical		Horizontal		Hacia abajo	
						Golpea contra	
						Inclinada	
						grados	
Tiempo estimado de liberación:		60 Segundos		Masa estimada de liberación:		311505 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°					
Humedad atmosférica		55%					
Presión atmosférica		Mm Hg					
Tipo de suelo (rugosidad empleada)		Área Industrial					
Direcciones dominantes de viento		238.88 (SO)grados azimut					
Tipo de área en que se encuentra la instalación		Urbana:					
V. Lugares de particular interés (Descripción y distancia del punto de fuga)							
Sitio 1		Localidad a 450 m Oeste		Sitio 2		Sitio 3	
VI. Estados finales para análisis							

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 20 de 38</b>

Dardo, antorcha o jet de fuego		Charco de fuego		Incendio de nube		Explosión de nube	X	
VII. Memoria de cálculo y suposiciones								
VIII. Resumen de resultados (Distancias y afectaciones)								
Radios por sobrepresión								
Clase de evento	Otro			Zona de seguridad				
	Alto Riesgo (daño a equipos)			Alto Riesgo		Amortiguamiento		
	Psi							
	3 - 10			1.0		0.5		
	m							
Explosión	256.81-524.10			1196.38		2033.65		

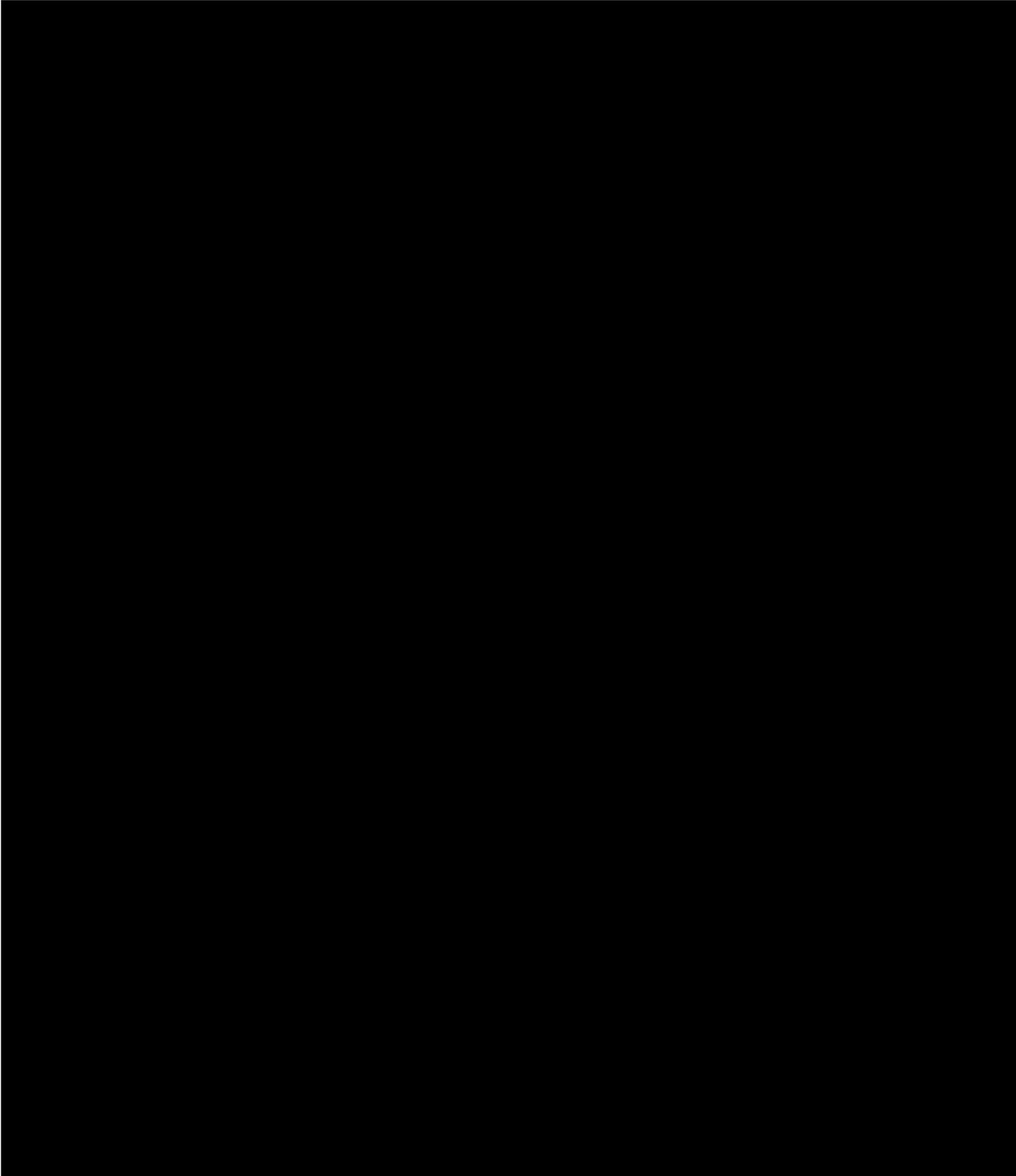
**Ver Anexo 7** para mayor detalle.

### V.2.3.2. Representación de los Radios de Afectación.

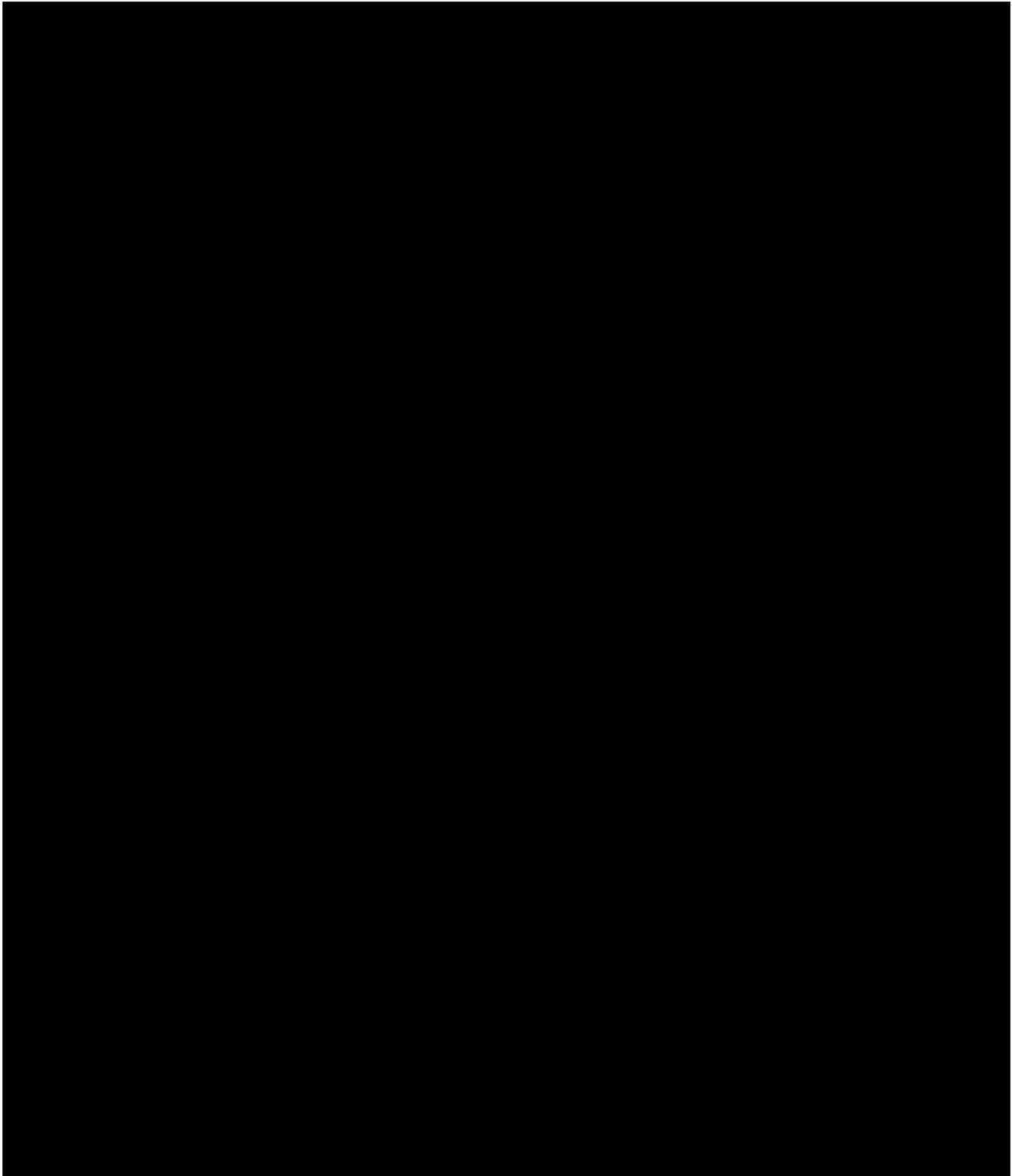
En las imágenes siguientes pueden observarse que las Zona de Alto Riesgo (ZAR) están representadas con el color verde y las Zonas de Amortiguamiento (ZA) con el color azul, además incluyen las distancias de afectación para cada uno de estos radios y la zona de alto riesgo por daño a equipos, que en el caso de radiación va de 12.5 KW/m<sup>2</sup> a 37.5 KW/m<sup>2</sup>, y para el caso de sobrepresión que va de 3 lb/in<sup>2</sup> a 10 lb/in<sup>2</sup>, de igual manera se muestran las distancias de afectación para cada uno de los escenarios.

**Ver Anexo 8** para más detalle.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 21 de 38</b>



<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 22 de 38</b>



**V.3 ANÁLISIS DE RIESGO.**

**V.3.1. REPOSICIONAMIENTO DE ESCENARIOS DE RIESGO.**

En el presente proyecto del Nodo Energético del Centro, no se identificaron escenarios de riesgo “No Tolerables y/o ALARP” de acuerdo a la jerarquización realizada con la metodología hazop y árbol de fallas.

**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 aplicarán una vez que se ponga en marcha el proyecto.

**Tabla V.15. Interacciones de Riesgos.**

Clave del escenario de riesgo	Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta 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)
E1.1	Sistema de bombas	Gasolina	Trampa de envío de diablos TED-01, filtro FC-001, medidor FE-001 y MOV-001	4 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarma de baja presión.</li> <li>• Indicador de presión.</li> <li>• Interruptor de baja presión.</li> <li>• Supervisión.</li> <li>• Sistema SCADA.</li> <li>• Sistema de recubrimientos anticorrosivos.</li> <li>• Programa de mantenimiento a tuberías y ductos.</li> <li>• Sistema de detección de fuego y mezclas explosivas.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 24 de 38</b>

<b>Clave del escenario de riesgo</b>	<b>Equipo/sitio de la planta/km del ducto o ruta donde se presenta la fuga simulada</b>	<b>Sustancia Peligrosa involucrada en el Escenario de Riesgo</b>	<b>Sitios o Equipos Aledaños que pueden ser afectados</b>	<b>Distancias de los sitios o equipos al punto de fuga</b>	<b>Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)</b>
E2.1	Poliducto de 10"	Gasolina	Localidad e instalaciones industriales	450 m	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema SCADA.</li> <li>• Válvula con actuador eléctrico.</li> <li>• Transmisor indicador de presión.</li> </ul>

A continuación se realiza la descripción de los efectos que se tendrán sobre los equipos existentes en el proyecto de Nodo Energético del Centro, 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 pudieran encontrarse 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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	V
	HOJA	Página 25 de 38

**Tabla V.16. 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)
E1.1	<p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 195.25 kW/m<sup>2</sup> hasta los 5 kW/m<sup>2</sup>), 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"> <li>▪ A 37 kW/m<sup>2</sup>. 100% de mortalidad en 1 minuto.</li> <li>▪ A 25 kW/m<sup>2</sup>. 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos.</li> <li>▪ A 12,5 kW/m<sup>2</sup>. 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.</li> <li>▪ A 9,5 kW/m<sup>2</sup>. Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos.</li> <li>▪ A 8 kW/m<sup>2</sup>. Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto.</li> <li>▪ Asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.</li> </ul> <p><b><u>Personal:</u></b> Se realiza una descripción de las posibles afectaciones (lesiones, fatalidades) que pueden presentarse al personal que labora en el proyecto del Nodo Energético del Centro, en caso de que se llegara a presentar el evento de incendio en el área de bombas, se incluyen los efectos o daños 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 3 m donde se tiene una radiación de 195.25 KW/m<sup>2</sup> hasta una distancia de aproximadamente 50 m donde se recibiría una radiación de 43.83 KW/m<sup>2</sup> donde se espera la muerte de personas, ya que con 25 kW/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup> que es el máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado y sin</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarma de baja presión.</li> <li>• Indicador de presión.</li> <li>• Interruptor de baja presión.</li> <li>• Supervisión de los procedimientos.</li> <li>• Sistema SCADA</li> <li>• Sistema de recubrimientos anticorrosivos.</li> <li>• Programa de mantenimiento a tuberías y ductos.</li> <li>• Sistema de detección de fuego y mezclas explosivas.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	V
	HOJA	Página 26 de 38

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas Preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
	<p>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 159.39 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 296.23 m, donde se tendría 1.4 kW/m<sup>2</sup>.</p> <p><b><u>Población:</u></b> Dado que la empresa se encuentra en una zona industrial y donde la población más cercana se encuentra aproximadamente a 1000 m de la ubicación donde podría generarse dicho evento, no se causará afectación a la población.</p> <p><b><u>Ambiente:</u></b> Dentro del buffer de 500 m la vegetación que se encuentra es denominada como “arbustiva de matorral “crasicaule” la 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 del proyecto del Nodo Energético del Centro 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 mayor.</p> <p><b><u>Producción/Instalación:</u></b> 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/m<sup>2</sup> hasta los 12.5 kW/m<sup>2</sup>), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A 11,7 kW/m<sup>2</sup>. El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica,</li> <li>▪ A 12,5 kW/m<sup>2</sup>. Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos,</li> </ul>	

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	<b>V</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 27 de 38</b>

<b>Clave de Descripción del Escenario de Riesgo</b>	<b>Receptores de Riesgo</b>	<b>Sistemas de Seguridad y Medidas Preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A 25 kW/m<sup>2</sup>. 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,</li> <li>▪ A 37,5 kW/m<sup>2</sup>. Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras,</li> <li>▪ A 40 kW/m<sup>2</sup>. Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, destrucción de equipos y tanques,</li> <li>▪ A 60 kW/m<sup>2</sup>. Máxima radiación tolerable por el cemento,</li> <li>▪ A 200 kW/m<sup>2</sup>. Debilitamiento del hormigón armado.</li> </ul> <p>Teniendo en cuenta que los niveles de radiación por daño a equipos se consideran de 37.5 kW/m<sup>2</sup> a 12.5 kW/m<sup>2</sup>, el rango de afectación sería de aproximadamente de 50 m a 100 m teniendo el daño a la infraestructura existente a una distancia a partir de 1 m, donde se tiene una radiación de 195.25 kW/m<sup>2</sup> hasta una distancia de 60 m, con una radiación de 12.65 kW/m<sup>2</sup>, donde la afectación sería suficiente para causar daño, ya que con 40 kW/m<sup>2</sup> que es el máximo tolerable por el acero estructural se presentaría la destrucción de equipos, a 37.5 kW/m<sup>2</sup> se tendría de igual manera colapso de estructuras y con 25 kW/m<sup>2</sup> el acero delgado y aislado puede perder su integridad mecánica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La empresa cuenta con medidas de seguridad para minimizar estos riesgos como son: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarma de baja presión,</li> <li>• Indicador de presión,</li> <li>• Interruptor de baja presión,</li> <li>• Supervisión,</li> <li>• Sistema SCADA,</li> <li>• Sistema de recubrimientos anticorrosivos,</li> <li>• Programa de mantenimiento a tuberías y ductos,</li> <li>• Sistema de detección de fuego y mezclas explosivas.</li> </ul> </li> </ul>	

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	V
	HOJA	Página 28 de 38

Clave de Descripción del Escenario de Riesgo	Receptores de Riesgo	Sistemas de Seguridad y Medidas preventivas (identificadas en sesiones de trabajo)
E2.1	<p>Los niveles de sobrepresión para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 1466.58 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"> <li>▪ A 0,3 psi. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes en personas.</li> <li>▪ A 2,3 psi. Umbral (1%) de rotura de tímpanos en personas.</li> <li>▪ A 12,5 psi. 90% probabilidad de rotura de tímpanos en personas.</li> <li>▪ A 14,3 psi. Umbral (1%) de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar.</li> <li>▪ A 25,16 psi. 90% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar.</li> </ul> <p><b><u>Personal:</u></b> La afectación a las personas que se encuentren en un radio de 20 m a partir del punto del evento de explosión, hasta una distancia de 100 m se espera el 90% de probabilidad de muerte por hemorragia pulmonar, a una distancia de 1500 m con 12.5 psi, la afectación a las personas sería el 1% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar y ruptura de tímpanos en el 90 %, a partir de una distancia de 1196.38 m que es el límite de la zona de alto riesgo, la sobrepresión 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 2033.65 m.</p> <p><b><u>Población:</u></b> Dado que la empresa se encuentra en una zona industrial y donde la población más cercana se encuentra aproximadamente a 1000 m de la ubicación donde podría generarse dicho evento, a esta distancia la población estaría recibiendo 1 psi, se tendrá rotura de tímpanos en personas.</p> <p><b><u>Ambiente:</u></b> Dentro del buffer de 500 m la vegetación que se encuentra es denominada como “arbustiva de matorral crasicaule” el cual al presentarse el evento de explosión puede resultar con afectaciones graves y puede resultar en un incendio debido a la explosión</p>	<p>Sistema SCADA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Válvula con actuador eléctrico.</li> <li>• Transmisor indicador de presión.</li> <li>• Sistema de corte por fuga.</li> </ul>

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPITULO	V
	HOJA	Página 29 de 38

	<p>generada, es importante mencionar que la instalación del proyecto del Nudo Energético y lo referente a la vegetación por los efectos de la explosión 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.</p> <p><b><u>Producción/Instalación:</u></b> 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 1466.58 lb/in<sup>2</sup> hasta los 5 lb/in<sup>2</sup>), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A 3 psi. Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado.</li> <li>▪ A 4,0 psi. Ruptura de recubrimientos de A 5,0 psi. Postes de madera arrancados.</li> <li>▪ A 7,0 psi. Volcadura de carros de ferrocarril con carga.</li> <li>▪ A 9,0 psi. Demolición de contenedores de ferrocarril con carga.</li> <li>▪ A 10,0 psi. Posible destrucción total de edificios.</li> <li>▪ A 14,5 - 29,0 psi. Rango de 1 a 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido.</li> <li>▪ A 300 psi. Formación de cráter.</li> </ul> <p>Los daños resultantes de una sobrepresión en el poliducto de 10", con 1466.58 psi a una distancia de 20 m a partir del punto donde se genera el evento, hasta una distancia de 150 m con tan solo 10 psi, se espera la afectación inminente del poliducto.</p>	
--	---	--

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	VI
	HOJA	Página 1 de 6

### Contenido

<b>VI. SISTEMAS DE SEGURIDAD Y MEDIDAS PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.....</b>	<b>2</b>
<b>VI.1. SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO Y MEZCLAS EXPLOSIVAS. ....</b>	<b>2</b>
<b>VI.2. SISTEMA DE CORTE POR FUGA.....</b>	<b>3</b>
<b>VI.3. TELECOMUNICACIONES.....</b>	<b>3</b>
VI.3.1. FUNCIONALIDAD. ....	3
VI.3.2. CRITERIOS DE DISEÑO.....	3
<b>VI. 4. RECOMENDACIONES PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO. ....</b>	<b>5</b>

### Tablas.

Tabla VI.1. Localización de áreas que contemplan sistemas y equipos de seguridad.....	4
Tabla VI.2. Recomendaciones de la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos.....	5

### Figuras.

Figura VI.1 Ubicación de las áreas donde se contará con Sistemas de seguridad para el proyecto.....	4
---	---

---

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	VI
	HOJA	Página 2 de 6

## **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.

### **VI.1. SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUEGO Y MEZCLAS EXPLOSIVAS.**

El sistema tendrá la función de detectar por medio de sensores la presencia de fuego, humo o mezclas explosivas con el fin de activar alarmas y sean tomadas las acciones necesarias para controlar el riesgo ante un siniestro en las instalaciones.

El sistema está formado por los siguientes sub-sistemas:

- **Subsistema de detección de fuego:** conjunto de instrumentos ubicados estratégicamente, capaces de detectar la ignición a través de sensores UV (Ultra Violeta), IR (Infra Rojo) o ambos y que serán conectados al PLC del Sistema contra incendio para la generación de alarmas y acciones para mitigar los riesgos por fuego.
- **Subsistema de detección de mezclas explosivas y gases tóxicos:** conjunto de instrumentos ubicados estratégicamente, capaces de detectar la acumulación de vapores combustibles, mezclas explosivas y gases tóxicos mediante sensores UV, IR y catalíticos. Serán conectados al PLC del Sistema contra incendio para la generación de alarmas y acciones para mitigar los riesgos por acumulación de vapores combustibles y gases tóxicos.
- **Subsistema de detección de humo:** conjunto de instrumentos ubicados estratégicamente, capaces de detectar altas concentraciones de humo a través de sensores UV, IR o ambos y que serán conectados al PLC del Sistema contra incendio para la generación de alarmas y acciones para mitigar los riesgos por humo.
- **Subsistema de alarmas:** conjunto de alarmas visuales y sonoras ubicadas estratégicamente. Las alarmas pueden programarse desde un Controlador Lógico Programable ("PLC") con diferentes códigos sonoros y/o visuales para cada tipo de siniestro que pudiese ser detectado en la planta.
- **Subsistema de control:** formado por el PLC encargado de recibir, administrar y generar acciones de control a través de la instrumentación de detección de flama, detección de mezclas explosivas y detección de humo.

Para hacer llegar las señales del sistema de detección de fuego y mezclas explosivas de los detectores instalados en la ERM y el punto de interconexión, se conectarán a la UTR que dispondrá de un sistema de comunicación que enlazará la información al cuarto de control de la TCM y posteriormente direccionarlo al PLC del Sistema contra incendio.

Cabe mencionar, que el cuarto de control en la TCM será existente, por lo que se considera que el sistema de supresión de fuego a instalarse en el cuarto de control no es alcance de éste proyecto.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	CAPÍTULO	VI
	HOJA	Página 3 de 6

## VI.2. SISTEMA DE CORTE POR FUGA

El sistema de corte por fuga será el encargado de detectar el escape no deseado de producto en el tramo de ducto entre la terminal TCM y la interconexión al poliducto de 10" TAD Querétaro – TAD S.L.P., a través de la instrumentación a instalar, de tal forma que sean tomadas las acciones necesarias para la atención y en su caso paro del poliducto de proyecto.

## VI.3. TELECOMUNICACIONES.

### VI.3.1. FUNCIONALIDAD.

Se contemplará un sistema de telecomunicaciones instalado en la caseta de control de la ERM el cual tendrá la funcionalidad de enlazar la información de las variables de proceso generadas en la ERM y el punto de interconexión al sistema de telecomunicaciones instalado en la TCM.

A su vez, en la TCM se instalará un sistema de telecomunicaciones multipunto que tendrá la funcionalidad de integrarse a la red de la terminal TCM para poder enlazar la información al sistema SCADA de PEMEX y al sistema SCADA del transportista, siendo el punto de concentración de la información, además se contemplará la versatilidad para proporcionar enlaces disponibles en el caso de que algún organismo requiera disponer de la información generada por el proyecto.

### VI.3.2. CRITERIOS DE DISEÑO.

El sistema de telecomunicaciones estará diseñado con base en los siguientes criterios:

- Organismos que requieran la información de las variables de proceso de la interconexión al poliducto de 10" TAD Querétaro – TAD S.L.P.
- Infraestructura de telecomunicaciones existente para enlazar la información de proceso a los diferentes organismos que requieran monitorear las condiciones operativas de la interconexión al poliducto de 10" TAD Querétaro – TAD S.L.P.
- Tecnologías de punta que soporten la transmisión de información en tiempo real y resguardando la integridad de la misma.

El tipo de comunicación, los equipos y los medios para la transmisión de información serán definidos en la ingeniería básica extendida, considerando la infraestructura existente de los usuarios que requieran disponer de la información de las variables de proceso del proyecto, la versatilidad del sistema, la transmisión en tiempo real y la optimización de recursos para su instalación.

En la **Figura VI.1**, se indica la ubicación de las áreas donde se pretende instalar los sistemas y equipos de seguridad (Sistema de detección de fuego y mezclas explosivas, sistema de corte por fuga y Telecomunicaciones).

---

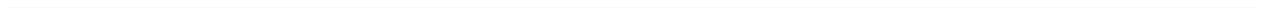
<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>VI</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 4 de 6</b>

UBICACIÓN DEL PROYECTO, ART 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

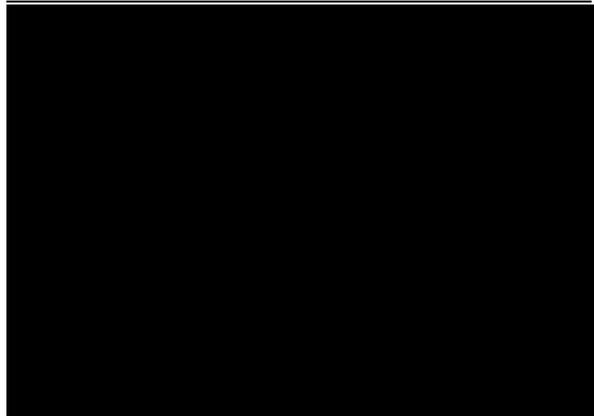


Así mismo, en la siguiente tabla se presentan las coordenadas de localización para cada una de las áreas ubicadas en la Figura VI.1.

**Tabla VI.1. Localización de áreas que contemplan sistemas y equipos de seguridad.**



<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>  <b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPÍTULO</b>	<b>VI</b>
	<b>HOJA</b>	<b>Página 5 de 6</b>



COORDENADAS DEL PROYECTO,  
ART. 113 FRACCIÓN I DE LA LGTAIP  
Y 110 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

#### VI. 4. RECOMENDACIONES PARA ADMINISTRAR LOS ESCENARIOS DE RIESGO.

A continuación se indican las recomendaciones técnico-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para la identificación de Peligros y Evaluación de Riesgos:

**Tabla VI.2. 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	Elemento VII. Capacitación y adiestramiento para asegurar la competencia para realizar las actividades de mantenimiento Elemento XII. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad.	1.1	Derrame de combustible por corrosión en la tubería de succión, la cual presenta un orificio aproximado de 1".	N/D	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)		Elemento XI. Control de operaciones, actividades y procesos. Elemento XII. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad para cumplir con las especificaciones de diseño, construcción y mantenimiento.			N/D	

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS.</b>		<b>CAPÍTULO</b>	<b>VI</b>
<b>SECCNER / NEC</b> <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>		<b>HOJA</b>	<b>Página 6 de 6</b>

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	3	Elemento VII. Capacitación y adiestramiento para asegurar la competencia para realizar las actividades de mantenimiento Elemento XII. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad.	2.1	Incendio por derrame de gasolina en el poliducto de 10" de diámetro por daños de terceras partes, al realizar trabajo de mantenimiento a un costado de la línea en el km 1+357..	N/D	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)		Elemento XI. Control de operaciones, actividades y procesos. Elemento XII. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad para cumplir con las especificaciones de diseño, construcción y mantenimiento				
R1.	Asegurar la aplicación de los programas de mantenimiento mediante capacitación y registros de aplicación	3	Elemento VII. Capacitación y adiestramiento para asegurar la competencia para realizar las actividades de mantenimiento Elemento XII. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad.	3.1	Derrame de combustible en válvula de drenado en filtro FC-002 con un orificio aproximado de 1" de diámetro.	N/D	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)		Elemento XI. Control de operaciones, actividades y procesos. Elemento XII. Integridad Mecánica y aseguramiento de calidad para cumplir con las especificaciones de diseño, construcción y mantenimiento				

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>NEC (Nodo Energético del Centro)</b>	<b>CAPITULO</b>	VII
	<b>HOJA</b>	Página 1 de 4

## Contenido

<b>VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>2</b>
<b>VII.1. CONCLUSIONES.....</b>	<b>2</b>
<b>VII.2. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>4</b>

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (Nodo Energético del Centro)</b>	<b>CAPITULO</b>	VII
	<b>HOJA</b>	Página 2 de 4

## **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 resultados obtenidos en los escenarios se concluye que las sustancias involucradas en este proyecto para el Nodo Energético del centro, como son la gasolina magna, gasolina Premium y diésel presentes en los eventos que se pueden tener como derrames, derivados de las actividades y proceso propios del transporte de combustible, 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 dentro de la terminal del Centro de México son en el área de bombas y en la Estación de Regulación y Medición de la Interconexión, en donde se puede presentar incendio, al realizarse el análisis mediante el método de hazop, donde se jerarquizan los riesgos, para el poliducto 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 el transporte de combustible en el poliducto, se seleccionó la metodología HAZOP el cual se describe brevemente a continuación.

#### **Metodología Hazop.**

El HAZOP (Hazard and Operability) 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,

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (Nodo Energético del Centro)</b>	<b>CAPITULO</b>	VII
	<b>HOJA</b>	Página 3 de 4

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 el proyecto del Nodo Energético del Centro, 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 puesto en operación el proyecto del poliducto de 10 “, 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:

- Sistema de Control integrado por:
  - Sistema de medición de operación
  - Sistema de detección de fuego y mezclas explosivas (Detección de fuego, detección de mezclas explosivas y gases tóxicos, detección de humo, alarmas y control)
  - Sistema de corte por fuga

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (Nodo Energético del Centro)</b>	<b>CAPITULO</b>	VII
	<b>HOJA</b>	Página 4 de 4

La promovente en diferentes áreas que conforman el proyecto del Nodo Energético, cuenta con salvaguardas para prevenir y controlar los diferentes parámetros como temperatura, presión y nivel como son los siguientes dispositivos:

- Alarmas de baja presión
- Alarmas de alta presión
- Interruptores de baja presión
- Bomba de relevo
- Alarma alta presión
- Indicadores de presión
- Válvulas de seguridad de presión
- Envío de diablos
- Transmisor de flujo
- Transmisor indicador de temperatura
- Válvula de control de presión.
- Válvulas con motor eléctrico
- Indicador 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.
-

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS (NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	<b>CAPITULO</b>	VIII
	<b>HOJA</b>	Página 1 de 8

## Contenido

<b>VIII. RESUMEN EJECUTIVO. ....</b>	<b>2</b>
<b>VIII.1. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL. ....</b>	<b>2</b>
<b>VIII.2 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL. ....</b>	<b>3</b>
<b>VIII.3 INFORME TÉCNICO.....</b>	<b>4</b>

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS  (NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	<b>CAPITULO</b>	VIII
	<b>HOJA</b>	Página 2 de 8

## **VIII. RESUMEN EJECUTIVO.**

### **VIII.1. RESUMEN DE LA SITUACIÓN GENERAL QUE PRESENTA EL PROYECTO EN MATERIA DE RIESGO AMBIENTAL.**

El proyecto “NEC (Nodo Energético del Centro)”, consiste en conectar la Terminal del Centro de México (TCM) con el poliducto existente de 10” TAD Querétaro – TAD San Luis Potosí (S.L.P.), el cual está orientado a satisfacer la demanda de combustible en el estado de San Luis Potosí y Querétaro, los combustibles que se transportarán serán gasolina Regular, Gasolina Premium y Diésel, según sea la demanda de las TAD de San Luis Potosí y Querétaro, el poliducto tiene una longitud de 2.191.

La interconexión al poliducto de 10” D.N. TAD Querétaro – TAD S.L.P., se ubicará dentro del WTC (Word Trade Center) Industrial en San Luis Potosí a 25 km de la capital, las coordenadas UTM del punto de interconexión son 304224.27 N – 2439419.66 O, el periodo de diseño y construcción se tiene programado de 14 meses con una vida útil de 20 años, el espesor del poliducto de 10” D.N. es de 0.250”.

Es importante resaltar, que el presente análisis de riesgo del proyecto NEC (Nodo Energético del Centro), es enfocado al poliducto de 10” D.N. el cual tiene una longitud de 2 191 m, sin embargo, será necesario realizar infraestructura auxiliar para el funcionamiento de dicho poliducto:

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 diagrama de instrumentación (DTI) y de los accesorios que se utilizaran en el transporte del combustible, se consideraron aquellos eventos donde estuvieran involucrados los sucesos similares ocurridos en otras zonas donde se lleva a cabo el transporte por ducto de combustibles, se tomaron en cuenta los accesorios, tales como: válvulas, medidores, bridas y reguladores que sirven de apoyo para dicho transporte de combustible, para la determinación de las desviaciones, causas y consecuencias de probables eventos.

Las sustancias transportadas de la Terminal de Almacenamiento del Centro de México (TCM) hacia la interconexión representan un riesgo de incendio y/o explosión debido a sus propiedades fisicoquímicas de los combustibles transportados, por lo que es necesario que se cuente con las protecciones contra incendios y sistemas de alarma y detección, con la finalidad de proteger al personal, al medio ambiente y las instalaciones.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>(NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	CAPITULO	VIII
	HOJA	Página 3 de 8

## **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 el proyecto del Nodo Energético del Centro, es la incidencia de incendio y explosión por el posible daño de terceras partes del poliducto o daño causado por tomas clandestinas, de igual manera puede presentarse algún daño en bombas, válvulas o accesorios, donde 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, a la población y a su personal las medidas de prevención y control con las cuales contarán a través de manuales (**Ver Anexo 9**) y capacitaciones para reducir los riesgos existentes por incendio y explosión.

El riesgo que existe en el transporte de combustible es evidente, pero poniendo especial atención en la supervisión puede controlarse, Aunado a lo anterior, los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo que se realizaran, ayudarán a anticiparse a cualquier falla 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 proyecto del Nodo Energético del Centro para la interconexión con las Terminales de Almacenamiento de San Luis Potosí y Querétaro 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 puesto en operación el funcionamiento del poliducto, 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.

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS (NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	<b>CAPITULO</b>	VIII
	<b>HOJA</b>	Página 4 de 8

### VIII.3. INFORME TÉCNICO.

#### Datos Generales del Regulado

Fecha de Ingreso	
<b>DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA POR EL REGULADO PARA ELABORAR EL ANÁLISIS DE RIESGO*</b>	
<b>Nombre de la Empresa:</b> QV GESTIÓN AMBIENTAL, S.C.	
<b>Nombre de la persona responsable:</b> M.C. Martin Quijano Poumian	<b>Cargo:</b> Director General
<b>DATOS GENERALES DEL REGULADO</b>	
<b>CURR</b>	<b>R.F.C.</b>
<b>Nombre, razón o denominación social:</b>	
<b>Nombre del Proyecto:</b> Nodo Energético del Centro	
<b>Objeto de la Instalación o Proyecto</b>	
<b>UBICACIÓN DE LAS INSTALACIONES</b>	
<b>Calle y Numero</b>	<b>Colonia/Localidad:</b>
<b>Municipio/Delegación:</b>	<b>Estado:</b>
<b>Código Postal</b>	
<b>DOMICILIO PARA OIR O RECIBIR NOTIFICACIONES</b>	
<b>Calle y Número:</b>	<b>Colonia/Localidad:</b>
<b>Municipio/Delegación:</b>	<b>Estado:</b>
<b>Código Postal:</b>	
<b>Teléfonos</b>	<b>Fax</b>
<b>Correo electrónico</b>	
<b>Nombre del representante del Regulado:</b>	
<b>Cargo:</b>	

<b>ANÁLISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS (NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	<b>CAPITULO</b>	VIII
	<b>HOJA</b>	Página 5 de 8

<b>ACTIVIDAD DEL SECTOR HIDROCARBUROS (artículo 3o., fracción XI de la Ley de la ASEA)</b>											
<b>a</b>	Reconocimiento, exploración superficial, exploración y extracción de Hidrocarburos	<b>b</b>	Tratamiento, refinación, enajenación, comercialización, transporte y almacenamiento del petróleo	<b>c</b>	Procesamiento, compresión, licuefacción, descompresión y regasificación, así como transporte, almacenamiento y distribución de gas natural	<b>d</b>	Transporte, almacenamiento y distribución de gas licuado de petróleo	<b>e</b>	<b>Transporte, almacenamiento y distribución de petrolíferos</b>	<b>f</b>	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.

<b>USO DE SUELO DONDE SE ENCUENTRA LA EMPRESA</b>									
	N/A	<b>Agrícola</b>	N/A	<b>Rural</b>	N/A	<b>Habitacional</b>	N/A	<b>Industrial</b>	x
	N/A	<b>Comercial</b>	N/A	<b>Mixto</b>					
<b>EL PROYECTO Y/O INSTALACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UNA ZONA CON LAS SIGUIENTES CARACTERÍSTICAS</b>									
	X	<b>Zona industrial</b>	N/A	<b>Zona habitacional</b>	N/A	<b>Zona suburbana</b>			
	N/A	<b>Parque industrial</b>	N/A	<b>Zona urbana</b>	N/A	<b>Zona rural</b>	N/A	Zona marina	
<b>LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA</b>					<b>SUPERFICIE</b>				
<b>Coordenadas latitud N:</b> 22° 2'54.82					<b>Requerida</b>	N/D	m <sup>2</sup>		
<b>Coordenadas longitud W:</b> 100° 53'49.48					<b>Total</b>		m <sup>2</sup>		

N/A= No aplica.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS (NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	<b>CAPITULO</b>	VIII
	<b>HOJA</b>	Página 6 de 8

**Sustancia 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						X	---	---
2	2.1	Gasolina Regular..	8006-61-9						X	---	---

N/D= No disponible.

**Identificación y clasificación de riesgos**

No.	Clave del escenario	Radiación térmica	Sobrepresión	Ubicación					Metodología empleada para la identificación de peligros y evaluación de riesgos
				Etapa de Operación				Unidad o equipo de proceso	
				Almacenamiento	Proceso	Transporte	Servicios		
1	1.1	X	N/A	X	N/A	N/A	N/A	bomba	¿Qué pasa si...? y HAZOP
2	2.1	X	X	N/A	N/A	X	N/A	Poliducto	¿Qué pasa si...? y HAZOP

N/A= No aplica.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b> <b>(NEC) NODO ENERGETICO DEL CENTRO</b>	CAPITULO	VIII
	HOJA	Página 7 de 8

**Criterios para la estimación de consecuencias**

No .	Clave del escenario	Tipo de liberación		Cantidad hipotética liberada (m <sup>3</sup> /s, m <sup>3</sup> 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	0.214	m <sup>3</sup> /s	Líquido	SCRI	159.39	60	296.23	60
2	2.1	N/A	X	7.63	m <sup>3</sup> /s	Líquido	SCRI	1196.38	60	2033.65	60

N/A= No aplica.

<b>ANALISIS DE RIESGO PARA EL SECTOR HIDROCARBUROS</b>  <b>NEC (NODO ENERGETICO DEL CENTRO)</b>	<b>CAPITULO</b>	VIII
	<b>FECHA</b>	Julio 2018
	<b>HOJA</b>	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/m <sup>2</sup>	5 kW/m <sup>2</sup>	12.5 – 37.5 kW/m <sup>2</sup>	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	2.1	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	X	X	X	N/D

N/A= No aplica.  
N/D= No disponible.