

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 1 de 49

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

I.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE.

A. Alcance e instalaciones que conforman el proyecto.

El proyecto consiste en la reubicación y construcción de la Estación de Regulación y Medición de Gas Natural, que pertenece a Gas Natural del Puerto de Altamira, S.A. de C.V. (GNPIA), en el estado de Tamaulipas, el gas Natural es proveniente del gasoducto "Cactus Reynosa" de 48" de diámetro, perteneciente a PEMEX Gas y Petroquímica Básica, el cual sufrió una modificación en la trayectoria original del gasoducto, por lo que el diseño, fabricación e instalación de la ERM tiene que ser modificada incluyendo las diferentes secciones que son Filtrado, Medición y Regulación, sección de interconexión al ducto de 48" cactus-San Fernando y sección del ducto de 12" de diámetro, con dirección a la interconexión del sistema de distribución de gas de GNPIA.

La reubicación de la Estación de Regulación y Medición tendrá las siguientes coordenadas 22°27'11.26" N 97°54'1.71" O, cerca del punto de interconexión para la nueva ubicación latitud 22°27'11.20" N y longitud 97°54'2.23"O.

A la salida de la Estación de Regulación y Medición se conducirá el gas en un ducto de 12" de diámetro. Para llevar a cabo una perforación direccionada de 225 m aproximadamente, la cual se hará sobre la calle al ejido Ricardo Flores Magón, hacia el Boulevard de los ríos, en donde se construirá un registro para realizar la interconexión al sistema de distribución GNPIA con la ubicación 22°27'10.51"N y 97°53'53.23"O, en la **Tabla I.1.1** se incluye el trazo del proyecto.

Tabla I.1.1. Trazo del Proyecto.

Trazo del Proyecto		
Vértice	X	Y
1	613,139.92	2,483,411.27
2	613,143.00	2,483,410.48
3	613,137.05	2,483,387.14
4	613,127.55	2,483,381.50
5	613,126.04	2,483,375.59
6	613,345.92	2,483,376.66
7	613,351.70	2,483,376.69

En la condición de que el producto variara su presión de suministro a la entrada de la ERM, será de entre 71.5 a 45 kg/cm², para posteriormente pasar a la regulación que mantendrá una presión constante en el ducto que transportara gas natural a las plantas de México-Carbón y Biofilm, la capacidad máxima de flujo demandado de la estación en las condiciones de 36 kg/cm².

Los equipos que integran esta estación de regulación y medición, serán suministrados para que se asegure la operación continua, siempre y cuando la operación y uso se realice bajo la recomendación de los fabricantes y las condiciones de proceso que no rebasen los datos proporcionados por GNPIA.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 2 de 49

Esta estación de regulación y medición está diseñada solo para la medición de Gas Natural seco y limpio, filtrando partículas sólidas de tres micras y líquidas con gota de tres micras.

Tabla I.1.2. Composición de Gas Natural.

CH ₄	87.5%		
C6+	0.03%	i- pentano	0.1%
Propano	1%	n- pentano	0.1%
i- butano	0.3%	nitrógeno	2.5%
n- butano	0.3%	CO ₂	1%
neopentano	0.1 %	Etano	5%

Para mayor detalle se incluye el plano general del trazo. **Ver anexo 1. Planos del proyecto.**

B. Inversión.

La inversión requerida para la ejecución del proyecto es de \$30 500 000.00 M.N. (treinta millones quinientos mil 00/100 MN).

C. Vida útil.

En base a la experiencia acumulada de la empresa Promovente, se diseñó el proyecto para una vida útil de al menos 30 años en estado de operación, sin embargo, este periodo de tiempo puede ser modificado hacia una vida mayor considerando el mantenimiento predictivo, preventivo y en su caso correctivo de la infraestructura a instalar.

D. Flujo.

El flujo mínimo que será manejado de gas natural es de 107 923 m³/día y flujo máximo de 323, 961 m³/día.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 3 de 49

I.2 BASES DE DISEÑO

Con la finalidad de mantener la máxima disponibilidad en la operación del sistema de regulación y medición, se consideran en este diseño las siguientes características:

La operación del patín de regulación y medición estará dentro de los márgenes de seguridad y eficiencia recomendados en los códigos, normas, procedimientos y prácticas de ingeniería para cualquier condición de medición del producto, dentro de los parámetros establecidos en los datos de diseño y fabricación de la misma, entre las cuales se mencionan las siguientes:

ASME-B31.8	Gas Transmissions and distribution piping systems.
ASTM -53	Especifica las propiedades y características físicas de la tubería de acero al carbón en las que se considera el peso del tubo, espesor de pared, etc.
ASTM-A105	Especifica las propiedades y características físicas de bridas y conexiones. Forjadas y fabricadas en acero al carbón.
ASTM-A23	Norma las propiedades y características físicas de conexiones de acero al carbón, expuestas a medianas y altas temperaturas.
ASTN-A193	Norma las propiedades y características físicas de tuercas y espárragos fabricados con acero al carbón, expuestos a altas temperaturas.
ASTM-A194	Norma las propiedades y características físicas de aceros combinados y acero al carbón utilizados en la fabricación de tuercas y espárragos expuestos a altas temperaturas y altas presiones.

I.2.1 Especificaciones Técnicas y Cálculos del Sistema para Transporte de Gas Natural.

Cálculo del espesor

Tubería de 6 5/8" de diámetro nominal area baja presion despues de regulacion

Variable	Descripción	Valores SI	Unidades	Sistema Inglés	Unidades
t	Espesor de pared, mm	4.271	mm	0.168	in
P	Presión de operación de la tubería, kPa	3528	kPa	511.7493473	psi
D	Diámetro exterior, mm	168.275	mm	6.625	in
S	Resistencia mínima a la cedencia	289579	kPa	42000	psi
F	Factor de diseño por densidad de población	0.4	adm	0.4	adm
E	Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada	0.6	adm	0.6	adm
T	Factor de corrección de temperatura a 270.3 K = 1	1	adm	1	adm
Et	Esfuerzo tangencial con espesor real	41749.24	kPa	5433.24	psi
%	Porcentaje entre RMC y esfuerzo tangencial	14.42	%	12.94	%

Con el cálculo del espesor, se selecciona como espesor 0.280" hv. Wall

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 4 de 49

MEMORIA DE CALCULO TUBERIAS EN ALTA PRESION

Compañía: GNPIA, S.A DE C.V.

Ubicación: Altamira, Tamaulipas

CALCULO DE ESPESORES.

$$t = \frac{(P * D)}{2 * S * F * E * T} \qquad P = \frac{2 * t * S * F * T * E}{D}$$

Cálculo del espesor

Tubería de 12" de diámetro nominal interconexion PGPB y salida de la EMR

Variable	Descripción	Valores SI	Unidades	Sistema Inglés	Unidades
t	Espesor de pared, mm	10.623	mm	0.418	in
P	Presión de operación de la tubería, kPa	7056	kPa	1023.498695	psi
D	Diámetro exterior, mm	323.85	mm	12.75	in
S	Resistencia mínima a la cedencia	448159	kPa	65000	psi
F	Factor de diseño por densidad de población	0.4	adm	0.4	adm
E	Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada	0.6	adm	0.6	adm
T	Factor de corrección de temperatura a 270.3 K = 1	1	adm	1	adm
Et	Esfuerzo tangencial con espesor real	199035.40	kPa	20912.83	psi
%	Porcentaje entre RMC y esfuerzo tangencial	44.41	%	32.17	%

Con el cálculo del espesor, se selecciona como espesor 0.500" ced 80. Wall

Cálculo del espesor

Tubería de 6 5/8" de diámetro nominal seccion alta presion

Variable	Descripción	Valores SI	Unidades	Sistema Inglés	Unidades
t	Espesor de pared, mm	8.542	mm	0.336	in
P	Presión de operación de la tubería, kPa	7056	kPa	1023.498695	psi
D	Diámetro exterior, mm	168.275	mm	6.625	in
S	Resistencia mínima a la cedencia	289579	kPa	42000	psi
F	Factor de diseño por densidad de población	0.4	adm	0.4	adm
E	Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada	0.6	adm	0.6	adm
T	Factor de corrección de temperatura a 270.3 K = 1	1	adm	1	adm
Et	Esfuerzo tangencial con espesor real	83498.48	kPa	10866.47	psi
%	Porcentaje entre RMC y esfuerzo tangencial	28.83	%	25.87	%

Con el cálculo del espesor, se selecciona como espesor 0.432" std. Wall

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 5 de 49

MEMORIA DE CALCULO TUBERIAS EN ALTA PRESIÓN

Compañía: GNPIA, S.A DE C.V.

Ubicación: Altamira, Tamaulipas

CALCULO DE ESPESORES.

$$t = \frac{(P * D)}{2 * S * F * E * T}$$

$$P = \frac{2 * t * S * F * T * E}{D}$$

Cálculo del espesor

Tubería de 4" de diámetro nominal area alta presion

Variable	Descripción	Valores SI	Unidades	Sistema Inglés	Unidades
t	Espesor de pared, mm	5.802	mm	0.228	in
P	Presión de operación de la tubería, kPa	7056	kPa	1023.498695	psi
D	Diámetro exterior, mm	114.3	mm	4.5	in
S	Resistencia mínima a la cedencia	289579	kPa	42000	psi
F	Factor de diseño por densidad de población	0.4	adm	0.4	adm
E	Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada	0.6	adm	0.6	adm
T	Factor de corrección de temperatura a 270.3 K = 1	1	adm	1	adm
Et	Esfuerzo tangencial con espesor real	56715.95	kPa	7381.00	psi
%	Porcentaje entre RMC y esfuerzo tangencial	19.59	%	17.57	%

Con el cálculo del espesor, se selecciona como espesor 0.237" hv. Wall

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 6 de 49

SPITZGLASS-HP CÁLCULOS DE CONSUMOS

$$Q = 2209 \times \frac{T_b}{P_b} \left(\frac{1}{f} \right)^{0.5} \left(\frac{\Delta P}{GT, L} \right)^{0.5} D^{2.5} E$$

$$D = \sqrt[2.5]{Q \times \frac{P_b}{T_b \times E \times 2209} \left(\frac{1}{f} \right)^2 \left(\frac{\Delta P}{GT, L} \right)^2}$$

ID	Cant	Equipos conectados y consumos actuales	Unitario		Consumo Total		SI
			BTU/hr	BTU / día	m ³ /hr	m ³ /día	SCFH
1	1	CONSUMO MÁXIMO	716,875,981.50	17,205,023,556.00	19,762.28	474,294.24	697,805.40
			716,875,981.50	17,205,023,556.00	19,762.26	474,294.24	697,805.40

Siglas	Concepto	Valores SI	Unidades	Valores FPS	Unidades
<i>T_b</i>	= Temperatural base	528.00	°R	293.00	°K
<i>T_f</i>	= Temperatura promedio del gas	520.00	°R	289.00	°K
<i>S</i>	= Densidad relativa del Gas Natural a 15.5 °C (aire = 1.0)	0.60	adim	0.60	adim
<i>E</i>	= Eficiencia de la tubería	0.92	%	0.92	%
<i>P_b</i>	= Presion base, PSI	14.22	PSI	1.00	Kg/cm
<i>P</i>	= Presion a la salida de ERM	56.80	PSI	4.00	Kg/cm
<i>1/f</i>	= Factor de fricción	0.60	adim	0.56	adim
	= constante	2209.00	adim	2209.00	adim
<i>K</i>	= constante	82009.83	adim	82009.83	adim

Tubería de 12" interconexion PGPB y salida de ERM

Siglas	Concepto	Valores SI	Unidades	Valores FPS	Unidades
<i>Q</i>	= Gasto volumétrico circulando por la tubería (c. std)	24233704.56	SCF	686312.79	m ³ /hr
<i>D</i>	= Diámetro interior de la tubería en el tramo	12.75	in	323.85	mm
<i>P1</i>	= Presión manométrica de entrada	1023.99	PSI	72.00	Kg/cm
<i>P2</i>	= Presión de salida en el tramo de tubería	1013.75	PSI	71.28	Kg/cm
<i>Le</i>	= Longitud equivalente de la tubería	131.20	ft	40.00	m

SE INSTALARÁ TUBERÍA DE 12" DE D.N.

Caída de presión 1%

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 7 de 49

MEMORIA DE CALCULO VELOCIDADES.

Compañía: GNPIA, S.A DE C.V.

Ubicación: Altamira, Tamaulipas

$$v = 354 \times \frac{Q}{d^2 \times P}$$

ID	Cant	Equipos conectados y consumos actuales	Unitario		Consumo Total		SI
			BTU/hr	BTU / día	m³/hr	m³/día	SCFH
C	1	CONSUMO MÁXIMO	716,875,982	17,205,023,556	19,762.26	474,294.240	697,805.401
				Total	19,762.26	474,294.240	697,805.401

Constantes

Siglas	Concepto	Valores MKS	Unidades	Valores FPS	Unidades
p	= Presión barométrica de la zona	1.000	kg/cm ²	14.220	psi
S	= Densidad relativa del Gas Natural a 15.5 °C (aire = 1.0)	0.600	adim	0.600	adim
t	= Temperatura de operación en la localidad	25.00	°C	77.00	°F

Isométrico de Referencia:

TUBERÍA DE 4" DE D.N.

p_1	= Presión manométrica de entrada	71.50	kg/cm ²	711.00	psi
P_1	= Presión de entrada en el tramo de tubería	70.00	kg/cm ² Abs	725.22	psia
p_2	= Presión manométrica de salida en el tramo (requerida)	70.00	kg/cm ²	703.89	psi
P_2	= Presión de salida en el tramo de tubería	69.80	kg/cm ² Abs	718.11	psia
L_e	= Longitud equivalente de la tubería	20.00	m	65.62	ft
Q	= Gasto volumétrico circulando por la tubería (c. std)	19,762.26	m ³ /hr	716,875,982	BTU/hr
D	= Diámetro interior de la tubería en el tramo instalado	101.60	mm	3.54800	in
v	= Velocidad	16.89	m/s	55.41	ft/s

TUBERÍA DE 6.625" DE D.N.

p_1	= Presión manométrica de entrada	34.00	kg/cm ²	483.48	psi
P_1	= Presión de entrada en el tramo de tubería	35.00	kg/cm ² Abs	497.70	psia
p_2	= Presión manométrica de salida en el tramo (requerida)	33.98	kg/cm ²	483.24	psi
P_2	= Presión de salida en el tramo de tubería	34.98	kg/cm ² Abs	497.46	psia
L_e	= Longitud equivalente de la tubería	10.00	m	32.81	ft
Q	= Gasto volumétrico circulando por la tubería (c. std)	19,762.26	m ³ /hr	716,875,982	BTU/hr
D	= Diámetro interior de la tubería en el tramo instalado	154.05	mm	6.06500	in
v	= Velocidad	8.42	m/s	27.63	ft/s

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 8 de 49

1.2.2 Infraestructura requerida para la operación.

Los Componentes que integran el proyecto de reubicación de la Estación de Regulación y Medición son:

- Punto de interconexión con el ducto de 48" D.N. Cactus-San Fernando con coordenadas Geográficas 22°27' 11.69" N y 97°54' 1.528" O.
- Ducto de 12" D.N. de interconexión con el ducto de 48" D.N a Estación de Regulación y Medición.
- Estación de Regulación y Medición en el km 0+000 con coordenadas 22°27' 11.26" N 97°54' 1.71" O y el Ducto de 12" D.N. APLI 5L X52 con una longitud de 270.07 m.
- Punto de interconexión al Sistema de Distribución GNPIA de 12" D.N. en tubería de acero al carbón con especificaciones ASTM A-53 grado B cedula 80 con coordenadas geográficas 22°27' 10.51" N 97°53' 54.12" O.

A continuación, se presenta el Diagrama Unifilar del Sistema de Transporte y las características del ducto se detallan en la **Tabla 1.2.2.1**.

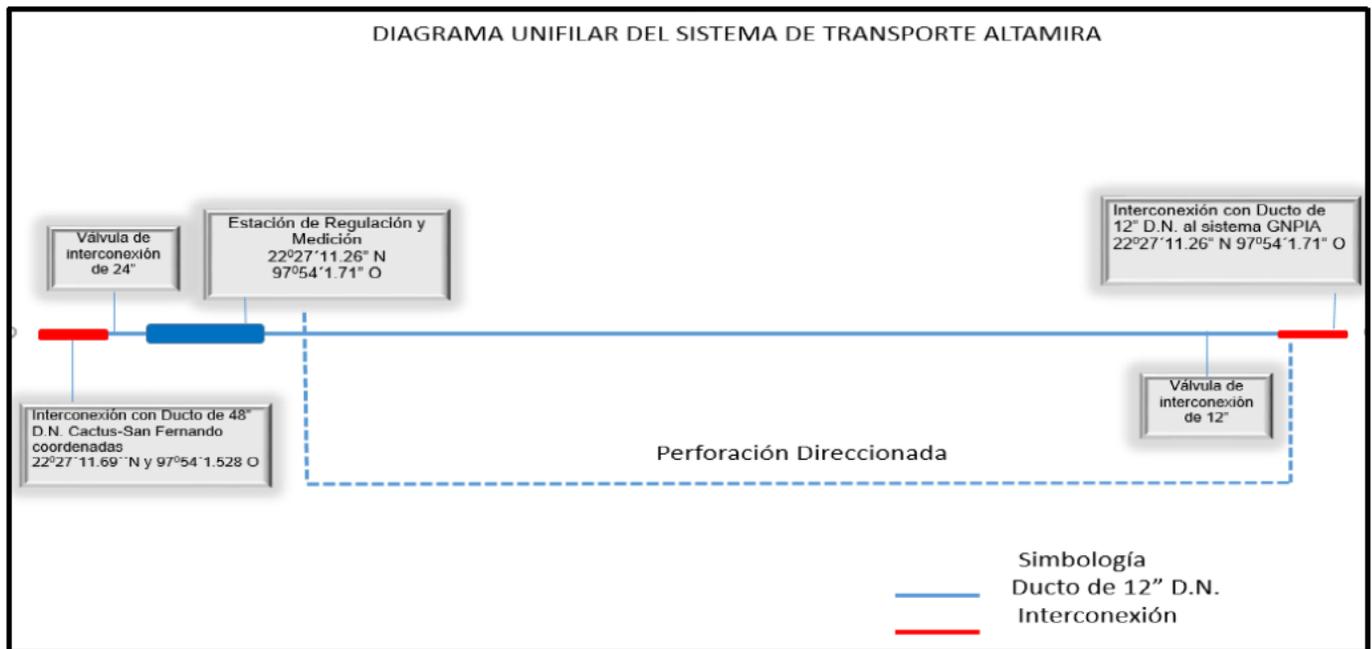


Tabla 1.2.2.1. Características del ducto.

Características del ducto	
Diámetro Nominal	12 pulgadas
Longitud	270.07 m
Longitud de Perforación direccionada	225 m
Especificación de la Tubería	API 5L X52
Presión Entrada (ERM)	71.5 kg/cm ²
Presión primer paso Regulación	43 kg/cm ²
Presión segundo paso Regulación	36 kg/cm ²
Flujo Máximo	323961 m ³ /d std
Flujo Mínima	107923 m ³ /d std

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 9 de 49

La Estación de Regulación y Medición contempla tres secciones las cuales se mencionan y detallan a continuación.

1) Sección de Entrada - Filtración:

La estación de medición inicia con una junta aislante tipo monoblock de 6" de diámetro JM con la finalidad de bloquear la corriente estática que se genere en el ducto de 12" de diámetro, a la entrada de la estación se encuentra instalada, una válvula VON 101 de seccionamiento de 4" de diámetro, la cual tiene la función de seguridad, ya que cuando la válvula detecte un incremento de la presión, esta interpretará que existe una obstrucción, debido a eso la válvula actuará en respuesta a este incremento de presión. El actuador será calibrado a 73.5 kg/cm², aguas abajo, antes de entrar a la sección de filtración de la estación. Igualmente, cuando la válvula detecte una caída de presión, interpretará que existe una fuga. El actuador será calibrado a 42 kg/cm² seguido de un filtro coalescedor FG- 101, en este filtro se encuentra instalado un transmisor de presión diferencial, el cual indica una diferencia de presión, en esta sección se localiza un indicador-transmisor de presión el cual enviará la señal al computador.

Se encuentran tres válvulas de bola de conexiones bridadas ANSI 600# de 4" de diámetro BL-101, VL-102 Y VL-103, en el by pass de filtración, la válvula BL-101 estará normalmente cerrada, en caso de que se requiera mantenimiento para el filtro se abrirá dicha válvula, y se cerrarán las válvulas VÑ-102 Y VL-103, permitiendo el paso de gas por la línea de by pass 4" GN-002-A53, la presión de entrada se puede leer en el indicador-transmisor de presión PIT-101, y será enviada a través de una señal analógica de 4 a 20 mAmp. al computador de flujo.

Para la filtración de flujo inicial de 19,766.5 m³/hr se realizará con un filtro de gas de alta eficiencia, a continuación, se describen los elementos que contiene:

- Filtro Mod. FF6-1201-600ESP,
- Elemento coalescedor Mod. 7MGCP-152-711,
- La válvula de purga de 1" de diámetro VB-109 se encuentra como parte del filtro,
- Válvula de desfogue de 1/2" tipo globo.

En la salida de la etapa de filtración se encuentran dos válvulas de seccionamiento de 4" de diámetro ANSI 600# (VB-201, VB-201).

En la **Tabla 1.2.2.2** se detalla el resumen de los instrumentos existentes en el área de Filtración.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 10 de 49

Tabla 1.2.2.2. Resumen de instrumentos existentes en el área de Filtración.

Cantidad	Instrumento de Filtración
1	Junta monoblock
3	Válvula de Seccionamiento de 4"
1	Actuador
1	Filtro Coalescedor mod. FF6 1201-600 ESP
1	Indicador-Transmisor de presión
3	Válvulas bola, conexiones bridadas ANSI 600# de 4" de diámetro
1	Transmisor-indicador de presión diferencial
2	Válvula de compuerta ½" de diámetro

2) La sección de Medición:

Se compone de dos medidores tipo turbina FX-201 y FX-201A de 4" Ø clase ANSI 600# seguida de un carrete de 4"Ø; el medidor tipo turbina con FX-201 se considera el medidor primario del sistema en donde se encuentra un transmisor de presión PIT-201 y un termopozo para alojar un RTD y transmisor de temperatura TIT-201, la emisión de pulsos será del mismo elemento de medición por medio de un emisor de pulsos de alta frecuencia.

El carrete donde se aloja el medidor turbina FX-201A, este equipo quedará como medidor secundario, en donde se encuentra un transmisor de presión PIT-201B y un termopozo para alojar un RTD y transmisor de temperatura TIT-201A, la emisión de pulsos será del mismo elemento de medición por medio de un emisor de pulsos de alta frecuencia.

Como parte de las recomendaciones y DAG'S a seguir por parte del CENAGAS, en el sistema de medición se adicionan al cuerpo de las turbinas los indicadores de presión (PI) al cuerpo de las turbinas con TAG's (PI-201C y 201-D), para verificación y comparación de presión directo en el elemento de medición, así como también se adiciona un disparo para toma de temperatura marcados como TI-PR.

Para dar cumplimiento a los requerimientos de redundancia de la estación se adicionan los transmisores PIT-201E, del tren primario y PIT-201F del tren secundario, así como los TIT-PR, para toma de temperatura de equipos de CENAGAS y al computador.

En la entrada de la sección de medición se cuenta con 2 válvulas de bola de bloqueo de 4" Ø, sobre el tren principal las cuales son la VL-301 y VL-303 que permanecerá normalmente abierta, para que el gas transite por la línea 4"-GN-004-A53.

Para el tren secundario se cuenta con 2 válvulas de bola de bloqueo de 4" Ø, sobre el tren de respaldo las cuales son la VL-302 y VL-304 que permanecerá normalmente cerradas, de la línea 4"-GN-005-A53.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 11 de 49

Se cuenta con un acondicionador de flujo para la turbina FX-201 y un acondicionador para la turbina FX-201A, 10 diámetros aguas arriba del medidor de acuerdo a las recomendaciones del AGA 7, aguas abajo se encuentra un carrete de 5 diámetros nominales donde se alojan el termopozo, los tubos de medición tendrán acabado según lo solicitado por el AGA 7.

La integración de la medición se realizará mediante el uso de un computador de flujo Eagle Reserch XARTU/5 el cual recibirá las señales de pulsos, presión estática y temperatura de proceso desde los instrumentos instalados, el primero desde el elemento de medición tipo turbina FX-201, por medio de un emisor de pulsos de alta frecuencia. Las señales de presión estática y temperatura, por medio de los transmisores de presión PT-201, PT-201E del tren primario, tren secundario PT-201B, PT-201F aguas arriba de los medidores turbina y temperatura TIT-201 y TIT-PR tren primario y TIT-201A y TIT-PR del tren secundarios, que se encuentran en el carrete aguas debajo de la turbina de medición para correr los algoritmos marcados por la norma AGA 7 para la medición de gases y así totalizar de manera compensada el flujo instantáneo.

Las variables para los cálculos de flujo compensado de acuerdo a las recomendaciones de AGA 7, se reciben en forma de señales eléctricas por medio de los siguientes instrumentos:

- Presión Estática y Temperatura: Estas dos variables serán enviadas al Computador de Flujo Mediante la conexión, en el caso de temperatura a través de un RTD conectado a un termopozo localizado aguas arriba de la medición TIT-201, TIT-PR y TIT-201A, TIT-PR y en el caso de presión mediante una señal eléctrica, tomada aguas arriba de la medición mediante un transmisor de presión PIT-201, PIT201E, tren secundario PIT-201B, PIT-201F.

- Lista de señales que se transmitirán al computador de flujo:

- a)** Señal de posición cerrado ZSC-101. Será enviada por medio de un switch de señal digital, este switch se encuentra en la válvula VON-101, e indicará cuando esta válvula sea accionada y corte el suministro de gas natural.

- b)** Señal de presión estática. Se encuentra en la sección de entrada de la estación será provista por un transmisor de presión PIT-101 que tomará la presión medio de un tubing que llevará la presión hasta el transmisor y este a su vez enviará la señal en forma eléctrica al computador.

- c)** Señal de presión diferencial. Será enviada al computador de flujo por medio de un transmisor de presión diferencial DPT-101.

- d)** Señal de temperatura será provista por un RTD, TI-201 conectado a un transmisor de temperatura TIT-201, TIT-PR, el cual enviará señal al computador.

- e)** Señal de pulsos de alta frecuencia, la medición será tomada desde un elemento primario de medición FX-201.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 12 de 49

f) Señal de presión estática del tren primario será provista por un transmisor de presión PT-201, PT-201E que tomará la presión medio de un tubing que llevará la presión hasta el transmisor y este a su vez enviará la señal en forma eléctrica al computador.

g) Señal de carga de baterías será provista por el mismo computador.

h) Señal de presión de salida de la ERM, Señal de presión estática será provista por un transmisor de presión PIT-102 que tomará la presión medio de un tubing que llevará la presión hasta el transmisor y este a su vez enviará la señal en forma eléctrica al computador.

El computador de flujo de acuerdo a la arquitectura de control plano M-100 rev 0 será un Eagle reserch XARTU/5, para hacer suficiente la capacidad de trabajo del computador según el listado de señales.

La comunicación se realizará por medio de un radio de comunicaciones que emitirá la señal al sistema SCADA en protocolo Modbus CENAGAS con una antena de altura seleccionada de acuerdo a un estudio de vista previo.

El computador funciona a base de un sistema de corriente por medio de celda solar provisto por una acometida, que a su vez alimenta a una fuente de poder para convertir la corriente a 24 VCD, que alimentan un banco de baterías.

La sección de medición cuenta con un segundo tren de medición FX-201A, cuya función principal será la de entrar en operación cuando sea necesario un mantenimiento a la Turbina primaria FX-201, dicho by pass cuenta con dos válvulas de 4"Ø, de igual forma que en el tren de medición primario.

Tabla 1.2.2.3. Resumen de instrumentos existentes en el área de Medición.

Cantidad	Instrumento de Medición
2	Medidor tipo turbina de 4" ANSI 600#
4	Válvulas de bloqueo
4	Transmisor indicador de presión
2	Transmisor-indicador de temperatura
2	Transmisor-indicador de flujo
2	Indicador de flujo
2	Indicador de presión
2	Acondicionador de flujo

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 13 de 49

3) Sección Regulación:

La presión máxima de entrada a la estación de regulación y medición será de 71.5 Kg/cm², la cual tendrá que ser regulada a 36.0 Kg/cm² de presión máxima a través de un sistema de regulación en arreglo working monitor, por medio de un regulador tipo EZR-SLAM SHUT de 2" Ø clase ANSI 600# PCV-201 y 203, que regulará la presión de entrada de 71.5 a 56.0 y 43.0 kg/cm², inmediatamente después se encuentra un regulador EZR de 2" Ø clase 600 # PCV-202 y 204, para entregar la presión final al sistema de 35.0 a 36.0 kg/cm².

Ambos reguladores EZR estarán trabajando de forma normal con la diferencia de que el segundo regulador EXROX estará monitoreando la línea de gas después de la regulación final y cumplirá con la misma función de la válvula de cierre automático, la única diferencia es que este regulador estará instalado aguas abajo del filtro. Se consideran dos líneas de regulación (2"-GN-004-A106 y 2"-GN-005-A106), para evitar que con algún desperfecto en alguno de los dos trenes de regulación corte el suministro de gas a las plantas de proceso.

La presión de la etapa de regulación se puede leer en los manómetros PI-300, PI-301, PI-302 y PI-303.

A la entrada de la sección de regulación se tienen dos válvulas de bola de 4" Ø bridadas ANSI #600 las cuales están indicadas como VB-401 y VB-403, y a la salida de la etapa de regulación se encuentran dos válvulas de seccionamiento de 4" Ø VB-402 y VB-404 bridadas ANSI #600, seguidos por una tee recta a 4" Ø.

Tabla 1.2.2.4. Resumen de Instrumentos existentes en el área de Regulación.

Cantidad	Instrumentos de Regulación
2	Válvulas de bola de 4" de diámetro bridadas ANSI 600#
4	Válvulas de control de presión (PCV)
4	Indicadores de presión (PI)
2	Regulador EZR SLAM SHUT 2" de diámetro ANSI 600#
2	Regulador EZR 2" de diámetro ANSI 600#
2	Válvulas de Seccionamiento

4) Sección de Salida:

En esta sección se mantiene con tubería de 4" de diámetro, en la salida localiza un transmisor de presión PIT-102 que enviara la señal de la lectura del computador.

En la línea de sección de salida de 4" GN-006-A106 antes de la colocación de la junta monoblock se tiene un disparo de 2" de diámetro donde se contempla la colocación de una válvula de seguridad PSV-201 con salida de desfogue de 3" de diámetro, la cual el set point para la apertura de la misma será de 37 kg/cm², el cual será considerado como el ultimo dispositivo de seguridad de la estación.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 14 de 49

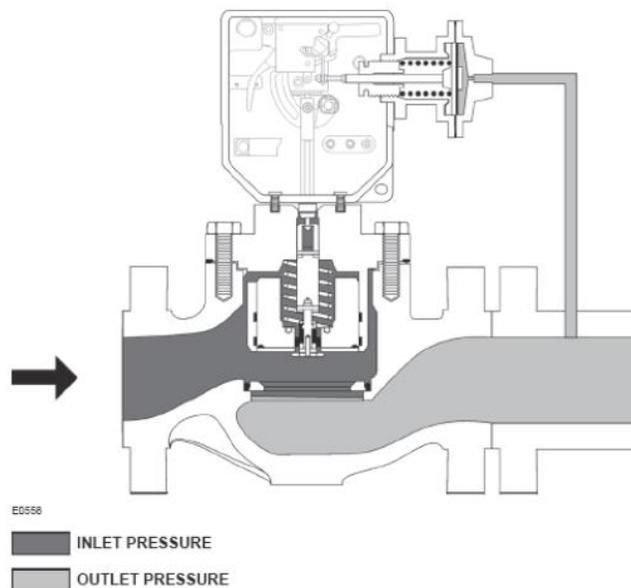
Posterior a esto se considera la colocación de una junta monoblock de 4" de diámetro seguido por una reducción concéntrica de 4"x6" y después otra de 6" x 12", para hacer interconexión con el tubo de 12".

Para la interconexión de la salida de 12" de diámetro, al sistema de distribución de GNPIA.

1.2.2.1 Componentes de la Estación de Regulación y Medición.

Válvula de corte automático Shut-Off (CON-101): El propósito del uso de esta válvula es interrumpir el flujo de gas de forma rápida y total cuando la presión varía de forma drástica en el gasoducto. El restablecimiento de esta válvula es manual, lo que ayuda a que exista una inspección del sistema antes de ser reestablecida. Las variaciones de presión son detectadas por un mecanismo que se divide en dos etapas:

- Es de detección de presión y actúa cuando la presión de operación alcance los límites establecidos para que se active,
- La segunda etapa actúa una vez que el equipo se activó no permitiendo su apertura. La válvula tiene un mecanismo automático de by-pass que balancea la presión en cada lado de la válvula, no depende de suministro de corriente eléctrica para su funcionamiento, solo utiliza un switch de posición ZSC-101 que indica que la válvula se encuentra cerrada. La presión es censada por un tubing de 1/2" de diámetro a la salida de la estación de regulación y medición, donde los parámetros para que se accione este dispositivo son 73.5 kg/cm² para una sobrepresión y 42 kg/cm² para la disminución de presión, basados en la presión de operación normal. Los rangos de operación de la válvula slam shut son de 71.5 kg/cm² en caso de alta presión y 42 kg/cm² para el caso de menor presión.



Válvula de corte automático Shut- Off

Filtro coalescedor: El filtro es de tipo coalescedor, esto quiere decir que debe separar líquidos y sólidos de gas natural. En el caso de las partículas sólidas tiene una eficiencia de separación del

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 15 de 49

100% para partículas de 3 micras, lo cual lo logra por medio de un efecto de centrifugación a la entrada del filtro y por medio de los elementos de filtración contruidos con celulosa y micro fibra de vidrio.

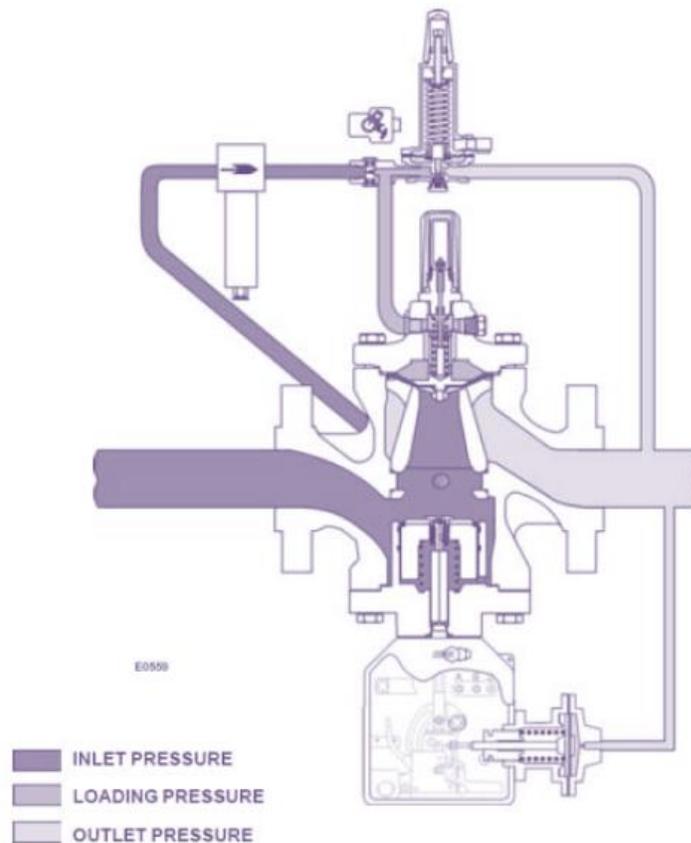
El elemento coalescedor tiene una eficiencia de 98.5% de partículas líquidas y aerosoles de 0.3 a 0.6 micras, funciona aprovechando la propiedad de tensión superficial de los líquidos, el elemento filtrante cuenta con diferentes capas por donde permite la formación de gotas entre tapas hasta que alcance una dimensión suficiente para lograr tocar la siguiente capa y así formar una gota todavía más grande hasta que terminadas las capas del elemento, la gota cae a un contenedor para posteriormente ser drenado.

El cambio de los elementos filtrantes se hará cada que el filtro muestre una diferencia de presión de la entrada con respecto a la salida de 1.5 PSI, mostrado en el transmisor de presión diferencial DPIT-101, esto indica que el elemento filtrante está saturado y no permite una buena filtración. Es importante aclarar que este equipo contará con estampado ASME.

Regulador EZR SLAM SHUT (regulador monitor): El propósito de los reguladores EZR es el de regular la presión de entrega de la E.R.M. para obtener un sistema que trabaje en condiciones de operación estables, es decir que no existan variaciones grandes de presión y flujo, este regulador tiene un dispositivo de seguridad tipo slam shut, el cual corta el suministro de gas por alta y baja presión, aparte de regular la presión del sistema.

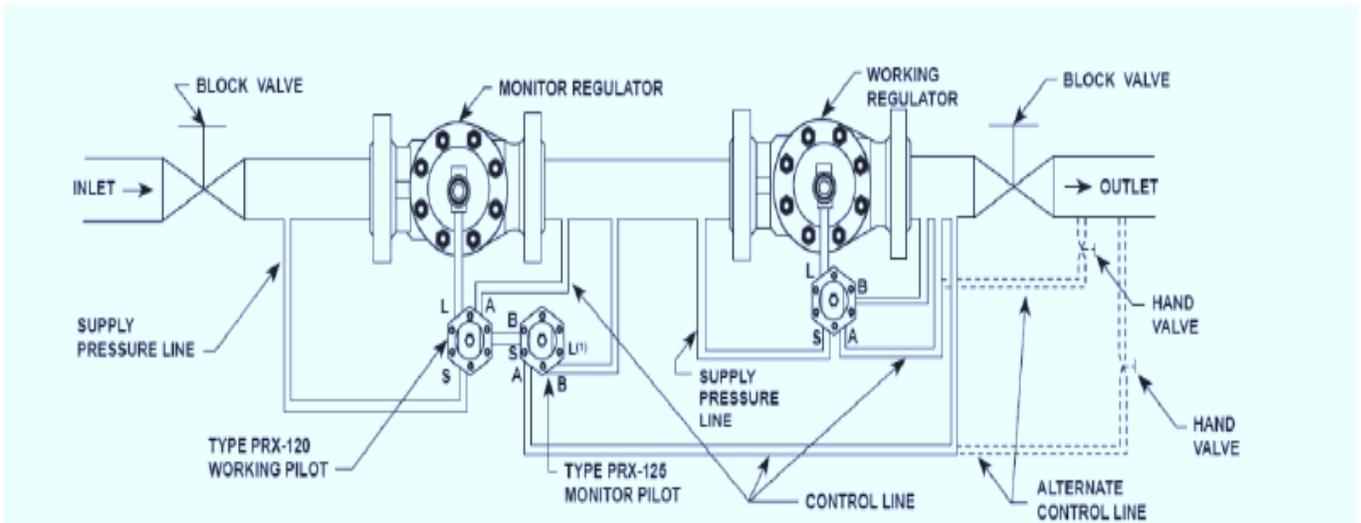
La presión de entrada de la E.R.M. varía entre 71.5 kg/cm² y 45.0 kg/cm² y regulará la presión a 56.0 kg/cm² y 43.0 kg/cm². Se requiere una señal de presión externa de ½" de diámetro aguas abajo de la regulación.

Descripción del sistema de regulación working-monitor: La instalación de un sistema working-monitor es cuando actúa en una primera etapa de regulación a través de un piloto denominado "working" que trabaja en operación normal. Este arreglo permite observar en todo momento la operación. Entonces cuando el regulador de segunda etapa falla el regulador working-monitor asume la función completa de la reducción de presión a través del piloto monitor. Las líneas de control deben estar conectadas de 8 a 10 veces el diámetro de la tubería, evitando colocar las líneas de censo en conexiones que provoquen turbulencia. Los rangos de operación de los slam shut de los reguladores serán 71.8 kg/cm² para línea 2"-GN-004-A106 y 71.7 kg/cm² para línea 2"-GN-005-A106.



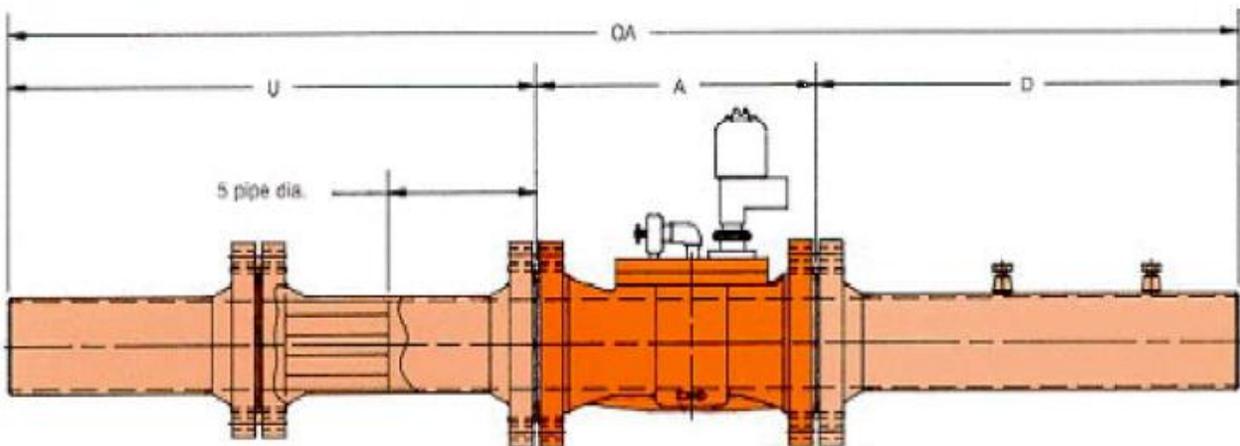
Regulador EZR SLAM SHUT.

Regulador EZR (regulador working): El propósito de los reguladores EZR es el de hacer una segunda regulación para obtener un sistema que trabaje en condiciones de operación estables, es decir que no existan variaciones grandes de presión y flujo. La presión de entrada del regulador será de 46.0 y 53.0 kg/cm² proveniente del EZR SLAM SHUT, esta presión se regulará a 36.0 kg/cm² que es la presión de operación del ducto. En la estación de regulación y medición propuesta, se propone un sistema de 2 arreglos de regulación tipo working-monitor, siendo el de la línea 2"-GN-004-A106 el que trabaje a las condiciones de 36.0 kg/cm² donde si falla el regulador working PCV-202 el regulador monitor PCV-201 toma el control total de la regulación, en caso de que el regulador PCV-201 falle actúa el slam shut integrado a este regulador cerrando el flujo de gas por la línea 2"-GN-004-A106, inmediatamente el arreglo working-monitor de la línea 2"-GN-005-A106 actúa con los parámetros de operación de 37.0 kg/cm², donde si el regulador working PCV-204 falla el regulador monitor PCV-203 toma el control total de la regulación en caso de falla de este último se actuara el slam shut integrado a este regulador, interrumpiendo el flujo de gas al sistema.



Regulador EZR (regulador working).

Elemento primario de medición tipo turbina: El medidor tipo turbina FX-201 propuesto para la medición de gas será el especificado para transferencia de custodia y tendrá un elemento emisor de pulsos de alta frecuencia FIT-201, el tubo de medición viene integrado con un acondicionador de flujo tipo placa que se encuentra 5 diámetros aguas arriba de la turbina, y 10 diámetros aguas debajo de la turbina, en el carrete de 10 diámetros se encuentra una toma para alojar un termopozo TIT-201 y TIT-PR, y un transmisor de presión PIT-201 y PIT-201E aguas arriba del medidor turbina. La inspección, la instalación y los cálculos de corrección de flujo serán de acuerdo al AGA Rep. 7 “Measurement of gas by turbine meter”.



Elemento primario de medición tipo turbina.

Transmisor de presión: Se encuentran 6 transmisores de presión estática y uno de transmisión diferencial de diferentes rangos de medición según las condiciones de operación de la estación de regulación y medición: PIT-101, PIT-201, PIT-201E, PIT-201B, PIT-201F y PI-102, DPT-101 que censa la presión por medio de un tubing de 1/2” diámetro NPT y mandan una señal en protocolo

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 18 de 49

HART de 4 a 20 mA, con sello para el diafragma y silicón, preparados para el montaje en soportes con tuercas y certificado de calidad, será intrínsecamente seguro, clase 1 división 1.

Transmisor de temperatura con termopozo: Se encuentra en la estación dos elementos sensores de temperatura (termopozo) TIT-201 Y TIT-201A y TIT-PR uno en cada tren que tiene de largo la longitud equivalente para la medición de la temperatura en el segundo tercio del diámetro de la tubería por medio de cables transfiere la medición de temperatura a un transmisor de temperatura TI-201 Y TI-21A, este transmisor mandan una señal en protocolo HART de 4 a 20 mA, con sello, preparado para el montaje en soportes con tuercas y certificado de calidad, será intrínsecamente seguro, clase 1 división 1.

Computador: El computador de flujo tendrá módulos para entrada y salida de señales análogas y digitales, un puerto de conexión para señal de pulsos, tiene integrado también módulos de conexiones para puertos de entrada y salida de señales en caso de requerirse expansiones, cuenta con una tarjeta RS-232 de interface en serie a través de un puerto de comunicaciones, para hacer suficiente la capacidad de trabajo del computador según el listado de señales y garantizar la redundancia en la medición. Con las señales recibidas realiza los cálculos necesarios para poder enviar las señales de las condiciones de operación del sistema por medio esquema de comunicación incluido y soportado por HEXASCII que a su vez será traducido por una tarjeta con lenguaje ModBus, en comunicación con el sistema SCADA, las señales de salida del computador se enviarán a un transmisor marca MDS y una antena por medio de radios, la altura de la antena será determinada por un estudio de vista. A continuación, se muestra el sistema de comunicaciones analógicas de la ERM:

- Computador Marca EAGLE RESEARCH MODELO XARTU/5.
- Tarjeta RS232.
- Fuente de poder de 120/240 VCA input 7-30VDC.
- 5 señales multi-uso discretas (digitales).
- 6 señales análogas (AI) con 4 canales cada una, 12 bit.
- Tarjeta de señales de pulsos de alta velocidad, 2 canales.
- Los Cálculos de Medición de acuerdo AGA-3, AGA-5, AGA-7, AGA-8 Y REPORTE NX.
- Teclado y pantalla.
- Comunicación puerto de modem con extensión para detección de desconexión.
- Driver para comunicación MODBUS.
- Batería de litio 3.6 VDC, para 10 años de respaldo de datos/de uso normal.
- Memoria de 512K x 8 programable remotamente, programa de memoria FLASH.
- Construcción resistente para los ambientes industriales con aplicación de una capa de recubrimiento uretano, protegiendo circuitos y con sello hermético de acuerdo a nema 4X.

Kit de radiocomunicación analógica (propuesto, se hará estudio de vista, para determinar las alturas de los mástiles), para transmitir al SCADA de CENAGAS a frecuencias de 406.XX a 416.XX Mhz. Con sistema de protección contra descargas atmosféricas, sistema de tierras y protección para radio:

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 19 de 49

- Radio Tranceiver MCA. MDS.
- Antena Yaggi MCA. MDS Mod. Clearwave de 6 elementos 10 dB de ganancia conector N hembra.
- Línea de transmisión coaxial de ½" Andrew con longitud de 30 mts.
- Sistema de apartarrayos, MCA. IPECSA: Punta de pararrayos, Barra de descarga. Cable desnudo de bajada y arillos equipotenciales y accesorios.
- Sistema de tierras física Delta, MCA. IPECSA.
- Electrodo de puesta a tierra.
- Cables desnudos y accesorios.
- Conexiones, Radio-Antena, MCA. MDS.
- Protector de descargas para puerto RS-232/DB-25. MCA BLACKBOX.
- Anclajes de ¾" de 1 m. de desarrollo galvanizado.
- Mástil de tubo de 4" Ced. 40.

1.2.2.2 Alimentación Eléctrica.

Se tendrá una acometida por medio de paneles solares, que se alimentará con un banco de baterías y una fuente de poder para entregar 24 a 12 VCD en la ERM, para la alimentación de los equipos electrónicos (computador de flujo, transmisor, sistema de radios, etc.) y del sistema de comunicaciones, de acuerdo a plano L-100 rev.0.

1.2.2.3 Sistema de Pararrayos.

Se realizará el sistema de pararrayos con 2 pararrayos tipo ionizante y conectado a cableado de 2/0 y varilla de tierra de ¾" marca Cadweld.

1.2.2.4 Protección Catódica.

Se consideran juntas monoblock para aislar eléctricamente la instrumentación de la ERM. Para la parte de la línea regular de interconexión al ducto de 12", se propone camas anódicas a lo largo del ducto de interconexión.

ESTUDIO DE RIESGO
Modalidad Ductos Terrestres

"Gasoducto City Gate Tamaulipas"

CAPITULO	I
FECHA	Mayo 2018
HOJA:	Página 20 de 49

1.2.2.5 Línea y acometida telefónica.

No se pretende interrogar el computador por medio de un MODEM telefónico. Se reportará al sistema SCADA, en la torre de CENAGAS en la Ciudad de México, por medio de un sistema de radios de comunicación analógica.

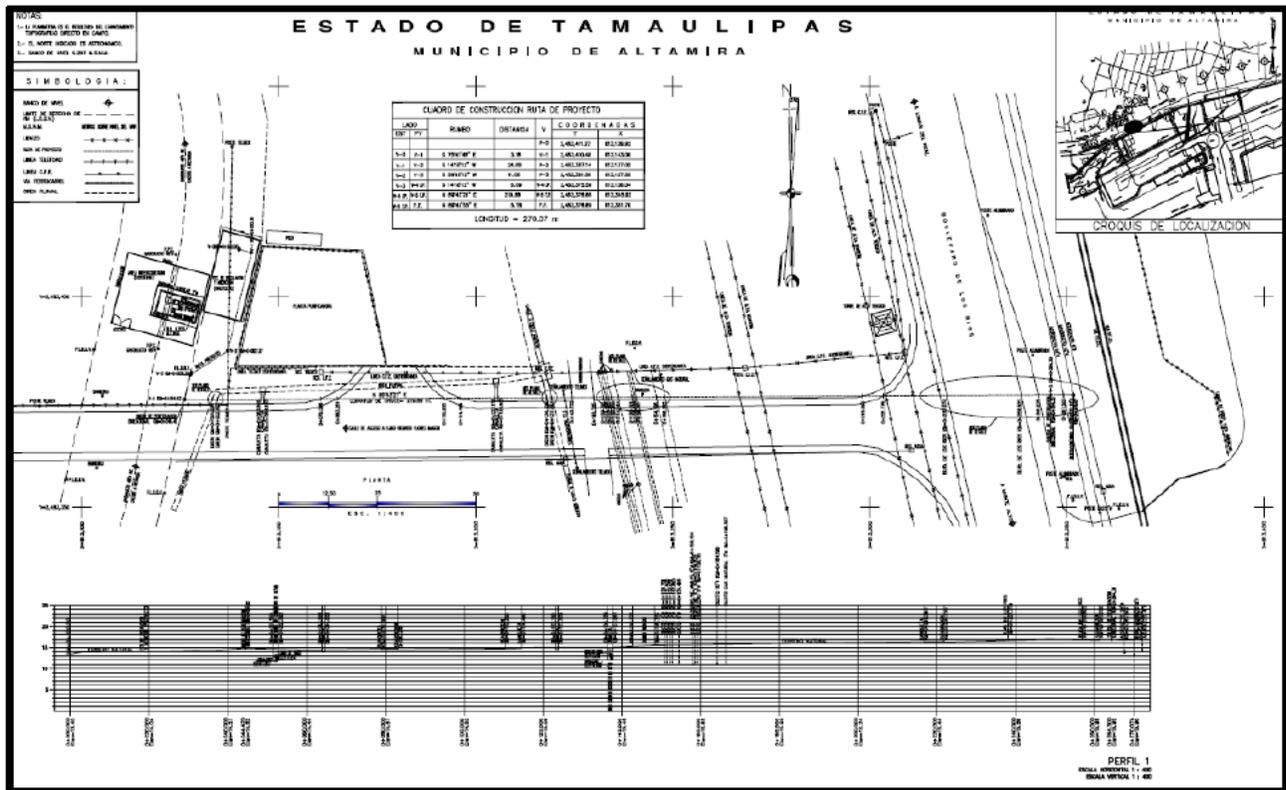
1.2.2.6 Red de tierras.

El sistema de tierras será del tipo de doble delta para garantizar una protección de 3 ohms como máximo con los siguientes componentes:

- a) Cable 2/0 desnudo,
- b) Varillas cadweld ¾ x 3.0 mts,
- c) Zapatas para cable 2/0,
- d) Zapatas para cable cal. 10,
- e) Sacos de compuesto químico GEM.

1.2.3 Trazo y Perfil del Ducto.

El perfil de la zona donde se ubicará la red para transporte de gas natural, muestra una topografía en donde la altitud mínima es de 13.40 metros sobre el nivel del mar (msnm) hasta 16.98, su longitud es de 270.07 metros.



Para mayor detalle, Ver Anexo 1. Planos trazo y perfil del ducto.

1.2.3.1 Puntos de inflexión del gasoducto.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 21 de 49

Los cambios de dirección requeridos para apegarse al contorno de la zanja se realizarán doblando el ducto de acuerdo a los radios mínimos indicados en la normatividad, se efectuará de acuerdo a la ingeniería de curvado diseñada para la ejecución de los trabajos. Se dobla la tubería en los puntos necesarios (curvas horizontales y verticales) según la topografía del terreno. En la siguiente tabla pueden observarse las coordenadas que sigue la ruta del proyecto:

Tabla 1.2.3.1.1. Puntos de inflexión del proyecto.

CUADRO DE CONSTRUCCION RUTA DE PROYECTO						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
				V-0	2,483,411.27	613,139.92
V-0	V-1	S 75°41'48" E	3.18	V-1	2,483,410.48	613,143.00
V-1	V-2	S 14°18'12" W	24.09	V-2	2,483,387.14	613,137.05
V-2	V-3	S 59°18'12" W	11.05	V-3	2,483,381.50	613,127.55
V-3	V-4 I.P.	S 14°18'12" W	6.09	V-4 I.P.	2,483,375.59	613,126.04
V-4 I.P.	V-5 T.P.	N 89°43'21" E	219.88	V-5 T.P.	2,483,376.66	613,345.92
V-5 T.P.	P.F.	N 89°42'55" E	5.78	P.F.	2,483,376.69	613,351.70
LONGITUD = 270.07 m						

1.2.4 Identificación, análisis y descripción de áreas identificadas como vulnerables.

Información histórica de Fenómenos Climatológicos.

México ha sufrido los efectos de tormentas tropicales y ciclones en los últimos 14 años, provenientes tanto del Océano Atlántico como del Océano Pacífico (**Ver Tabla 1.2.4.1**), los cuales han causado desastres principalmente en los estados ubicados en la costa Este y Oeste de la República Mexicana. A continuación, en la **Tabla 1.2.4.1** se presentan datos históricos de los eventos climatológicos ocurridos en el período del año 2001 al 2014.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 22 de 49

Tabla 1.2.4.1. 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, 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

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 23 de 49

Año	Océano	Nombre	Categoría	Estados Afectados
	Atlántico	Arthur	TT	Quintana Roo, Campeche y Tabasco
2007	Atlántico	Lorenzo	H1	Veracruz, Puebla e Hidalgo
	Pacífico	Henriette	H1	BCS y Sonora
	Atlántico	Dean	H5	Quintana Roo, Campeche, Veracruz, Puebla, Hidalgo y Querétaro
	Pacífico	Bárbara	TT	Chiapas
2006	Pacífico	Norman	DT	Colima, Michoacán y Jalisco
		Lane	H3	Sinaloa y Colima
		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
2004	Pacífico	Bret	TT	Veracruz, Tamaulipas, San Luis Potosí e Hidalgo
		DT 16E	DT	Sinaloa
		Lester	TT	Guerrero
2003	Pacífico	Javier	DT	BCS y Sonora
		Marty	H2	BCS, Sonora y Baja California
2002	Pacífico	Ignacio	H2	BCS
		Erika	H1	Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila y Yucatán
2001	Pacífico	Kenna	H4	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango y Zacatecas
		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 1.2.4.1 y 1.2.4.2).

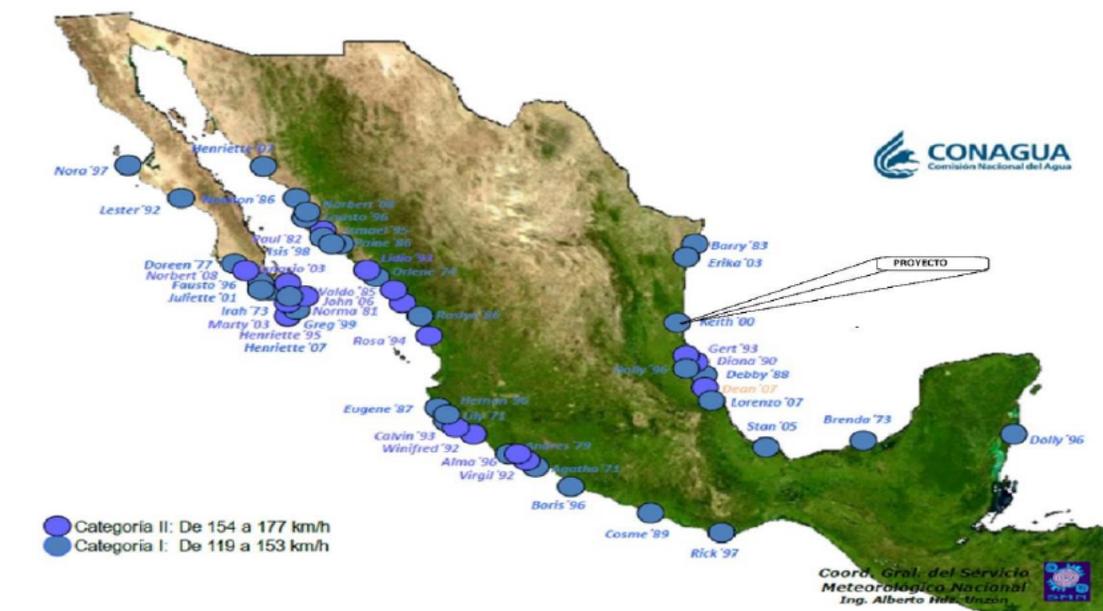


Figura 1.2.4.1. Huracanes Moderados con impacto sobre México. Categorías I y II.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 24 de 49



Figura 1.2.4.2. Huracanes intensos con impacto sobre México. Categorías III, IV y V.

Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN).

De acuerdo a la **Tabla 1.2.4.1** y a las **Figuras 1.2.4.1 y 1.2.4.2**, se considera que la zona en donde se ubicará el proyecto es susceptible a fenómenos climatológicos, tales como huracanes y tormentas tropicales, esto debido a que en el período comprendido del año 2001 al 2014 se cuenta con registros de daños causados a la infraestructura del Estado de Tamaulipas por la presencia de estos fenómenos naturales, por lo que dentro del diseño y trayectoria del Sistema de Transporte de Gas Natural, la promovente ha considerado estas afectaciones climatológicas tomando en cuenta la profundidad de los ductos.

1.2.4.1 Información Sísmica.

La ubicación del proyecto se encuentra en una zona A, donde los registros históricos que se tienen, indican que no se ha reportado sismos en más de 70 años, por lo que no se considera que es susceptible a sismos de gran intensidad, por lo que puede considerarse zona de baja intensidad sísmica. **Ver Figura 1.2.4.1.1**

De igual manera, no se encuentra situada en un área de volcanes activos o inactivos, por lo que se considera una zona segura. **Ver Figura 1.2.4.1.2**

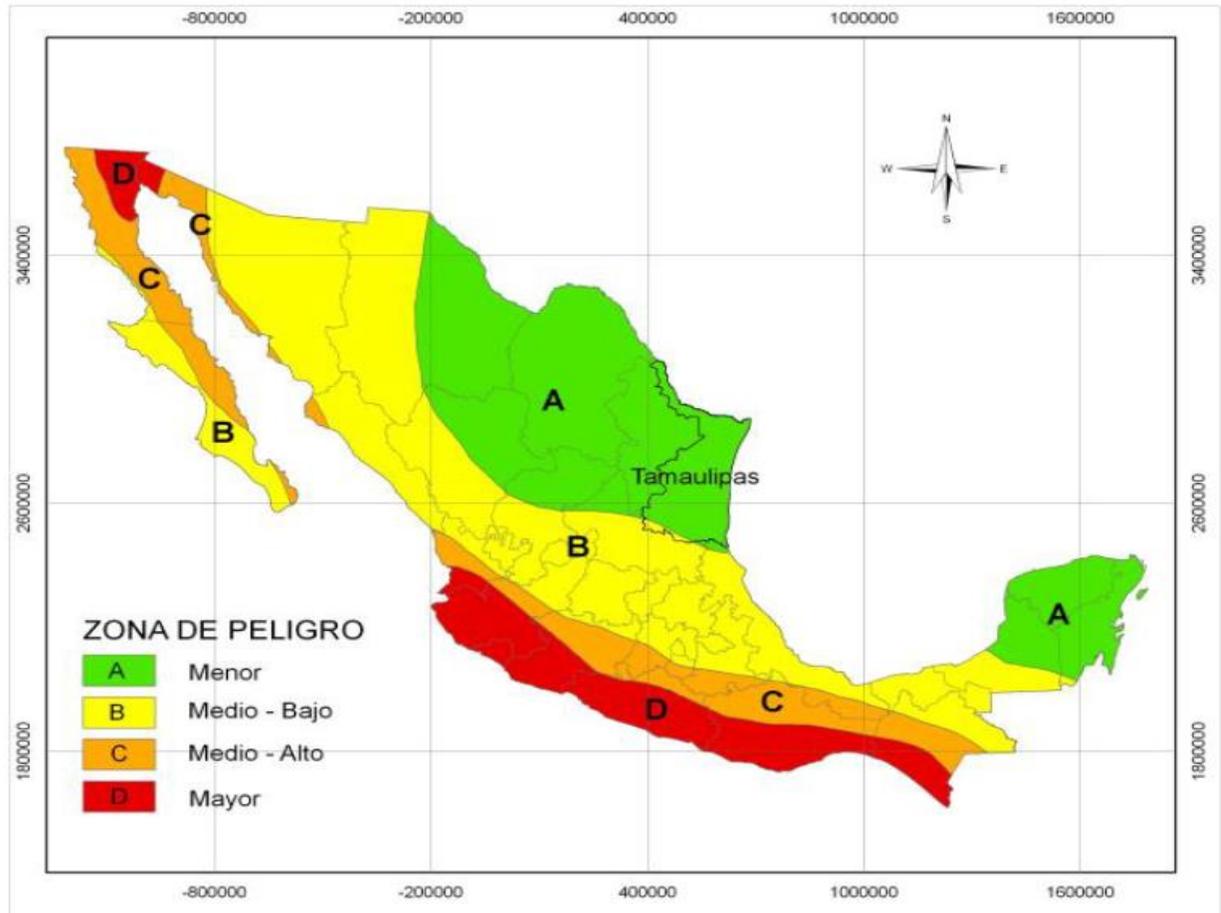


Figura 1.2.4.1.1. Regionalización Sísmica de México.

Fuente: Atlas de Riesgo del Estado de Tamaulipas.



Figura 1.2.4.1.2. Volcanes activos en México.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 27 de 49

1.2.4.2 Inundaciones.

En lo que respecta a inundaciones en el estado de Tamaulipas, el municipio de Altamira es uno de los municipios que se encuentra catalogado como susceptible al fenómeno, en la **Figura 1.2.4.2.1** se muestran los sectores que representan más daños importantes y donde se ubica al municipio de Altamira en un Nivel Medio.

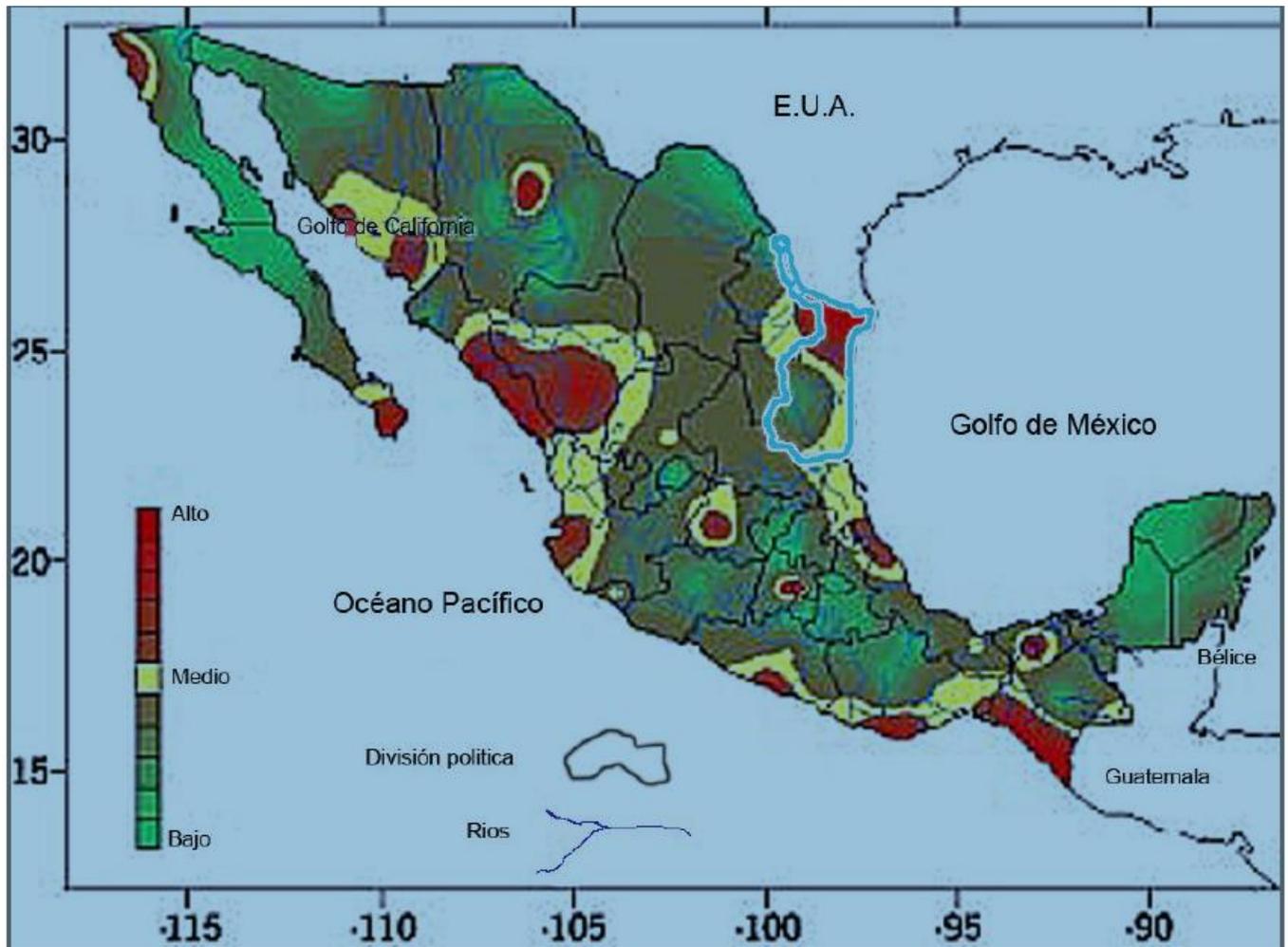


Figura 1.2.4.2.1. Zonas en Riesgo de inundación (CENAPRED 2001).

Fuente Atlas de Riesgo de Tamaulipas.

1.2.4.3 Cruzamientos.

En el trazo del proyecto se presenta un cruce con el Boulevard de los Ríos, este cruce se realizará por medio de perforación direccionada por lo tanto no interferirá con los servicios que brinda dicha carretera.

Para la perforación direccionada se debe preparar un área llamada caja de aproximadamente 3 m x 8 m x 3 m (ancho, largo y profundidad) y para este trabajo se llevará a cabo otra caja al extremo de

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 28 de 49

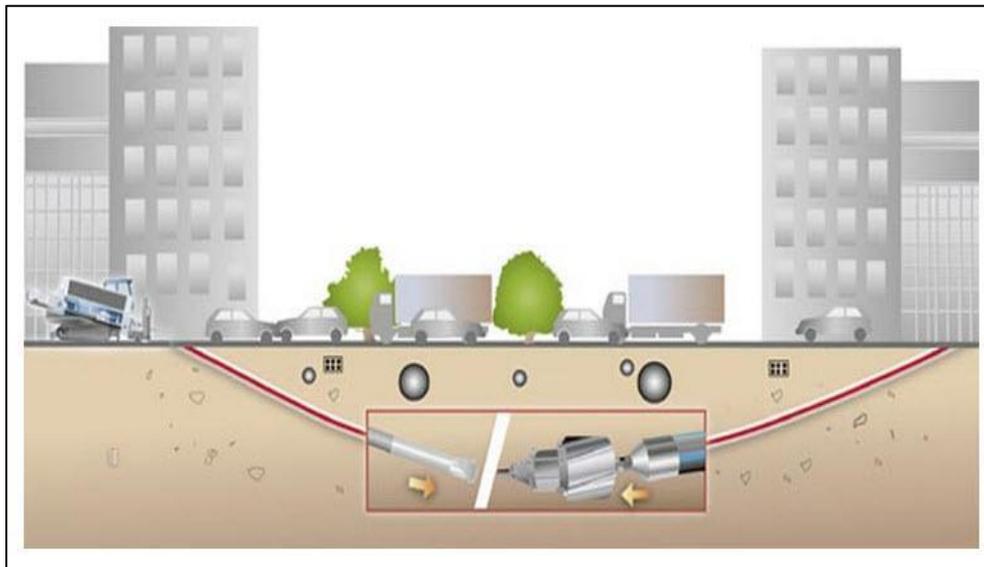
igual forma. El lado más largo debe ser paralelo a la dirección de la perforación y con el punto medio del lado corto haciendo frente al eje de perforación.

El acceso de entrada debe ser un camino de terracería o pavimento para todo tipo de clima capaz de aguantar el paso de tracto camiones y remolques con carga pesada (hasta 50 Ton).

El requerimiento de agua limpia se cumplirán utilizando bombas capaces de suministrar las cantidades requeridas por el proceso perforación, rimado y jalado, o bien con la utilización de un tanque de almacenaje suficientemente grande para cumplir con los requisitos. a perforación direccional horizontal controlada, asistida por fluido perforador 100% biodegradable, ya sea a alta o baja presión, no con lleva ningún peligro para el medio ambiente ni para los servicios instalados, ni construcciones cercanas debido a que el túnel de la perforación permanece estable durante toda la operación. Además, gracias a la perfecta exactitud y fiabilidad de las herramientas de perforación y detección no existe la posibilidad de desviaciones no controladas a partir del trazado ideal.

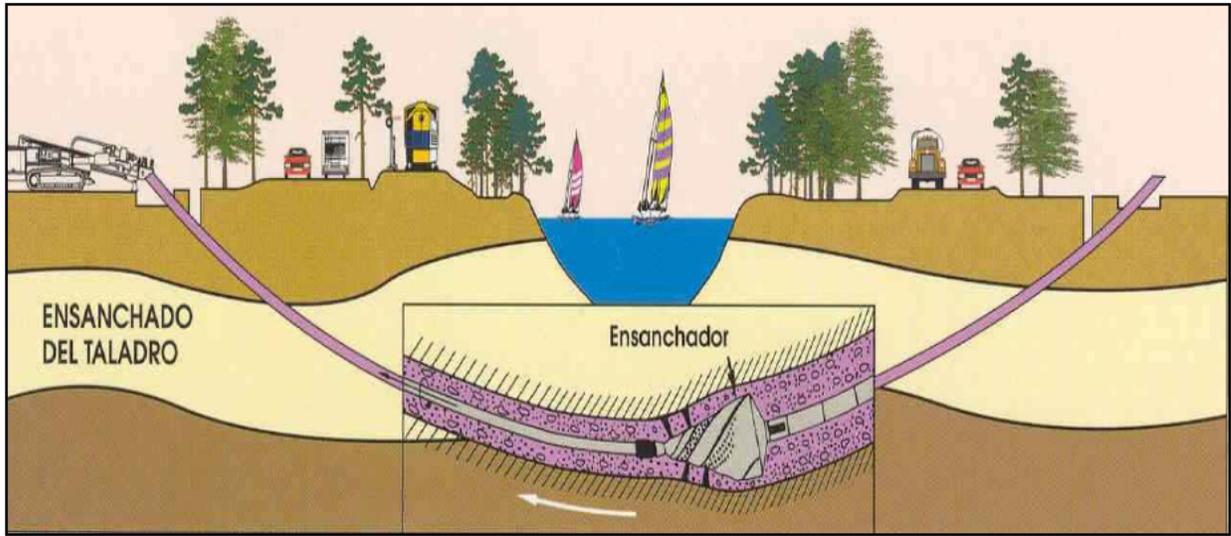
La perforación se realizará a partir del KM= 0+044.42 del trazo del ducto y la operación comienza con la perforación de un agujero piloto introduciendo primero el ensamble de punta y la herramienta de guía, al mismo tiempo se inyecta lodo bentonítico a alta presión, cada 10 metros.

Si existe una diferencia entre la ubicación real y la planeada, el operador puede corregir el perfil real retrocediendo y corrigiendo hasta que obtener la posición correcta del perfil de perforación.



Ampliación de la perforación piloto.

Corresponde a la segunda etapa y consiste en introducir un a barrena de mayor diámetro que la peroración piloto, conforme avanza va depositando bentonita y coloca tubería de mayor diámetro. Este proceso es repetido cuantas veces sea necesario hasta llegar a un diámetro 25 mayor al diámetro deseado.



1.2.4.4 Asentamientos Humanos.

El municipio de Altamira se encuentra en constante crecimiento poblacional llevándolo a ser uno de los municipios con mayor tasa de crecimiento poblacional en el Estado de Tamaulipas; según datos del INEGI su promedio de crecimiento anual es del 4.8%. Esto debido a la migración de personas a nuestro municipio por la gran oferta laboral que existe gracias a las actividades portuarias e industriales. Actualmente el municipio de Altamira cuenta con 255,731* habitantes, de los cuales el 49.8% de la población que lo conforma son del sexo masculino por 50.2% del sexo femenino.

Los asentamientos humanos cercanos al proyecto son los que se detallan en la **Tabla 1.2.4.4.1** y pueden apreciarse en la imagen el Ejido Ricardo Flores Magón que es el más próximo al proyecto (**Ver Figura 1.2.4.4.1**).

Tabla 1.2.4.4.1. Asentamientos Humanos.

Población	Distancia	ubicación
Francisco Medrano	350 m	22°26'17.30" N y longitud 97°53'54.96"O.
Ejido Ricardo Flores Magón	1079 m	22°27'10.43" N y longitud 97°54'26.57"O.
Altamira	5500 m	22°24'25.77" N y longitud 97°55'15.78"O.

Para mayor detalle, **Ver Anexo 4.**

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 30 de 49



Figura 1.2.4.4.1. Asentamientos Humanos.

1.2.4.5 Usos de Suelo y Vegetación.

El área del proyecto se encuentra ubicada en una zona urbana, donde no existe vegetación nativa y se encuentra impactada por actividades antrópicas del área, para mayor referencia **Ver Figura 1.2.4.5.1.**

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 31 de 49



Figura 1.2.4.5.1. Plano de usos de suelo (zona urbana).

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 32 de 49

I.3 HOJAS DE SEGURIDAD

La sustancia química peligrosa involucrada en la etapa de operación del proyecto, es el Gas Natural, por lo que a continuación se describen algunas de las características de esta sustancia:

Nombre: Gas Natural - Gas Metano,
Familia química: Hidrocarburo parafínico,
Peso molecular: 16,042,
Estado físico, color y olor: Gas incoloro, inodoro e insípido,
Punto de fusión (760 mm Hg): - 182,50 °C,
Punto de ebullición (760 mm Hg): - 161,50 °C,
Temperatura crítica: - 82,50°C,
Calor específico: 1,308 Kcal/Kg,
Calor de fusión: 14 Kcal/Kg,
Calor de vaporización: 122 Kcal/Kg,
Presión crítica: 45,8 atm,
Densidad crítica: 0,162,
Densidad del vapor (760 mm Hg): 0,554,
Densidad específica (aire= 1): 0,68,
Temperatura de auto ignición: Entre 5 370 y 6 510°C,
Volumen crítico: 0,098 m³/Kg/mol,
Solubilidad en agua: 0,4 – 20 microgramos/100 cm³,
Punto de inflamación: 5 370 °C,
Límite inferior de explosividad: 5 % gas en el aire,
Límite superior de explosividad: 15 % gas en el aire,
M³ de aire para quemar 1 m³ gas: 9,53.

El gas natural es incoloro, inodoro, insípido, sin forma particular y más ligero que el aire. Se presenta en su forma gaseosa por debajo de los -161 °C. Por razones de seguridad, se le añade mercaptano, un agente químico que le da un olor a huevo podrido, con el propósito de detectar fugas de esta sustancia.

Es una mezcla de hidrocarburos ligeros, compuesto principalmente de metano, etano, propano, butanos y pentanos; además de lo anterior, cuenta con otros componentes tales como el CO₂, el helio, el sulfuro de hidrógeno y el nitrógeno, su composición nunca es constante, sin embargo, se puede decir que su componente principal es el metano (mínimo 90%). Posee una estructura de hidrocarburo simple, compuesto por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno (CH₄). Cabe mencionar, que el metano es altamente inflamable, se quema fácilmente y emite muy poca contaminación. Por lo anterior, el Gas Natural no es ni corrosivo ni tóxico, su temperatura de combustión es elevada y posee un estrecho intervalo de inflamabilidad, lo que hace de él un combustible fósil seguro en comparación con otras fuentes de energía; es más ligero que el aire y a pesar de sus altos niveles de inflamabilidad y explosividad las fugas o emisiones se disipan rápidamente en las capas superiores de la atmósfera, dificultando la formación de mezclas explosivas en el aire. Esta característica permite su preferencia y explica su uso cada vez más generalizado en instalaciones domésticas e industriales y como carburante en motores de combustión interna. Además, presenta ventajas ecológicas, ya que al quemarse produce bajos índices de contaminación, en comparación con otros combustibles.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 33 de 49

Así mismo el gas natural, es un asfixiante simple que no tiene propiedades peligrosas inherentes, ni presenta efectos tóxicos específicos, pero que actúa como excluyente del oxígeno para los pulmones. El efecto de los gases asfixiantes simples es proporcional al grado en que disminuye el oxígeno en el aire que se respira; por lo que en altas concentraciones puede producir asfixia.

Ver Anexo 6. HDS del Gas Natural.

I.4 CONDICIONES DE OPERACIÓN

I.4.1 Operación.

La sustancia manejada en las tuberías de conducción será el Gas Natural, el cual se distribuirá en estado gaseoso.

A continuación, se muestran los datos de operación del sistema para transporte de gas natural (Ver Tabla I.4.1.1).

Tabla I.4.1.1 Condiciones de operación.

Sistema	Red para Transporte
Longitud	225 m
Diámetro	12"
Presión máxima de trabajo	71.5 kg/cm ²
Presión mínima de trabajo	45 kg/cm ²
Presión de operación	36 kg/cm ²
Flujo Mínimo	107,923 m ³ /h
Flujo Máximo	323,961,923 m ³ /h
Temperatura	18°C

I.4.2 Pruebas de verificación.

1.4.2.1 Prueba hidrostática.

Se deberá verificar que todas las juntas estén completadas y liberadas al 100%, que estén calibrados los equipos, que se encuentre lista la realización de la prueba hidrostática, así como verificar que el agua que se utilice esté libre de partículas en suspensión y corroborar que se haya efectuado la limpieza interior del sistema a probar.

La tubería que se va a probar hidrostáticamente durante la construcción desde su fabricación deberá contar con la certificación donde se realizaron las pruebas hidrostáticas en base a las normas:

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 34 de 49

- API-SPEC-5L-SECCION IX,
- HYDROSTATIC TEST REQUERIMENTS,
- VERIFICATION OF HYDROSTATIC TEST,
- TEST PRESSURES,
- SUPPLEMENTARY HYDROSTATIC TEST.

Y la presión de prueba aplicada será la indicada en los planos aprobados para construcción. Así mismo la presión en la tubería se debe mantener por periodo continuo de acuerdo a lo indicado por la norma *NOM-007-SECRE-2010*.

a. Preparación.

- Definir los límites del sistema y realizar la limpieza interior, previamente se deberá verificar que las uniones soldadas hayan sido inspeccionadas y se encuentre registrado en el formato correspondiente.
- El agua a utilizar para la prueba deberá de ser neutra libre de partículas en suspensión que no pasen en una malla de 100 hilos por pulgada, para 10 cual se realizará el análisis del agua previo al llenado de la tubería.

b. Desarrollo de la Prueba.

- Se llevará a cabo el desarrollo de la prueba, de acuerdo a las medidas y lineamientos establecidos bajo la *NOM-007-SECRE-2010*.
- Se realizará una inspección visual a todas las uniones bridadas, tubería y juntas soldadas por lo menos una vez cada hora durante el periodo que dure la prueba.
- Para trabajos en sitio y lugares no protegidos no se realizará esta prueba cuando prevalezca condiciones lluviosas, así también será cancelada cuando durante la prueba se de esta condición por lo cual deberá repetirse.

c. Terminación.

- Una vez drenado el sistema y cuando los indicadores de presión registren 0, se realiza el desmonte de todos los equipos de medición, así como retiro de todos los arreglos y juntas ciegas provisionales que se emplearon para efectuar la prueba.

1.4.2.2 Recubrimiento anticorrosivo.

A todas las tuberías y accesorios enterrados se les aplicará un recubrimiento anticorrosivo epóxico líquido de altos solidos de 60 milésimas de pulgada de espesor, en interface tierra-Aire del ducto se aplicará de 120 milésimas de pulgada de espesor.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 35 de 49

1.4.2.3 Recubrimiento a tuberías.

En las tuberías aéreas y válvulas aéreas se aplicará el siguiente recubrimiento:

- 1 capa de 150 micras de primario epóxido poliamida de dos componentes RP-6 modificado.
- 1 capa de 150 micras de acabado epóxico catalizado poliamida de dos componentes altos solidos RA-26 modificado.
- 1 capa de 100 micras de acabado poliuretano acrílico alifático de dos componentes RA-28 modificado.

I.5 PROCEDIMIENTOS Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

La Promovente cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación del sistema para transporte de gas natural, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla I.5.1. Programa de Actividades de Seguridad.

Actividades de Seguridad	Frecuencia
Patrullaje de la franja de desarrollo del sistema.	Diario
Inspección, verificación y prueba de válvula registro de interconexión.	Mensual
Inspección y verificación de equipos e instrumentos de las ERM.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones del cuarto de interconexión.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones de las ERM.	Trimestral
Monitoreo de emanaciones de gas natural sobre la franja de desarrollo del sistema.	
Inspección en el incremento de la clase de localización.	Anual

La Promovente contará con un programa anual de operación y mantenimiento, el cual está enfocado a disminuir el riesgo de eventos que lleguen a impactar el ecosistema y dañar la integridad mecánica de la instalación. A continuación, se indican las actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el sistema para transporte de gas natural:

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 36 de 49

Tabla I.5.2. Actividades de mantenimiento a realizar.

Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Mantenimiento eléctrico.	
Levantamiento de potenciales del sistema.	Mensual
Toma de resistividad del suelo donde se aloja el gasoducto.	Anual
Medición de tierras físicas.	
Mantenimiento mecánico.	
Mantenimiento preventivo de los filtros en las ERM.	Semestral
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas reguladoras de las ERM.	Anual
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas de seguridad de las ERM.	Semestral
Aplicación de recubrimiento en la interconexión.	
Aplicación de recubrimiento en las ERM.	
Medición de espesores en instalaciones superficiales.	Anual
Servicios generales.	
Limpieza y aseo general de las instalaciones del cuarto de interconexión.	Mensual
Limpieza y aseo general de las instalaciones de las ERM.	

Para todas y cada una de las actividades de operación y mantenimiento, se contará con evidencias de su realización, tales como: órdenes de trabajo y registros de las actividades realizadas.

I.6 ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

I.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.

En el manejo y operación de gasoductos utilizados para la conducción de gas natural, se propone una metodología de análisis de riesgo operativo, debido a los daños causados por fallas mecánicas y debido a terceras partes originadas por la extracción descontrolada de gas natural en tomas no autorizadas (tomas clandestinas), en los ductos de conducción de gas natural de las diferentes compañías abastecedoras de gas y principalmente, en ductos a cargo de PEMEX-GAS Y PETROQUÍMICA BÁSICA (PGPB).

De los estudios y análisis realizados por dependencias con gran experiencia dentro del ramo (tal es el caso de PEMEX), se concluye que el factor de riesgo con mayor probabilidad de ocurrencia en gasoductos, es debido principalmente por daños de terceras partes, seguido de los daños por corrosión.

En años recientes, algunas causas fundamentales del incremento de accidentes en los gasoductos de PEMEX han sido, la inadecuada evaluación de los mismos y la falta de gestión para erradicar esta problemática, adicionalmente no hay una base de datos histórica de accidentes en ductos de transporte de hidrocarburos disponible de manera oficial en el país, estas circunstancias repercuten negativamente en la funcionalidad de los ductos en México.

Como datos históricos, se presenta a continuación la descripción de casos ocurridos en México, relacionados con fugas de gas natural en gasoductos en diferentes partes del país.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 37 de 49

Explosión en gasoducto en San Pedro Garza García, Nuevo León.

Una explosión e incendio en una tubería de gas natural en una construcción cercana a la zona comercial y hotelera en el municipio de San Pedro Garza García movilizó a elementos de Protección Civil, Bomberos de Nuevo León y unidades de las cruces Roja y Verde.

El incendio se originó luego de una fuga de agua la que reblandeció la tierra, lo que ocasionó la caída de un poste de energía eléctrica sobre un ducto de gas de 12 pulgadas, lo que ocasionó la conflagración.

El incendio se originó alrededor de las 10:00 horas, a causa del rompimiento de la tubería de gas, lo que ocasionó la explosión e incendio sobre la lateral de la avenida Lázaro Cárdenas y Diego Rivera, en el citado municipio, sin que se presenten personas lesionadas.



Foto I.6.1.1. Daños generados por la explosión.

Explosión en gasoducto de PEMEX en el estado de Tabasco.

Una explosión se registró el 06 de abril del 2013, en un gasoducto de 16”Ø, a la altura del rancho “Águiles Serdán”, en la localidad La Venta, municipio de Huimanguillo, Tabasco, con saldo de tres heridos, reportaron Pemex y autoridades locales.

La paraestatal, precisó que el incendio se presentó en el gasoducto de 16”Ø Cinco Presidentes, del complejo procesador de gas La Venta, a la altura de la carretera vecinal a Villa La Venta, en el municipio referido.

La explosión, fue ocasionada por el **golpe de una retroexcavadora** de la empresa privada FIRESA.

Como consecuencia de este hecho, resultaron lesionados tres trabajadores de la compañía privada, de los cuales en un principio uno de ellos permanecía desaparecido, pero fue hallado sin mayores consecuencias.

Así mismo, confirmó que una retroexcavadora, una motocicleta y un vehículo resultaron quemados como consecuencia de la explosión.

Por su lado, personal de operación de pozos e instalaciones de Petróleos Mexicanos (PEMEX) procedió a bloquear las válvulas de seccionamiento La Venta 80 y Margen Derecha del Río Chicozapote, y a suspender el bombeo de las Baterías de Separación Cinco Presidentes 1, 2 y Rodador, indicó la empresa petrolera.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 38 de 49

Protección Civil evacuó a personas cercanas al lugar de la explosión para trasladarlas a un lugar seguro. El incendio fue controlado totalmente antes del mediodía.

Por separado, autoridades locales de Huimanguillo informaron antes que la paraestatal que el accidente fue causado por una retroexcavadora que realizaba trabajos en el lugar, y que los heridos fueron trasladados por una ambulancia de servicios comunitarios a una clínica de dicho municipio colindante con Veracruz.

El flamazo dañó aproximadamente 80 m² de pastizales y como medida preventiva Pemex acordonó el sitio donde se registró la conflagración, en un operativo en que participaron militares y personal de Seguridad Física de Pemex, Protección Civil y Tránsito Municipal.



Foto I.6.1.2. Chorro de fuego a causa de la fuga de gas natural en el municipio de Huimanguillo, Tabasco.

Fuente: La Crónica.com.mx. 07 de Abril del 2013.

Fuga de Gas e incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco.

La fuga de gas natural fue ocasionada por el golpe de una retroexcavadora de la empresa Cobra Construcciones, que realizaba trabajos en el área, sin el permiso de Pemex, indicó la paraestatal en un comunicado emitido posterior al evento.

El funcionario precisó que a poco más de 24 horas del incidente, el riesgo comenzó a ceder, ya que la presión de salida de gas bajó de 36 kg/cm² a 10 kg/cm², mientras que el tamaño de la flama pasó de 30 metros de altura a 4 m.

El incidente, ocurrió alrededor de las 18:30 horas, pero el flamazo se dio a las 23:00 horas. Un bombero y un empleado de la compañía Infraestructura Carretera quedaron con heridas leves.

Luego del estallido, las autoridades evacuaron la comunidad de Corralillos y cerraron la autopista México-Morelia, a la altura del kilómetro 461. Los evacuados fueron llevados a la Casa de la Cultura del municipio de Zapotlanejo.

En tanto, Pemex informó que personal especializado atendió el incendio ocasionado por la ruptura del ducto de 14”Ø (35 cm).

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 39 de 49

Pemex anunció que el abasto de combustible estuvo garantizado en todo momento, ya que solo se suspendió el flujo en el tramo Abasolo-Guadalajara, mientras que continuó en operación otro gasoducto que va de Cactus, Chiapas, a Abasolo, Guanajuato, ya que la única terminal de distribución de Pemex-Gas afectada fue la de Guadalajara, pero ésta cuenta con suficiente producto almacenado para cumplir con su programa de distribución.



Fotos I.6.1.3 y I.6.1.4. Incendio en el municipio de Zapotlanejo, Jalisco, debido a una fuga de gas natural.

Fuente: CNN México. 19 de octubre del 2012.

Explosión en Gasoductos de PEMEX, en el municipio de Pedro Escobedo, Estado de Querétaro.

Seis trabajadores de PEMEX resultaron heridos al ocurrir una explosión mientras trabajaban controlando la fuga de un gasoducto en el municipio de Pedro Escobedo.

La fuga fue detectada a la altura de la comunidad Las Postas, en un ducto de 14”Ø correspondiente al tramo Cactus-Guadalajara, tras un percance ocasionado por una retroexcavadora que operaba en el lugar instalando equipo de riego.

Unos 200 pobladores de la localidad fueron evacuados y concentrados en un albergue habilitado en el auditorio municipal de Pedro Escobedo, además de que fueron cerradas las Válvulas de Seccionamiento (V.S.), que permiten la circulación del gas por ese tramo y personal del sector Ductos de Salamanca y de Petroquímica acudieron a efectuar las reparaciones necesarias, según informó la paraestatal.

Dos días después se reportó la situación bajo control y la gente volvió a sus actividades normales. Sin embargo, más tarde un grupo de trabajadores permanecía efectuando tareas para concluir con la reparación del gasoducto, cuando se produjo el flamazo, aparentemente por un error de los mismos técnicos.

En un comunicado, Pemex confirmó que ya no existe riesgo para la población de la zona según los monitoreos efectuados, pero adjudicó a una falta de seguridad y errores de protocolo el percance ocurrido a los trabajadores.

Fuente: Proceso.com.mx. 28 de marzo del 2013.

Fuga de Gas Natural en Gasoductos de PEMEX, en el Estado de Veracruz.

Petróleos Mexicanos (PEMEX) informó que a las 2:00 a.m. del día 10 de septiembre del 2007, el sistema SCADA detectó una pérdida de presión inusual en seis puntos de diferentes ductos en el estado de

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 40 de 49

Veracruz ocasionados por actos premeditados, por lo que de inmediato suspendió el suministro de gas natural en dichas líneas. La baja de presión fue ocasionada por explosiones en los siguientes puntos:

1. Válvula de Seccionamiento (V.S.), del gasoducto de cuarenta y ocho pulgadas de diámetro (48"Φ), que coincide con Gas Natural de Cactus - San Fernando, a la altura del municipio La Antigua, sin que se presentara incendio. Sin embargo, por motivos de seguridad, Protección Civil estatal realizó la evacuación de los habitantes que se encontraban cerca del evento,
2. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el mismo gasoducto de 48"Φ, a la altura del Río Actopan, en el cual se registró un incendio,
3. Trampa de diablos del gasoducto de 48"Φ, Cempoala - Santa Ana, a la altura de Delicias, Tlaxcala., en la cual no se presentó incendio,
4. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el gasoducto de 30"Φ, de Minatitlán Veracruz - México D.F. y en el ducto de 24"Φ Cactus, Chiapas – Guadalajara, Jalisco.
5. Válvula de Seccionamiento (V.S.), en el mismo gasoducto de 30" (Minatitlán, Veracruz – México, D.F.), además del ducto de 24"Φ (Cactus – Guadalajara), poliducto de 12"Φ y oleoducto de 24"Φ en el Municipio La Balastlera, donde se presentaron incendios debidos a las fugas.
6. Cruce aéreo Algodonera en el gasoducto de 30"Φ, Minatitlán – México, D.F., poliducto de 12"Φ y Oleoducto de 30"Φ, en los cuales se presentó incendio.

Sin embargo, cabe mencionar que cada una de las situaciones de emergencia fue controlada oportunamente por personal de la paraestatal, además de protección civil estatal y municipal.

**Fuente: Frente de Trabajadores de la Energía de México.
FTE México Energía.**

Fuga de Gas natural en Gasoducto ubicado en Ecatepec, Estado de México.

Una fuga de gas natural se registró frente al centro comercial Las Américas el día 05 de septiembre del 2011, por lo que se evacuaron a huéspedes y personal de dicho centro comercial y un hotel ubicado dentro del perímetro de afectación.

De acuerdo con los primeros reportes generados, una de las máquinas que son utilizadas para la construcción de un puente peatonal, ubicado sobre la avenida Central, rompió uno de los ductos que conducen gas natural, propiedad y administrado por la empresa MAXIGAS, así lo indicó el gobierno municipal de Ecatepec, estado de México.

Para evitar riesgos mayores las autoridades cerraron la circulación de la avenida Central frente al centro comercial Las Américas.

Al lugar acudieron de inmediato elementos del cuerpo de bomberos y Protección Civil, así como de la policía estatal y municipal para tratar de reparar la fuga en uno de los tubos de conducción del gas natural.

Fuente: Periódico El Universal, 06 de septiembre del 2011.

Fuga en Gasoducto ubicado en el Distrito Federal.

El día 10 de mayo del 2009, elementos del Cuerpo de Bomberos controlaron una fuga de gas natural que se presentó en el perímetro de la colonia CTM Culhuacán sección V, la cual provocó alerta entre los vecinos del lugar.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 41 de 49

Reportes de Secretaría de Seguridad Pública del Distrito Federal (SSPDF) indican que los hechos tuvieron lugar en la zona que se ubica sobre la avenida Santa Ana, casi al cruce con Rosa María Sequeira, en la referida colonia de la delegación Coyoacán.

Fueron vecinos y peatones los que reportaron un olor a gas en la zona, por lo que al sitio se movilizaron bomberos y personal de Protección Civil, quienes ubicaron una fisura en un tubo alimentador de gas natural de 4”Φ.

La zona fue acordonada por la policía capitalina mientras se trabajaba para sellar el tubo de gas fracturado. La circulación vehicular se mantuvo abierta y sólo se restringió el paso en el carril de extrema derecha de Santa Ana, con dirección a la Escuela Naval Militar.

Reportes de la Secretaría de Protección Civil capitalina indicaron que como medida preventiva se desalojó a 65 personas de un edificio habitacional cercano y de un plantel de nivel preescolar.

La fuga fue controlada y no se reportaron intoxicaciones ni personas afectadas.

Fuente: Noticias Terra TV, 11 de mayo del 2009.

Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de Las Choapas, Veracruz.

El 21 de octubre del 2011, personal activo de Pemex Exploración y Producción (PEP), controló una fuga de gas natural que se presentó en el gasoducto de 6” Φ que va de la estación de compresoras El Plan, a la Batería Los Soldados, ubicado en el kilómetro 3 dentro del municipio de Las Choapas, Veracruz.

Personal de Mantenimiento a Ductos del Sector Operativo El Plan, procedió a bloquear las válvulas, dejando la línea fuera de operación, y al realizar la reparación correspondiente, así como la restauración del área afectada.

Asimismo, personal de Seguridad Física acordonó el lugar en coordinación con personal militar de la Base de Operación El Plan, como medida preventiva.

PEMEX Exploración y Producción realizó el análisis de integridad mecánica para determinar la causa del incidente, y declaró que no hubo lesiones en el lugar ni afectaciones por intoxicación.

Fuente: Periódico Excelsior, 22 de octubre del 2011.

Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en el municipio de San Pedro de las Colonias, Coahuila.

El día 25 de enero del 2011, personal especializado de Petróleos Mexicanos (PEMEX) controló una fuga de gas natural detectada en el kilómetro 283+007 del gasoducto de 18”Φ Monterrey, N.L. - Chávez, Coahuila ubicado en las inmediaciones del municipio de Francisco I. Madero, en el estado de Coahuila.

Al tenerse conocimiento de los hechos, de inmediato los técnicos de la paraestatal procedieron a sacar de operación el gasoducto para realizar los movimientos operativos e iniciar los trabajos de reparación del ducto. Personal del Sector Torreón de PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB), en coordinación con autoridades de Protección Civil, Bomberos y la Dirección de Seguridad Pública de San Pedro de las Colonias, trabajaron conjuntamente para la atención, control y erradicación del incidente.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 42 de 49

Como medida preventiva, se determinó necesaria la evacuación de dos empresas maquiladoras, además de dos instituciones educativas de nivel medio superior y superior.

Fuente: Periódico El Universal, 26 de enero del 2011.

Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en la ciudad de Pachuca, Hidalgo.

El 30 de Noviembre del 2010, Petróleos Mexicanos (PEMEX) puso bajo control una fuga de gas natural que se había registrado en un gasoducto de 6”Φ en el tramo que corre de Ranchería - Minera Autlán en el kilómetro 39, dentro del municipio de Villas de Tezontepec en el estado de Hidalgo.

A través del área de comunicación social de la paraestatal, se informó que la fuga fue ocasionada por un acto vandálico y pudo ser detectada durante los trabajos de control que realiza PGPB.

Explicó que la perforación en el ducto y artefactos se dio durante los trabajos que realizaron personas ajenas a la dependencia para la instalación de una toma clandestina. Como medida de seguridad se suspendió de manera momentánea la operación del ducto afectado.

A fin de evitar algún riesgo a la población, se bloquearon las válvulas de bombeo y se disminuyó la presión del fluido para proceder a su reparación. Se destacó la importancia de mantener la vigilancia en la red nacional de ductos a cargo del personal de seguridad de PEMEX-PGPB.

Fuente: Periódico Vanguardia, 01 de diciembre del 2010.

Fuga en gasoducto propiedad de PEMEX en Cosamaloapan, Veracruz.

El 24 de agosto del 2011 se generó una fuga de gas natural en los pozos de PEMEX que atraviesan el ejido Fernando López Arias, ubicado a 15 km de la cabecera municipal de Cosamaloapan, Veracruz.

La fuga se originó en la tarde del miércoles 24 de agosto, en una válvula en el Pozo de PEMEX denominado “CEHUALACA”, Protección Civil Municipal recibió el reporte de parte de habitantes que se encontraban muy alarmados, también se informó a Protección Civil del Estado, para que se tomaran las medidas conducentes con dicha paraestatal, ya que el objetivo fundamental de Protección Civil es la salvaguarda de la integridad física de la población, de su patrimonio y el entorno ambiental

Al lugar de la fuga, se presentó el Coordinador regional de protección civil, la unidad Municipal de Protección Civil Cosamaloapan, acudiendo posteriormente personal de PEMEX-PGPB encargado de Producción de Campo Alquimia.

La fuga de gas, se controló por la mañana del jueves siguiente, realizando el personal de PEMEX-PGPB los trabajos de cierre de ductos y mantenimiento pertinentes.

Fuente: Periódico Vanguardia.

I.6.2 Metodologías de identificación y jerarquización.

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 requiera una mayor consideración y análisis.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 43 de 49

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 proporciona 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 transporte de gas natural, se analizan las condiciones de operación del presente sistema para transporte de gas natural, mediante el diagrama de tubería e instrumentación del sistema.

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 a lo largo de la trayectoria, se seleccionó el método HAZOP, para identificar peligros y así emitir recomendaciones tendientes a controlar y prevenir incidentes, mitigar las consecuencias para evitar pérdidas humanas, daños a la salud, a la propiedad, instalaciones y medio ambiente.

El HAZOP fue seleccionado porque es un método completo y por lo regular se utiliza en complejos de gas y refinerías para evaluar el riesgo considerando factores como: tipo de proceso y las condiciones de operación de las instalaciones superficiales.

Los aspectos complementarios en la identificación de peligros y evaluación de riesgos, utilizados en la metodología HAZOP, se indican a continuación:

1. HAZOP. Metodología de análisis de riesgos operacionales que analiza las variables operacionales del sistema para transporte de gas natural, para determinar las posibles fallas en el mismo, mediante la designación de los 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 operabilidad del sistema para transporte, y deriva en recomendaciones que son complementarias para aumentar la seguridad en la operación del sistema, por la existencia de riesgos en la localización de todo el proyecto.

2. Una vez determinado el nivel de riesgo de cada desviación (bajo, medio, alto y muy alto) se seleccionaron todas aquellas desviaciones con mayor nivel de riesgo para centrarse en las fallas que tienen mayor frecuencia de presentarse y que sus consecuencias son significativas.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 44 de 49

3. Tomando en cuenta las fallas resultantes de mayor probabilidad se procedió a proponer los escenarios de simulación.
4. Adicionalmente, toda vez que el análisis HAZOP solo fue realizado en las Estaciones de Regulación y Medición, con apego a la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo modalidad ductos terrestres, se propuso el escenario con rotura diametral de gasoductos al 100% y 20%, respectivamente, en puntos estratégicos de la red para transporte de gas natural, a los cuales también se les determinó su probabilidad de falla.

A manera de abstract, en el presente Estudio de Riesgo se emplearon las siguientes metodologías:

- a) HAZOP para determinar las desviaciones (fallas) de mayor riesgo en las instalaciones superficiales, mismas que pueden repercutir en eventos de riesgo ambiental.

A continuación, se describen cada una de las metodologías utilizadas:

A) Análisis HAZOP.

El método Hazop (**HAZ**ard and **OP**erability "Riesgo y Operabilidad") o análisis de Riesgo y de Operabilidad se concentra en una metodología mediante un enfoque sistemático para identificar tanto riesgos como problemas de operabilidad. Aunque la identificación de riesgos es el tema principal, los problemas de operabilidad se examinan, ya que tienen el potencial de producir riesgos en los procesos, que resulten en violaciones ambientales y/o laborales o tener un impacto negativo en la productividad.

El análisis de operación y riesgo Hazop, es el método más amplio y reconocido para realizar un análisis de riesgo en procesos industriales. El análisis HAZOP, es un estudio que identifica cada desviación posible de un diseño, de una operación o de una afectación cualquiera, además de todas las posibles causas y consecuencias que pueden ocurrir en las condiciones más adversas para el proceso, siendo así, éste sirve para identificar problemas de seguridad y mejorar la operabilidad de una instalación industrial.

Para la realización del análisis HAZOP se empleó el Diagrama de Tubería e Instrumentos de la Estación de Regulación y Medición:

Diagrama de Tubería e Instrumentos de Estación de Regulación y Medición	A-400
---	-------

Ver Anexo 7. Diagrama de Tubería e Instrumentos.

El HAZOP fue realizado bajo el siguiente procedimiento:

1. Seleccione un nodo.

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.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 45 de 49

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 considerará eventos causales únicos (errores o fallas). Escenarios que requieran de analizar dos fallas separadas, dos errores de operador o una falla más un error son considerados "doble falla" y no son considerados normalmente durante un estudio de HAZOP.

Los drenes y válvulas que están normalmente cerradas, y con tapones o bridas ciegas, no son considerados fuentes de fugas. Similarmente, medidores reemplazables localizados en las tuberías con válvulas de raíz no son consideradas fuentes de fuga, si el procedimiento estándar requiere verificar que la válvula esté cerrada y el sistema al cual está conectado ya sea que este despresurizado o bien que no surja ningún riesgo debido a una fuga, o la apertura de dos válvulas en serie simultáneamente no es considerada una causa creíble para la fuga o mezcla de fluidos, etc. La Causa deberá estar en el Nodo en cuestión.

5. Identifique las consecuencias o los resultados de las desviaciones asumiendo que los controles básicos de proceso fallan y las salvaguardas no existen. Considere las consecuencias fuera del nodo así como en el interior. Si no hay consecuencias de que preocuparse, escribir "ninguna consecuencia de preocupación".

Las Consecuencias podrán ser identificadas dentro del nodo o en todo el universo de la planta.

6. Identifique la severidad de las consecuencias identificadas asumiendo que los sistemas básicos de control y los sistemas de protección fallan.

7. Identifique las capas adicionales de protección requeridas para reducir el riesgo a un nivel aceptable. Si el riesgo del peligro no se ha reducido a un nivel aceptable, la eficacia de las capas propuestas debe ser mejorada o capas adicionales deben ser agregadas según sea necesario.

8. Asigne una categoría a la consecuencia identificada.

9. Asigne una categoría a la probabilidad de ocurrencia de la consecuencia analizada, considerando esta vez los sistemas de control y/o capas de protección válidas, así como cualquier otro modificador de frecuencia que aplique.

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.

A.1) 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 al Diagrama de Tubería e Instrumentos de la Estación de Regulación y Medición, mismo que se describe a continuación:

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 46 de 49

Tabla I.6.2.1. Nodos Seleccionados en el Sistema para Transporte de Gas Natural.

Nodos	Descripción	DTI
1	Filtro de Gas	A-400 Diagrama de Tubería e Instrumentos de Estación de Regulación y Medición
2	Medidor de Flujo	A-400 Diagrama de Tubería e Instrumentos de Estación de Regulación y Medición
3	Interconexión	A-400 Diagrama de Tubería e Instrumentos de Estación de Regulación y Medición

Ver en el **Anexo 9. HAZOP**, el desarrollo del HAZOP realizado.

Para establecer la Matriz de Rango de Riesgo (Risk Ranking) con la cual se calificaron y jerarquizaron los riesgos identificados, asignando niveles de **PROBABILIDAD** de acuerdo a lo que indica la **Tabla I.6.2.2**, así como la severidad de acuerdo a lo que establece la **Tabla I.6.2.3**, con lo cual mediante lo establecido en la **Tabla I.6.2.4**, se determina el Nivel de Riesgo de los nodos analizados.

Tabla I.6.2.2. Probabilidad de Riesgos.

Categorías de Probabilidad para la Jerarquización de Riesgos	
Probabilidad	Descripción
1	Muy Baja. Pude ocurrir 1 vez en 100 años (es posible, pero no es probable que ocurra en todo el tiempo de vida de la planta).
2	Baja. Puede ocurrir 1 vez en 30 años (es posible que ocurra durante el tiempo de vida de la planta).
3	Moderada. Puede ocurrir 1 vez en 15 años (es posible que ocurra bajo circunstancias inusuales).
4	Alta. Puede ocurrir 1 vez en 5 años (es posible que ocurra bajo circunstancias normales).
5	Muy Alta. Puede ocurrir 1 vez por año (es posible que ocurra frecuentemente).

Tabla I.6.2.3. Severidad de Riesgos.

Categorías de Severidad para la Jerarquización de Riesgos				
Severidad	Descripción	Riesgo para el Personal	Riesgo para la Comunidad	Riesgo para el Medio Ambiente
1	Despreciable	Problema operacional recuperable	---	---
2	Ligero	Sin lesiones, daño menor a la propiedad o al equipo	Sin impacto público	Sin impacto ambiental
3	Moderado	Lesiones menores	Posible impacto público (evacuación, etc.)	Derrame menor o emisión resultante en una violación a un permiso
4	Severo	Lesiones reportables, pérdida de días laborables	Daños menores	Contaminación de agua subterránea, suelo, o drenaje público

Categorías de Severidad para la Jerarquización de Riesgos				
Severidad	Descripción	Riesgo para el Personal	Riesgo para la Comunidad	Riesgo para el Medio Ambiente
5	Catastrófico	Fatalidad	Daños múltiples, posible fatalidad	Impacto ambiental mayor con costos de remediación o responsabilidad significativa

Tabla I.6.2.4. Matriz de riesgos.

SEVERIDAD DE CONSECUENCIAS	5	C	C	B	A	A
	4	D	C	B	B	A
	3	D	C	C	B	B
	2	D	D	C	C	C
	1	D	D	D	D	C
		1	2	3	4	5
		PROBABILIDAD				

A continuación, se describe el significado de cada nivel de Riesgo:

- A) Muy Alto. Riesgo intolerable.** El riesgo requiere acción inmediata; el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo Muy Alto representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a Medio o de preferencia a Bajo, en un lapso de tiempo menor a 90 días.
- B) Alto. Riesgo indeseable.** El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo, deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.
- C) Medio. Riesgo aceptable con controles.** El riesgo es significativo, pero se pueden compensar con las acciones correctivas en el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.
- D) Bajo. Riesgo razonablemente aceptable.** El riesgo requiere control, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención conjuntamente con otras mejoras operativas.

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

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 48 de 49

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.

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

Tabla I.6.2.5. Matriz de Riesgo considerando los resultados del HAZOP.

Nodo	Desviación	Causa	Nivel de Riesgo			
			D	C	B	A
1	1.1 Más Presión	1.1.1				
	1.2 Menos Presión	1.2.1				
		1.2.2				
		1.2.3				
	1.3 Alta Temperatura	1.3.1				
	1.6 Menos Flujo	1.6.1				
	1.7 Alto Nivel	1.7.1				
	1.8 Bajo Nivel					
	1.10 Corrosión	1.10.1				
1.10 Mantenimiento	1.10.1					
2	1.1 Más Presión	1.1.1				
	1.2 Menos Presión	1.2.1				
	1.6 Menos Flujo	1.6.1				
	1.9 Corrosión	1.9.1				
	1.10 Mantenimiento	1.10.1				
3	1.1 Mas Presión	1.1.1				

A continuación, se indican las desviaciones (fallas) de los nodos analizados en el HAZOP que resultaron con nivel de riesgo C.

Tabla I.6.2.6. Descripción de fallas de mayor riesgo en los Nodos del HAZOP.

Nodo	Desviación	Falla/Causa	Consecuencias significativas
1	Más presión	Possible liberación de producto.	▪ Potencial formación de fuego y explosión por fuga de gas natural.
	Menos Presión	Válvula abierta	▪ Posible liberación de producto.
	Alta Temperatura	Fuego externo	▪ Posible liberación de producto.
	Alto Nivel	Cierre de válvula de 1"	▪ Potencial daño al sistema de regulación y medición.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	I
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 49 de 49

Nodo	Desviación	Falla/Causa	Consecuencias significativas
	Bajo Nivel	Válvula Abierta de 1"	▪ Posible liberación de producto.
	corrosión	Presencia de corrosión	▪ Liberación de producto
	mantenimiento	Error en la aplicación de procedimientos	▪ Fuga de gas natural.
2	Más Presión	Falla de la válvula de aislamiento de 4" de diámetro	▪ Probable liberación de producto
	Menos Flujo	Falla de la válvula de aislamiento de 4" de diámetro.	▪ Probable liberación de producto
	corrosión	Presencia de corrosión	▪ Liberación de productos
	mantenimiento	Error en la aplicación de procedimientos	▪ Fuga de Gas Natural
3	Más Presión	Cierre inesperado de la válvula de Seccionamiento	▪ Liberación de productos

La tabla anterior, establece las fallas de mayor riesgo con repercusiones en el ambiente que fueron determinadas con el HAZOP se procedió a la determinación de los escenarios de simulación para cada una de las fallas de mayor riesgo en los Nodos, por tal motivo, los escenarios de riesgo propuestos fueron los siguientes:

Tabla I.6.2.7. Escenarios de Riesgo.

No.	Descripción
1	Fuga de gas natural por la apertura de la válvula para realizar el purgado del filtro coalescente en la ERM.
2	Rotura diametral al 100% y 20% de la tubería principal de 12" D.N. en acero al carbón debido a golpe con maquinaria pesada a un costado del DDV.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 1 de 22

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

II.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

Por la naturaleza de las actividades que realiza la empresa, se tienen riesgos potenciales en todas las secciones y componentes que constituyen el sistema para transporte. En todo el sistema de transporte existen una serie de uniones, accesorios y equipos que pueden llegar a fallar bajo determinadas circunstancias y dado que están sometidas a presión interna positiva, en caso de fallas la emisión del gas natural a la atmósfera es inmediata.

Una fuga procedente de las tuberías, equipos y accesorios, deriva en el traslado de una masa de gas a través de la atmósfera en forma de una nube limitada geoméricamente o de una pluma gaseosa, con un punto de escape y una masa extendida en la dirección del viento y con la distribución de distintas concentraciones en su interior.

Ambas formas de emisión, están sometidas a un grado creciente de dilución en el aire que hace que las concentraciones en la nube o en la pluma vayan disminuyendo conforme transcurre el tiempo y se alejan del punto de emisión. El grado de dilución depende de varios factores siendo los más relevantes la cantidad de material emitida, la densidad de la nube de gas, la estabilidad de la atmósfera y la altura del punto de emisión.

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 (modelos de Simulación para el análisis de consecuencias por fuego y explosión) Versión 4.4 y SCRI fuego Versión 1.4, 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. Para las actividades de operación y mantenimiento del sistema para transporte de gas natural, se han identificado los escenarios de riesgo potencial, los cuales involucran eventos por incendio que a su vez podrían desencadenar una explosión.

Modelación de Explosiones (Sobrepresión).

Para realizar las simulaciones de los efectos por sobrepresiones en los escenarios definidos para el presente estudio se utilizó el modelo SCRI Fuego (para el análisis de consecuencias por fuego y explosión) en la versión 1.4, el cual es un conjunto de herramientas, para simular en computadora; emisiones de contaminantes, fugas y derrames de productos tóxicos y daños por nubes explosivas, para estimar escenarios de afectación de emisiones continuas o instantáneas, bajo diversas condiciones meteorológicas, para estudios de riesgo e impacto ambiental, diseño de plantas e instalaciones industriales y apoyar en la capacitación y entrenamiento de personal, en el manejo de situaciones de emergencia.

Si partimos de la premisa que una explosión se caracteriza por la liberación repentina de energía que produce un área momentánea de alta presión en el medio ambiente, entonces la emisión de energía y la disipación de la energía hacia el medio ambiente debe ocurrir muy rápido a fin de que el evento sea clasificado como explosión.

El efecto de una explosión se debe a la disipación de la energía liberada y una gran parte de la energía liberada se transforma en un incremento de presión en la atmósfera (sobrepresión explosiva).

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 2 de 22

Modelación de incendio.

Este modelo calcula y proporciona los radios de la zona en donde el fuego provoca quemaduras a personas sin protección, dichos radios están dados en dos escalas que determinan quemaduras letales para el radio que delimita los 9,5 kW/m² y quemaduras de segundo grado para el radio que marca los 5 kW/m² de radiación. El modelo trabaja con los siguientes parámetros del gas natural:

- Peso molecular,
- Gravedad específica,
- Temperatura,
- Área del incendio.

El modelo asume que la velocidad del viento es insuficiente, como para mantener un área circular de fuego y que las personas expuestas no están protegidas completamente contra los efectos de la radiación térmica por el uso de cualquier ropa.

Límites para definición de las áreas de riesgo y amortiguamiento.

Para poder definir los límites con los que se establecen los escenarios y las zonas de seguridad en el entorno de los mismos, se utilizan los criterios dados por la Dirección General de Materiales, Residuos y Actividades Riesgosas del Instituto Nacional de Ecología.

Para la radiación térmica y las sobrepresiones se cuenta con los siguientes valores definidos por el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT.

Inflamabilidad (radiación térmica).

- Zona de alto riesgo: 5 kW/m² (Kilowatt por metro cuadrado),
- Zona de medio riesgo: 3 kW/m², (Kilowatt por metro cuadrado),
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento): 1,4 kW/m² (Kilowatt por metro cuadrado).

Explosividad (sobrepresión)

- Zona de alto riesgo: 3,0 lb/plg² (Libras por pulgada cuadrada),
- Zona de medio riesgo: 1,0 lb/plg² (Libras por pulgada cuadrada),
- Zona de bajo riesgo (amortiguamiento): 0,5 lb/plg² (Libras por pulgada cuadrada).

Una evaluación del riesgo sólo queda completa si se conocen las consecuencias de un accidente por muy eventual que sea. Por este motivo, la última etapa de una evaluación de riesgo consiste en analizar las consecuencias de un accidente potencial importante en el sistema para transporte de gas natural y su efecto en las inmediaciones de la instalación y en el medio ambiente.

El análisis de consecuencias busca determinar la magnitud de las consecuencias de un incidente peligroso, esto es, un acontecimiento que por lo general ocurre sin advertencia, durante un periodo corto y con efectos potencialmente serios en personas y propiedades.

En la práctica, el análisis de consecuencias atiende los siguientes factores:

- Término de la fuente,
- Dispersión,
- Efecto.

Factores de mitigación.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 3 de 22

Término de la fuente. Es la evaluación de las características de la liberación peligrosa inicial, y es la base sobre la cual se construye el resto de la secuencia del análisis.

Dispersión. Los modelos de dispersión se aplican a escenarios de liberaciones al aire y se clasifican en términos de la diferencia en densidad entre el material liberado y la atmósfera.

Fuego y explosión. Se hace énfasis en peligros provenientes de liberaciones que causan radiación térmica e impactos de presión para poder estimar los efectos de éstos en personas y materiales.

Factores de mitigación. Estos modelos analizan datos para sistemas de aislamiento, barreras, procedimientos de evacuación y acciones evasivas durante accidentes.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición.

La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0,4 segundos antes de que sienta dolor.

Para evaluar los efectos en un incendio, se tomarán como base los datos indicados en la siguiente tabla:

Tabla II.1.1. Efectos de la Radiación Térmica.

Intensidad (kW/m ²)	Efectos
37,5	Suficiente para causar daños en materiales,
25	Energía mínima para ignición de madera en una exposición indefinida,
12,5	Energía mínima para ignición de madera, fusión de tubería plástica,
9,5	Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos,
4	Suficiente para causar dolor a personas si no se resguarda después de 20 segundos; posibles quemaduras de segundo grado
1,6	No causará incomodidad en exposiciones prolongadas.

FUENTE: Chemical Process Quantitative Risk Analysis, CCPS, 1989.

Los efectos producidos por una explosión, se generan a través de una serie de ondas expansivas, de tal forma que las ondas de mayor presión están situadas formando una circunferencia cercana al centro de la nube y las de menor presión se sitúan en circunferencias de diámetros mayores. La tabla siguiente muestra la relación entre la sobrepresión y el tipo de daño asociado.

Tabla II.1.2. Efectos por sobrepresión.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 4 de 22

Sobrepresión Máxima (psi)	Daño producido por ondas de sobrepresión en explosión
0.03	Ruptura ocasional de ventanas de vidrio grandes que estén bajo tensión.
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.
0.5-1.0	Ventana Generalmente destrozadas; algunos marcos de ventanas dañadas
0.7	Daño menor a estructuras de casas.
1	Demolición parcial de casas, se vuelven inhabitables.
1 - 2	Demolición parcial de casas, convertidas en inhabitables, Destrucción de asbesto corrugado; en las divisiones de acero corrugado aluminio, los tornillos fallan y después se tuercen; los tornillos de paneles de madera fallan; los paneles son destruidos. Paneles de metales acanalados desfasados y doblados.
1.3	El armazón de acero de edificios revestimientos se deforma.
2	Colapso parcial de techos y paredes.
2 - 3	Cuarteadora de paredes de concreto o bloques de ladrillo no reforzados.
2.3	Límite inferior de daño estructural grave
2.4 - 12.2	Rango de 1-90% de ruptura de tímpano entre la población expuesta
2.5	50% de destrucción de la mampostería en casas.
3 - 4	Demolición de edificios con 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.
15.5 - 29.0	Rango de 1-99% de fatalidad entre la población expuesta debido a los efectos del choque directo.
300	Formación de cráter.

II.1.1 Descripción de los Escenarios.

Los parámetros utilizados para realizar las simulaciones, fueron en base a lo establecido por la guía SEMARNAT.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 5 de 22

Tabla II.1.1.1. Criterios para el análisis de consecuencias.

	INFLAMABILIDAD (RADIACIÓN TÉRMICA)	EXPLOSIVIDAD (SOBREPRESIÓN)
Zona de Alto Riesgo	5 KW/m ²	1 psi (lb/plg ²)
Zona de Amortiguamiento	1,4 KW/m ²	0,5 psi (lb/plg ²)

Tabla II.1.1.2. Condiciones Ambientales.

Condiciones Ambientales	
Temperatura Ambiental	28,59°C
Humedad Relativa	76.38 %,
Velocidad del Viento	1,30 m/s

Los escenarios que se describen a continuación, corresponden a fugas de gas natural que alcanzan una fuente de ignición (JET FIRE) y sobrepresión provocada por nubes explosivas, en algunos puntos de la trayectoria del sistema para transporte, principalmente.

Escenario 1. Fuga de Gas Natural por la apertura indebida de la válvula de 1" instalada para realizar el purgado del Filtro Coalescente de la Estación de Regulación y Medición de Altamira en las coordenadas 22° 27' 11,26" Latitud Norte y 97° 54' 1.71" Longitud Oeste.

Consideraciones técnicas y operacionales:

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 15 minutos desde que la fuga es detectada por el personal que monitorea los parámetros.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante el tiempo que dura la fuga.
- El diámetro del orificio es de 0,025 m.

Escenarios hipotéticos.

- El Gas Natural que se escapa por la apertura de la válvula, entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), a causa de la electricidad estática existente en la instalación, lo cual causa un Chorro de Fuego (Jet Fire).
- De acuerdo a los valores de concentración de la fuga de gas, no es posible la formación de una nube explosiva, puesto que esta no alcanza los límites mínimos y máximos de explosividad del metano.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 6 de 22

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura promedio en la región: 28.59 °C,
- Velocidad del viento: 1.30 m/s (promedio de acuerdo a la Estación Climatológica B. del Tordo, Tamaulipas),
- Humedad relativa: 76.38% (promedio de acuerdo a la Estación Climatológica B. del Tordo, Tamaulipas),
- Presión del gas en la fuga: 36 kg/cm² (512.04 sig) (3530 kPa),
- Altura de la fuente de emisión: 1 m.

Fuente: INIFAP

RESULTADOS DE SIMULACIONES

Tabla Resumen

Fuga de Gas	Diámetro de fuga	Cantidad
Tasa de emisión	0.025 m	1.84 kg/s

Para mayor detalle **Ver Anexo 10.** Resultados de las simulaciones con software SCRI.

Una vez realizada la simulación se obtuvieron los siguientes resultados:

Fuego:

Una vez identificados los riesgos en un sistema, es necesario evaluar los efectos de su ocurrencia en términos de sus consecuencias hacia las personas y sus bienes materiales.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas. La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0.4 segundos antes de que se sienta dolor.

De acuerdo a las simulaciones realizadas para el presente escenario, se constató que la fuga de gas natural por la apertura indebida de la válvula de purgado del filtro, no alcanza los límites máximos y mínimos de explosividad, por lo que no es posible la generación de una explosión no confinada.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 7 de 22

Radios de afectación por radiación térmica en el Escenario 1.
Fuga de Gas Natural por la apertura de la válvula de purgado del filtro.

Intensidad de Radiación (kW/m ²)	Distancia de los radios de afectación
1.4	27.40 m
3	18.84 m
5	14.58 m

Para mayor detalle **Ver Anexo 10.** Resultados de las simulaciones con software SCRI.

Escenario 2. Rotura diametral al 20% de la Tubería principal de 12" D.N. en acero al carbón, en el km 0+064 en carretera de acceso al Ejido Ricardo Flores Magón, debido a golpe con maquinaria pesada a un costado del DDV.

Ocurre una fuga de gas natural en la tubería principal de 12"Ø que operará a una presión de 3530,4 kPa, debido a la rotura del 20% (para el evento más probable), a causa de daños provocados por terceros (**vandalismo, terrorismo y/o afectaciones por maquinaria pesada**), lo cual provoca que se fugue el gas natural durante un periodo de tiempo hasta entrar en contacto con una fuente de ignición.

Consideraciones.

- El tiempo máximo de respuesta por parte del personal operativo para mitigar la fuga se considera de 15 minutos, debido a que la red para transporte de gas natural contará con un sistema de monitoreo de presión, temperatura y flujo, los cuales estarán siendo monitoreados las 24 hrs. del día por el personal encargado de la operación.
- El gas natural que se escapa por la rotura diametral, entra en contacto con una fuente de ignición (chispa), generada por la circulación de un vehículo sobre la vialidad por donde se instalará el sistema para transporte de gas natural, lo cual causa un Chorro de Fuego (Jet Fire).
- El gas inflamable que se escapa por la rotura diametral del gasoducto, forma una atmósfera explosiva la cual alcanza un punto de ignición (chispa) generado por un vehículo al transitar por la zona a los 60 segundos de concentración de la nube, originando una explosión no confinada.
- El tipo de liberación de la fuga es continuo durante los 300 segundos que dura el chorro de fuego.
- El diámetro del orificio es de 0,060 m para la rotura del 20%, del gasoducto.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 8 de 22

Condiciones ambientales y de operación.

- Temperatura promedio en la región: 28.59 °C,
- Velocidad del viento: 1.30 m/s,
- Humedad relativa: 76.38%,
- Presión del gas en la tubería: 36 kg/cm² (3530,4 kPa),
- Altura de la fuente de emisión: 0 m.

RESULTADOS DE SIMULACIONES

Tabla Resumen

Fuente de emisión:	Rotura de	Resultados
Fuga de Gas Natural	20%	10,61 kg/s

Para mayor detalle **Ver Anexo 10.** Resultados de las simulaciones con software SCRI.

Fuego y Explosión:

Una vez identificados los riesgos en un Sistema de Transporte, es necesario evaluar los efectos de su ocurrencia en términos de sus consecuencias hacia las personas y sus bienes materiales.

Los efectos de los incendios sobre las personas son quemaduras de piel por exposición a las radiaciones térmicas.

La gravedad de las quemaduras depende de la intensidad del calor y del tiempo de exposición. La radiación térmica es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente. En general, la piel resiste una energía térmica de 10 kW/m² durante aproximadamente 5 segundos y de 30 kW/m² durante sólo 0,4 segundos antes de que se sienta dolor.

La evaluación de los efectos térmicos en el escenario reporta que el gas fugado por la rotura diametral del gasoducto de 12" de diámetro a una presión de 3530.4 kPa, en caso de encontrar una fuente de ignición tendría los siguientes radios de afectación, considerando como tiempo de exposición 60 segundos, así los resultados son la radiación a la que se expone una persona por cada minuto que permanece frente al siniestro:

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 9 de 22

Radios de afectación por radiación térmica en el Escenario 2. Tubería principal de 12”.

Intensidad de Radiación (kW/m ²)	Distancia de los radios de afectación (Rotura del 20%)
1,4	62,81 m
3	43.37 m
5	33.74 m

Radios de afectación por Sobrepresión en el Escenario 2. Tubería principal de 12”.

Sobrepresión (psi)	Radios de Sobrepresión (Rotura del 20%)
0,5	29.68 m
1	17.46 m
3	7.64 m

Para mayor detalle **Ver Anexo 10**. Resultados de las simulaciones con software SCRI.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 10 de 22

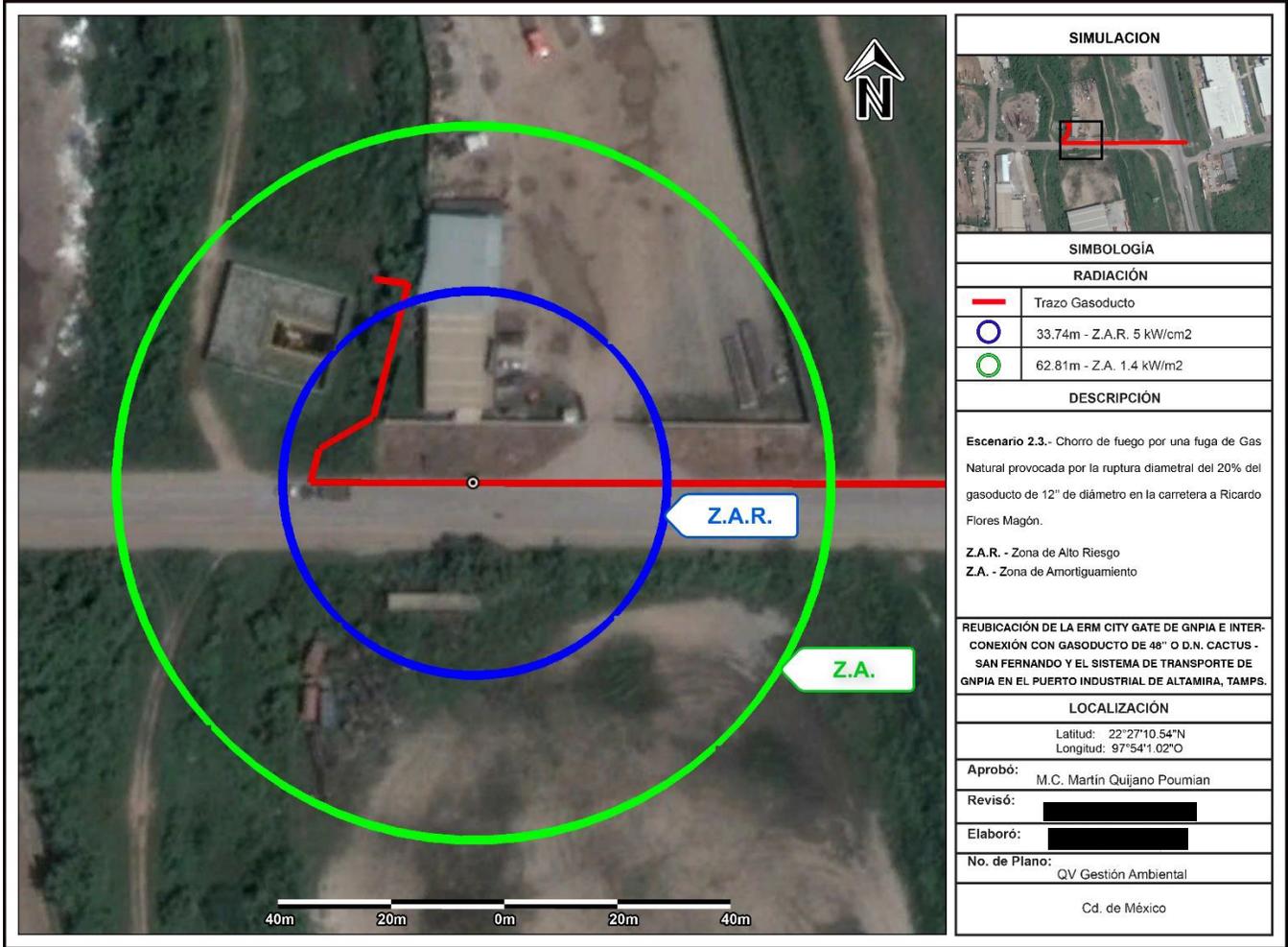
II.1.1 Representación gráfica de los Radios de Afectación.



Escenario 1

Nombres de personas físicas. Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

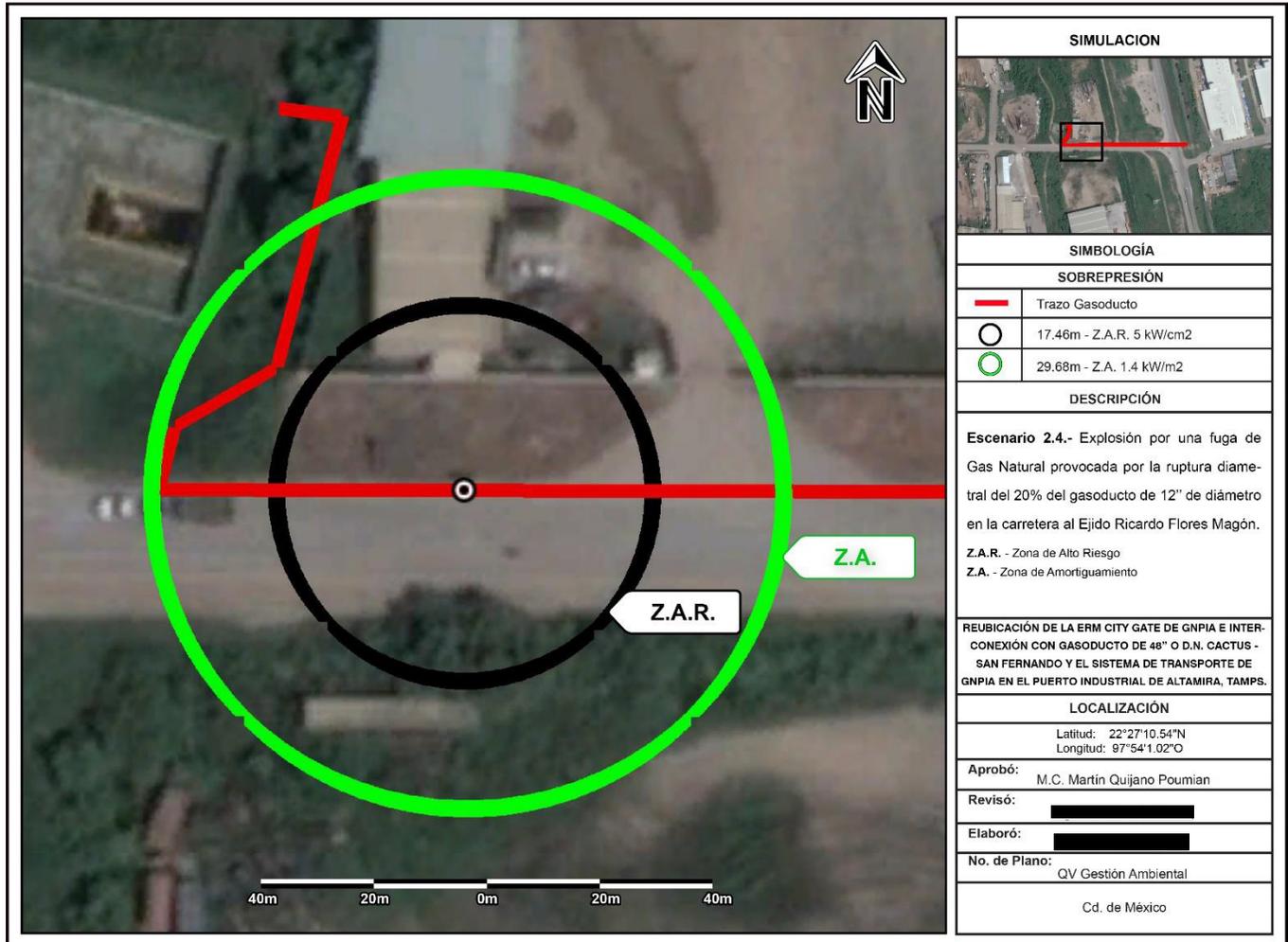
ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 11 de 22



Escenario 2.A

Nombres de personas físicas. Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 12 de 22



Escenario 2.B

Nombres de personas físicas. Art. 116 párrafo primero de la LGTAIP y 113 fracción I de la LFTAIP.

Los planos donde se representan los radios de afectación se incluyen en el **Anexo 8**.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 13 de 22

II.2 INTERACCIONES DE RIESGO

En base a los resultados de los eventos simulados, se pudieron estimar las consecuencias como son los daños y las afectaciones que causa la radiación de calor y/o la sobrepresión por las explosiones en las personas, equipos e instalaciones, así como a las zonas aledañas que recorre la línea del ducto de 12". Por lo cual, a continuación, se presenta el análisis de interacciones del proyecto con instalaciones de riesgo, para cada escenario.

Escenario 1.

Escenario 1	Jet Fire	
	Radios de afectación (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)
Fuga de Gas Natural en válvula de 1"	14,58	ZAR 5 kW/m ²
	27,40	ZA 1,4 kW/m ²

Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existente en la Zona de Alto Riesgo por Radiación Térmica	
Jet Fire	<p>⌘ Infraestructura <u>En la ZAR, misma que comprende los valores de radiación desde 89.10 kW/m² a 5 kW/m², en una distancia a partir de la válvula (1 m) hasta 14.58 m, que es el límite de la ZAR.</u></p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 89,10 kW/m² hasta los 5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 11,7 kW/m². El acero delgado, parcialmente aislado, puede perder su integridad mecánica, ▪ A 12,5 kW/m². Energía mínima para encender madera después de una larga exposición, con llama Ignición de tubos y recubrimientos de plástico en cables eléctricos, ▪ A 25 kW/m². El acero delgado, aislado, puede perder su integridad mecánica. Energía mínima para encender madera, por larga exposición, sin llama daños severos a equipos de instrumentación, ▪ A 37,5 kW/m². Suficiente para causar daños a equipos de proceso; colapso de estructuras, ▪ A 40 kW/m². Máximo tolerable por el acero estructural y el hormigón prensado, Destrucción de equipos y tanques,

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 14 de 22

Efectos sobre la población y/o infraestructura existente en la Zona de Alto Riesgo por Radiación Térmica

- A 60 kW/m². Máxima radiación tolerable por el cemento,
- A 200 kW/m². Debilitamiento del hormigón armado.

Cabe mencionar, que las distancias de los radios de afectación para la Zona de Alto Riesgo (ZAR) del presente escenario producto de un Jet Fire, solo causarán daños internos a las instalaciones de la ERM de Gas Natural, por lo que es de vital importancia poner especial atención en la prevención de un evento de las características planteadas, ya que en caso de presentarse un Jet Fire a causa de la apertura de válvula y puede ocasionar daños severos a las instalaciones de la ERM ya que los niveles de radiación (89.10 kW/m²) a menos de 1 m son suficientes para causar daño a equipo de procedimiento, provocando fugas de gas natural y el incendio consecutivo de los mismos (efecto dominó).

⌘ **Personas**

Las personas que transiten dentro de la ZAR, misma que comprende los valores de radiación desde 89.10 kW/m² a 5 kW/m², en una distancia a partir de la válvula (1 m) hasta 14.8 m, que es el límite de la ZAR.

- A 37 kW/m². 100% de mortalidad en 1 minuto,
- A 25 kW/m². 1% de mortalidad en 1 minuto. Lesiones significativas en 10 segundos,
- A 12,5 kW/m². Máximo soportable protegido con trajes especiales, por tiempo limitado.
- Sin trajes especiales, 1% de mortalidad en 1 minuto, quemaduras de 1er grado en 10 segundos,
- A 9,5 kW/m². Umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos, quemaduras de segundo grado después de 20 segundos,
- A 8 kW/m². Umbral de letalidad (1% de afectación) por incendio, para un tiempo de exposición de 1 minuto.

Aunado a lo anterior, se considera también asfixia por la disminución de Oxígeno y la exposición a los humos generados por el incendio.

Los daños en personas debido a la radiación generada son alarmantes, ya que en caso de que una persona se encuentre en el recinto o a menos de 5 m, al momento en que se origine el siniestro, se espera el 100% de mortalidad en 1 minuto o que alguna otra transite por el área a menos de 10 m de distancia, entraría al umbral de dolor alcanzado después de 8 segundos se presentarían quemaduras de segundo grado, igualmente a una distancia de 8 m se tendrían 8 kg/m² que presenta el umbral de letalidad (1% de afectación) en un tiempo de 1 teniendo en consideración la asfixia y la exposición a los humos generados por el incendio.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 15 de 22

Escenario 2.

% de Ruptura por un impacto	Jet Fire		Explosión no confinada	
	Radios de afectación (m)	Radiación Térmica (RT) Zonas de Riesgo (ZR)	Radios de Afectación (m)	Sobrepresiones y Zonas de Riesgo
Tubería principal de 12" D.N.				
Evento al	33,74	ZAR	17.46	ZAR
20%	62,81	ZA	29.68	ZA

Análisis de Interacciones.

Efectos sobre la población y/o infraestructura existente en la Zona de Alto Riesgo por Radiación Térmica	
Jet Fire	<p>⌘ Infraestructura</p> <p><u>En la ZAR, misma que comprende los valores de radiación desde 164.75 kW/m² a 5 kW/m², en una distancia de 1 m a partir de la ruptura al 20% del diámetro de 12" hasta 33.74 m, que es el límite de la ZAR.</u></p> <p>Los niveles de radiación para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 164.75 kW/m² hasta los 5 kW/m²), obtenidos para el presente evento, causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <p>Las instalaciones que se encuentran aledañas al punto donde se pueda presentar el evento son una planta purificadora y la propia Estación de Regulación y Medición las cuales se encuentran en los límites del ZAR que son 30 m, a esa distancia se tendrá una radiación de 6.32 kW/m² la cual causaría daños menores a dichas instalaciones.</p> <p>⌘ Personas</p> <p>Para el evento de radiación del 20% de la ruptura del gasoducto de 12" para las personas que transiten por el área del evento a una distancia de 35 metros aproximadamente se tendrá una radiación de 6.32 kW/m² el cual puede ser suficiente para causar dolor al personal si este no puede protegerse en 20 segundos, sin embargo, es factible la formación de ampollas en la piel (quemaduras de segundo grado), teniendo 0 fatalidades. igualmente a una distancia de 63 m, se tendría una radiación de 1.39 kW/m² el cual se encuentra en la Zona de Amortiguamiento donde no causara incomodidad durante la exposición prolongada.</p>

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 16 de 22

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 17 de 22

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la Zona de Alto Riesgo por Sobrepresión	
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Infraestructura</u></p> <p>Los niveles de sobrepresión para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 183.25 psi a 1 psi), obtenidos para el presente evento causarán daños en infraestructura de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 3 psi. Destrucción de muros de concreto no reforzado o de block prequemado, ▪ A 4,0 psi. Ruptura de recubrimientos de edificios industriales ligeros. ▪ A 5,0 psi. Postes de madera arrancados. ▪ A 7,0 psi. Volcadura de carros de ferrocarril con carga. ▪ A 9,0 psi. Demolición de contenedores de ferrocarril con carga1 ▪ A 10,0 psi. Posible destrucción total de edificios1 ▪ A 14,5 - 29,0 psi. Rango de 1 a 99% de fatalidades entre las personas expuestas debido a los efectos directos del estallido1 <p>La Infraestructura presente en la ZAR, misma que comprende los valores de sobrepresión que van desde 183.25 psi a 1 psi, en una distancia a partir (1 m) hasta los 17.45 m, que es el límite de la ZAR para el evento del 20% de ruptura del diámetro del gasoducto de 12”.</p> <p>La infraestructura existente se encuentra a partir de los 27 m donde se encuentra la planta tratadora y la propia estación de regulación y medición, donde se presentaría una sobrepresión de 1.39 el cual representaría un daño estructural menor limitado.</p>
Explosión no Confinada	<p>⌘ <u>Personas</u></p> <p>Los niveles de sobrepresión para la Zona de Alto Riesgo (mismos que van desde 183.25 psi hasta 1 psi), obtenidos para el presente evento, causarán daños en personas de acuerdo a los siguientes datos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ A 0,3 psi. 95% de probabilidad de no sufrir daños importantes en personas, ▪ A 2,3 psi. Umbral (1%) de rotura de tímpanos en personas, ▪ A 12,5 psi. 90% probabilidad de rotura de tímpanos en personas, ▪ A 14,3 psi. Umbral (1%) de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar, ▪ A 25,16 psi. 90% de probabilidad de muertes por hemorragia pulmonar.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 18 de 22

Efectos sobre la población y/o infraestructura existentes en la Zona de Alto Riesgo por Sobrepresión
--

	Los daños generados para las personas que transiten por el área del evento con el 20% de la ruptura del diámetro del gasoducto de 12" en el radio de 1 m de distancia con 183.25 psi se espera el 100% de fatalidad ya que 25.16 psi son suficientes para tener el 90% de probabilidad por muertes por hemorragia pulmonar, a una distancia de menos de 7 m se tendría ruptura de tímpanos en las personas ya que se tendrían 3.42 psi en esta área.
--	--

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres “Gasoducto City Gate Tamaulipas”	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 19 de 22

II.3 EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

A continuación, se presentan de manera general los efectos en el Sistema Ambiental producto de la generación de un Jet Fire o Explosión no Confinada, de acuerdo a las características planteadas en cada Escenario de simulación:

Tabla II.3.1. Efectos sobre el Sistema Ambiental por la generación de un Jet Fire (1 de 2).

Aspectos Abióticos	
Componente del SA	Nivel de Impacto (Catastrófico, grave, significativo, reparable o ninguno)
<u>Clima:</u> Un evento de las características planteadas que desencadene un incendio producto de la fuga de gas natural, no causará ninguna modificación en las condiciones del clima existente en el Sistema Ambiental del proyecto; si bien, se generarán emisiones producto de la combustión de materiales que en su momento se encuentren en contacto con el chorro de fuego, éstas no serán significativas y no causarán variaciones en las condiciones micro climáticas de la zona, ya que además, la atención por parte del personal encargado de la supervisión de la red de gas natural será expedita.	Ninguno
<u>Geología y Geomorfología:</u> La zona donde se ubicará el proyecto, es caracterizada por presentar un suelo alcalinos, mismos que en caso de generarse un incendio producto de la fuga de gas natural, no presentará afectaciones derivadas del contacto con la radiación del incendio.	Ninguno
<u>Suelos:</u> El tipo de suelo existente en el Sistema Ambiental del proyecto, es el chernozem; la generación de un incendio no producirá cambios de ningún tipo en el suelo presente.	Ninguno
<u>Hidrología superficial y subterránea:</u> Dado que en el Sistema Ambiental del proyecto no incide con hidrología superficial, sin embargo, en caso de presentarse un chorro de fuego, no se causarán afectaciones hacia dicho componente ambiental; así mismo, en el caso de la hidrología subterránea, ésta no sufrirá afectaciones de ningún tipo producto de la generación de un chorro de fuego.	Ninguno

Tabla II.3.2. Efectos sobre el Sistema Ambiental por la generación de un Jet Fire (2 de 2).

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 20 de 22

Aspectos Bióticos	
Componente del SA	Nivel de Impacto (Catastrófico, grave, significativo, reparable o ninguno)
<p><u>Vegetación terrestre:</u> La generación de un incendio dentro del Sistema Ambiental del proyecto, conlleva a efectos que pueden ser considerados poco significativos, toda vez que, el proyecto se ubicará en su totalidad dentro de sector urbano, ya que en caso de generarse un chorro de fuego producto de la fuga de gas natural, se tendrá incidencia con vegetación que puede propagar un incendio mayor con afectaciones directas a los sectores habitacionales existentes. Así mismo, es importante mencionar que la vegetación, al ser factor biótico (organismos que tienen vida), tenderá a morir por los niveles de radiación que serán generados por el incendio, lo cual impactará negativamente en la calidad paisajista del Sistema Ambiental, sin embargo, esto es considerado como un impacto reparable con la aplicación de medidas correctivas como la reforestación.</p>	<i>Reparable</i>
<p><u>Fauna:</u> Las afectaciones en la fauna son mínimas en caso de generarse un incendio durante la operación del sistema para transporte de gas natural, toda vez que, ésta se localizará en su totalidad dentro de sectores urbano donde la fauna ha sido desplazada hacia partes más alejadas por la generación de ruido y por la movilidad urbana de los habitantes de la zona; en el área del proyecto no existen áreas de anidación o reproducción de fauna silvestre.</p>	<i>Ninguno</i>

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 21 de 22

Tabla II.3.3. Efectos sobre el Sistema Ambiental por la generación de una explosión no confinada (1 de 2).

Aspectos Abióticos	
Componente del SA	Nivel de Impacto (Catastrófico, grave, significativo, reparable o ninguno)
<u>Clima:</u> La generación de una explosión no confinada producto de la fuga de gas natural y formación de la nube explosiva, no causará ninguna modificación en las condiciones climáticas del Sistema Ambiental del proyecto.	<i>Ninguno</i>
<u>Geología y Geomorfología:</u> Si bien, el proyecto incide en suelo alcalino los niveles de sobrepresión generados en una explosión no confinada de las características planteadas en cada escenario de riesgo, no serán lo suficientemente altos para formar un cráter en el suelo, por lo que no se ocasionara un impacto significativo.	<i>Significativo</i>
<u>Suelos:</u> Al igual que en la Geología, en caso de generarse una explosión no confinada producto de la fuga de gas natural, la formación de un cráter en el suelo con los valores de sobrepresión generados no es posible dicha formación, por lo que la integridad física del suelo, que en este caso es del tipo <i>chernozem</i> su afectación será puntual.	<i>Significativo</i>

Tabla II.3.4. Efectos sobre el Sistema Ambiental por la generación de una explosión no confinada (2 de 2).

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	II
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 22 de 22

Aspectos Bióticos	
Componente del SA	Nivel de Impacto (Catastrófico, grave, significativo, reparable o ninguno)
<p><u>Vegetación terrestre:</u> La generación de una explosión no confinada dentro del Sistema Ambiental del proyecto, conlleva a efectos que pueden ser considerados significativos, toda vez que, el proyecto se ubicará en su totalidad dentro de un área donde se encuentra vegetación, en el remoto caso de presentarse una explosión no confinada, serán inevitables las afectaciones a la vegetación existente, impactos que son considerados como reparables con la aplicación de medidas correctivas como la reforestación.</p>	<i>Reparable</i>
<p><u>Fauna:</u> Las afectaciones en la fauna son mínimas en caso de generarse una explosión durante la operación de la red de gas natural, toda vez que, ésta se localizará en su totalidad dentro de sectores urbanos donde la fauna ha sido desplazada hacia partes más alejadas por la generación de ruido y por la movilidad urbana de los habitantes de la zona.</p>	<i>Ninguno</i>

En el caso de los efectos sobre la salud humana producto de un chorro de fuego, es la mortalidad de las personas que se expongan a la radiación por periodos prolongados de tiempo; ya que las máximas radiaciones que serán generadas en las Zonas de Alto Riesgo son suficientes para causar la muerte de personas si estas se exponen a la radiación por más de un minuto, sin embargo para que esto suceda, las personas deben estar contiguas al chorro de fuego ya que a mayor distancia de la fuente de calor, la radiación tiende a disminuir. En el caso de la explosión no confinada, los valores máximos obtenidos son suficientes para causar la muerte instantánea en las personas que se localicen dentro de las ondas de expansión de sobrepresión de manera directa, aunque de manera indirecta se puede esperar la afectación en la integridad física de las personas que transiten dentro de los radios de afectación por sobrepresión.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	III
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 1 de 3

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

III.1 RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS.

Para la realización del presente Estudio de Riesgo Ambiental (ERA), se utilizó la técnica del HAZOP (Hazard and Operability) para la evaluación y determinación de riesgos, y mediante el paquete SCRI (Modelos de Simulación para el análisis de consecuencias por Fuego y Explosión, versión 1.4) se realizaron las simulaciones de fugas de gas natural, de lo cual, aunado a los recorridos en campo donde se instalará el presente proyecto, se derivan las siguientes recomendaciones.

- Atender las recomendaciones que se incluyen en las hojas de trabajo del HAZOP.
- Elaborar y poner en práctica un programa para la calibración de los instrumentos de medición y control, así como para el mantenimiento de los mismos de acuerdo a las especificaciones del fabricante.
- Contar con un sistema de comunicación directa con oficinas de proveedor del gas natural, para reportar cualquier falla en el suministro de gas, así como cualquier emergencia que requiera el cierre del Gasoducto principal que suministrará el energético.
- Realizar simulacros por lo menos dos veces al año en los que se evalúe la capacidad de respuesta del personal para la atención de los eventos de riesgo identificados en el Capítulo I y II del Estudio de Riesgo.
- Ya en operación, deberá realizar el programa para la prevención de Accidentes.
- Elaborar y poner en práctica procedimientos para la atención de Emergencias.
- Mantener actualizados los Diagramas de Tuberías e Instrumentación (DTI's).

III.1.1 Sistemas de seguridad

Los sistemas de seguridad, son:

- Válvulas de seccionamiento de 4" a la entrada de la ERM y salida de filtración.
- Indicadores-transmisor de Presión en la Estación de Regulación y Medición.
- Válvulas de corte automático SHUT-OFF.
- Válvulas de control de presión.
- Regulador EZR SLAM SHUT (regulador monitor).
- Regulador EZR (regulador working).
- Kit de radiocomunicaciones analógica.

Para mayor detalle **ver Anexo 1** plano General del Trazo.

III.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	III
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 2 de 3

III.1.2.1 Medidas de Seguridad.

La Promovente cuenta con un programa de seguridad, del cual se deriva una serie de actividades preventivas-correctivas para la eficiente operación del sistema para transporte de gas natural, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla III.1.2.1.1 Programa de Actividades de Seguridad.

Actividades de Seguridad	Frecuencia
Patrullaje de la franja de desarrollo del sistema.	Diario
Inspección, verificación y prueba de válvula registro de interconexión.	Mensual
Inspección y verificación de equipos e instrumentos de las ERM.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones del cuarto de interconexión.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural en las instalaciones de las ERM.	
Monitoreo de emanaciones de gas natural sobre la franja de desarrollo del sistema.	Trimestral
Inspección en el incremento de la clase de localización.	Anual

III.1.2.2 Operación y Mantenimiento.

La Promovente cuenta con un programa anual de operación y mantenimiento, el cual está enfocado a disminuir el riesgo de eventos que lleguen a impactar el ecosistema y dañar la integridad mecánica de la instalación. A continuación, se indican las actividades de mantenimiento preventivo a realizar en el sistema para transporte de gas natural:

Tabla III.1.2.2.1 Actividades de mantenimiento a realizar.

Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Mantenimiento eléctrico.	
Levantamiento de potenciales del sistema.	Mensual
Toma de resistividad del suelo donde se aloja el gasoducto.	Anual
Medición de tierras físicas.	
Mantenimiento mecánico.	
Mantenimiento preventivo de los filtros en las ERM	Semestral
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas reguladoras de las ERM.	Anual
Mantenimiento preventivo, calibración y ajuste a las válvulas de seguridad de las ERM.	Semestral
Aplicación de recubrimiento en la interconexión.	
Aplicación de recubrimiento en las ERM.	

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	III
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 3 de 3

Actividades de Mantenimiento	Frecuencia
Medición de espesores en instalaciones superficiales.	Anual
Servicios generales.	
Limpieza y aseo general de las instalaciones del cuarto de interconexión.	Mensual
Limpieza y aseo general de las instalaciones de las ERM.	

Para todas y cada una de las actividades de operación y mantenimiento, se contará con evidencias de su realización, tales como: órdenes de trabajo y registros de las actividades realizadas.

Atención a Emergencias.

La Promovente para la atención a emergencias contara con procedimientos que serán aplicados por parte del personal al momento de presentarse una situación de emergencia tales como:

- Detección y comunicación de fugas.
- Prevención y combate de incendios.
- Controlar y extinguir fuego por gas.
- Comunicación a la población en caso de fugas.

En conclusión, la Promovente contara con medidas de seguridad, para la operación y mantenimiento eficiente de las instalaciones, con el objetivo de brindar una operación confiable.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	IV
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 1 de 2

IV. RESUMEN.

IV.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

El proyecto, presenta un grado de riesgo medio alto dada la actividad principal que se tiene contemplada realizar (transporte de gas natural), sin embargo, dicho nivel de riesgo puede estar controlado si se emplean adecuados procedimientos de operación y mantenimiento, pero principalmente en aspectos constructivos que aseguren que el sistema presenta una integridad funcional alta; así mismo mediante la aplicación de las recomendaciones señaladas en el presente capítulo y la correcta aplicación de los procedimientos y/o programas de operación y mantenimiento que la Promovente tiene establecidos para la aplicación de las buenas prácticas de ingeniería para la operación de las instalaciones, permite se pueda realizar una mejora continua y así mantener el grado de riesgo moderado o bajarlo a un nivel de riesgo mínimo. Así mismo, en cuanto a los resultados del HAZOP, se constató que las variables principales a monitorear son Presión y Flujo, ya que de acuerdo al análisis realizado, las principales desviaciones detectadas de mayor riesgo (riesgo Medio) son las de menos y más presión/flujo, por fallas específicas en los instrumentos de control y de seguridad, su probabilidad de ocurrencia es muy baja o por agentes externos que pueden afectar la operación del sistema para transporte de Gas Natural, tal es el caso de una ruptura de línea principal causada por terceros o fenómeno natural.

En base a lo anterior, se concluye que existe la factibilidad técnica económica y administrativa, para la reubicación de la Estación de Regulación y Medición, interconexión con el gasoducto de 48" de diámetro Cactus-San Fernando y el ducto de 12" de diámetro tendrá incidencia con la zona urbana del municipio de Altamira.

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

El presente Estudio de Riesgo Ambiental corresponde a la construcción y el montaje mecánico de la ERM con sus diferentes secciones de filtrado, medición y regulación, sección de interconexión al ducto de 48" de diámetro Cactus-San Fernando y la sección del ducto de 12" de diámetro mismo que en su construcción se aplica la perforación direccional al registro de interconexión del sistema de distribución de gas de GNPIA.

El presente estudio llevó a la conclusión de que los riesgos mayores del sistema de transporte, es la incidencia de incendio y explosión por afectación de terceros en la trayectoria del mismo, ya que de acuerdo al análisis HAZOP existen parámetros operacionales que pueden repercutir en posibles fallas (rupturas de línea) con probable liberación de gas en las principales instalaciones de proceso, causadas por falla de válvulas o por la falla en los sistemas de seguridad como transmisores de presión, y que por su ubicación podrían afectar la propia infraestructura de la ERM con repercusiones en caso de presentarse un efecto dominó.

El riesgo existente por la conducción de Gas Natural por ductos es evidente, mismo que puede ser controlado mediante los instrumentos de seguridad y para la supervisión de las condiciones operativas del sistema, aunado a que el transporte por ductos de hidrocarburos es de los más seguros y confiables. Aunado a lo anterior, los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, ayudan a anticiparse a cualquier falla mecánica o de operación que se pueda presentar.

En el proyecto ejecutivo en cuestión, se aplica ingeniería de punta con el objetivo de minimizar los riesgos implícitos de un combustible más limpio y amigable con el ambiente. Como resultado del análisis de riesgo, basado en la filosofía de operación, se consideraron aquellos eventos donde estuvieran involucrados los sucesos similares ocurridos en otras zonas donde se realiza el mismo diseño y construcción de gasoducto,

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	IV
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 2 de 2

se tomaron en cuenta los accesorios, tales como: válvulas, medidores, bridas y reguladores, para la determinación de las desviaciones, causas y consecuencias de probables eventos producidos por fallas mecánicas o de operabilidad con sus probables áreas de afectación.

IV.3 PRESENTAR EL INFORME TÉCNICO DEBIDAMENTE LLENADO.

El Informe Técnico del Estudio de Riesgo Ambiental, se presenta en el Anexo 3.

Ver Anexo 3. Informe Técnico del Estudio de Riesgo.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	V
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 1 de 3

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.

V.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN.

V.1.1 Planos de localización.

Los Planos de localización del proyecto se incluyen en el **Anexo 1**.

V.1.2 Fotografías.



Foto V.1.2.1 Vista Noreste de la ubicación donde se instalará la Estación de Regulación y Medición.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	V
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 2 de 3



Foto V.1.2.2 Vista Este donde se instalará la Estación de Regulación y Medición.



Foto V.1.2.3 Vista Este donde se instalará la Estación de Regulación y Medición.

ESTUDIO DE RIESGO Modalidad Ductos Terrestres "Gasoducto City Gate Tamaulipas"	CAPITULO	V
	FECHA	Mayo 2018
	HOJA:	Página 3 de 3



Foto V.1.2.4 Vista Noreste donde se instalará la Estación de Regulación y Medición.

V.1.3 Videos.

Para el presente proyecto no se realizaron videograbaciones.

V.2 OTROS ANEXOS.

a) Documentos legales.

La documentación Legal se incluye en los Anexos de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) que acompaña al presente estudio.

b) Cartografía consultada.

La cartografía consultada fue del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

c) Autorizaciones y permisos.

Actualmente no se cuenta con ninguna autorización o permiso.

d) Memorias descriptivas de la(s) metodología(s) utilizada(s).

La descripción de las metodologías empleadas para el análisis de riesgo se incluye en el Capítulo II.

e) Memoria técnica de la(s) modelación(es).

Las memorias técnicas de las simulaciones realizadas, se incluyen en el **Anexo 10**.