

Promoviente: Tractebel Digaqro, S.A. de C.V.



LIMÓN
CONSULTORES, S.C.
ASESORÍA AMBIENTAL

City Gate San Gil

ERA ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Capítulo I

Escenarios de los riesgos ambientales
relacionados con el proyecto



TABLA DE CONTENIDO

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.....	1
I.1 Descripción del sistema de distribución.....	1
I.1.2. Secciones del proyecto.....	6
I.1.2.1 Primera Sección: Interconexión y City Gate.....	6
I.1.2.2 Segunda sección: Ducto de distribución 6".....	8
I.2.1.3 Tercera sección, Acometidas Industriales.	22
I.2 Bases de diseño	35
I.2.1 Descripción del entorno. Vulnerabilidad.....	35
Clima.....	35
Temperaturas máximas y mínimas	37
Vientos dominantes (dirección y velocidad)	38
Datos meteorológicos	39
Inundaciones	40
I.2.1 Proyecto mecánico.....	43
I.2.2 Proyecto Civil.....	51
I.2.3 Infraestructura.....	61
I.3 Hojas de seguridad.....	66
I.4 Condiciones de Operación.....	67
I.4.1 Operación	67
I.4.2 Pruebas de verificación	72
I.5 Procedimientos y medidas de seguridad	78
I.6 Análisis y evaluación de riesgos	84
I.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes.....	84
I.6.2 Metodología de identificación y jerarquización	89
I.6.2.1 Criterios aplicados para la aplicación de las metodologías en el análisis y evaluación de riesgos.....	89

I.6.2.2 Descripción de las metodologías aplicadas para la identificación de peligros y evaluación de los riesgos	90
I.6.2.2 Descripción y resultados de las metodologías aplicadas para identificación de peligros y evaluación de riesgos	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I. 1 Características del proyecto City Gate San Gil.....	2
Tabla I. 2 Coordenadas del polígono general del proyecto City Gate San Gil	3
Tabla I. 3 Coordenadas de los puntos de conexión (PC) del proyecto City Gate San Gil	6
Tabla I. 4 Puntos de distribución y características técnicas del proyecto	23
Tabla I. 5 Especificaciones de accesorios	27
Tabla I. 6 Coordenadas de las Estaciones de Regulación y Medición	28
Tabla I. 7 Condiciones de diseño de ERM.....	30
Tabla I. 8 Coordenadas de las válvulas de seccionamiento	32
Tabla I. 9 Temperaturas máximas y mínimas.....	37
Tabla I. 10 Vientos dominantes (10/2008-08/2019)	38
Tabla I. 11 Datos utilizados en simulaciones	39
Tabla I. 12 Factor de diseño por densidad de población (F)	44
Tabla I. 13 Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada (E).....	44
Tabla I. 14 Factor de corrección por temperatura (T).....	45
Tabla I. 15 Factor de diseño por densidad de población (F)	47
Tabla I. 16 Espesores mínimos teóricos y espesores utilizados para tubería de acero al carbón:	48
Tabla I. 17 Listado de materiales.....	49
Tabla I. 18 Red de acero en mm.....	53
Tabla I. 19 Condiciones de diseño de City Gate.	61
Tabla I. 20 Coordenadas de las Estaciones de Regulación y Medición	62
Tabla I. 21 Condiciones de diseño de ERM.....	63
Tabla I. 22 Coordenadas de las válvulas de seccionamiento	65
Tabla I. 23 Composición de gas natural	66
Tabla I. 24 Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto.....	67
Tabla I. 25 Flujos y Temperaturas de Operación de gas natural del proyecto	68
Tabla I. 26 Datos de diseño de City Gate y ERM	70
Tabla I. 27 Numero de Plano DTI de City Gate y ERM	71
Tabla I. 28 Accidentes que involucran transporte de gas natural en México.....	84
Tabla I. 29 Localización de las Emergencias.....	85
Tabla I. 30 Distribución Estatal	85
Tabla I. 31 Fugas en ENGIE área local Querétaro.....	88
Tabla I. 32 Categorías de frecuencias del proyecto City Gate San Gil.	94
Tabla I. 33 Categorías de Consecuencias del Proyecto City Gate San Gil.	94
Tabla I. 34 Parámetros para estimación de consecuencias.....	96
Tabla I. 35 Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto.....	97
Tabla I. 36 Análisis preliminar de riesgos Proyecto San Gil.....	98
Tabla I. 37 Identificación de Nodos del Proyecto City Gate San Gil	102
Tabla I. 38 Escenarios de riesgo del Proyecto City Gate San Gil.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1 Proyecto City Gate San Gil.....	5
Figura I. 2 Detalle de Zanja	25
Figura I. 3 Recinto Obra Civil sin gabinete.....	29
Figura I. 4 Recinto de enmallado con gabinete	29
Figura I. 5 Detalle de colocación de válvula de AC	31
Figura I. 6 Cruce de carretera por el método de perforación direccional.....	34
Figura I. 7 Clasificación climatológica en el área de influencia del proyecto tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García reportada por el INEGI.	36
Figura I. 8 Riesgo de inundaciones en el estado de Querétaro.....	41
Figura I. 9 Detalle de colocación de válvula de AC	64
Figura I. 10 Matriz de categorización de riesgos	93

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO

I.1 Descripción del sistema de distribución

El Gas Natural es un combustible limpio, seguro y económico que se encuentra de forma natural en el subsuelo, caracterizado por bajas emisiones de CO₂ a la atmósfera, por lo que se considera el combustible de origen fósil más amigable con el medio ambiente, tiene la propiedad de ser más ligero que el aire, por lo que en caso de fuga tiende a subir y disiparse rápido en la atmósfera disminuyendo el riesgo de explosiones. Esta característica lo hace más seguro que otros combustibles, aunado a que, por el sistema de distribución, el combustible no se acumula en el hogar, comercio o industria.

Desde hace más de 20 años, ENGIE México distribuye el Gas Natural de forma segura a miles de hogares, comercios e industrias en más de 150 municipios del país. Durante 2019 la compañía operó 11,000 kilómetros de red en 8 zonas de distribución de Gas Natural.

En el estado de Querétaro existen gasoductos; sin embargo, hay pocas colonias que cuentan con este servicio, por lo que se considera que es necesario crear más redes de distribución.

Actualmente la compañía cuenta con aproximadamente 93 mil usuarios en la entidad, la idea es duplicar la cifra, principalmente en el segmento residencial.

El proyecto beneficiará la disminución de la contaminación atmosférica ocasionada por emisión de gases a la atmósfera ya que promueve el uso de un combustible menos contaminante y a menor costo.

El proyecto **City Gate San Gil** consiste en la construcción de un sistema de Distribución de Gas Natural por medio de ductos, válvulas de seccionamiento, Estaciones de Regulación y Medición y un City Gate, para prestar el suministro de gas natural a los invernaderos que se encuentran operando en la zona, así como invernaderos a futuro o diversos clientes industriales que puedan solicitar el servicio.

En la siguiente tabla se muestran las características del proyecto:



Tabla I. 1 Características del proyecto City Gate San Gil

City Gate San Gil				
Concepto	Material	Diámetro	Presión	Longitud (m)
Red metros	Acero al carbón	6 pulgadas	21 bar	7,707.00
	Acero al carbón	4 pulgadas	21 bar	3,832.00
Total				11,539.00
Información Técnica	Número de ERM		15	
	Número de City Gate		1	
	Número de válvulas de seccionamiento		22	
	Cruces especiales		10	
	Superficie permanente m ²		4,808.95	
	Superficie temporal m ²		22,178.00	

El proyecto se encuentra emplazado en el estado de Querétaro, específicamente en el municipio de San Juan del Río.

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

El proyecto **City Gate San Gil** consiste en la construcción de un sistema de Distribución de Gas Natural por medio de 11,539.00 metros de ductos de acero al carbón, 22 válvulas de seccionamiento, 15 Estaciones de Regulación y Medición y un City Gate, para prestar el suministro de gas natural a los invernaderos que se encuentran operando en la zona, así como invernaderos a futuro o diversos clientes industriales que puedan solicitar el servicio.

Lo anterior dentro de un polígono con las siguientes coordenadas:

Tabla I. 2 Coordenadas del polígono general del proyecto City Gate San Gil

"Polígono General City Gate San Gil " Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1			33		
2			34		
3			35		
4			36		
5			37		
6			38		
7			39		
8			40		
9			41		
10			42		
11			43		
12			44		
13			45		
14			46		
15			47		
16			48		
17			49		
18			50		
19			51		
20			52		
21			53		
22			54		
23			55		
24			56		
25			57		
26			58		

"Polígono General City Gate San Gil " Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
27			59		
28			60		
29			61		
30			62		
31			63		
32					

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

En el Anexo 2.1 de la MIA-P se muestra plano donde se observan los componentes del proyecto; así mismo, en la versión electrónica se adjunta autocad y pdf. En el Anexo 2.2 de la MIA-P en versión electrónica de este estudio, se presentan los archivos de coordenadas en Excel en formato csv delimitado por comas, mismos que fueron verificados en el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación de Impacto Ambiental SIGEIA de la SEMARNAT; así mismo, en el Anexo 2.3 de la MIA-P de la versión electrónica, se presentan los archivos Kml correspondientes. El soporte fotográfico también se presentará de manera electrónica en el Anexo 2.4 de la MIA-P donde se observa que todos los sitios donde se pretende instalar el proyecto con sus componentes no requieren de cambio de uso de suelo por encontrarse en sitios previamente impactados.

En la siguiente figura se presenta el proyecto "City Gate San Gil" donde se muestra de manera esquemática los componentes que lo conforman.



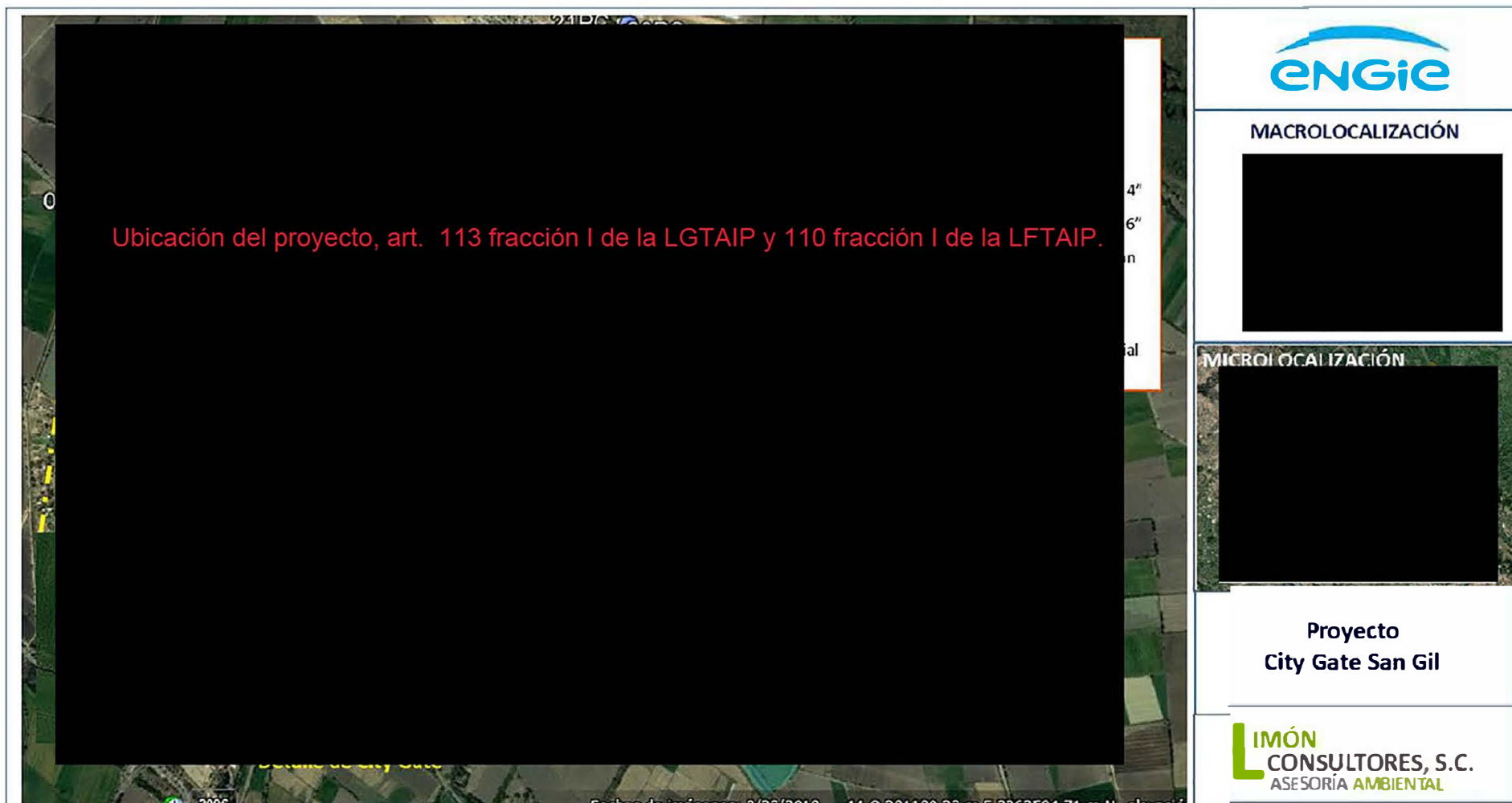


Figura I. 1 Proyecto City Gate San Gil



I.1.2. Secciones del proyecto.

El proyecto comprende tres secciones y como se muestra en la figura anterior en cada sección existen puntos de conexión cuyas coordenadas se muestran en la siguiente tabla:

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Puntos de conexión

Tabla I. 3 Coordenadas de los puntos de conexión (PC) del proyecto City Gate San Gil

"Puntos de conexión" Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1PC			12PC		
2PC			13PC		
3PC			14PC		
4PC			15PC		
5PC			16PC		
6PC			17PC		
7PC			18PC		
8PC			19PC		
9PC			20PC		
10PC			21PC		
11PC					

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

I.1.2.1 Primera Sección: Interconexión y City Gate.

Consta de un City Gate denominado San Gil teniendo su punto de inicio 2 km al norte de la [REDACTED] entrando por el camino vecinal del lado oeste del condominio San Gil hasta su cruce con las vías de ferrocarril "Juárez" y "Morelos". En este punto donde se realizará la interconexión al gasoducto de 24" de Ø "El Sauz -PIQ2000" por medio de una tapping tee AC 24" con salida a 6" y una silleta de refuerzo envolvente, con el fin de derivar ducto de acero al carbón de 6" Ø como acometida, la cual suministrará el gas natural hasta la entada del City Gate.

En dicha instalación el gas será odorizado, filtrado, medido y se regulará la presión para que en la línea de distribución se entregue a 21 kg/cm².



A continuación, se muestran fotografías donde se pretende ubicar el City Gate, observándose que el sitio se encuentra previamente impactado para actividades de cultivo y por caminos de terracería.

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	City Gate San Gil Ubicación
	City Gate San Gil

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.



I.1.2.2 Segunda sección: Ducto de distribución 6”.

Este ducto comprende la red de abasto desde la salida del City Gate descrito anteriormente; se realizará la conexión del ducto a la brida de salida del City Gate (PC1), una vez que se dirija hacia fuera del recinto se realizará un cruce mediante perforación direccional (1C) en sentido noreste de aproximadamente 60 metros cruzando el dren Chintepec y las vías “Juárez” y “Morelos” alrededor del km [REDACTED] con un ducto de acero de 6” Ø encamisado en polietileno de alta densidad de 10” Ø, como se muestra en la siguiente fotografía.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.



Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Cruce de Dren Chintepec y vías de ferrocarril mediante perforación direccional. 

La salida de dicho cruce será en el derecho de vía de la línea de ferrocarril “A” a la altura del km 202+300, donde el ducto de acero al carbón de 6” de Ø se alojará de modo paralelo y a lo largo de aproximadamente 4 km en dirección sureste, en su trayectoria se realizará una derivación de la red en dirección norte (2PC) también con tubería de acero al carbón en 6” de Ø.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Antes del punto de conexión 2PC y cruce con ducto de TGNH. 



Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Punto de conexión 2PC y válvula V15 que alimentará a zona de invernaderos.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

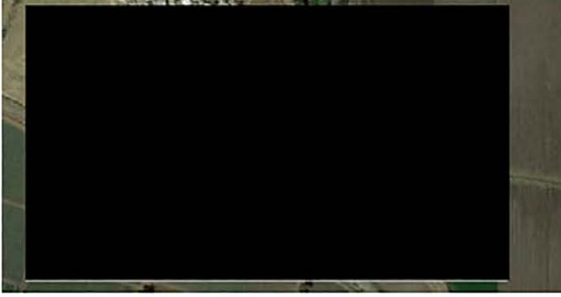
Continuando en dirección sureste por aproximadamente 500 metros, se realizará un cruce direccional del canal de irrigación “El Caracol” (3C), para realizar este cruce se instalará una válvula en acero de 6” de Ø antes y después del cruce (15V y 16V), el ducto de acero al carbón de 6” de Ø estará protegido mediante una camisa de PEAD de 10” de Ø; una vez realizado, se continúa dentro del derecho de vía de la línea de ferrocarril “A” por un costado del poblado ‘[REDACTED]’ en dirección al sur como se observa en las siguientes fotografías:

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Cruce de carretera entre el punto de conexión 2PC y el canal de irrigación El Caracol.

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
 	Cruce direccional con el canal de irrigación El Caracol para realizar este cruce se instalará una válvula en acero 6" antes y después del cruce (15V y 16V).

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

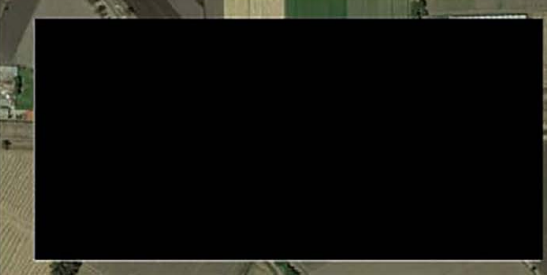
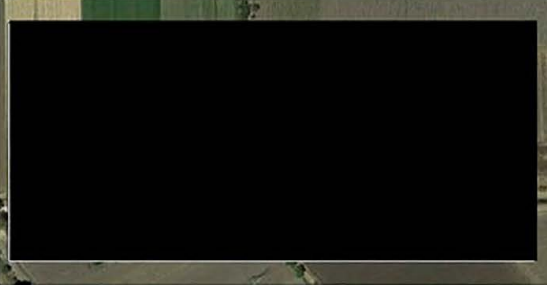
Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	[REDACTED] [REDACTED] Alcantarilla a la altura del poblado de [REDACTED]. 
	[REDACTED] [REDACTED] Trayectoria del ducto de 6" Ø de C a la altura del poblado [REDACTED] 

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Trayectoria del ducto de 6" Ø de AC sobre el derecho de vía del ferrocarril.
	Trayectoria del ducto de 6" Ø de AC sobre el derecho de vía del ferrocarril a la altura de la válvula V17.

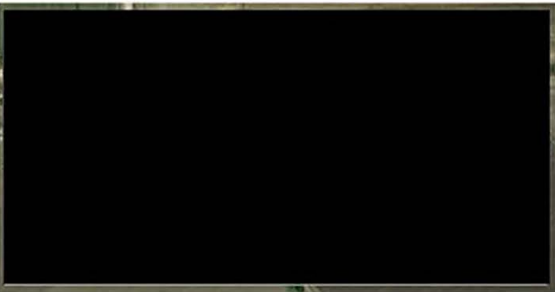
Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Hasta llegar al km 199+72 donde resulta una nueva derivación hacia el este con un cruce direccional de la vía "A" (5C) saliendo del derecho de vía de la SCT; la red se alojará en el costado oriente de la vialidad hasta llegar al camino en terracería que lleva al punto donde se ubica el cliente **Energy Green House Park** (11PC), a aproximadamente a 400 metros hasta llegar al predio en donde se pretende instalar una ERM (13E), en el mismo sentido 100 metros al este se instalará otra ERM (14E) para el cliente **Pepper Mex** (7C) ubicado al sur de EGHP; continuando en el punto desde la derivación (14PC), paralelos a la línea de ferrocarril "A" se realizará el cruce de un canal de riego continuando (8C) 900 metros al sur hasta llegar al punto donde se ubica el cliente donde se instalará la ERM (15E).

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Cruce direccional de vías de ferrocarril 
	Camino de terracería con dirección a Energy Green House Park 



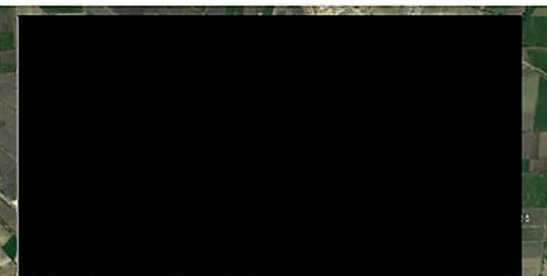
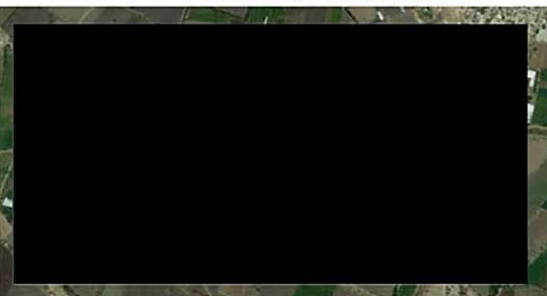
Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Predio de Energy Green House Park donde se pretende instalar una ERM 
	Cruce de canal a Pepper Mex 

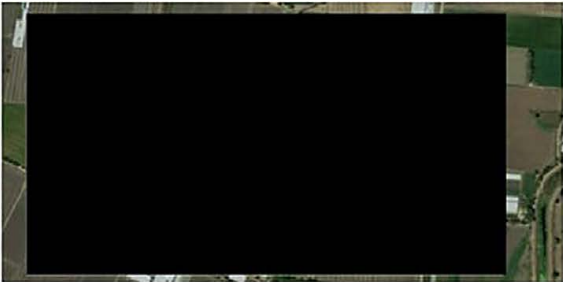
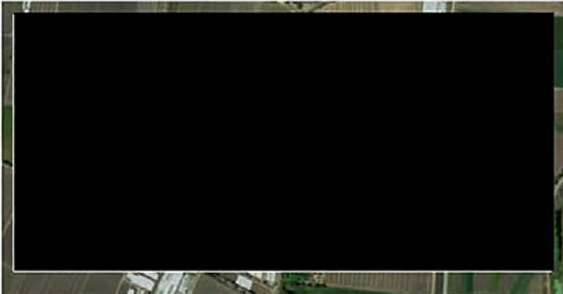
Continuando el recorrido desde el punto de la primer derivación (2PC) 500 metros al norte en la lateral de la calle "██████████" se instalará una derivación (3PC) en acero al carbón de 4" de Ø al oeste donde se instalará una ERM (1E); continuando en el punto (3PC) 200 metros al norte se instalarán la ERM (5E) hacia el lado este y una ERM(4E) al lado oeste sobre el ducto de acero al carbón de 6" de Ø continuando hacia el norte 600 metros se derivará el ducto al lado oeste aproximadamente 900 metros en acero al carbón de 4" de Ø donde se instalará una ERM (2E) y hacia el lado este en acero al carbón de 6" de Ø aproximadamente 500 metros hasta llegar a un costado de la comunidad "██████████" el ducto se desviará hacia el sur 200 metros donde se instalará la ERM



Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP. (3E) continuando por el mismo camino de terracería por aproximadamente 700 metros donde el ducto hará un giro al lado este, aquí se instalará una ERM (6E) y continuará el ducto hasta llegar a la lateral del canal de irrigación El Caracol donde se instalará la ERM (7E), continuando por la lateral del mismo 200 metros al norte se derivará el ducto con acero al carbón de 4" de Ø hacia el norte con 600 metros aproximadamente, en el trayecto de este se instalarán dos ERM (9E) y (8E) y hacia el noreste con aproximadamente 1,029 metros donde se instalarán tres ERM (10E, 11E y 12E) terminando aquí el recorrido que llevará el ducto de acero al carbón.

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	3PC derivación en acero al carbón 4" de Ø 
	Sitio cercano a la ERM 1E 

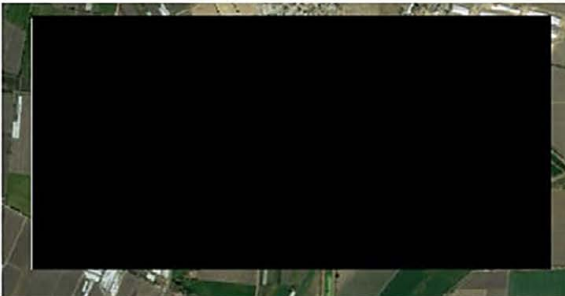
Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Sitio cercano a la ERM 5E 
	Sitio cercano a la ERM 4E 

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Derivación de ducto en Acero al Carbón de 4" de Ø a la altura del punto 6PC 
	Sitio cercano a la ERM 2E 

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Sitio cercano a la ERM 3E 
	Sitio cercano a la ERM 6E 

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotográfica

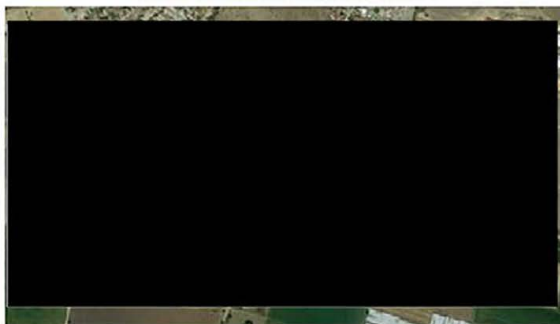
Imágenes de Google Earth con
coordenadas de la toma fotográfica



[Redacted]
[Redacted]
Sitio cercano a la ERM 7E



[Redacted]
[Redacted]
Sitio cercano a la ERM 8E



Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotografica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Sitio cercano a la ERM 9E
	Sitio cercano a la ERM 10E

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Evidencia Fotográfica	Imágenes de Google Earth con coordenadas de la toma fotográfica
	Sitio cercano al punto 10 PC 

1.2.1.3 Tercera sección, Acometidas Industriales.

Las acometidas industriales constarán de la instalación de las acometidas de servicio, instalando una “T” recta en acero al ducto de acero al carbón de 6” de Ø o de 4” de Ø que formen parte del abasto, estas acometidas suministrarán el servicio a las Estaciones de Regulación y Medición e incluirán una válvula en acero de 6” de Ø o 4” de Ø según sea el caso, llegando hasta la brida de entrada de la Estación de Regulación y Medición de 21 a 4 bar.

Los accesorios utilizados antes del paso de regulación del City Gate serán ANSI 600 y aguas abajo de la regulación ANSI 300, hasta la salida del regulador de la ERM del cliente.

En la siguiente tabla se muestran los puntos de distribución y características técnicas del proyecto:



Tabla I. 4 Puntos de distribución y características técnicas del proyecto

Puntos de Distribución y Características Técnicas									del Proyecto City Gate San Gil					
Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ED (Pza.)	ERM (Pza.)	Tipo City Gate/ERM	Flujo m³/h	Descripción		Superficie de afectación (m²)		AC	
									Ø	Cruce	Permanente	Temporal	4"	6"
1PC - 2PC	AC	21	2	1,425.00	0	0	IN-M061SJ-008	25,420	6"	- Salida de CG -Vías FFCC Juárez - Morelos -Canales de riego	641.25	2,850.00		1,425.00
2PC - 14PC	AC	21	3	1,823.00	0	0	0	23,140	6"	Canales de riego El Caracol	820.35	3,646.00		1,823.00
14PC - 12PC	AC	21	3	588.00	0	2	RMD-21-4-250-TC-CG / RMD-21-4-250-TC-CG	23,140	6"	-Vía FFCC -Camino a Energy Green house Park	264.60	1,176.00		588.00
14PC - 13PC	AC	21	1	965.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"	-Canales de riego -Vía FFCC A	434.25	1,930.00		965.00
2PC - 3PC	AC	21	1	589.00	0	0	0	2,280	6"	Vía FFCC A	265.05	1,178.00		589.00
3PC - 6PC	AC	21	2	885.00	0	2	RMD-21-4-250-TC-CG	1,710	6"		398.25	1,770.00		885.00
6PC - 10PC	AC	21	3	1,192.00	0	3	RMD-21-4-250-TC-CG	1,140	6"		536.40	2,384.00		1,192.00
3PC - 15PC	AC	21	0	1,124.00	0	0	0	570	4"		449.60	2,248.00	1,124.00	
6PC - 16PC	AC	21	0	869.00	0	0	0	570	4"		347.60	1,738.00	869.00	
10PC - 18PC	AC	21	0	600.00	0	0	0	1140	4"		240.00	1,200.00	600.00	
10PC - 21PC	AC	21	0	1,029.00	0	0	0	1,710	4"		411.60	2,058.00	1,029.00	
PC15 - 1E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
PC16 - 2E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	

Puntos de Distribución y Características Técnicas del Proyecto City Gate San Gil														
Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ED (Pza.)	ERM (Pza.)	Tipo City Gate/ERM	Flujo m³/h	Descripción		Área de Distribución (m²)		AC	
									Ø	Cruce	Permanente	Temporal	4"	6"
7PC - 3E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
5PC - 4E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
4PC - 5E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
8PC - 6E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
9PC - 7E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
18PC - 8E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
17PC - 9E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
19PC - 10E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
20PC - 11E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
21PC - 12E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
11PC - 13E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	22000	6"		13.50	60.00		30.00
12PC - 14E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
13PC - 15E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
			22.00	11,539.00	0	15					5,011.45	23,078.00	3,832.00	7,707.00

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.



Con respecto a las superficies, se presenta la siguiente información:

- La superficie temporal requerida para el área de trabajo en este proyecto es de 2 m (1 metro a cada lado de la zanja) multiplicado por la longitud de ductos resulta un área de 23,078.00 m².
- La superficie permanente que se requiere para la apertura de la zanja y colocación del ducto es de 5,011.45 m². Esto en función del diámetro y el ancho de zanja de acuerdo con la tabla ubicada en el apartado de Realización de Zanjas.

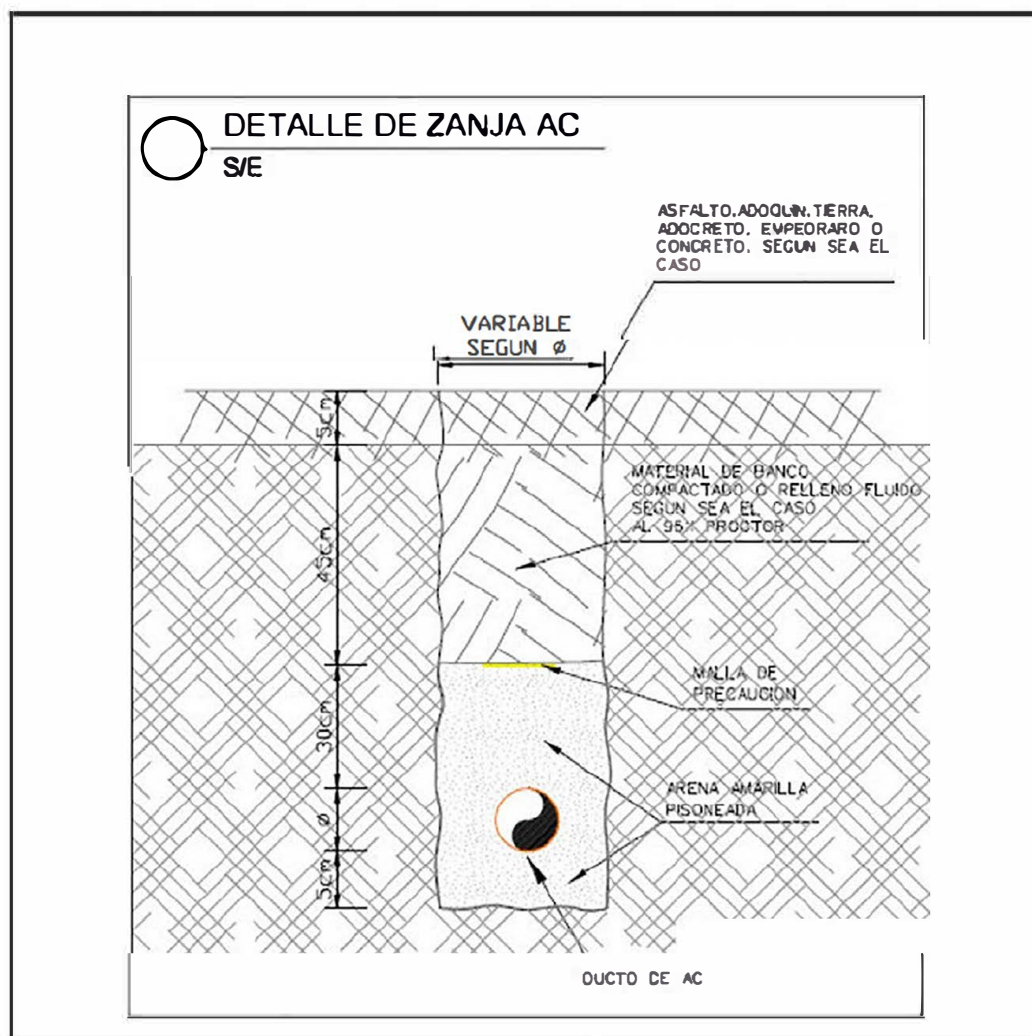


Figura I. 2 Detalle de Zanja

Componentes del sistema

City Gate

El descriptivo se localiza en el apartado I.1.2. de este capítulo. Se contará con las memorias de cálculo, planos, y documentos firmados que respalden el diseño, fabricación y calibración de cada uno de los elementos principales del City Gate como son: filtros, reguladores, medidores, computador de flujo, etc., así como de cualquier otro equipo que PGPB o la empresa transportadora determine necesario.

La ingeniería deberá cumplir con los "Requerimientos técnicos mínimos para cumplir con la normatividad de la medición en las estaciones de medición de gas natural" establecidos por PGPB y las normas NOM 007 ASEA 2016 "Transporte de gas natural".

Se utilizarán sólo materiales y equipos que cumplan con los requisitos de calidad y seguridad conforme a estándares utilizados internacionalmente en la industria del gas natural y deberán ser aprobados por el Departamento de Ingeniería de la Distribuidora.

Se deberá contar con los certificados de calidad de los materiales correspondientes antes de su instalación para que sean verificados por la Inspección de Construcción.

El City Gate se instalará en un predio adecuado para tal fin, respetando las distancias mínimas de seguridad de acuerdo con lo establecido en la NOM 007 ASEA 2016 "Transporte de gas natural".

El City Gate debe instalarse en sitios que cumplan con las condiciones siguientes:

- a) En lugares abiertos, en ambiente no corrosivo y protegido contra daños causados por agentes externos, por ejemplo, impactos de vehículos y objetos, derrumbes, inundación.
- b) A una distancia mayor de 5 m de cualquier fuente de ignición.
- c) Estar protegido contra el acceso de personas no autorizadas.
- d) Espacio suficiente para el mantenimiento de la estación.
- e) El terreno donde sea ubicado el City Gate no será cruzado por cables aéreos, eléctricos o telefónicos.

Las instalaciones de superficie deben distanciarse convenientemente de las líneas eléctricas de alta tensión a fin de que la eventual caída de un conductor o columna no afecte a aquellas.

En caso de no poder cumplir con estas disposiciones el Contratista deberá proponer alternativas de solución y/o protección adicional, las cuales deberán ser aprobadas previamente por la Distribuidora antes de la ejecución de la estación y/o de su colocación.

Todo terreno para la instalación del City Gate deberá quedar perfectamente nivelado.

Los fabricantes estarán certificados bajo normas ISO 9000 o trabajar bajo el marco de estas normas, por lo que; deberán acompañar copia de la documentación correspondiente al sistema de calidad certificado o bien el procedimiento de calidad utilizado.

Tabla I. 5 Especificaciones de accesorios

Elemento	Norma de aplicación a cumplir
Válvulas Esféricas	API 6D, ANSI 600 o ANSI 300 según proyecto
Bridas	ANSI B 16.5, de acuerdo con el proyecto podrán ser RF o RT J
Tuberías	API 5L grado X52
Espárragos y tuercas	Espárragos de acero S/ASTM-A193-B7 Tuercas s/ASTM-A194-2H Cadmiados o zincados
Filtros Coalescentes	Elemento filtrante ASME
Tubings	De acero inoxidable ANSI 316 ó 314 de 0 X", 3/8" y 1/2" espesor de pared mínimo 0,8 mm.
Accesorio de tubing	Conectores con doble Ferula en acero ANSI 316 ó 314.
Accesorios de Acero	ANSI 600 o ANSI 300
Soldadura	API 1104
Descargadores de Sobre Tensión	CELDAS KIRK

Estaciones de regulación y medición (ERM)

La localización de las estaciones de regulación debe hacerse de acuerdo con lo indicado en los planos de proyecto y/o lo que indique ENGIE directamente en el lugar de la obra.

En la superficie del terreno donde se vaya a instalar las estaciones de regulación debe efectuarse un despalle de la capa vegetal (si se requiere) de 0.20 m de espesor, colocando en su lugar material de revestimiento a base de grava seleccionada al nivel del terreno natural.

El Contratista debe efectuar las maniobras para la instalación de la estación de regulación que ENGIE suministra prefabricada y armada, conectando únicamente la brida de entrada proveniente de la conexión al ramal principal (Hot Tap). La brida de salida del otro extremo debe quedar con una brida ciega y firmemente calzada y nivelada, en tanto se efectúa la instalación de la red al consumidor.

La puerta de entrada debe abrir hacia fuera y tener un ancho adecuado para realizar las maniobras de instalación y mantenimiento de la estación.

Todos los componentes de la Estación de Regulación deben protegerse contra la corrosión con la aplicación de recubrimientos anticorrosivos.

Las coordenadas de las ERM se pueden ver en la siguiente tabla:

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Tabla I. 6 Coordenadas de las Estaciones de Regulación y Medición

"Estaciones de Regulación y Medición". Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1E			9E		
2E			10E		
3E			11E		
4E			12E		
5E			13E		
6E			14E		
7E			15E		
8E					

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

Las estaciones de regulación y medición pueden o no venir con el gabinete de protección, en caso de traer gabinete solo se pide una construcción de un enmallado y su techumbre de concreto, en caso de no contar con el gabinete se tiene que realizar una obra civil con muro, celosía y su losa de concreto (ver siguientes imágenes).

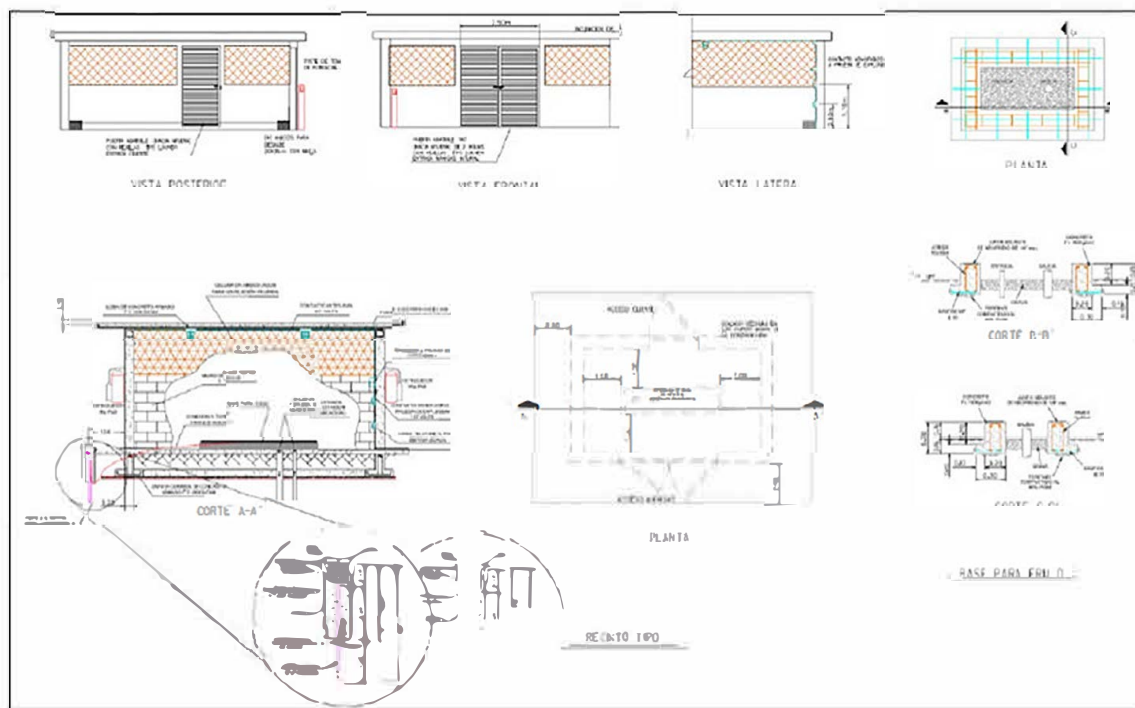


Figura I. 3 Recinto Obra Civil sin gabinete

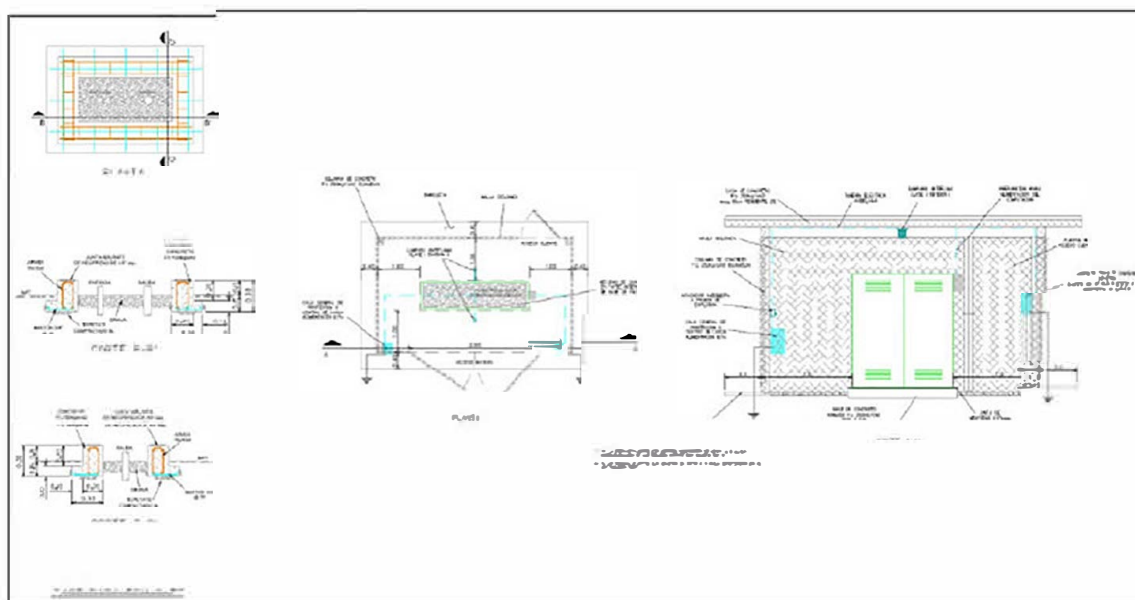


Figura I. 4 Recinto de enmallado con gabinete

Tabla I. 7 Condiciones de diseño de ERM.

Nombre del punto de distribución ERM	Material	Presión (Bar)	ERM (Pza.)	Tipo ERM
E-1	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-2	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-3	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-4	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-5	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-6	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-7	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-8	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-9	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-10	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-11	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-12	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-13	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-14	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-15	AC	21/4	1	G-250-21-4
			15	

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

Válvulas de seccionamiento

Se deberán instalar válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.

Así mismo se instalarán antes y después de cruces de ríos, canales, arroyos, vías férreas, carreteras y autopistas.

Antes de su instalación las válvulas se deben probar conforme con lo siguiente:

- Cuerpo de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente abierta", se debe probar a una Presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema.
- Asiento de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente cerrada" se debe probar a una Presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema; y
- Operación de la válvula. Después de completar la última prueba de Presión, la válvula se debe operar para comprobar su buen funcionamiento.

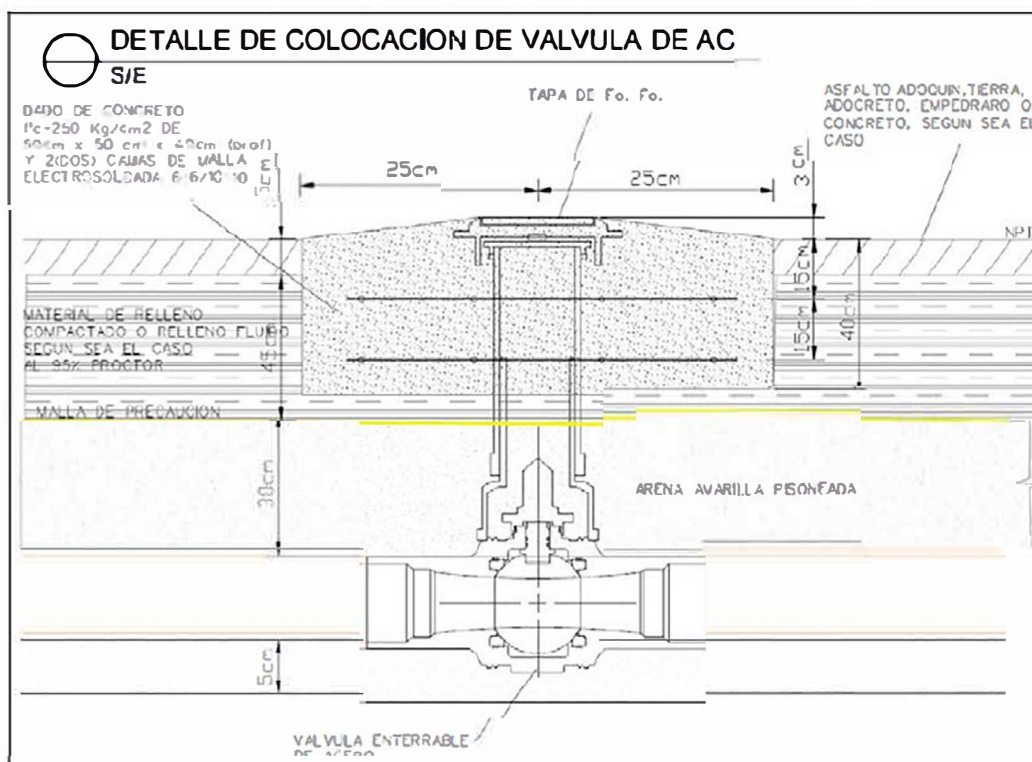


Figura I. 5 Detalle de colocación de válvula de AC

Las coordenadas de las válvulas se muestran en la siguiente tabla.

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Tabla I. 8 Coordenadas de las válvulas de seccionamiento

"Válvulas de seccionamiento". Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1v			12v		
2v			13v		
3v			14v		
4v			15v		
5v			16v		
6v			17v		
7v			18v		
8v			19v		
9v			20v		
10v			21v		
11v			22v		

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

Sistema de distribución de acero al carbón de 4" y 6" de Ø

El trazo de la tubería deberá ser lo más recto posible. Para la profundidad y ancho mínimos de la zanja se utilizarán los valores indicados, en las siguientes tablas, así como en el plano que se muestra en la MIA-P "Detalle de zanja":

Cruces Especiales

Se tendrán 10 cruces especiales: 2 cruces de carreteras, 5 cruces de ferrocarril y 5 cruces de cuerpos de agua, de los cuales se muestra su localización en la tabla de Puntos de distribución y características técnicas del proyecto.

Para el caso de los cruces especiales se considerarán los siguientes lineamientos:



Trazado, demolición y acordonamiento de área.

La zona de trabajo será delimitada mediante el uso de dispositivos de seguridad vial apropiados. Tomando en cuenta las dimensiones suficientes y necesarias para salvaguardar la seguridad de las personas y la infraestructura; esta señalización deberá permanecer colocada durante la ejecución de los trabajos hasta la finalización de estos.

Toda ruptura efectuada durante la ejecución de los trabajos deberá ser restituida a su condición original.

Antes de comenzar con los trabajos se deberá realizar la detección y/o ubicación de posible infraestructura existente de terceros, mediante los medios adecuados que brinden la certeza de su ubicación.

Excavación de las cajas de envío y recepción de la perforación direccional.

La excavación de las cajas se realizará con las dimensiones adecuadas para realizar un bajado libre de sobreesfuerzos en la tubería, también es posible realizar excavaciones en forma de talud con rampas en las entradas.

Para poder ingresar a realizar las tareas dentro de la zanja se colocarán apuntalamientos en tanto que las paredes sean verticales y los trabajadores deberán contar con dispositivos de seguridad para elevarlo en caso de ser necesario (arnés de sujeción, así como línea de vida asegurada al trabajador).

Perforación direccional

La perforación se realizará por medios mecánicos utilizando un barreno dirigido y controlado desde el exterior. Este barreno perforará el terreno sirviendo como guía para la instalación de la tubería, el perforado se irá profundizando en el terreno hasta alcanzar una profundidad suficiente y se mantendrá así en todo lo ancho del cruce hasta alcanzar el otro extremo, punto donde saldrá a la superficie y se recibirá en la caja de recepción de la perforación.

Una vez realizado el barreno se procede a formar la ligada de tubería la cual será "jalada" por el perforador e introducida al barreno guía hasta llegar al extremo de inicio.

Reposición de pavimento.

El piso terminado que haya sido afectado por la actividad realizada para instalar la tubería se deberá reparar de la misma manera para que obtenga la misma apariencia y propiedades que tenía el piso original.

La duración estimada de los trabajos dependerá de las condiciones de cada uno de los cruces.

En la siguiente imagen se muestra de manera general la instalación de ductos para estos casos.

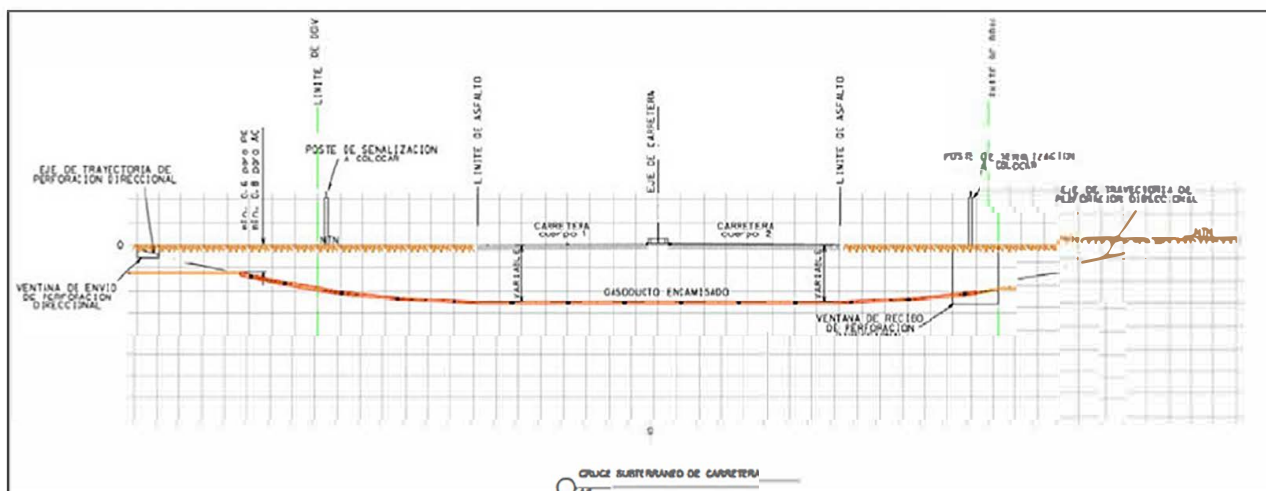


Figura I. 6 Cruce de carretera por el método de perforación direccional

Coordenada del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

I.2 Bases de diseño

I.2.1 Descripción del entorno. Vulnerabilidad

La siguiente información correspondiente a este punto, fue tomada de la Manifestación de Impacto Ambiental Particular que se presenta en conjunto con este Estudio de Riesgo Ambiental.

Clima

Dentro de los factores que contribuyen a determinar el clima en el AI delimitada para el proyecto se encuentran, por un lado, la ubicación geográfica [REDACTED] y, por otro lado, la ocurrencia de vientos a lo largo del año. Por la situación geográfica del AI, al formar parte del eje Neovolcánico, su clima se caracteriza por ser templado subhúmedo y semiárido, determinado por la distribución de su temperatura y precipitación a través del tiempo y año. Procedentes del Golfo de México se presentan los vientos alisios, que son los responsables de acarrear el aire húmedo necesario para las precipitaciones. Y, durante la parte seca del año predominan con frecuencia vientos secos que provienen del oeste.

Las perturbaciones ciclónicas que se originan entre junio y octubre, tanto en el Atlántico como en el Pacífico, pueden provocar periodos de copiosas y prolongadas lluvias. En esta zona también se presentan incursiones de masas de aire frío procedentes del norte que son más o menos frecuentes en diciembre, enero y febrero, siendo las principales responsables de las temperaturas bajas y muchas veces también de lapsos pasajeros de nubosidad.

De acuerdo con la información de la SEDESU (2014) e INEGI, tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García, mencionan que en el área del IA delimitado para el desarrollo del proyecto se tiene un clima BS₁kw, es decir, un clima semiárido con lluvias en verano, coeficiente P/T superior a 22.9, siendo el menos secos de los BS; temperatura media anual entre 12° y 18°C, con temperatura promedio del mes más frío entre -3° y 18°C, y la del mes más cálido >18°C; al menos diez veces mayor cantidad de lluvia en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el más seco y, menos de 5% de lluvia en el periodo invernal (Figura I.7). Así como, BS₁hw, es decir semicálido con invierno fresco, temperaturas medias anual entre 18° y 22 °C y la de mes más frío < 18 °C; y, régimen de lluvia de verano, corresponde a > 10.2 para lluvia de verano y < 36 para lluvia de invierno.

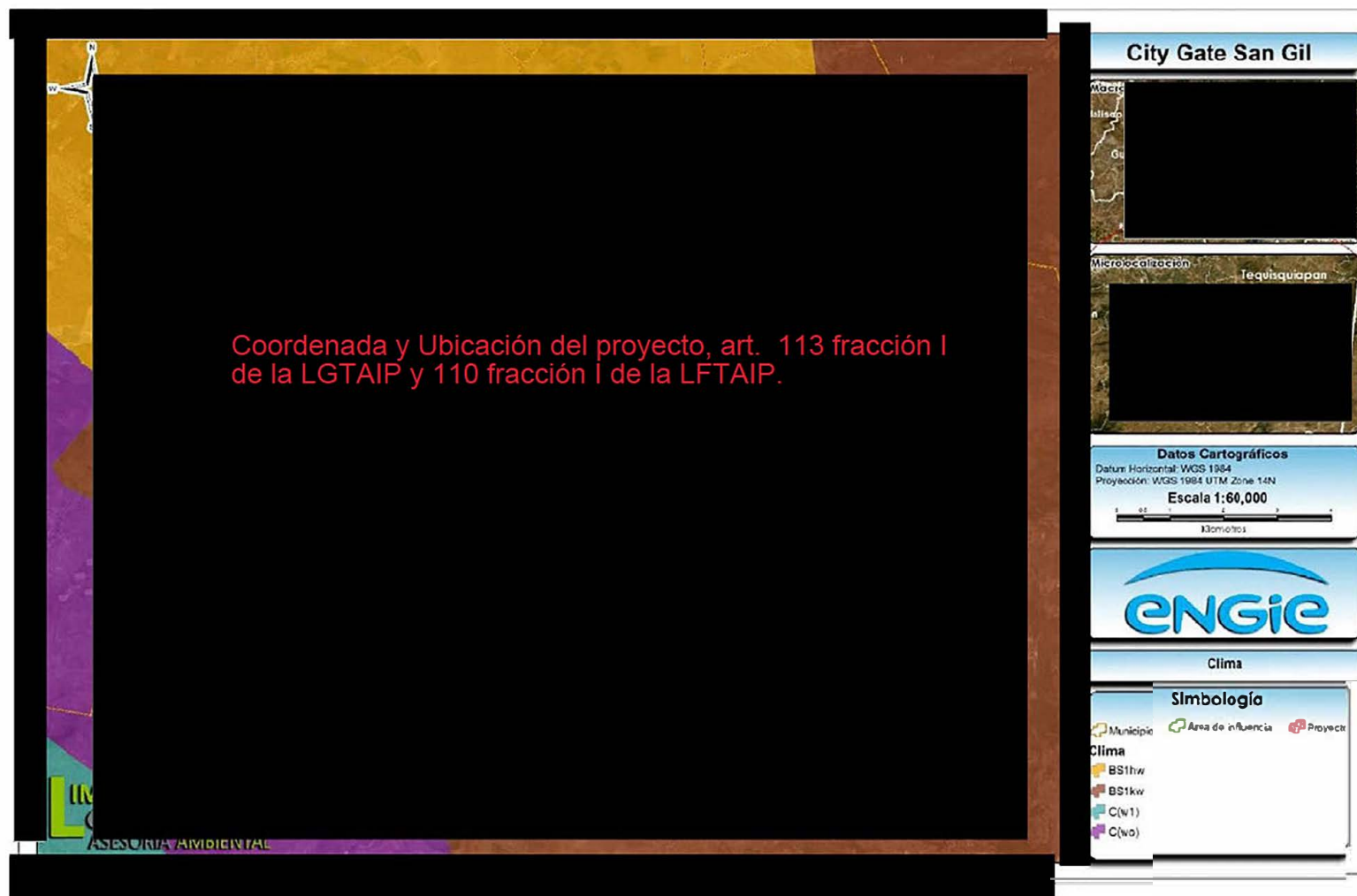


Figura I. 7 Clasificación climatológica en el área de influencia del proyecto tomando en cuenta la clasificación climática de Köppen modificada por Enriqueta García reportada por el INEGI.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Temperaturas máximas y mínimas

Las temperaturas máximas promedio mensuales obtenidas van de los 23.9 a los 26.6°C, lo que representa poca variación entre estaciones meteorológicas en esta variable (CV = 3.61%) (Tabla I.9). La estación Galindo, ubicada en el municipio de [REDACTED] fue la que alcanzó la mayor temperatura máxima promedio mensual anual y, por lo contrario, en la estación San Juan del Río, del municipio de mismo nombre, fue donde se obtuvo la menor temperatura máxima promedio mensual anual.

Por otro lado, la variación de la temperatura mínima promedio mensual entre las estaciones meteorológicas analizadas fue de 1.8°C, siendo el valor máximo de 9.9°C en la estación Galindo y el mínimo de 8.1 °C en La Venta (Tabla I.9). Y, aunque esta variable tuvo una ligera mayor variación que la temperatura máxima promedio mensual, tampoco se puede decir que exista una gran fluctuación de esta variable entre estaciones meteorológicas, más bien se trata de una gran uniformidad entre estaciones (CV = 8.61%).

Dada la gran uniformidad de la altitud en la que se ubican las estaciones meteorológicas y de las temperaturas promedio mensuales máximas y mínimas no se encontró alguna tendencia que pudiera diferenciar los sitios con base a estas variables.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Tabla I. 9 Temperaturas máximas y mínimas

Temperaturas máximas y mínimas promedio anuales, evaporación y días con lluvia al año en las estaciones meteorológicas seleccionadas para la caracterización ambiental del proyecto.								
Estación		Ubicación (Mpio.)	Temperatura (°C)		Evapor. (mm)	Número de días con		Precipitación (mm)
Clave	Nombre		Máx.	Mín.		Granizo	Lluvia	
22009	La Palma	[REDACTED]	25.9	8.1	2025.2	1.1	61.5	624.0
22011 [§]	Pedro Escobedo	[REDACTED]	---	---	---	---	---	---
22015	San Juan del Río	[REDACTED]	23.9	9.2	1933.6	0.7	74.6	591.7
22028	Galindo	[REDACTED]	26.6	9.9	1762.6	0.3	75.0	641.7
22032	Presa constitución	[REDACTED]	25.9	9.7	2016.0	0.5	70.2	598.8
22042	La Llave	[REDACTED]	26.0	9.3	2181.6	0.0	34.5	399.8
22067	La Venta	[REDACTED]	25.4	8.1	---	0.1	49.4	486.6
Máximo			26.6	9.9	2181.6	1.1	75	641.7
Mínimo			23.9	8.1	1762.6	0	34.5	399.8
Promedio			25.6	9.1	1983.8	0.5	60.9	557.1
Desvest			0.92	0.78	152.75	0.41	16.14	94.11
CV			3.61	8.61	7.70	90.81	26.52	16.89

[§] Estación meteorológica sin información de temperaturas máximas, mínimas ni medias.

Vientos dominantes (dirección y velocidad)

Estadísticas meteorológicas de la estación Aeropuerto de Querétaro.

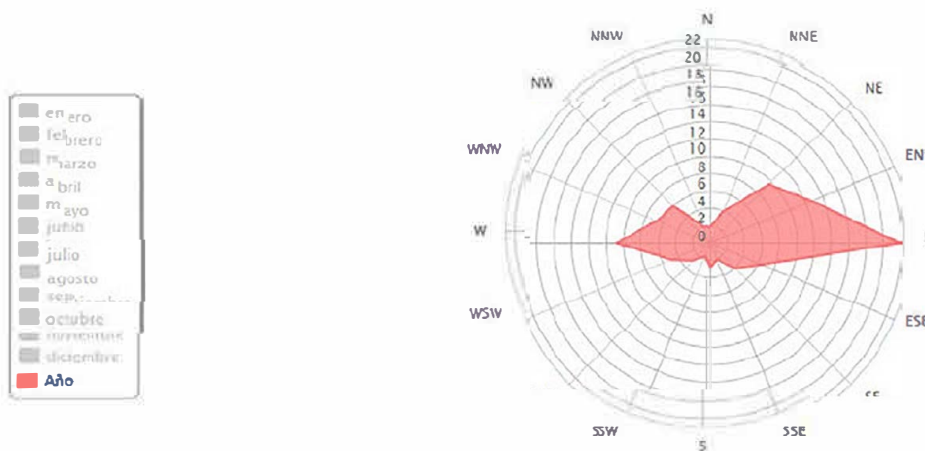
Tabla I. 10 Vientos dominantes (10/2008-08/2019)

Mes del año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dirección del viento dominante	←	→	→	→	←	←	←	←	←	←	←	←	←
Probabilidad de viento >= 4 Beaufort (%)	16	17	21	21	16	15	13	14	14	17	15	14	16
Velocidad media del viento (k/s)	7	7	8	8	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Temperatura media del aire (°C)	15	15	15	21	21	22	21	21	21	21	21	16	18

ESTADÍSTICAS

Estadísticas basadas en observaciones tomadas entre el 10/2008 - 08/2019 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local. Puedes solicitar los datos brutos del viento y del tiempo en formato Excel en la página de solicitud de datos meteorológicos históricos.

Distribución de la dirección del viento en %



Evaporación

La humedad atmosférica proviene de la evaporación a nivel del suelo y, en este proceso, las moléculas de vapor de agua escapan de los cuerpos de agua y del agua que es captada y retenida momentáneamente en la tierra y las plantas. El retorno del agua a la atmósfera se da por medio de procesos físicos y biológicos, combinados presentándose el proceso de evapotranspiración.

El proceso físico de la evapotranspiración es la evaporación directa del agua en la superficie del suelo y, el biológico es la absorción del agua y posterior transpiración de los vegetales. Aquí trataremos el término evaporación independiente del de la evapotranspiración.

La evaporación, en sí, depende de la cantidad de calor absorbida por el suelo, que está en relación con el balance energético. La evaporación continuará hasta el momento en que el aire que está en contacto con la superficie evaporante esté saturado, en ese momento se produce un equilibrio entre las moléculas que dejan el líquido y el de las que se transforman en gotas de agua provenientes del vapor de agua. Como consecuencia, los factores meteorológicos que determinan la evaporación son la humedad relativa del aire, la que, a su vez, es función de la humedad absoluta y de la temperatura del aire, la radiación solar, así como de la velocidad del viento. Como consecuencia, cuanto más rápido es el viento, más rápidamente se renueva el aire en contacto con la superficie que se evapora.

Del análisis realizado considerando los valores obtenidos en las siete estaciones meteorológicas analizadas, solo cinco tienen información de esta variable con resultados que van de los 1,762.6 mm a los 2,181.6 mm promedios totales anuales, con un valor promedio anual de 1,983.8 mm (Tabla I.9). El valor menor de evaporación se tiene en la estación meteorológica Galindo, ubicada al suroeste del polígono del AI, y, por otro lado, el valor máximo se tiene en la estación meteorológica La Llave, la cual se encuentra al este del AI.

Datos meteorológicos

Por tanto, los datos utilizados para las simulaciones son:

Tabla I. 11 Datos utilizados en simulaciones

Elemento	Querétaro (Estabilidad "F")
Velocidad de viento	7 Km/h= 1.9 m/s
Dirección del viento	108 (dirección este)
Temperatura promedio	25.6°C
Humedad	45.8 %

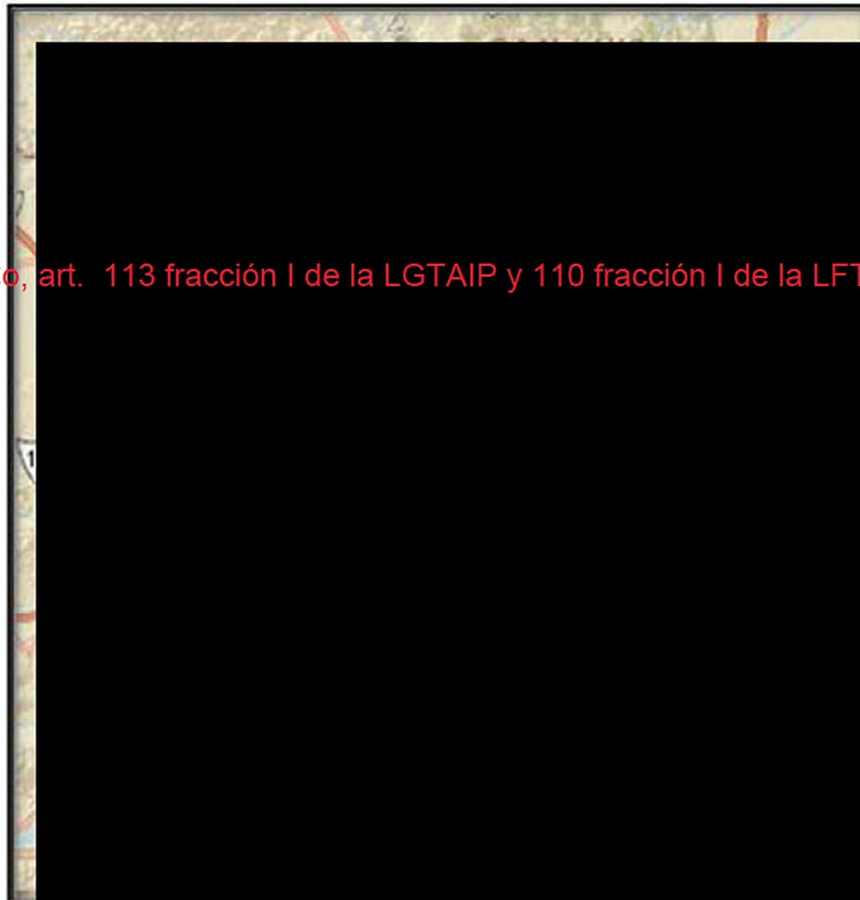
Inundaciones

Las inundaciones se presentan cuando existe un aumento del agua arriba de un nivel máximo controlable de un cauce. Se pueden tener inundaciones provocadas con la influencia del ser humano y por efectos naturales. Entre las inundaciones originadas por acciones humanas están las que ocasionan las aperturas de compuertas de presas e, indirectamente, por daños a la infraestructura para el control de cauces, como bordos, diques y presas. Y, por otro lado, están los originados por grandes volúmenes de agua pluvial que llegan a ocasionar desbordamientos de cauces, ascenso del nivel de agua de cuerpos como lagos, lagunas y mar, y el rebase de la capacidad para el desfogue de sistemas de drenaje.

Son muchas y variadas las afectaciones que las inundaciones pueden ocasionar tanto a la infraestructura de una región, áreas agropecuarias y al medio ambiente. Entre las afectaciones que llegan a ocasionar al medio ambiente es de remarcar las ocasionadas al suelo, incluyendo la pérdida por arrastre de este y las afectaciones a sus propiedades físico – químicas debido a la saturación de agua del espacio poroso por tiempos prolongados, también llegan a provocar la muerte de fauna silvestre y la pérdida de hábitat por la afectación de suelo y pérdida de vegetación por exceso de humedad y arrastre.

De acuerdo con la información presentada en el atlas nacional de riesgos, el municipio de San Juan del Río tiene una vulnerabilidad a las inundaciones de baja, respectivamente (Figura I.8).

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.



Fuente: Adaptada del Atlas de riesgo del municipio de San Juan del Río, Querétaro, en: http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2012/22016_SAN_JUAN_RIO.pdf

Figura I. 8 Riesgo de inundaciones en el estado de Querétaro

La baja vulnerabilidad a las inundaciones de este municipio se debe a que las lluvias con altas precipitaciones son esporádicas, esto a pesar de tener suelos vertisoles que son suelos arcillosos con problemas de inundación por su pobre drenaje. Entre los eventos que han causado mayores afectaciones en la región destaca el presentado a mediados de octubre de 2003, en el que se dañó infraestructura urbana, hidráulica, vías de comunicación, viviendas y cultivos agrícolas en diversos municipios del estado, incluyendo los inmersos en el AI. Otros más recientes, pero menos agresivos son los que se tuvieron en septiembre de 2010 y julio de 2011, los que llegaron a ocasionar inundaciones de viviendas y afectaciones a la infraestructura urbana y social de [REDACTED], sir que llegaran a causar afectaciones en las zonas agropecuarias del municipio.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

El municipio de San Juan del Río es un Municipio con grandes fortalezas que le brindan un gran potencial de desarrollo, dentro de las que destacan su ubicación privilegiada, sus vías de comunicación, su desarrollo industrial, su cultura e historia, su tierra cultivable, entre otras.

El crecimiento desorganizado y el deterioro de calles y avenidas generan la incipiente necesidad de un sólido Plan De Desarrollo Urbano y un correcto mantenimiento y desarrollo de las vialidades, es por ello por lo que uno de los ejes rectores identificados, es la Infraestructura Urbana y Equipamiento del municipio.

Vías de comunicación: En infraestructura carretera se forma por la carretera 57 que es la más transitada del país y paso obligado de norte a sur y de este a oeste. Además de una infraestructura de 300 km de carreteras, 150 km federales y 150 km estatales y municipales transitables todo el año. Esta posición estratégica se visualiza teniendo en un radio de 350 km a más de 45 millones de habitantes.

Infraestructura ferroviaria: Por el estado de Querétaro cruzan las principales vías troncales del sistema ferroviario: México-Ciudad Juárez, México-Nuevo Laredo, México-Guadalajara-Manzanillo-Mexicali y México-San Luis Potosí; todas ellas confluyen en la zona del Aeropuerto Intercontinental de Querétaro, haciendo que ésta tenga un alto potencial para la intermodalidad del sistema de transporte regional. Al interior del territorio estatal, la red ferroviaria tiene una longitud de 520 kilómetros de vías, mismas que cruzan el Municipio de Pedro Escobedo, de Colón, El Marqués, Querétaro, San Juan del Río y Tequisquiapan.

La trayectoria del proyecto será básicamente sobre el derecho de vía de la línea de ferrocarril en San Juan del Río.

Servicios San Juan del Río cuenta con más de 28,000 líneas telefónicas con servicios de Telmex, Cable, Fibra TV, compañías celulares. Los mismos que a su vez proporcionan servicios de Internet y Televisión además de otras compañías que brindan este último servicio a partir de antenas.

Los servicios que requerirá el proyecto para su adecuado desarrollo serán principalmente energía eléctrica e internet, para el City Gate y ERM's.

Por tanto, se concluye que la vulnerabilidad por asentamientos humanos es BAJA, debido a que la trayectoria del proyecto será básicamente sobre el derecho de vía de la línea de ferrocarril en San Juan del Río.

I.2.1 Proyecto mecánico.

El proyecto es diseñado y será instalado de acuerdo con la normativa nacional y estándares internacionales ASTM-ANSI-API, que más adelante se detallan.

Norma oficial NOM-003-ASEA-2016 “Distribución de Gas Natural y Gas licuado de Petróleo por Ductos”.

Norma oficial NOM-001-SECRE-2010, “Especificaciones del gas natural”.

Norma oficial NOM-017-STPS-2008 “Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo”

La red se diseñará y operará a presiones de 21 y 4 bar, y se probará a 1.5 veces la presión de operación, dicha red se desarrollará en Acero al Carbón (AC).

Diseño Técnico de Proyecto

Las fórmulas que se muestran a continuación son para comprobar que los diámetros y espesores de las tuberías son adecuados para que la red de distribución mantenga la presión necesaria y el buen funcionamiento de esta.

Se deberá obtener un Dictamen de Diseño de una Unidad de Verificación, en el que conste que la ingeniería de detalle de las instalaciones nuevas, ampliadas o con modificaciones, se realizó conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ASEA-2016, para la sección de distribución y para la sección de interconexión del City Gate bajo la norma NOM-007-ASEA-2016.

Tubería de acero al carbón.

El espesor mínimo de tubería se calcula mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

t = espesor de pared de la tubería en milímetros

P = presión manométrica de diseño en kPa

D = diámetro exterior de la tubería en milímetros

S = resistencia mínima de cedencia en kPa

F = factor de diseño por densidad de población, ver tabla Factor de diseño.

E = factor de eficiencia de la junta longitudinal de la tubería, ver tabla Factor de eficiencia.

T = factor de corrección por temperatura del gas, ver tabla Factor de corrección por temperatura.

Tabla I. 12 Factor de diseño por densidad de población (F)

Clase de localización	F
1	0.72
2	0.60
3	0.50
4	0.40

Tabla I. 13 Factor de eficiencia de la junta longitudinal soldada (E)

Especificación	Clase de Tubo	Factor de junta longitudinal (E)
ASTM A53	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
	Soldado a tope en homo. Soldadura continua	0.60
ASTM A106	Sin costura	1.00
ASTM A134	Soldadura por arco eléctrico	0.80
ASTM A135	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A139	Soldado por arco eléctrico	0.80
ASTM A333	Sin costura	1.00
	Soldado por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A671	Soldado por fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ASTM A671	Soldadura por fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ASTM A672	Soldado por fusión eléctrica	
	Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ASTM A691	Soldado por fusión eléctrica	

Especificación	Clase de Tubo	Factor de junta longitudinal (E)
	Clases 13, 23, 33, 43 y 53	0.80
	Clases 12, 22, 32, 42 y 52	1.00
ASTM A984	Soldadura por resistencia eléctrica	1.00
ASTM A1005	Soldadura por doble arco sumergido	1.00
ASTM A1005	Soldadura con rayo laser	1.00
API 5L	Soldadura eléctrica	1.00
	Sin costura	1.00
	Soldadura con arco sumergido (costura longitudinal o helicoidal)	1.00
	Soldado a topo en horno, soldadura continua	0.60
Otra especificación o especificación desconocida	Tubería con diámetro nominal igual o mayor de 101.6 mm (4")	0.80
Otra especificación o especificación desconocida	Tubería con diámetro nominal menor de 101.6 mm (4")	0.60

Tabla I. 14 Factor de corrección por temperatura (T)

Temperatura K (°C)	T
394.12 (121) o menores	1.0
422.15 (149)	0.967
450.15 (177)	0.933
477.15 (204)	0.900
505.15 (232)	0.867

Especificación de material

La tubería que se utilizará para la red de alta presión será de acero al carbón API-5L grados X-52 con recubrimiento de polietileno extruido (tricapa).

Los accesorios de acero al carbón (AC) a utilizar en este proyecto y que sean soldables deberán ser API 5L grados X-52, mientras que para accesorios roscables y bridados serán tipo ANSI 300.

Las piezas deberán ser identificadas con pintura indeleble, los datos a consignar serán:

- No. de lote
- No. de pieza

- Norma de fabricación
- Nombre del fabricante
- Fecha de fabricación

Todas las soldaduras de acero al carbón se harán bajo la norma API 1104 vigente. Estas soldaduras serán ejecutadas en forma manual por el procedimiento de arco eléctrico protegido.

Se contará con certificados y especificaciones de fabricación del material a utilizar.

Cálculo de caída de presión.

El cálculo de caída de presión se realiza por medio de la fórmula de Muller:

$$Q_h = \frac{2826 \{P_1 - P_2\}^{0.575} \times d^{2.725}}{G^{0.425} L}$$

Donde:

- Q_h = Flujo en ft^3/h
- G = Gravedad específica del gas 0.65
- P_1 = Presión de entrada PSI
- P_2 = Presión de salida en PSI
- D = Diámetro interno en in
- L = Longitud en ft

Despejando para obtener P_2

$$P_2 = \sqrt{P_1^2 - \frac{[Q * G^{0.425}]^{1/0.575} * L}{2826 * d^{2.725}}}$$

La simulación se realizará por medio del software denominado Gas Works 9.0 bajo licencia propiedad de ENGIE, la cual muestra cómo trabajaría el sistema y así, comprobar si los diámetros seleccionados son adecuados.

Las caídas de presión se analizarán bajo la fórmula Muller, la cual está diseñada para el cálculo de caídas de presión y es la que mejores resultados presenta para este tipo de simulación. Esta fórmula es aplicable a sistemas de distribución de gas natural con buenos resultados para el cálculo y queda dentro de nuestros rangos de operación, los cuales se encuentran entre presiones de 1.5 hasta 21 bar, así mismo los resultados del programa son bajo las siguientes condiciones de operación:

T:	Temperatura 20 °C
P:	Presión de trabajo: 21 y 4bar
D:	Diámetros de tubería 6" y 4"
L:	De acuerdo con tablas
Elevación:	1,850 msnm
Gravedad específica:	0.61

Presiones

El sistema requiere de ramales de suministro y se interconectará a una red de alta presión, por lo que el diseño para distribución de gas natural quedará de la siguiente manera.

Presión de diseño	21 bar
Presión de operación:	21 bar
Presión de prueba	1.5 veces la presión de operación

El factor de diseño por densidad de población (F) se seleccionó en función de la clase de localización de acuerdo con la norma NOM-003-ASEA-2016.

Tabla I. 15 Factor de diseño por densidad de población (F)

Clase de localización	Factor (F)
1	0.72
2	0.60
3	0.50
4	0.40

- Localización clase 1: El área unitaria que cuenta con diez o menos construcciones para ocupación humana.
- Localización clase 2: El área que cuenta con más de diez y hasta cuarenta y cinco construcciones para ocupación humana.
- Localización clase 3: El área unitaria que cuenta con cuarenta y seis construcciones o más para ocupación humana.

El tramo de una tubería clase 1 o 2 debe ser reclasificado como clase 3 cuando el eje de dicho tramo se encuentre a una distancia igual o menor a 100 m de:

- a) Una construcción ocupada por veinte o más personas, al menos 5 días en la semana, en 10 semanas en un período de 12 meses. Los días y las semanas no tienen que ser consecutivos, por ejemplo: escuelas, hospitales, iglesias, salas de espectáculos, cuarteles y centros de reunión;
 - b) Un área al aire libre definida que sea ocupada por 20 o más personas, al menos 5 días a la semana, en 10 semanas en un periodo de 12 meses. Los días y las semanas no tienen que ser consecutivos, por ejemplo: campos deportivos, áreas recreativas, teatro al aire libre u otro lugar público de reunión, o
 - c) Un área destinada a fraccionamiento o conjunto habitacional o comercial que no tenga las características de la clase 4.
- Localización clase 4: El área unitaria en la que predominan construcciones de 4 o más niveles incluyendo la planta baja, donde el tráfico vehicular es intenso y pesado, y donde pueden existir numerosas instalaciones subterráneas.

Para este caso se tomó como localización clase 4.

Tabla I. 16 Espesores mínimos teóricos y espesores utilizados para tubería de acero al carbón:

Diámetro exterior(mm)	Resistencia Hidrostática (Kpa)	Presión manométrica de diseño (Kpa)	Espesor teórico (mm)	Espesor utilizado (mm)
168.3	8,620	2100	1.52	7.11
114.30	8,620	2100	7.73	10.41

Materiales

Los materiales por utilizar en las operaciones como en los mantenimientos tendrán que cumplir con las especificaciones técnicas correspondientes. Son responsabilidad del personal técnico la correcta manipulación, transporte y almacenamiento de los materiales a fin de no generarles daños o deterioros que los inutilicen.

En caso de que se realicen actividades con Contratistas a quienes se les entregan materiales, su control se lleva a cabo a través de almacenes virtuales y balances de materiales, siguiendo los lineamientos de los Procedimientos Gestión de Materiales para Proyectos (versión vigente) y Administración de Materiales para Proyectos (versión vigente).

Los materiales que se dispongan en los talleres para emergencias deberán estar identificados como parte del almacén virtual de emergencias y son responsabilidad del jefe del área a la que pertenezca el taller, llevar a cabo el inventario, control y resguardo de los materiales allí almacenados.

El material que se ubica en los vehículos también debe estar inventariado y controlado por el jefe correspondiente.

La Distribuidora suministrará a la Contratista los siguientes materiales:

Tabla I. 17 Listado de materiales

Listado de Material			
Código	Descripción	Unidad	Cantidad
Red de Abasto			
5904	Tubo AC 6" API 5L Ced 40 c/rec	m	4130
5904	Tubo AC 6" API 5L Ced 40 c/rec	m	7650
5874	Tubo AC 4" API 5L Ced 40 c/rec	m	3635
7182	Cinta de advertencia	m	11285
6005	Codo AC 45°x 6"	pza.	50
6246	Codo AC 45°x 4"	pza.	15
5578	Codo AC 90°x 6"	pza.	50
6252	Codo AC 90°x 4"	pza.	15
5795	Poste de señalamiento	pza.	120
5856	Poste de toma de potencial	pza.	25
s/c	Tee AC 6"	pza.	8

Listado de Material			
Código	Descripción	Unidad	Cantidad
s/c	Tapón AC de 6" Ced 40	pza.	3
5734	Válvula AC esf de 6" sold c/chim #300	pza.	7
6475	Válvula box	pza.	7
6150	Placa p/ válvula	pza.	7
	Tubo pe 10"	m	90
6828	Centrador para tubería de 10 x 6	pza.	36
6011	Capuchón p/camisa de 10 tubo 6"	pza.	4
7231	Tubo AC 2"	m	32
6254	Codo AC 90°x 2"	pza.	8
	Acometida		
5904	Tubo de AC 6" c/rec	m	240
5874	Tubo de AC 4" c/rec	m	210
7182	Cinta de advertencia	m	450
5734	Válvula de AC 6"	pza.	8
5716	Válvula de AC 4"	pza.	7
6475	Válvula box	pza.	15
6150	Placa p/ válvula	pza.	15
5795	Poste de señalamiento	pza.	15
5856	Poste toma de potencial	pza.	15
5578	Codo 90°x 6"	pza.	8
6252	Codo 90°x 4"	pza.	7
	ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN		
S/C	RMD-21-4-1000-TC-CBYM	pza.	1
S/C	RMD-21-4-250-TC	pza.	14

Las piezas de interconexión serán las indicadas y aprobadas por la empresa de ingeniería, al momento de la autorización.

1.2.2 Proyecto Civil.

Grupo ENGIE cuenta como parte de sus Sistema de Gestión con las Especificaciones Técnicas Generales para la Ingeniería, Construcción y Puesta en operación de gasoductos (ETG-C-1001), Especificaciones Técnicas Generales para la Fabricación de Estaciones de Regulación y/o Medición.

En general las Especificaciones Técnicas Generales serán de aplicación para todas las ampliaciones, modificaciones y construcciones de los gasoductos, redes de polietileno y ERM/ED que forman o formarán parte de los Sistemas de Distribución del Grupo ENGIE México, a fin de que las obras sean ejecutadas de manera adecuada y eficiente cumpliendo con lo establecido con la normatividad aplicable y normas complementarias que apliquen y estándares técnicos del Grupo, siendo ejecutadas por empresas contratistas, contratadas directamente por ENGIE.

Para los proyectos constructivos de City Gate, se siguen los siguientes procedimientos:

- Procedimiento de estudio topográfico
- Procedimiento de excavación y eliminación de material excedente
- Procedimiento de bajada de tubería, relleno de zanja y compactación de relleno
- Procedimientos de calificación de procedimiento de soldadura (EPS y PQR)
- Procedimiento de reparación de soldadura
- Procedimiento de corte y biselado de tuberías
- Sistema de codificación de juntas de soldadura
- Procesos de soldadura en campo y pre-fabricación en taller
- Procedimiento de inspección con holiday detector
- Procedimiento de preparación superficial y pintado
- Procedimiento de revestimiento de superficies irregulares
- Procedimiento de instalación de cintas Poliken, en taller y campo
- Procedimientos para END de soldadura
- Procedimiento de limpieza interna de línea
- Procedimiento de las pruebas de resistencia y hermeticidad

Para los Proyectos constructivos de fabricación de Estaciones de Regulación y/o Medición, se siguen los siguientes procedimientos:

- Plan de trabajo detallado (cronograma de fabricación de la ERM)
- Procedimiento de calificación de soldadores

- Procedimiento de soldadura (WPS) con su calificación correspondiente (PQR) incluir la certificación de los soldadores
- Procedimiento de reparación de soldadura
- Procedimiento de trazabilidad
- Procedimiento de corte y biselado de tubería
- Procedimiento de reparación superficial y pintado
- Procedimientos para END de soldadura
- Procedimientos para las pruebas de resistencia y hermeticidad acorde con la normatividad vigente
- Procedimiento para el transporte (carga) de la ERM.

Para los Proyectos constructivos de los gasoductos, se siguen los siguientes procedimientos:

- Procedimiento de trazo y replanteo topográfico
- Procedimiento de excavación y eliminación de material excedente
- Procedimiento de bajada, relleno y compactación
- Procedimiento de rotura y reposición de pavimentos (concreto, asfalto, etc.)
- Procedimiento de cruces bajo condiciones especiales
- Procedimiento de cruces bajo condiciones especiales
- Procedimiento de calificación de soldadores
- Procedimientos de soldadura (WPS) con su calificación correspondiente (PQR)
- Procedimiento de reparación de soldadura
- Procedimientos de trazabilidad
- Procedimiento de corte y biselado de tubería
- Procedimiento de soldadura en campo y prefabricación en taller
- Procedimiento para la manipulación y transporte de tuberías con revestimiento
- Procedimiento de reparación en campo del revestimiento externo anticorrosivo
- Procedimiento de inspección como holiday detector
- Procedimiento de preparación superficial y pintado
- Procedimiento de revestimiento de superficies irregulares con epóxico líquido
- Procedimiento de instalación de cintas Poliken
- Procedimiento para PND de soldadura
- Procedimiento de limpieza de línea
- Procedimientos para pruebas de resistencia y hermeticidad
- Procedimiento de habilitación (con esquema unifilar del gasoducto y válvulas a operar)

Construcción de la red

Realización de zanjas

El trazo de la tubería deberá ser lo más recto posible. Para la profundidad y ancho mínimos de la zanja se utilizarán los valores indicados, en las siguientes tablas, así como en el plano “Detalle de zanja”:

Tabla I. 18 Red de acero en mm

Ø ext (mm)	Ø int (mm)	Profundidad (m)	Ancho (m)
60.3	2	0.80	0.20 – 0.40
88.9	3	0.80	0.20 – 0.40
114.3	4	0.80	0.20 – 0.40
168.3	6	0.80	0.45
219.1	8	0.80	0.50
273.1	10	0.80	0.60
323.9	12	0.80	0.65
355.6	14	0.80	0.70
406.4	16	0.80	0.80
508	20	0.80	0.90
609.6	24	0.80	1.00

Es posible realizar una zanja con profundidad mayor a las que se establecen en las tablas sólo para aquellos casos derivados del trámite de permisos de cruce o instalación marginal con Dependencias Municipales, Estatales o Federales (S.C.T., C.E.I., F.F.C.C., etc.) o en caso de presentarse características particulares de terreno.

El piso de la zanja será nivelado en los lugares donde sea necesario, para proporcionar un asentamiento uniforme en la tubería.

Se tendrá cuidado de que las excavaciones sean lo más rectas posibles y que no existan materiales que puedan dañar la tubería al momento de su colocación, como pueden ser ramas, piedras o restos de concreto.

Los restos de la excavación no se dejarán esparcidos alrededor del lugar de trabajo.

Excavación



- a) El eje de las excavaciones debe quedar alineado siguiendo el trazo señalado en los planos respectivos.
- b) Para proceder a los cortes, el ancho de la zanja debe marcarse en el terreno.
- c) Los cortes de pavimento en asfalto o concreto deben efectuarse con equipo mecánico y retirar el producto del área antes de proceder a la excavación.
- d) La excavación puede ejecutarse manualmente o por medios mecánicos, de acuerdo con la naturaleza del material y del frente de ataque.
- e) Para la ejecución de la excavación se debe tomar en cuenta las condiciones de la zona en cuanto a instalaciones subterráneas existentes y construcciones cercanas, con el objeto de no causar daños a estas.
- f) Cuando durante el transcurso de las excavaciones se encuentre alguna interferencia o sea necesario hacer exploraciones previas (calas), para determinar la localización de interferencias, el Contratista lo notificará a ENGIE quien tomará la decisión correspondiente.
- g) Cuando sea necesario cruzar una instalación de servicio existente la distancia de separación mínima entre la tubería con otras instalaciones debe ser de 0.30 metros y 1.00 metro para redes eléctricas. En caso de no ser factible esto, ENGIE indicará lo procedente.
- h) Si por alguna de las circunstancias mencionadas se modifica el trazo del proyecto, debe asentarse en la bitácora de la obra con un croquis que indique la longitud, profundidad y dirección del trazo modificado, referenciado a instalaciones fijas cercanas, con el objeto de pasarlo a planos definitivos (As Built) una vez terminada la obra.
- i) Cuando el tipo de suelo y/o la profundidad sea tal que no permita paredes verticales en la excavación, se pueden formar taludes o ademar según se requiera.
- j) Cuando la excavación en cepas se ejecute en terreno rocoso, en arcilla compactada o piedras angulares que impidan el apoyo uniforme de la tubería en el fondo de la cepa, se debe colocar una plantilla de arena con un espesor suficiente que cubra estas imperfecciones.
- k) El producto de la excavación se debe depositar a un costado de la cepa con una separación mínima de 0.60 m de ésta, dejando libre el lado contrario para las maniobras de tendido de la tubería.
- l) Para las excavaciones de cepa en materiales rocosos no se autorizará el uso de explosivos y en caso de requerirse, solo se podrán utilizar rompedoras neumáticas.
- m) La cepa debe conservarse libre de azolves y otros materiales producto de la excavación y el fondo debe quedar perfectamente limpio y afinado previo al bajado de la tubería.

- n) El material producto de la excavación que puede utilizarse posteriormente en el relleno de cepas será exclusivamente clase 1. El material clase 2 será decisión de ENGIE si es utilizable y la clase 3 debe retirarse inmediatamente del lugar de trabajo.
- o) Las cepas se protegerán con barreras, barandales, cintas de advertencia, o señales para desviar el tráfico y para resguardar la seguridad de los peatones.
- p) En las cepas abiertas donde sea necesario el tránsito vehicular y peatonal, el Contratista debe proporcionar planchas de acero que garanticen las condiciones de seguridad.
- q) Se debe proteger el material producto de la excavación depositada a un costado de la zanja cuando se presenten días con viento o lluvia, que puedan provocar daños a terceros y a instalaciones adyacentes.
- r) No se deben dejar zanjas abiertas en la noche, a reserva de dejar vigilancia y colocar señalamientos.

Cuando exista vegetación en el trayecto de la zanja se deberá tener cuidado con ella, es decir, los arbustos deberán de ser protegidos o en su caso trasplantados, todo ello con el consentimiento de la dependencia adecuada.

No se utilizará maquinaria excavadora cerca de las interferencias localizadas 0.50 metros antes y después de las mismas como son cables, tuberías, encofrados etc. Debiendo ejecutarse el zanjeo de forma manual. Para excavaciones cerca de gasoductos, redes de gas natural en operación, instalaciones eléctricas y/o de telecomunicaciones, esta distancia será de 1.0 metro.

Cuando se encuentren residuos, sólidos o líquidos, concentraciones de vapores o derrames de sustancias tóxicas se deberán suspender los trabajos y avisar a las autoridades competentes.

Cinta de advertencia.

A una separación de 0.30 m sobre el lomo superior de la tubería y durante la etapa del relleno de la cepa, debe colocarse una cinta de advertencia a todo lo largo del ducto. Dicha cinta debe ser de plástico color amarillo con un ancho mínimo de 0.20 metro.

Relleno y tapado de zanjas

Relleno tipo fluido

Se define como "material de baja resistencia controlada" (MBRC), este es un cementante que puede emplearse principalmente en trabajos de nivelación de terreno, para cubrir la conducción de líneas telefónicas, eléctricas, hidráulicas, sanitarias y por supuesto de las líneas de distribución de gas

natural o donde se requiera una resistencia del suelo igual o mejor que la de un material compactado.

Representa una opción para el tapado de zanjas ya que cuenta con una buena resistencia mecánica y permite ser cortado, perforado y/o taladrado con herramientas ordinarias. Tiene alta durabilidad su contracción es mínima y controlada.

El relleno tipo fluido debe tener un rango de resistencia a la compresión de 25 kg/cm² para que sea considerado como un concreto de baja resistencia, esto permitirá en un futuro que herramientas manuales como el pico y la pala sean suficientes para romper este compuesto y así acceder a la tubería enterrada.

No se le considera un suelo cemento ya que por definición no requiere compactación ni colocación en capas, ni curado.

En estado fresco es de fácil y rápida colocación, además de que se adapta a la geometría de las secciones donde se emplee.

En términos generales, es ideal para usarse en áreas reducidas o restringidas donde la colocación del suelo compactado es difícil, esto permite un gran avance durante la obra y una mejor calidad de la que un suelo compactado puede dar.

La base de la medición del concreto debe ser el metro cúbico (m³) de concreto fresco, tal como se descarga en el sitio de entrega. El volumen suministrado puede aceptarse con una tolerancia de 1% a +2% en relación con el volumen enviado.

La descarga total del concreto debe realizarse dentro de la hora y media posterior a la introducción de agua de mezclado, salvo si se añaden aditivos especiales.

En el momento de la entrega, la aceptación o rechazo del relleno fluido, debe hacerse en base a la prueba de revenimiento. El revenimiento nominal debe ser mayor a 100 mm con una tolerancia de ± 35 mm, pudiéndose aceptar el relleno fluido si no existen dificultades para su colocación.

El relleno tipo fluido debe estar en estado plástico fluido cuidando que fluya a todos los huecos de la zanja.

Relleno con material producto de excavación

En caso de que el material se obtenga a partir del producto de excavación, el visto bueno (Vo.Bo.) para su utilización lo determinará el representante en obra de ENGIE.

Es posible mejorar el producto de excavación, para lo cual se deberá añadir cemento antes de compactarlo. En tal caso, los parámetros de la mezcla sugeridos son:

Material de excavación

Cemento: 3% del peso seco del material de excavación

Relleno con material de banco:

En caso de no obtener un Vo. Bo. para reutilizar el material producto de la excavación, se deberá rellenar la zanja con material obtenido de un banco de material de buena calidad, el cual deberá ser avalado por el supervisor de construcción de ENGIE.

Reposición de pavimento

- a) Las operaciones de reposición de pavimento deben ejecutarse en forma manual, con maquinaria o una combinación de ambos. El equipo de construcción debe ser el adecuado y necesario previamente autorizado por ENGIE.
- b) La reposición de un pavimento asfáltico o concreto hidráulico debe hacerse de acuerdo con las condiciones de pavimentación existentes.
- c) Cuando el requerimiento sea de colocación de mezcla asfáltica debe observarse lo siguiente:
 - Una vez terminado el relleno y compactado de la cepa de acuerdo con lo indicado en el capítulo anterior, se debe proceder a efectuar un sello de impregnación con asfalto. Después de esta operación debe esperarse aproximadamente 2 horas para que se eliminen parte de los solventes, dependiendo ese lapso de las condiciones climatológicas.
 - Las temperaturas de la mezcla asfáltica durante su tendido y compactación deben ser recomendadas según el material asfáltico indicado por el proveedor.
 - La mezcla asfáltica debe ser elaborada con cemento asfáltico.
- d) Cuando los espesores de repavimentación sean superiores a los 5 centímetros, debe aplicarse la mezcla en 2 capas, procurando que una vez compactada la primera y antes de tender la segunda se pique la superficie (sin riego de liga), para facilitar la homogeneidad de la mezcla colocada y el amarre de esta.
- e) La compactación debe efectuarse de las orillas hacia el centro. Una vez compactada la mezcla debe quedar al nivel del pavimento adyacente.

Reposición de banquetas, guarniciones y andadores para peatones de ser el caso

La reposición de banquetas, pasos para peatones y guarniciones pueden construirse a mano o a máquina. En este último caso, el equipo de construcción debe ser el adecuado y necesario, previamente autorizado por ENGIE.

La reposición de banquetas para peatones debe tener el nivel y el ancho original de las mismas y su superficie presentar un acabado uniforme, sin protuberancias ni oquedades.

La reposición del concreto hidráulico utilizado en la construcción de banquetas, guarniciones y andadores, debe ser de las características indicadas en el proyecto y/o ordenadas por ENGIE, pero no inferiores a los siguientes:

- a) Banquetas y andadores de concreto simple: $f'c = 150 \text{ kg/cm}^2$.
- b) Para guarniciones coladas en sitio: $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.
- c) Banquetas de concreto reforzado: el $f'c$ mínimo será de 250 kg/cm^2 , y el mismo refuerzo de acero, con el espesor original de la banqueta.

En caso de reconstrucción de guarniciones, primeramente, deben demolerse las existentes procurando que el ancho de la excavación sea el mínimo necesario para alojar los moldes (los cuales deber quedar firmemente sujetos a la base de apoyo). La base en donde se vayan a desplantar las guarniciones debe ser suficientemente resistente para evitar el asentamiento de estas.

En la reposición de andadores se debe tomar en cuenta las dimensiones originales y/o lo ordenado por ENGIE, tomando en consideración lo siguiente:

- a) Los andadores a base de suelo mejorado, como pueden ser materiales granulares, granulares cementados o suelo cemento, se deben reponer tomando en consideración las proporciones, dimensiones y características del material empleado.
- b) Los andadores a base de materiales bituminosos, se deben reponer de acuerdo con el tratamiento previo que deba hacerse al suelo natural que recibirá el andador, como compactación y sustitución en su caso y la mezcla con el material bituminoso que se utilizó originalmente.
- c) Los andadores a base de adoquín, piezas prefabricadas o piedras naturales se deben reponer de manera que el suelo natural que recibirá las piezas tenga la resistencia base de compactación o sustitución necesarias, de acuerdo con el original. Las piezas se deben colocar a hueso, asentándolas sobre una capa de arena, se deben formar entrecalles con tierra para desarrollo de pasto.

Señalamiento de Obra

Al realizar trabajos de construcción o mantenimiento en el sistema de distribución o al concluir la jornada de trabajo, se deben colocar en todo momento los señalamientos de advertencia sobre la existencia de la zanja y de la tubería de gas. Los avisos deben indicar el nombre del distribuidor y/o del constructor y los números telefónicos para caso de emergencia.

Antes de iniciar la excavación el área de trabajo debe ser protegida adecuadamente para minimizar la posibilidad de accidentes y lesiones al público y trabajadores. El uso apropiado y oportuno de señalamientos de precaución, luces, barricadas y conos para el tráfico tal como se describe en este apartado.

Para la obtención de una protección adecuada deben tomarse en cuenta las consideraciones generales siguientes.

Disponer el equipo de tal manera que cause la mínima obstrucción al flujo del tráfico y provea la máxima seguridad al empleado y al público. Mantenga las herramientas, equipo de trabajo y materiales dentro del área de protección.

Colocar el equipo de protección antes de iniciar el trabajo y quitarlo inmediatamente después de que se haya terminado el trabajo.

La rutina del trabajo se debe programar para evitar las horas de tráfico intenso en áreas de congestionamiento.

Los señalamientos usados en la protección del área de trabajo son de dos tipos: señalamientos de advertencia y señalamientos de guía, Deben ser visibles todo el tiempo que dure la obra.

En los señalamientos de advertencia deben usarse cintas de plástico amarillas y con una leyenda "Precaución o Prohibido el paso". Debe instalarse al menos una cinta de advertencia a una altura de entre 50 y 100 centímetros del piso, debidamente fijada por postes provisionales, de tal manera que rodeen y limiten toda el área de trabajo.

Los señalamientos de guía deben ser colocados a tal distancia que el vehículo pueda ajustar su velocidad o cambiar de carril.

Luces: Cuando la claridad y distancia para la visión son reducidas se debe colocar iluminación adecuada que llame la atención e indique la localización real de las obstrucciones y peligros.

Conos: Cuando el volumen de tráfico, la velocidad y visibilidad son tales que las barricadas no son requeridas se pueden utilizar de manera efectiva los conos para delimitar el área de trabajo e inducir el tráfico.

La empresa Contratista de la obra debe ser la responsable de colocar, conservar y retirar los dispositivos de control de tránsito durante la ejecución de los trabajos.

Señalización en los sistemas de distribución

a) Tuberías enterradas en vía pública: Estos señalamientos se deben efectuar sobre el trazo de las tuberías que trabajan a más de 689 kPa a una distancia máxima de 100 (cien) metros. Los señalamientos seleccionados no deben interferir la vialidad de vehículos y peatones, dichos señalamientos en tuberías enterradas en los cruces de carreteras o vías de ferrocarril se deben colocar en ambos lados del trazo de la tubería;

b) En caso de Tuberías enterradas en localización clase 1 (uno) y 2 (dos), éstas podrán señalizarse por medio de postes de concreto o acero y con letreros alusivos al contenido de la tubería “Gas Natural” y precautorios como “No excavar o hacer fuego” y con el número telefónico de emergencias de la compañía distribuidora.

La compañía distribuidora debe tener planos definitivos de construcción actualizada de la red, referenciada a puntos fijos de la ciudad o a sistemas de ubicación electrónica;

c) Tuberías o instalaciones superficiales deben de estar señalizadas de acuerdo con la NOM-026-STPS-2008 y con letreros de advertencia con las características indicadas en el inciso b).

d) Señalamientos de advertencia. Se deben instalar en ambos lados de la tubería, señalamientos con un fondo de color contrastante que indique lo siguiente: “Tubería de alta o baja presión bajo tierra”, “No cavar”, “Ancho de la franja de desarrollo del sistema”, Teléfonos, código del área y nombre de la instalación para casos de emergencia” y el “Nombre y logotipo del Distribuidor”

e) Cinta de Advertencia: a una distancia sobre la tubería enterrada y antes de tapado total de la zanja se debe colocar una banda o cinta de advertencia que indique la presencia de una tubería enterrada de gas bajo ésta.

I.2.3 Infraestructura.

La infraestructura del proyecto **City Gate San Gil**, como ya se ha comentado anteriormente consiste en la construcción de un sistema de “Distribución de Gas Natural por medio de 11,089.00 metros de ductos de acero al carbón, 22 válvulas de seccionamiento, 15 Estaciones de Regulación y Medición y un City Gate, para prestar el suministro de gas natural a los invernaderos que se encuentran operando en la zona, así como invernaderos a futuro o diversos clientes industriales que puedan solicitar el servicio.

El proyecto se encuentra emplazado en el estado de Querétaro, específicamente en el municipio de San Juan del Río.

City Gate

Consta de un City Gate denominado San Gil teniendo su punto de inicio 2 km al norte de la carretera México – Querétaro entrando por el camino vecinal del lado oeste del condominio San Gil hasta su cruce con las vías de ferrocarril “Juárez” y “Morelos”. En este punto donde se realizará la interconexión al gasoducto de 24” de Ø “El Sauz -PIQ2000” por medio de una tapping tee AC 24” con salida a 6” y una silleta de refuerzo envolvente, con el fin de derivar ducto de acero al carbón de 6” Ø como acometida, la cual suministrará el gas natural hasta la entada del City Gate. El City Gate se ha identificado en el vértice 1PC

En dicha instalación el gas será medido y se regulará la presión para que en la línea de distribución se entregue a 21 bar.

Tabla I. 19 Condiciones de diseño de City Gate.

City Gate San Gil							
City Gate	Vértice	Coordenadas		Material	Presión bar	4 Vértices	
		X	Y			X	Y
San Gil	1PC			AC	50/21		

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Estaciones de regulación y medición (ERM)

La localización de las estaciones de regulación debe hacerse de acuerdo con lo indicado en los planos de proyecto y/o lo que indique ENGIE directamente en el lugar de la obra.

En la superficie del terreno donde se vaya a instalar las estaciones de regulación debe efectuarse un despalme de la capa vegetal (si se requiere) de 0.20 m de espesor, colocando en su lugar material de revestimiento a base de grava seleccionada al nivel del terreno natural.

El Contratista debe efectuar las maniobras para la instalación de la estación de regulación que ENGIE suministra prefabricada y armada, conectando únicamente la brida de entrada proveniente de la conexión al ramal principal (Hot Tap). La brida de salida del otro extremo debe quedar con una brida ciega y firmemente calzada y nivelada, en tanto se efectúa la instalación de la red al consumidor.

La puerta de entrada debe abrir hacia fuera y tener un ancho adecuado para realizar las maniobras de instalación y mantenimiento de la estación.

Todos los componentes de la Estación de Regulación deben protegerse contra la corrosión con la aplicación de recubrimientos anticorrosivos.

Las coordenadas de las ERM se pueden ver en la siguiente tabla:

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Tabla I. 20 Coordenadas de las Estaciones de Regulación y Medición

"Estaciones de Regulación y Medición". Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1E			9E		
2E			10E		
3E			11E		
4E			12E		
5E			13E		
6E			14E		
7E			15E		
8E					

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales

Tabla I. 21 Condiciones de diseño de ERM.

Nombre del punto de distribución ERM	Material	Presión (Bar)	ERM (Pza.)	Plano de identificación
E-1	AC	21/4	1	G 250-21 4
E-2	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-3	AC	21/4	1	G 250 21-4
E-4	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-5	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-6	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-7	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-8	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-9	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-10	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-11	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-12	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-13	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-14	AC	21/4	1	G-250-21-4
E-15	AC	21/4	1	G-250-21-4
			15	

Válvulas de seccionamiento

Se deberán instalar válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.

Así mismo se instalarán antes y después de cruces de ríos, canales, arroyos, vías férreas, carreteras y autopistas; y antes de cada estación de regulación y medición.

Antes de su instalación las válvulas se deben probar conforme con lo siguiente:



- Cuerpo de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente abierta", se debe probar a una Presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema.
- Asiento de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente cerrada" se debe probar a una Presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema; y
- Operación de la válvula. Después de completar la última prueba de Presión, la válvula se debe operar para comprobar su buen funcionamiento.

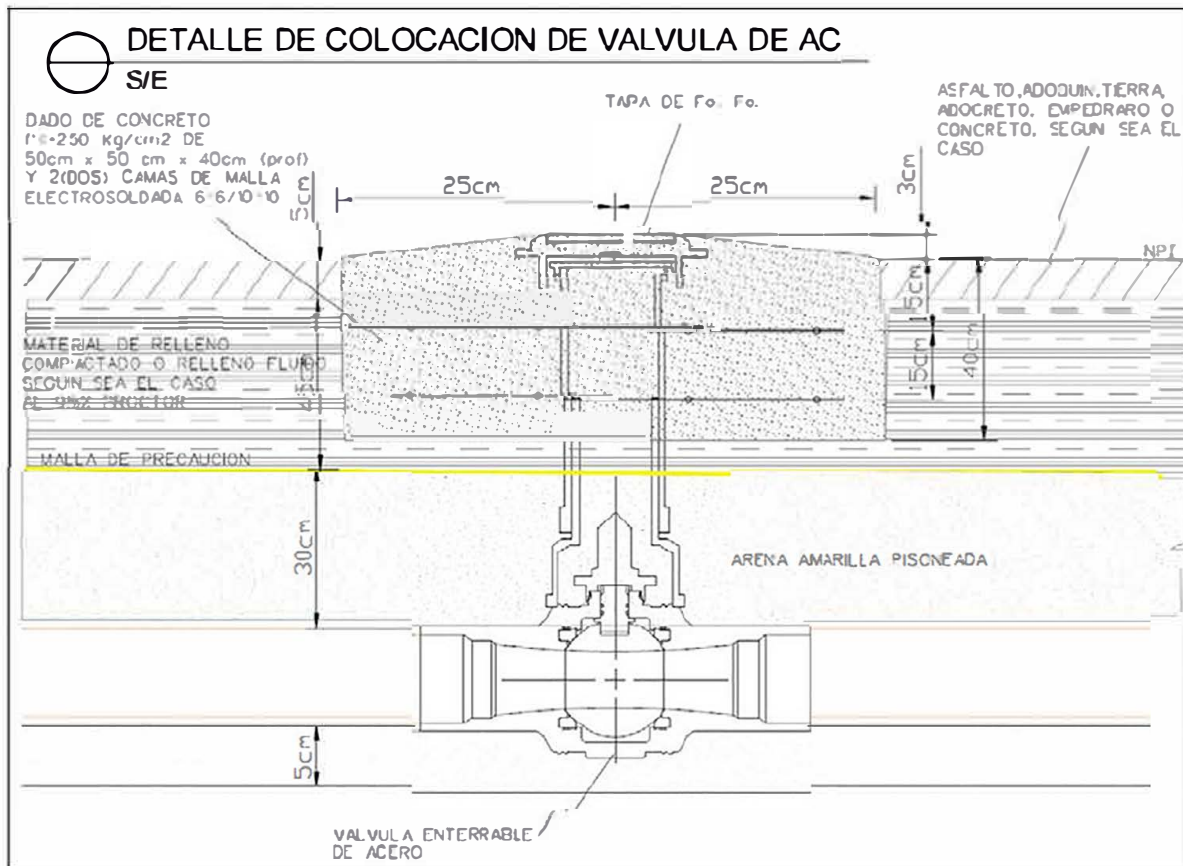


Figura I. 9 Detalle de colocación de válvula de AC

Las coordenadas de las válvulas se muestran en la siguiente tabla.



Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP
Tabla I. 22 Coordenadas de las válvulas de seccionamiento

"Válvulas de seccionamiento". Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1v			12v		
2v			13v		
3v			14v		
4v			15v		
5v			16v		
6v			17v		
7v			18v		
8v			19v		
9v			20v		
10v			21v		
11v			22v		

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

Cruces Especiales

Se tendrán 10 cruces especiales: 2 cruces de carreteras, 5 cruces de ferrocarril y 5 cruces de cuerpos de agua, de los cuales se muestra su localización en la tabla de Puntos de distribución y características técnicas del proyecto.



I.3 Hojas de seguridad

Se presenta un reporte de resultado mensual de agosto 2019, de la composición del gas natural distribuido en el Proyecto City Gate San Gil.

Tabla I. 23 Composición de gas natural

Componente	% mol
Metano (C1)	94.684
Etano(C2)	3.992
Propano (C3)	0.179
N Butano (nC4)	0.019
I Butano (iC4)	0.020
N Pentano (nC5)	0.003
I Pentano (iC5)	0.005
Hexano (C6)	0.002
Heptano (C7)	0.002
Octano (C8)	0.001
Nonano (C9)	0.001
Nitrógeno (N2)	0.408
Bióxido de carbono (CO2)	0.685
Total	100

En el **Anexo 2.1** del ERA puede observar la Hoja de seguridad de acuerdo con la normatividad aplicable.

Las principales características del gas natural son:

- 1) Que no es una sustancia tóxica, es una sustancia asfixiante, e inflamable.
- 2) Su densidad y composición hace que sea volátil y de fácil dispersión.
- 3) Sus rangos de inflamabilidad son entre 4.5% y 14.5 %.

Tabla I. 24 Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto

Nombr e	Cantidad máxima almacenada (m ³ /h)	Contenedor	S	I	R	CAS	STEL (ppm)	LII (%)	LSI (%)	Flash point (°C)	LAAR (kg)
Gas natural	No se almacena, el consumo total 25,420 De diseño se considera 30,000	Ducto	1	4	0	8006-14-2	-	4.5	14.5	-222	500

I.4 Condiciones de Operación

I.4.1 Operación

A continuación, se presentan las condiciones de operación que incluye, flujo, temperaturas, presiones y estaciones de regulación que incluye su estado físico.

Tabla I. 25 Flujos y Temperaturas de Operación de gas natural del proyecto

Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ERM (Pza.)	Tipo ED/ERM	Flujo m³/h	Descripción		AC	
								Ø	Cruce	4"	6"
1PC - 2PC	AC	21	2	1,425.00	0	G-250-21-4	25,420	6"	- Salida de CG -Vías FFCC Juárez - Morelos - Canales de riego		1,425.00
2PC - 14PC	AC	21	3	1,823.00	0	0	23,140	6"	Canales de riego El Caracol		1,823.00
14PC - 12PC	AC	21	3	588.00	2	G-250-21-4 /G-1000-21-4	23,140	6"	-Vía FFCC -Camino a Energy Green house Park		588.00
14PC - 13PC	AC	21	1	965.00	1	G-250-21-4	570	6"	-Canales de riego -Vía FFCC A		965.00
2PC - 3PC	AC	21	1	589.00	0	0	2,280	6"	Vía FFCC A		589.00
3PC - 6PC	AC	21	2	885.00	2	G-250-21-4	1,710	6"			885.00
6PC - 10PC	AC	21	3	1,192.00	3	G-250-21-4	1,140	6"			1,192.00
3PC - 15PC	AC	21	0	1,124.00	0	0	570	4"		1,124.00	
6PC - 16PC	AC	21	0	869.00	0	0	570	4"		869.00	
10PC - 18PC	AC	21	0	600.00	0	0	1140	4"		600.00	
10PC - 21PC	AC	21	0	1,029.00	0	0	1710	4"		1,029.00	

Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ERM (Pza.)	Tipo ED/ERM	Flujo m³/h	Descripción		AC	
								Ø	Cruce	4"	6"
PC15 - 1E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
PC16 - 2E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
7PC - 3E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
5PC - 4E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
4PC - 5E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
8PC - 6E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
9PC - 7E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
18PC - 8E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
17PC - 9E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
19PC - 10E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
20PC - 11E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
21PC - 12E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	4"		30.00	
11PC - 13E	AC	21	1	30.00	1	G-1000-21-4	22000	6"			30.00
12PC - 14E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
13PC - 15E	AC	21	1	30.00	1	G-250-21-4	570	6"			30.00
			22.00	11,539.00	15					3,832.00	7,707.00



City Gate y Estaciones de regulación y medición del proyecto

Tabla I. 26 Datos de diseño de City Gate y ERM

Estaciones	Línea de regulación	Parámetros de diseño			Flujo operación (m ³ /h)
		Presión entrada (bar)	Presión salida (bar)	Flujo diseño (m ³ /h)	
City Gate San Gil	Línea 1	50-21	21	30,000	25,420
	Línea 2	50-21	21	30,000	25,420
1E,2E,3E,5E,6E,7E,8E,9E,10E,11E,12E,13E,14E	Línea 1	21	4	2,000	1,140
	Línea 2	21	4	2,000	1,140
4E	Línea 1	21	4	2,000	1,710
	Línea 2	21	4	2,000	1,710
15E	Línea 1	21	4	2,000	1,710
	Línea 2	21	4	2,000	1,710

En el **Anexo 1.2 del ERA** se encuentran los DTI's del City Gate y de las estaciones de Regulación y medición listadas.

En el **Anexo 2.7 de la MIA Particular**, se muestra plano donde se observa el total de red; así mismo, en la versión electrónica se adjunta archivo Kml correspondiente.

Tabla I. 27 Numero de Plano DTI de City Gate y ERM

Estación	No. Plano	Estación	No. Plano
City Gate	IN-M061SJ-008	8E	RMD-21-4-250-TC-CG
1E	RMD-21-4-250-TC-CG	9E	RMD-21-4-250-TC-CG
2E	RMD-21-4-250-TC-CG	10E	RMD-21-4-250-TC-CG
3E	RMD-21-4-250-TC-CG	11E	RMD-21-4-250-TC-CG
4E	RMD-21-4-250-TC-CG	12E	RMD-21-4-250-TC-CG
5E	RMD-21-4-250-TC-CG	13E	RMD-21-4-250-TC-CG
6E	RMD-21-4-250-TC-CG	14E	RMD-21-4-250-TC-CG
7E	RMD-21-4-250-TC-CG	15E	RMD-21-4-250-TC-CG

I.4.2 Pruebas de verificación

Prueba de hermeticidad de la red

Toda tubería que conduzca gas debe someterse a una prueba de hermeticidad antes de ser puesta en servicio, incluyendo ampliaciones, reemplazos, reparaciones y modificaciones.

La prueba de hermeticidad para la unión de conexiones a las ampliaciones del sistema con las tuberías existentes o por reparaciones a las mismas, se podrá probar previa autorización del distribuidor con gas natural a la presión de operación con la unión descubierta y mediante la aplicación de jabonadura y/o detectores de gas en la misma.

Se debe llevar un registro de las pruebas de hermeticidad realizadas, con el objeto de dejar constancia escrita de las mismas. El registro debe ser firmado por el representante del Distribuidor, el representante de la Constructora y la Unidad de Verificación, indicando, el fluido de prueba, tipo de tubería (material), la presión de la prueba, la escala de la gráfica cuando se utilice, hora y fecha en que se realizó la prueba, así como la identificación mediante plano as-built del tramo de línea y/o sistema de distribución probado.

Los equipos utilizados para determinar la variación de la presión y temperatura deben tener un certificado de calibración vigente para la prueba.

Al término de la prueba no debe existir cambio en la presión, por lo que se considera que la instalación es hermética. La variación de presión admisible es la atribuible a una variación en temperatura o presión atmosférica la cual deberá demostrarse mediante el cálculo matemático correspondiente. En caso contrario, se debe revisar el sistema hasta eliminar las fugas repitiendo la prueba hasta lograr su hermeticidad.

La prueba de hermeticidad de las tuberías de estaciones de regulación y de regulación y medición se harán de conformidad con la disposición de la NOM-003-ASEA-2016. Una vez que se conecten los instrumentos de control y medición, se deberá hacer una prueba de hermeticidad del conjunto a la presión de operación para la detección de fugas por medio de jabonadura a las uniones bridadas o roscadas y eliminación de estas, antes de que ésta entre en operación.

Los resultados de las pruebas de hermeticidad deben estar disponibles a la Unidad de Verificación y cuando el sistema de distribución se desarrolle por etapas, se debe realizar una prueba de hermeticidad a la etapa correspondiente antes de que ésta entre en operación.

Pruebas de resistencia y hermeticidad para City Gate

Las pruebas de hermeticidad deben apegarse a lo estipulado en la norma NOM-003-ASEA-2016.

Previo a la prueba de resistencia, se realizará una limpieza, de carácter preliminar, la finalidad es expulsar de la tubería cualquier material extraño que haya quedado dentro de la línea, durante la etapa de construcción, mediante el pasaje de pig de espuma tantas veces como sea necesario para obtener un grado de limpieza aceptable del aire expulsado.

En esta prueba el valor de presión solicitado deberá ser logrado en el punto más elevado de la tubería teniendo en cuenta los desniveles existentes, y se deberá observar que la presión en el punto más bajo no podrá sobrepasar la máxima presión de prueba admisible para esta tubería.

Dicha prueba será hidráulica, utilizando para tal fin agua perfectamente limpia, y de la calidad establecida en las normas de aplicación. Antes de iniciar el llenado de la tubería, se deberá presentar al Departamento de Construcción el análisis del agua a utilizar realizado por un laboratorio calificado.

En el procedimiento de prueba hidráulica se especificará entre otros:

- Equipo a utilizar.
- Medio de ensayo.
- Perfil de elevación (planialtimetría).
- Contenido volumétrico de la línea.
- Presión de prueba.
- Duración del ensayo.
- Efectos de los cambios de temperatura en la presión del medio de ensayo.

Este Procedimiento deberá ser aprobado por el Departamento de Construcción previo a su realización.

Es recomendable aislar físicamente el tramo bajo prueba de toda otra tubería. No estará permitido ensayar contra válvulas cerradas. Se utilizarán tapones soldados o bridas ciegas para cerrar extremos de la tubería.



Para el llenado con agua, inicialmente se inyectará una cantidad de agua suficiente para formar una masa líquida que remueva los sólidos que hayan quedado y lubrique el conducto. Luego se inyectará agua en un volumen apropiado para permitir empujar al primer pig de llenado (batching pig) con el cual se busca evitar la generación de bolsas de aire en los tramos a probar.

Durante el tiempo que dure la prueba hidráulica se recorrerá el tramo de tubería bajo prueba en busca de fugas "violentas o fuertes", las que podrán ser detectadas visualmente observando el terreno que cubre la línea.

Eliminación de los medios de prueba de presión para City Gate.

Los fluidos utilizados durante la prueba de presión se deben desechar de tal manera que se minimice el impacto al medio ambiente y se reduzcan los riesgos para el personal involucrado.

Prueba de hermeticidad final para City Gate

Esta prueba se realizará inmediatamente después de la prueba de resistencia, para ello se respetarán las condiciones exigidas y señaladas precedentemente para la prueba de resistencia, con una duración de veinticuatro (24) horas. La presión de esta prueba será un 10% inferior a la de la prueba de resistencia.

Protección Catódica para City Gate

Si la interconexión se efectúa con tubería de acero de longitud igualó mayor a 100 metros en el extremo de la transición se instalará un poste para monitoreo de potencial.

En cuanto a las juntas dieléctricas que se coloquen en forma aérea, deberán ser tipo monoblock o junta aislante tipo arandela.

La tubería enterrada deberá ser protegida mediante un ánodo de Mg de 8 Kg o de acuerdo a las características que arroje el cálculo del mismo conectado a través de un poste para monitoreo de potencial.

Soldadura y END para City Gate

Con una anterioridad de 5 días hábiles previos al inicio de las tareas se presentará el procedimiento de soldadura (WPS) sobre la base de la API 1104 o Norma ASME IX Soldadura de recipientes sometidos a presión. El procedimiento de soldadura deberá estar calificado (PQR) por un laboratorio



certificado ante la EMA (Entidad Mexicana de Acreditación). El Contratista deberá presentar estos dos documentos (WPS y PQR) junto mapa de soldaduras, indicando todas las soldaduras presentes (100%) en la instalación, estando las mismas debidamente identificadas con numeración irrepetible y con nomenclatura acorde al procedimiento de soldadura según AWS - Simbología.

El soldador que realice las soldaduras deberá estar calificado acorde a los requisitos del procedimiento de soldadura por un laboratorio acreditado ante la EMA, por tal motivo y a efectos de verificar o incluir dicha calificación en los registros de la Distribuidora, se presentarán todos los datos, antecedentes y calificaciones correspondientes de el o los soldadores participantes.

El 100% de las uniones soldadas serán sometidas a ensayos no destructivos (END) para verificar su aptitud. El Contratista deberá presentar el procedimiento de los END a utilizar (radiografías, líquidos penetrantes, ultrasonido).

El radiólogo deberá ser Nivel II acreditado ante un laboratorio autorizado ante la EMA, quien presentará a la Inspección de Obra copia del certificado vigente que lo habilita para tal fin.

Una vez realizados los ensayos radiográficos, el Contratista deberá presentar a la Inspección de Obra los siguientes documentos:

- Las placas radiográficas identificadas con la numeración del mapa de soldaduras radiografiadas.
- El informe completo del radiólogo.
- Mapa de las soldaduras radiografiadas realizado sobre la base del mapa de soldaduras, respetando la numeración de las uniones de este debiendo estar identificadas con nomenclatura acorde al procedimiento radiográfico. Registro similar deberá presentar para los otros ensayos no destructivos.

Pruebas de resistencia y hermeticidad. Para ductos de Acero

La construcción de los ductos se realiza por medio de contratistas y las pruebas de resistencia también se incluyen. Previo a iniciar, se realiza una limpieza de carácter preliminar, con la finalidad de expulsar de la tubería cualquier material extraño que haya quedado dentro de la línea durante la etapa de construcción, mediante el uso de un pig de espuma “brushing pig” o diablo de limpieza, tantas veces como sea necesario para obtener un grado de limpieza aceptable del aire expulsado.

Las pruebas de resistencia y la hermeticidad se apegarán a lo estipulado en la norma NOM-003 ASEA 2016, “Distribución de gas natural y gas licuado de petróleo por ductos” o la que la sustituya. En esta prueba el valor de presión solicitado deberá ser logrado en el punto más elevado de la tubería teniendo en cuenta los desniveles existentes y se deberá observar que la presión en el punto más bajo no podrá sobrepasar la máxima presión de prueba admisible para esta tubería.

Dicha prueba será hidráulica para tal fin agua perfectamente limpia. A efectos de determinar la calidad del agua se deberá realizar un análisis en el cual se verifiquen las siguientes condiciones:

PH: 6 a 9

Cloruros máx: 200ppm

Sulfuros máx: 250 ppm

Sólidos en suspensión máx: 50 ppm

Antes de iniciar el llenado de la tubería la empresa contratista deberá presentar al supervisor de construcción el análisis del agua extraída de la misma fuente que será utilizada para la prueba y será realizado por un laboratorio calificado. Cuando el supervisor de construcción lo considere conveniente, podrá tomar una nueva muestra para su análisis, durante la ejecución de la prueba hidráulica. Estarán a cargo de la contratista todos los ensayos y obras complementarias necesarias para la correcta ejecución de la prueba. El contratista deberá presentar el procedimiento de prueba hidráulica que especifique equipo a utilizar, medio de ensayo, perfil de elevación, contenido volumétrico de la línea, presión de prueba, duración de la prueba y efectos de los cambios de temperatura en la presión del medio de ensayo.

Este procedimiento deberá ser revisado y aprobado por el supervisor de construcción previo a la realización.

Es recomendable aislar físicamente el tramo bajo prueba de toda otra tubería. No estará permitido hacer pruebas contra válvula cerrada. Se utilizarán tapones soldados o bridas ciegas para cerrar extremos de la tubería.

Para el llenado con agua, inicialmente se inyectará una cantidad de agua suficiente para formar una masa líquida que remueva los sólidos que haya quedado lubrique el conducto. Luego se inyectará agua en un volumen apropiado para permitir empujar el primer pig de llenado, con el cual se busca evitar la generación de bolsas de aire en los tramos a probar.

La presión de la prueba y el tiempo de duración será el que sigue:



- Prueba de resistencia: Presión de prueba, una y media veces la presión de operación. Duración 8 horas.
- Prueba de hermeticidad. Esta prueba se realizará inmediatamente después de la prueba de resistencia, para ello se respetarán las condiciones exigidas y señaladas precedentemente para la prueba de resistencia, con una duración de 8 horas. La presión de esta prueba será un 10% inferior a la de la prueba de resistencia.

Pruebas de resistencia y hermeticidad para ERM

La presión de prueba y el tiempo de duración será el que sigue:

- a) Prueba de resistencia presión de prueba 1.5 veces la presión de operación. Duración 8 hrs.
- b) Prueba de hermeticidad. Esta prueba se realizará inmediatamente después de la prueba de resistencia, para ello se respetarán las condiciones exigidas y señalada precedentemente para la prueba de resistencia con una duración de 24 horas. La presión de esta prueba será un 10% inferior a la de la prueba de resistencia. Se deberá de hacer una prueba de hermeticidad del conjunto, a la presión de operación para la detección de fugas por medio de jabonadura a las uniones bridadas y/o roscadas y eliminación de estas, antes de que ésta entre en operación.

Los fluidos utilizados durante la prueba de presión se deberán desechar de tal manera que se minimice el impacto al medio ambiente y se reduzcan los riesgos para el personal involucrado.

I.5 Procedimientos y medidas de seguridad

Para el proyecto **City Gate San Gil** como para todos los proyectos del Grupo ENGIE México, se encuentran integrados en un Sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SEGURIDAD-PO-01), en el cual se incluye el procedimiento de Operación y Mantenimiento (DISTRIBUCIÓN-PO-01) e integra las actividades de operación, mantenimiento, Plan de respuesta a emergencias, atención de emergencias, prevención de daños, roles y responsabilidades. Cada una de las actividades se encuentran asociadas a las medidas de seguridad con el objetivo de prevenir y mitigar un accidente y con ello una mayor viabilidad en términos de riesgo ambiental.

Las actividades incluidas son:

Operaciones

- Odorización del gas
- Control de la presión máxima de operación permisible (PMOP)
- Medición del volumen de gas y de la energía suministrada
- Trabajos en línea bajo presión
- Purgado de tuberías
- Determinación de la calidad del gas
- Adquisición y comunicación de datos a distancia
- Inactivado de instalaciones
- Vigilancia continua
- Control de condiciones de diseño
 - Búsqueda sistemática de fugas
 - Celaje de ductos

Mantenimiento

Cada año el área de Operación y Mantenimiento de cada Distribuidora establece el Programa de Mantenimiento Anual, que incluye los mantenimientos preventivos de las instalaciones del Sistema de Distribución.

Cada año, se debe emitir un informe interno que analice y resuma el resultado de las actividades de mantenimiento preventivo realizadas, así como las acciones correctivas ejecutadas en el año y las medidas de mejora, cambios, entre otros que se proponen y autorizan realizar en el siguiente año.

Adicionalmente y como parte de las obligaciones periódicas, antes de terminar el mes de marzo de cada año se deberá presentar ante la CRE un Dictamen Técnico de las actividades de Operación y Mantenimiento emitido por una Unidad Verificadora debidamente acreditada ante esta autoridad.

Como objetivo general se tiene:

- Establecer las actividades, responsabilidades y controles para llevar a cabo en general las tareas de mantenimiento del Sistemas de Distribución y City Gate.

Objetivos particulares

- Verificar la correcta ejecución del plan de mantenimiento para evitar un impacto ambiental,
- Comprobar el correcto cumplimiento de la normatividad vigente en la materia, así como con las Normas Oficiales Mexicanas que fungen como referencia a límites de emisiones.

Y se incluyen: control de la corrosión atmosférica, control de corrosión externa, control de corrosión interna, mantenimiento al sistema de odorización, mantenimiento a las estaciones de regulación y medición y City Gate.

Plan de respuesta a emergencias

OyM es responsable de la elaboración, implementación y actualización del Plan de Respuesta a Emergencias (PRE), para dar una respuesta sistemática y precisa a potenciales situaciones o condiciones de emergencia que involucren directa o indirectamente al Sistema de Distribución, a fin de minimizar los peligros hacia las personas, bienes y afectaciones al Medio Ambiente.

Los objetivos principales del PRE comprenden:

- Priorizar la seguridad de las personas,

- Preservar la propiedad,
- Minimizar la magnitud del daño,
- Controlar impactos y daños ambientales,
- Capacitar al personal sobre procedimientos de emergencia,
- Restablecer los servicios esenciales en forma segura y rápida, e
- Investigar la causa de la falla.

Para lograr los objetivos indicados, el PRE debe abarcar la definición y el establecimiento de los procedimientos y directivas en relación con los siguientes puntos:

- Responsabilidades y organización para la respuesta a emergencias.
- Recepción, identificación y clasificación de llamados de emergencia y emergencia potencial.
- Identificación de las condiciones de emergencia.
- PRE para las distintas instalaciones (gasoductos, estaciones de regulación de presión, Centros de Control, etc.).
- Disponibilidad de los recursos (personal, materiales, herramientas, contratistas, etc.) para responder a una situación de emergencia.
- Actualización de pólizas de Seguro de Responsabilidad Civil y Seguro de Responsabilidad Civil Ambiental
- Definición de planes de asistencia mutua que incluyen a:
 - organismos locales de respuesta a emergencias,
 - otras compañías de Distribución de gas,
 - contratistas de construcción y otros contratistas de excavación locales,
 - otros operadores locales de servicios públicos y de instalaciones subterráneas,
 - organismos municipales de respuesta a emergencias.
- Procedimientos para establecer una comunicación efectiva y sin interrupciones entre la Distribuidora, las autoridades locales, las autoridades policiales, Protección Civil, Bomberos, CRE, ASEA, CENAGAS, PEMEX y otras entidades.
- Programas de instrucción que incluyan provisión de información para familiarizar a los empleados de la Distribuidora, a contratistas y a contratistas externos, organismos de respuesta a emergencias y funcionarios públicos, con los procedimientos y recursos disponibles del PRE
- Programas continuos de educación que incluyan provisión de información, comprensible para los clientes, público en general y contratistas e instaladores de servicios públicos, sobre

la forma de reconocer situaciones de emergencia potencial y condiciones de emergencia e informar sobre ellas.

- Lineamientos para el reporte de investigación de incidentes.
- Revisión anual del PRE para evaluar su efectividad e introducción de los cambios y/o mejoras que sean necesarias.
- Ejecución de simulacros de condiciones de emergencia para evaluar la efectividad del plan y de los programas de entrenamiento.
- Programa de recuperación en caso de alguna contingencia.
- Remediación y caracterización de sitios contaminados.
- Considerar la restauración o compensación ambiental.

Atención de emergencias

La Distribuidora debe tener disponible un servicio de emergencia las 24 horas del día, durante los 365 días del año de manera ininterrumpida. Para ello, debe contar con vehículos equipados con detectores de fugas, explosímetros, herramientas adecuadas, accesorios y personal capacitado para atender cualquier emergencia en el sistema de distribución y controlar las fugas de manera eficiente.

Los eventos relacionados a las llamadas de emergencia que reportan clientes, autoridades o público en general se deben atender tomando en cuenta lo siguiente:

Es responsabilidad de la Dirección de HSSE a través del Centro de Operaciones de Seguridad (COPS), la atención de las llamadas de emergencia, el registro de estas en sistema y la transmisión del evento al personal técnico de la Distribuidora en donde se presenta la situación.

Cada una de las Distribuidoras es responsable de la atención en sitio de las llamadas de emergencia en su zona o sistema de distribución.

Responsabilidades:

Gerente Técnico y/o de Operación y Mantenimiento:

1. Proponer y validar con el Director Regional a los Jefes de Operación para cada una de las guardias de atención de emergencias a implementar. El Jefe de Operación debe tener probada experiencia, capacidad técnica y conocimiento del sistema de distribución; en un instante dado y para un sistema de distribución determinado no hay más que un Jefe de Operación.

Jefe de Operación:

1. Integrar un equipo de trabajo (guardia de atención de emergencias), tomando en cuenta el horario diurno (08:00 a 18:00 h) y el horario nocturno (de 18:01 a 07:59 h) por cada semana, incluyendo fines de semana y días festivos, considerando una cobertura definida (áreas o zonas).
2. Comunicar el rol de guardia al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) los viernes al fin del horario laboral de cada semana.
3. Atender y solucionar toda eventualidad que se presente en el equipo de trabajo (guardia de atención de emergencias).

Técnico de Guardia:

1. Atender las llamadas de emergencia que el Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) le comunique dentro del horario definido para el rol de guardia.
2. En su caso, clasificar por grado, las fugas resultantes y llenar los formatos de atención del evento correspondientes.
3. Reportar al COPS tres momentos dentro de cada atención de llamada de emergencia, 1° el horario de llegada a lugar de evento, 2° el horario de puesta en seguridad y 3° el horario de fin de la atención de la llamada de emergencia; en caso de no poder comunicarse al COPS, estos avisos los deberá reportar al Jefe de Operación de la guardia, para que este a su vez lo informe al COPS mediante algún otro canal de comunicación.

Para el control y seguimiento adecuado de las emergencias en campo, el personal de la Distribuidora deberá atender lo dispuesto en los instructivos Intervención por olor a gas o fuga, Instructivo Intervención por sobrepresión, Instructivo Intervención por incendio o explosión, Instructivo Intervención por falta de gas en su versión vigente.

Se cuenta con sus procedimientos de Atención de emergencias:

- Intervención por falta de gas
- Intervención por olor a gas o fuga
- Intervención por sobrepresión

Prevención de daños

Cada Distribuidora cuenta con un Manual llamado “Plan de Prevención de Daños” (PPD), a través del cual se establecen las medidas de seguridad y los lineamientos para informar, coordinar y verificar las actividades de excavación y construcción que podrían causar daños a las instalaciones subterráneas del Sistema de Distribución realizadas por empresas o instituciones.

Estas actividades se entienden como todo trabajo o movimientos de excavación a cielo abierto, hincado, construcciones de túneles, remoción de estructuras mediante explosivos o medios mecánicos, remoción de árboles y otras operaciones de movimientos de tierras. Estableciendo las medidas a tomar antes y durante la ejecución de trabajos, caso de fuga y las precauciones en caso de acceso a estructuras subterráneas ajenas a ENGIE México.

EL objetivo del PPD, es evitar toda situación que pueda poner en riesgo a clientes, trabajadores, colaboradores y a la población en general, a través de recomendaciones a las empresas y/o autoridades que realicen obras de excavación en las cercanías a las instalaciones de distribución de gas natural. Asimismo, se da respuesta a la solicitud de interferencias, al ubicar instalaciones y tuberías de gas y supervisar los trabajos más comprometidos.

Razón por la cual, cada Distribuidora, es responsable de establecer y mantener las estrategias de comunicación en función de los requerimientos y necesidades con las distintas autoridades, empresas y/o instituciones. La finalidad de informar sobre el Plan de Prevención de Daños a estos stakeholders, es que exista retroalimentación constante de todos los proyectos de construcción o trabajos de mantenimiento de servicios públicos, que se planeen realizar, asegurando que estos trabajos no afecten las tuberías o instalaciones de ENGIE México.

La comunicación será a través del Jefe de Ductos/Gerente de O&M o su equivalente, el personal que representa a la autoridad o bien directamente con el representante de la obra en cuestión.

I.6 Análisis y evaluación de riesgos

I.6.1 Antecedentes de accidentes e incidentes

De acuerdo con la información recabada por la Procuraduría de Protección al Ambiente (PROFEPA) en el Centro de Orientación para la Atención de Emergencias Ambientales se encontraron las siguientes estadísticas sobre accidentes relacionados con el manejo de materiales peligrosos, mismos que fueron atendidos directa o indirectamente por las distintas delegaciones estatales de la Procuraduría.

Tabla I. 28 Accidentes que involucran transporte de gas natural en México

Año	Número de Eventos	Tipo									
		Fuga		Derrame		Explosión		Incendio		Otro	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
2000	596	46	7.7	483	81.0	26	4.6	36	5.9	6	1.0
2001	544	50	9.2	455	83.6	14	2.5	21	3.9	4	0.7
2002	470	22	4.7	403	85.7	15	2.6	27	5.7	3	0.6
2003	454	22	4.8	385	84.8	19	3.2	21	4.6	8	1.8
2004	502	29	5.8	445	88.6	10	1.8	18	3.6	0	0.0
2005	455	51	11.2	338	74.3	28	4.9	38	8.4	0	0.0
2006	362	51	14.1	251	69.3	31	5.5	29	8.0	0	0.0
2007	405	54	13.3	292	72.1	26	4.4	34	8.4	0	0.0
2008	350	54	15.4	249	71.1	16	2.8	30	8.6	1	0.3
2009	368	67	18.2	245	66.6	22	3.9	34	9.2	0	0.0
2010	339	44	13.0	228	67.3	33	5.8	34	10.0	0	0.0
2011	426	65	15.3	273	64.1	50	8.8	36	8.5	2	0.5
2012	618	87	14.1	408	66.0	66	11.6	51	8.3	6	1.0
2013	606	102	16.8	384	63.4	70	12.3	44	7.3	6	1.0
2014	1095	139	12.7	819	74.8	51	9.0	83	7.6	3	0.3
Total:	7590	883	11.6	5658	74.5	475	6.3	535	7.0	39	0.5

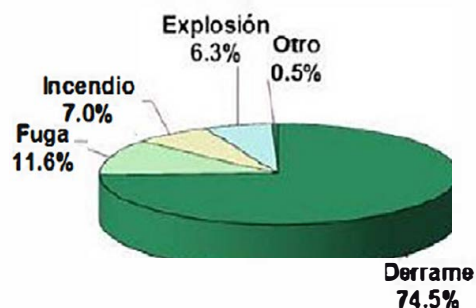


Tabla I. 29 Localización de las Emergencias

Año	Número de Eventos	Localización			
		Terrestre		Marítima	
		No.	%	No.	%
2000	596	552	92.6	44	7.4
2001	544	503	92.5	41	7.5
2002	470	435	92.6	35	7.4
2003	454	411	90.5	43	9.5
2004	502	390	77.7	112	22.3
2005	455	414	91.0	41	9.0
2006	362	349	96.4	13	3.6
2007	405	383	94.6	22	5.4
2008	350	344	98.3	6	1.7
2009	368	354	96.2	14	3.8
2010	339	335	98.8	4	1.2
2011	426	419	98.4	7	1.6
2012	618	605	97.9	13	2.1
2013	606	597		9	
2014	1095	1080	98.6	15	1.4
Total:	7590	7171	94.5	419	5.5

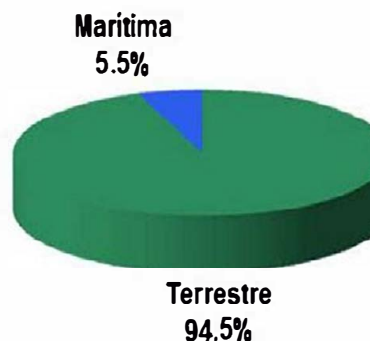


Tabla I. 30 Distribución Estatal

Estado	Año															Total		Acumulado (%)
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	Eventos	%	
Veracruz	143	88	73	94	114	83	63	60	44	48	45	37	39	77	173	1205	15.88	15.88
Tlaxcala	98	93	82	60	63	51	85	59	26	19	19	17	20	24	95	791	10.42	26.30
Tehuacan	10	33	34	41	44	37	44	44	58	36	23	22	34	42	63	556	7.33	33.62
Guadalupe	11	55	5	14	6	9	11	16	21	26	25	14	33	53	237	539	7.10	40.72
Campeche	39	41	41	48	115	38	3	10	2	4	2	5	6	5	12	375	4.94	45.67
México	25	19	19	22	8	24	15	11	14	12	21	17	35	51	59	350	4.61	50.28
Oaxaca	15	19	17	19	18	23	25	22	24	19	16	21	30	21	29	925	12.08	62.36
Puebla	12	16	20	30	33	19	9	7	7	22	20	28	25	23	62	310	4.08	58.64
Nuevo León	18	21	25	4	7	5	16	9	14	20	25	24	30	28	35	281	3.70	62.35
Sonora	14	15	5	6	14	15	10	19	11	4	9	20	55	29	37	260	3.43	65.77
Chiapas	21	21	32	20	33	21	13	16	14	12	8	4	13	3	9	222	2.92	68.70
Jalisco	19	9	5	8	7	14	11	11	7	11	18	13	30	24	38	218	2.87	71.57
Hidalgo	22	20	11	8	8	11	8	7	9	9	8	16	17	22	32	210	2.77	74.33
Distrito Federal	14	8	11	7	16	10	11	9	6	12	9	13	15	34	34	206	2.71	77.05
Chihuahua	4	6	12	0	1	0	13	10	13	8	10	20	24	29	35	186	2.45	79.50
Coahuila	25	19	11	9	7	6	7	5	6	14	8	18	15	10	10	171	2.25	81.75
Baja California	7	10	10	2	2	4	5	13	2	6	7	20	23	23	17	149	1.96	83.72
Michoacán	11	16	23	11	7	3	7	8	6	6	12	9	15	10	13	143	1.88	85.60
San Luis Potosí	11	16	17	13	2	17	2	8	7	7	5	9	8	8	9	139	1.83	87.43
Querétaro	9	8	5	6	6	4	6	9	7	11	10	11	11	10	27	134	1.77	89.20
Sinaloa	6	11	12	1	2	2	3	3	4	3	4	13	16	21	34	129	1.70	90.90
Zacatecas	2	4	3	1	1	8	4	10	5	6	15	11	15	13	22	125	1.65	92.54
Tucután	3	5	2	7	7	2	4	5	6	7	4	8	13	8	8	89	1.17	93.72
Durango	5	10	4	3	5	5	1	0	4	0	3	4	8	5	8	78	1.03	94.74
Morelos	8	1	1	2	5	1	4	4	5	2	4	5	4	8	6	65	0.86	95.60
Tlaxcala	15	7	1	0	1	5	4	8	1	2	1	8	7	6	10	64	0.84	96.44
Guerrero	2	1	0	5	4	2	2	1	6	2	3	8	3	5	6	57	0.75	97.19
Baja California Sur	11	5	0	4	0	1	0	1	6	4	7	8	6	6	4	50	0.66	97.85
Aguascalientes	4	10	3	1	1	1	1	0	3	8	1	1	1	2	7	43	0.57	98.42
Colima	2	11	2	7	4	4	4	2	4	5	1	0	5	2	8	43	0.57	98.99
Nayarit	5	3	1	4	0	4	3	3	2	0	0	3	5	1	5	41	0.54	99.53
Quintana Roo	3	0	3	0	1	1	3	3	3	2	4	3	5	2	0	36	0.47	100.00
Total	596	544	470	454	502	455	362	405	350	368	339	426	618	606	1095	7590	100.00	
Eventos / Día	1.63	1.49	1.29	1.24	1.38	1.25	0.99	1.11	0.95	1.01	0.93	1.17	1.69	1.66	3.00	1.39		

Como se puede apreciar en la tabla de distribución Estatal de Emergencias Químicas, el estado de Querétaro donde se ubica el proyecto **City Gate San Gil**, se encuentra en vigésimo lugar con 134 eventos en el periodo 2000-2014.

A nivel mundial existen entidades encargadas de elaborar y alimentar bases de datos sobre los incidentes ocurridos, de tal manera que la información sea útil para que una empresa de similares características o que procesa sustancias análogas a otra en la que ya ha ocurrido un evento, evite que este suceda; o bien, realizar un análisis de riesgo que aporte si es factible que pueda ocurrir un evento de este tipo en sus instalaciones. Además de ser un medio valioso para la verificación de los modelos actuales de predicción de consecuencias.

En un estudio realizado por el INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo) que utiliza la base de datos MHIDAS, se encuentra el historial de accidentes sobre explosiones del periodo comprendido entre los años 1915 a 2005 en donde se obtuvieron las siguientes tablas sobre la ocurrencia por país y sustancia involucrados:

	Nº registros	% sobre total
Localización conocida	2888	99,38
Localización desconocida	18	0,62
TOTAL	2906	100,00

	Nº registros	% sobre total conocido
USA	976	33,80
Inglaterra	314	10,87
Rusia	125	4,33
Alemania	121	4,19
China	89	3,08
Canadá	83	2,87
México	62	2,15
Australia	57	1,97
Italia	53	1,84
Japón	52	1,80
Francia	52	1,80
España	40	1,39
Otros	864	29,92
TOTAL	2888	100,00

SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN EL INCIDENTE		
	Nº registros	% sobre total
Registro de sustancias conocido	2844	97,87
Registro de sustancias desconocido	62	2,13
TOTAL	2906	100,00

Nombre de la sustancia	Nº registros	% sobre total conocido
Petróleo	438	15,40
Gas Natural	321	11,29
Explosivos	289	10,16
Disolventes	166	5,84
LPG	118	4,15
Gasolina	113	3,97
Propano	98	3,45
Polvo combustible	62	2,18
Etileno	53	1,86
Hidrógeno	49	1,72
Amoniaco	49	1,72
Butano	44	1,55
Nafta	41	1,44
Óxido de etileno	38	1,34
Queroseno	19	0,67
Acetileno	18	0,63
Propileno	17	0,60
Metanol	16	0,56
Nitroglicerina	12	0,42
Gasóleo	11	0,39
Otras sustancias	872	30,66
TOTAL	2844	100,00

La sustancia involucrada con las actividades del Proyecto City Gate San Gil es el gas natural sustancia inflamable y explosiva; finalmente, de acuerdo con la tabla anterior el gas natural se encuentra en el segundo lugar de eventos registrados en el periodo de los últimos 90 años según la fuente MHIDAS, con 321 casos.

A nivel local, se cuenta con antecedentes de incidentes ocurridos en ENGIE:

Tabla I. 31 Fugas en ENGIE área local Querétaro

ITEM	FECHA INCIDENTE	HORA INCIDENTE	DOMICILIO	DESCRIPCIÓN
1	26 de mayo 2015	14:23:00 p.m.	Carretera Estatal N° 411, Fraccionamiento El Condado	Personal subcontratado de la inmobiliaria Gesta Capital, al realizar trabajos de excavación para la instalación de tubería de drenaje para el Fraccionamiento El Condado, dañó el gasoducto de 10" de AC con una máquina excavadora 320, ocasionando una fuga de gas natural y provocando baja presión en el sistema de distribución para el Municipio de Querétaro. El incidente ocasionó la evacuación de 123 personas cercanas a la zona afectada (por protocolo de Protección Civil).
2	18 de marzo 2016	12:24:00 hrs.	Carretera Libre a Celaya Km 8.5 Parque Industrial Balvanera	Personal a cargo de la Comisión Estatal de Caminos, al realizar trabajos de excavación para la construcción de un puente, dañó con una máquina excavadora modelo 320 el gasoducto de 6" Ø PE lo que generó una fuga de gas natural. Lo anterior ocurrió a pesar de que existe desde el inicio del proyecto una coordinación constante entre mi representada y los responsables de dicha obra.
3	04 de mayo 2016	02:06:00 hrs.	Carretera Libre a Celaya Km 8.5 Parque Industrial Balvanera	Personal a cargo de la Comisión Estatal de Caminos, al realizar trabajos de excavación para la construcción de un puente, dañó con una máquina excavadora el gasoducto de 6" Ø PE lo que generó una fuga de gas natural. Lo anterior ocurrió a pesar de que existe desde el inicio del proyecto una coordinación constante entre mi representada y los responsables de dicha obra.
4	24 de octubre 2017	03:01 hrs.	Antiguo camino a Banegas, Col. Santa Maria Magdalena	Personal de protección civil del Municipio de corregidora informa que recibieron un reporte de fugas de gas en la colonia Santa Maria Magdalena, al arribar al lugar se detecta fuga sobre el gasoducto de 16" de AC, provocada al momento de instalar una toma clandestina por medio de una abrazadera y válvula de mala calidad. En la zona solo se encontró un taladro, extensión y un martillo.

El análisis de los resultados:

- Causas: Daños por terceros.
- Consecuencias: Fugas-rupturas parciales. No han resultado en incendios.
- Daños tanto en tubería de polietileno como de acero.

Estos resultados serán considerados en el análisis de riesgo propuesto.

I.6.2 Metodología de identificación y jerarquización

I.6.2.1 Criterios aplicados para la aplicación de las metodologías en el análisis y evaluación de riesgos

De acuerdo con el ciclo de vida de las instalaciones, características de las actividades del proyecto, naturaleza de las sustancias peligrosas manejadas y características físicas y de configuración del proyecto City Gate San Gil; se establece que las técnicas/metodologías más adecuadas para la identificación de riesgos asociados al sistema de distribución de gas natural; son:

- Identificación de sustancias peligrosas, con base en sus propiedades fisicoquímicas y su clasificación como sustancia peligrosa.
- Análisis preliminar de peligros: Reconocimiento físico de cada uno de los ramales que conforman el proyecto, comparándolo con el análisis documental del entorno. Vulnerabilidad ambiental y social que incluye: inundaciones, deslaves, asentamientos humanos, sismo.
- Identificación de riesgos con metodología HAZOP. Cabe señalar que esta metodología cuenta con algunas variantes; pues si bien, se han aplicado los criterios definidos por HAZOP, también se han contemplado parámetros que no son estrictos de la metodología; esto debido a que se trata de dos secciones que se encuentran intrínsecamente relacionadas: City Gate, Estaciones de regulación y medición (ERM) que integran alguna instrumentación y extensas cantidades de ductos de acero al carbón (AC) que no cuentan con instrumentación. Se ha decidido aplicar criterios como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros; se han identificado nodos y agrupado varios similares, pudiendo encontrar en cada uno de ellos, ERM/Ductos AC y City Gate de manera independiente.
- Para jerarquizar los escenarios de riesgo identificados con HAZOP se utilizarán las Matrices de Riesgos que expresan los Criterios de tolerancia del Grupo ENGIE México. Se realizan dos ponderaciones una, considerando el riesgo intrínseco y otra, considerando salvaguardas.
- Análisis de riesgos cuantitativos. Estimación cuantitativa de escenarios de riesgo clasificados como Intolerables e Indeseables, adicional los escenarios identificados en el análisis preliminar de riesgos; mediante estimación de consecuencias con PHAST.



1.6.2.2 Descripción de las metodologías aplicadas para la identificación de peligros y evaluación de los riesgos

Identificación de sustancias peligrosas

Se identifican las características fisicoquímicas de la sustancia de acuerdo con su hoja de seguridad y con la normatividad aplicable nacional e internacional NOM-018-STPS-2015, Sistema armonizado para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo; adicional, tomando los preceptos de clasificación del código NFPA 704.

El criterio establecido para considerar un material como peligroso de acuerdo con NFPA 704 es que, dentro de la escala de clasificación, el valor de las categorías de Riesgos a la Salud e Inflamabilidad evaluando las características del material sea igual o mayor a 3; e igual o mayor a 1 en caso de Reactividad.

Identificación de peligros de acuerdo con NOM-018-STPS-2015/Sistema Globalmente Armonizado y etiquetados de productos químicos (SGA) de acuerdo con: Peligros físicos, Peligros para la salud, peligros para el medio ambiente.

Análisis preliminar de riesgos

Reconocimiento físico: se han observado por secciones, de acuerdo con lo indicado la primera identificada como interconexión y City Gate, la segunda sección como ducto de 6" y la tercera sección se trata de las acometidas industriales, identificando puntos importantes cruces, puntos de conexión con ductos de mayor diámetro, diámetros mayores, presiones mayores.

Vulnerabilidad ambiental y social: Revisión documental que incluye inundaciones, deslaves, asentamientos humanos, cruces de vías de ferrocarril, sismo.

Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP)

La técnica de identificación de riesgos HAZOP es una metodología sistematizada de identificación de las situaciones que pueden desencadenar un evento no deseado, ocasionado por el descontrol del proceso. La metodología HAZOP consiste en el análisis detallado de las posibles desviaciones frente a las condiciones de operación normal en las líneas y elementos pertenecientes a una determinada planta de proceso.

El equipo de trabajo (Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos, denominado GMAER en el presente estudio), en un HAZOP sigue una estructura analítica por medio de un conjunto de palabras guía (no, más, menos, etc.) para examinar desviaciones de las condiciones normales de proceso en puntos claves (denominadas “nodos”) de la unidad. Estas palabras claves son aplicadas a los parámetros más relevantes (flujo, presión, temperatura, nivel, etc.), con el objeto de identificar las posibles causas generadoras de dicha situación, las consecuencias de las desviaciones de estos parámetros con respecto a los valores previstos, así como las salvaguardias instaladas con objeto de evitarlas.

Finalmente, la identificación de consecuencias no deseadas y valoración cualitativa de las salvaguardas existentes, dan lugar a recomendaciones para mejoras en la operabilidad y la seguridad de la instalación. Las recomendaciones de mejora se realizan al objeto de reducir o impedir las causas iniciadoras y de reducir las consecuencias de las desviaciones detectadas. En este sentido, las modificaciones o mejoras propuestas podrían afectar bien a los sistemas de control, de señalización o de emergencia, a las condiciones de diseño de líneas y equipos, o a los procedimientos y documentación escrita, pudiendo derivar en recomendaciones de estudios específicos de detalle.

El resultado de la aplicación de dicha metodología se presenta en forma tabular, indicando:

- Parámetro
- Desviación respecto de la condición de diseño
- Palabra guía + Parámetro
- Causas iniciadoras de la desviación
- Consecuencias esperadas
- Salvaguardias
- Recomendaciones



La aplicación en la identificación de riesgos del presente Análisis de Riesgo se fundamenta en el seguimiento puntual de cada una de las variables operativas dentro del proceso de regulación de presión, medición, transporte y suministro de gas natural, con la finalidad de determinar las posibles desviaciones no deseadas. Siendo una metodología cualitativa para la identificación de riesgos, requiriéndose adicionalmente la cuantificación de las consecuencias mediante el uso de tecnología diseñada para tal fin como simulador de eventos identificados.

Consideraciones adicionales: se han considerado las desviaciones como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros.

Categorías y matrices de riesgo

La ponderación de riesgos será con el uso de la técnica matricial de riesgos. Esta fase consiste en asignar valores estimados de Frecuencia y Severidad de consecuencias a los escenarios de riesgo identificados con base en la experiencia del personal y la ocurrencia de eventos similares que se hubiesen presentado durante los años de operación de la instalación, lo anterior sin considerar la acción de las salvaguardas, determinando así la valoración cualitativa del riesgo inherente.

La ponderación y clasificación de los escenarios de riesgo identificados se llevó a cabo durante las reuniones con el Grupo Multidisciplinario de Análisis y Evaluación de Riesgos, a efecto de aprovechar el conocimiento y experiencia del personal operativo, seguridad, de diseño y construcción.

En el presente estudio, para la ponderación se emplean las categorías de frecuencia y consecuencias, correspondientes al Grupo ENGIE México.

- Per: Afectación a seguridad de las personas,
- Amb: Afectación al Ambiente,
- Neg: Afectación al Negocio,
- Ima: Afectación a la imagen.

■ Las matrices son de 4x4 (4 categorías de Frecuencia vs 4 categorías de Consecuencia).

■ Cada matriz de riesgo utiliza cuatro zonas de identificación de riesgos de acuerdo con el criterio de riesgo tolerado.



La matriz de riesgos se presenta en la siguiente figura y las categorías y frecuencias se presentan abajo:

FRECUENCIA	ALTA F4	B	B	A	A
	MEDIA F3	C	B	B	A
	BAJA F2	D	C	B	A
	REMOTA F1	D	D	C	B
		MENOR C1	MODERADA C2	GRAVE C3	CATASTRÓFICA C4
CONSECUENCIA					

Figura I. 10 Matriz de categorización de riesgos

Siendo las interpretaciones:

Tipo A Riesgo Intolerante: El riesgo requiere acción inmediata, el costo no debe ser una limitación y el no hacer nada no es una opción aceptable. Un riesgo tipo “A” representa una situación de emergencia y deben establecerse controles temporales inmediatos. La mitigación debe hacerse por medio de controles de ingeniería y/o factores humanos hasta reducirlo a tipo C o D de preferencia a tipo D en un lapso menor a 90 días.

Tipo B Riesgo indeseable: El riesgo debe ser reducido y hay margen para investigar y analizar a más detalle. No obstante, la acción correctiva debe darse en los próximos 90 días. Si la solución se demora más tiempo deben establecerse controles temporales inmediatos en sitio, para reducir el riesgo.

Tipo C Riesgo aceptable con controles: El riesgo es significativo, pero se puede acompañar las acciones correctivas con el paro de instalaciones programado, para no presionar programas de trabajo y costos. Las medidas de solución para atender los hallazgos deben darse en los próximos 18 meses. La mitigación debe enfocarse en la disciplina operativa y en la confiabilidad de los sistemas de protección.

Tipo D Riesgo razonablemente aceptable. El riesgo requiere acción, pero es de bajo impacto y puede programarse su atención y reducción conjuntamente con otras mejoras operativas.

Tabla I. 32 Categorías de frecuencias del proyecto City Gate San Gil.

Frecuencia		Criterios de ocurrencia		
CATEGORÍA	TIPO	CUANTITATIVO		CUALITATIVO
Alta	F4	>10 a la -1	>1 en 10 años	El evento se ha presentado o puede presentarse en los primeros 10 años
Media	F3	10^{-1} - 10^{-2}	1 en 10 años a 1 en 100 años	Puede ocurrir al menos una vez en la vida de las instalaciones.
Baja	F2	10^{-2} - 10^{-3}	1 en 100 años a 1 en mil años	Concebible; nunca ha sucedido en el centro de trabajo; pero probablemente ha ocurrido en alguna instalación similar.
Remota	F1	$<10^{-3}$	<1 en 1,000 años	Esencialmente imposible. No es realista que ocurra.

Tabla I. 33 Categorías de Consecuencias del Proyecto City Gate San Gil.

Afectación	Tipo de evento y categoría de la consecuencia			
	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
A las personas				
Seguridad y salud de los vecinos	Sin afectación a la seguridad y salud pública	Alerta vecinal; afectación potencial a la seguridad y la salud pública	Evacuación, lesiones menores o afectación a la seguridad y salud pública moderada; costos por afectaciones y daño entre 5 y 10 millones de pesos	Evacuación, lesionados; una o mas fatalidades; afectación a la seguridad y salud pública; costos por lesiones y daños mayores a 10 millones de pesos
Seguridad y salud del personal y contratistas	Sin lesiones; primeros auxilios	Atención médica; lesiones menores sin incapacidad; efectos a la salud reversibles	Hospitalización; múltiples lesionados, incapacidad parcial o total temporal; efectos moderados a la salud	Una o más fatalidades; lesionados graves con daños irreversibles; incapacidad parcial o total permanentes
Al ambiente				
Efectos en el centro de trabajo	Olores desagradables; ruidos continuos; emisiones en los límites de reporte; polvos y partículas en el aire	Condiciones peligrosas; informe a las autoridades; emisiones mayores a las permitidas; polvos, humos, olores significantes	Preocupación en el sitio por: fuego, llamaradas, ondas de sobrepresión, fuga de sustancias tóxicas	Continuidad de la operación amenazada; incendios, explosiones o nubes tóxicas; evacuación del personal
Efectos fuera del centro de trabajo	Operación corta de quemadores; olores y ruidos que	Molestias severas por presencia intensa de humos, partículas	Remediación requerida; fuego y humo que afectan áreas fuera del	Descargas mayores de gas o humos. Evacuación de vecinos, escape

Tipo de evento y categoría de la consecuencia				
Afectación	Menor C1	Moderado C2	Grave C3	Catastrófico C4
	provocan pocas quejas de vecinos	suspendidas y olores; quemadores operando continuamente; ruidos persistentes y presencia de humos	centro de trabajo; explosión que tiene efectos fuera del centro de trabajo; presencia de contaminantes significativa	significativo de agentes tóxicos, daño significativo a largo plazo de flora y fauna o repetición de eventos mayores
Descarga y derrame	Derrames y/o descarga dentro de los límites de reporte; contingencia controlable	Informe a las autoridades. Derrame significativo en tierra hacia ríos o cuerpos de agua. Efecto local. Bajo potencial para provocar la muerte de peces	Contaminación de un gran volumen de agua. Efectos severos en cuerpos de agua, mortalidad significativa de peces; incumplimiento de condiciones de descarga permitidas, reacción de grupos ambientalistas	Daño mayor a cuerpos de agua; se requiere un gran esfuerzo para remediación. Efecto sobre la flora y fauna. Contaminación en forma permanente del suelo o del agua.
Al Negocio				
Pérdida de producción, daños a las instalaciones	Menos de una semana de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, menor a 5 millones de pesos	De 1 a 2 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción, hasta 10 millones de pesos	De 2 a 4 semanas de paro. Daños a las instalaciones y pérdida de la producción de hasta 20 millones de pesos	Mas de un mes de paro. Daños a la propiedad o a las instalaciones; pérdida mayor a 20 millones de pesos
Efecto legal	Incidente reportable	Se da una alerta por parte de las autoridades	Multas significativas; suspensión de actividades	Multa mayor, proceso judicial
Daños en propiedad de terceros	Las construcciones son reutilizables, con reparaciones menores. Poco riesgo para los ocupantes	Las reparaciones son mayores, con costos similares a edificaciones nuevas. Riesgo de alguna lesión a ocupantes	Pérdida total de los bienes o de la funcionalidad de los bienes; posibilidad de lesiones o fatalidades	Demolición y reedificación de inmueble; sustitución de edificio. Posible lesión fatal a algún ocupante
A la imagen				
Atención de los medios al evento	Difusión menor del evento, prensa y radio locales	Difusión local significativa; entrevistas, TV local	Atención de medios a nivel nacional	Cobertura nacional, protestas públicas. Corresponsales extranjeros

El Riesgo se define como el “producto” de la frecuencia y las consecuencias asociadas a la manifestación de un peligro de un proceso productivo; al aplicar la técnica HAZOP se pretende identificar aquellas circunstancias que no cuentan con medidas de seguridad, protección o emergencia suficientes, y que ponen en riesgo la operación segura de la instalación, derivando en posibles afectaciones al personal, ambiente, población, instalación/producción; para posteriormente ponderar cada riesgo.

Estimación de Consecuencias

De acuerdo con los resultados obtenidos de la jerarquización de los riesgos y la identificación de eventos, se realiza la estimación de consecuencias de los escenarios más críticos que se pueden presentar durante el manejo de sustancias peligrosas.

La estimación de consecuencias se realiza mediante el programa PHAST Professional (*Process Hazard Analysis Software Tool*).

La estimación de consecuencias se desarrolla empleando los criterios para establecer las zonas de salvaguarda establecidos por ASEA:

Tabla I. 34 Parámetros para estimación de consecuencias

Riesgo	Zona	Límite establecido	Observaciones bibliográficas de los efectos
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables.
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos.
	Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados.
Toxicidad	Alto riesgo	IDLH	Concentración a la cual puede estar expuesta una persona durante 30 minutos.
	Amortiguamiento	STEL	Concentración a la cual puede estar expuesto un trabajador durante un tiempo de 15 minutos en una jornada de trabajo de 8 horas diarias.

I.6.2.2 Descripción y resultados de las metodologías aplicadas para identificación de peligros y evaluación de riesgos

Identificación de sustancias peligrosas: Gas Natural

Se menciona a continuación que el gas natural es una sustancia que se localiza en el segundo listado de actividades riesgosas y se maneja en este Sistema Qro-28, en cantidad mayor a la indicada en él. Por lo tanto, se justifica el siguiente análisis de riesgo ambiental.

Tabla I. 35 Sustancias peligrosas manejadas en el proyecto

Nombre	Cantidad máxima almacenada (m³/h)	Contenedor	S	i	R	CAS	STEL (ppm)	LII (%)	LSI (%)	Flash point (°C)	LAAR (kg)
Gas natural	No se almacena, el consumo total 25,420 De diseño 30,000	Ducto	1	4	0	8006-14-2	-	4.5	14.5	-222	500

De acuerdo con la hoja de seguridad:

Peligros	Clasificación SAC	Identificación de peligro
Físicos	Gas inflamable, categoría 1ª Gases a presión, categoría gas comprimido	H220 Gas extremadamente inflamable H280 Contiene gas a presión, puede explotar si se calienta
Para la salud	Corrosión/irritación cutánea, categoría 2. Lesiones oculares graves/irritación ocular, categoría 2A.	H315 Provoca irritación cutánea H319 Provoca irritación ocular grave. Nota: Las indicaciones de peligro para la salud fueron tomadas de ECHA, 2018.
Para el medio ambiente	No aplica	No aplica

Elementos de las etiquetas del SAC
Pictograma



Clasificación del grado de riesgo NFPA

: Salud: 1
Inflamabilidad: 4
Reactividad: 0



En el Anexo 1.1 del ERA puede observar la Hoja de seguridad de acuerdo con la normatividad aplicable.

Análisis preliminar de riesgos

Los resultados del análisis preliminar y con los aspectos a considerar se muestran a continuación para cada una de las secciones que conforman el Proyecto City Gate San Gil:

Tabla I. 36 Análisis preliminar de riesgos Proyecto San Gil.

Sección	Detalle de sección	Deslaves/Inundaciones	Nivel de densidad poblacional habitacional	Población Industrial	Cruce con vías de ferrocarril u otro	Escuelas	Puntos de conexión alta presión	Estaciones de regulación y medición	Referencias
1	Lote baldío y en su periferia. Actividades de cultivo y caminos de terracería	N/A	N/A	Nula	Nula	Nula	Interconexión al gasoducto de 24" de Ø, a 50 bar de presión "El Sauz - PIQ2000"	N/A	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 6" Ø	N/A	N/A	Nula	Cruce de vías Juárez y Morelos alrededor del km 202+200	Nula	N/A	N/A	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 6" Ø, cercano a ubicación 2PC	N/A	N/A	Nula	Cruce con ducto de TGNH	Nula	conexión en 2PC de ducto de 6" Ø, mismas características	N/A	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 6" Ø, 3C	cruce direccional del Canal de irrigación	Baja. A 20 metros, población San Germán (851	Nula	continúa dentro del derecho de vía de la línea de ferrocarril "A" por un	Baja (3-8 escuelas)	N/A	N/A	Atlas de Riesgo y visita física al sitio

Sección	Detalle de sección	Deslaves/Inundaciones	Nivel de densidad poblacional habitacional	Población Industrial	Cruce con vías de ferrocarril u otro	Escuelas	Puntos de conexión alta presión	Estaciones de regulación y medición	Referencias
		"El Caracol" (3C)	Ha), San Juan del Río		costado del poblado '█				
2	Ducto 6" Ø, 5C	N/A	N/A	Baja. Industria	cruce direccional de la vía "A" (5C) saliendo del derecho de vía de la SCT	Nula	conexión en 14PC de ducto de 6" Ø, mismas características	ERM (13E) Energy Green House Park (11PC) ERM (14E) Pepper Mex (7C)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 6" Ø, 8C	Cruce con canal de riego (8C)	N/A	Baja. Industria	paralelos a la línea de ferrocarril "A"	Nula	N/A	ERM (15E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 4" Ø, 3PC	N/A	N/A	Nula	N/A	Nula	Conexión en 3PC de ducto de 6" Ø, mismas características	ERM (1E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 6" Ø, 3PC-6PC	N/A	N/A	Muy baja invernaderos	N/A	Nula	N/A	ERM (4E, 5E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 4" Ø, 6PC	N/A	N/A	Muy baja invernaderos	N/A	Nula	conexión en 6PC de ducto de 6" Ø, mismas características	ERM (2E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 6" Ø, 7PC	N/A	Baja. A 20 metros de población El	Muy baja invernaderos	N/A	De 8 a 10		ERM (3E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio

Sección	Detalle de sección	Deslaves/Inundaciones	Nivel de densidad poblacional habitacional	Población Industrial	Cruce con vías de ferrocarril u otro	Escuelas	Puntos de conexión alta presión	Estaciones de regulación y medición	Referencias
			Organal (2,199 Ha), San Juan del Rio						
2	Ducto 6" Ø, 8PC-10PC	N/A	N/A	Muy baja invmaderos	N/A	N/A	N/A	ERM (6E) ERM (7E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 4" Ø, 10PC	N/A	N/A	Muy baja invmaderos	N/A	N/A	conexión en 10PC de ducto de 6" Ø, mismas características, hacia norte	ERM (8E) ERM (9E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio
2	Ducto 4" Ø, 10PC	N/A	N/A	Muy baja invmaderos	N/A	N/A	conexión en 10PC de ducto de 6" Ø, mismas características, hacia noreste	ERM (10E) ERM (11E) ERM (12E)	Atlas de Riesgo y visita física al sitio

Cada uno de estos aspectos se consideran en la aplicación de la siguiente metodología HAZOP.



Análisis de riesgo y operabilidad (HAZOP)

El desarrollo de la aplicación de la metodología se llevó a cabo el 7 de noviembre de 2019 en Querétaro, México, con la participación de personal de ENGIE con especialidades:

- HSSE
- Operación y mantenimiento
- Proyectos
- Técnico alta presión-ductos
- Técnico baja presión

Así como personal especialista en la conducción de técnicas de identificación por parte de Limón Consultores, S.C. Se respalda en las listas de asistencia presentadas en el **Anexo 1.3 Listas de Asistencia y la conformación del Grupo Multidisciplinario**.

Los criterios establecidos para el desarrollo de HAZOP son:

1. La selección de nodos para la identificación de riesgos se definió utilizando como base la información proporcionada por ENGIE, quedando como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla I. 37 Identificación de Nodos del Proyecto City Gate San Gil

Nodo	Especificación general	Planos de referencia utilizados	Parámetros de operación
1	Punto de interconexión (1PC) con gasoducto Green Energy AC 24", Reducción a la entrada de City Gate entrada de 6" Ø, sistema de odorización.	IN-M06ISJ-08 Plano de Proyecto	Presión entrada City Gate= 50 bar Presión salida City Gate = 21 bar Diámetro = 6" Ø
2	Salida de City Gate, Gasoducto principal de 6" Ø AC. Cruces: Canal de irrigación EL CARACOL (3C), Cruce direccional de ff.cc. Juárez-Morelos (1C); Cruce direccional de ff.cc.A (2C, 4C, 7C); Cruce direccional de camino (5C); Cuerpo de agua (6C, 8C); (13E) ERM Energy Green; ERM (14E, 15E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 6" Ø de AC, Presión =21 bar Longitud de ducto = 4,801 m Presión entrada ERM = 21 bar Presión salida ERM = 4 bar
3	Ramal ducto 6" Ø, Interconexión de ducto principal de 6" (2PC). 3 interconexiones con ductos de 4" (3PC,6PC,10PC) ERM (3E, 4E, 5E, 6E,7E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 6" Ø de AC, Presión =21 bar Longitud de ducto = 3,386 m Presión entrada ERM = 21 bar Presión salida ERM = 4 bar
4	Ramal ducto 4" Ø Interconexión con ducto principal de 6" (3PC) ERM (1E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 4" Ø, Presión = 21 bar Longitud de ducto = 1,124 m Presión entrada ERM = 21 bar Presión salida ERM = 4 bar
5	Ramal ducto 4" Ø Interconexión con ducto principal de 6" (6PC) ERM (2E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 4" Ø, Presión = 21 bar Longitud de ducto = 869 m Presión de entrada ERM = 21 bar Presión de salida ERM = 4 bar
6	Ramal ducto 4" Ø Interconexión con ducto principal de 6" (10PC) ERM (8E,9E,10E,11E,12E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 4" Ø, Presión = 21 bar Longitud de ducto = 1,629 m Presión de entrada ERM = 21 bar Presión de salida ERM = 4 bar

Los diagramas de tubería e instrumentación se encuentran en el **Anexo 1.2**.

2. Para la aplicación de la metodología HAZOP, se consideran los siguientes términos por cada Nodo:

Nodo:	Sección o partes funcionales, claramente localizados, en los cuales se divide un proceso para ser analizado, a efecto de determinar e identificar los riesgos a los procesos de forma metódica y sencilla.
Intención de diseño:	Representa las características o función para la cual fue diseñado el proceso o sistema.
Condiciones de operación:	Valores de las Variables del proceso que lo caracterizan.
DTIs:	Se listan los dibujos considerados de acuerdo con el alcance del nodo.
Palabra Guía:	Palabra o frase que combina con una variable o parámetro, expresa y define una desviación a partir de la intención de diseño.
Parámetro:	Propiedad física o química asociada con el proceso. Ejemplo: Presión, Temperatura, Flujo, etc.
Desviación:	Indica la combinación de la palabra guía y variable del proceso, es decir, la presentación de una situación no normal dentro de un proceso o sistema, aplicando sistemáticamente las palabras guía. Adicional a partir de este rubro se agregan las desviaciones: fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros.
Causas:	Indican los eventos más probables o razones que pueden originar una desviación del proceso o sistema.
Consecuencias:	Los resultados o afectaciones, por la presencia de una desviación al proceso.
Salvaguardas:	Representan las bondades y flexibilidad del proceso con fundamento en sistemas de ingeniería o controles administrativos, que previenen las causas o reducen las consecuencias de la desviación.
Recomendaciones:	Representan las adecuaciones en materia de ingeniería, cambios en la filosofía del proceso, derivadas del consenso multidisciplinario del personal que participó en las sesiones del HAZOP; pudiendo requerirse estudios posteriores para su implementación.

3. Se identificaron consecuencias que inciden directamente en la seguridad con afectaciones al Personal, Ambiente, Negocios y a la Imagen.
4. Con base en la experiencia del personal y la ocurrencia de eventos similares que se hubiesen presentado en instalaciones similares o en las mismas, se realiza la jerarquización de riesgos (sin considerar la acción de las salvaguardas), evaluando la posible afectación hacia Personal, Ambiente, Negocios y a la Imagen.
5. Se listan las salvaguardas para aquellos riesgos identificados en las categorías de Tipo A Intolerante y/o riesgo Tipo B Indeseable.
6. Se realiza un análisis de la reducción de riesgos, pero ahora aplicando una reducción en la frecuencia por la presencia de salvaguardas y de aquellos que han quedado como riesgo Tipo A Intolerante y/o riesgo Tipo B Indeseable, se emitieron Recomendaciones para la mejora de la seguridad y acciones identificadas y sugeridas, asociadas a escenarios cuyas consecuencias inciden en la seguridad.

En el **Anexo 1.4** se presenta la aplicación de la metodología HAZOP.

Escenarios de Riesgo identificados mediante metodología HAZOP

Se determinan los siguientes escenarios de riesgo, partiendo de las siguientes bases:

1. Aquellos escenarios que resultaron riesgo Tipo A Intolerante y/o riesgo Tipo B Indeseable una vez aplicadas las salvaguardas, en la Re-jerarquización.
2. Se definieron escenarios de riesgo que resultaron Tipo B Indeseable, antes de la aplicación de salvaguardas y se identificaron como vulnerables en el análisis preliminar.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla I. 38 Escenarios de riesgo del Proyecto City Gate San Gil.

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N-1	N1-01	Descontrol en el primer paso de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por bridas en City Gate antes de la regulación	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.
N-1	N1-02	Por actividades de obra civil con herramientas manuales	Fuga de gas natural por fisuras en cualquier línea del City Gate	Fuga de gas natural por fisuras debido a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.
N-1	N1-03	Falla y rotura de filtro del sistema de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por filtro del sistema de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate
N-2	N2-04	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 15E	Fuga de gas natural por accesorios, bridas en ERM 15E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 15E
N-3	N3-05	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 4E	Fuga de gas natural por accesorios, bridas en ERM 4E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 4E
N-6	N6-06	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 4E	Fuga de gas natural por accesorios, bridas en ERM 8E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E

Es importante señalar que no son los únicos escenarios identificados en HAZOP; sin embargo, al ser repetitivos los resultados, se ha decidido únicamente simular estos escenarios.

Promoviente: Tractebel Digaaro SA de CV



LIMÓN
CONSULTORES, S.C.
ASESORÍA AMBIENTAL

City Gate San Gil

ERA

ESTUDIO DE
RIESGO AMBIENTAL

Capítulo II

Descripción de las zonas de protección
en torno a las instalaciones



TABLA DE CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES	1
II.1 Radios potenciales de afectación	1
II.2 Interacciones de riesgo	6
II.3 Efectos sobre el sistema ambiental.....	17

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II. 1 Parámetros para estimación de consecuencias.....	3
Tabla II. 2 Radios potenciales de afectación	5
Tabla II. 3 Afectaciones de riesgo	6
Tabla II. 4 Frecuencias de fallos de causas	7
Tabla II. 5 Efectos del sistema ambiental e interacciones de riesgo de escenarios probables	8
Tabla II. 6 Efectos de Sistema Ambiental e interacciones de riesgos PEOR CASO	13
Tabla II. 7 Medidas Preventivas.	14
Tabla II. 8 Efectos del Sistema Ambiental.....	18

II. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN ENTORNO A LAS INSTALACIONES

II.1 Radios potenciales de afectación

El análisis se realizó para los 06 escenarios identificados en la metodología HAZOP.

La evaluación de consecuencias es una técnica de análisis cuantitativo de riesgos, que permite observar el alcance de un accidente potencial, y sus efectos sobre las personas, el ambiente, negocio, imagen; así también permite generar medidas y/o recomendaciones adicionales con respecto a la ubicación de equipos de operación y seguridad, y a definir los planes de respuesta a emergencias.

Los accidentes que involucran sustancias químicas peligrosas pueden producir diferentes tipos de fenómenos, entre los cuales se encuentran los de tipo mecánico (explosiones), térmico (radiación térmica-incendio) y de tipo químico (fugas, derrames de sustancias tóxicas).

Los pasos para seguir para el análisis de consecuencias es el siguiente:

1. Determinar el tipo de fluido y sus propiedades.
2. Caracterización de la fuente de liberación.
 - a. Seleccionar o establecer el diámetro del orificio de liberación.
 - b. Calcular la tasa de liberación teórica.
 - c. Estimar el monto total del fluido o inventario a liberar.
3. Selección del modelo de dispersión.
 - a. Determinar el tipo de liberación es decir si es continua o instantánea para determinar el método a utilizar para modelar la dispersión y estimar las consecuencias.
4. Estimación del alcance de los efectos.

Consideraciones generales para las simulaciones

De acuerdo con el propósito del análisis se eligieron los casos a simular, para así determinar las posibles afectaciones al personal, ambiente, Negocio e Imagen, con la finalidad de implementar las medidas necesarias, por tal razón los escenarios se simularon para el caso más probable.

A continuación, se describen las condiciones generales utilizadas para la simulación de los escenarios de riesgo:

- Los datos ambientales, considerando el análisis de vulnerabilidad, obtenidos del capítulo I del presente estudio y de la MIA-P correspondiente:

Elemento	Querétaro (Estabilidad "F")
Velocidad de viento	7 km/h= 1.9 m/s
Dirección del viento	108 (dirección este)
Temperatura promedio	25.6°C
Humedad	45.8 %

- DETERMINACIÓN DE TASAS DE DESCARGA:** De acuerdo con la Guía para la presentación del estudio de riesgo modalidad ductos terrestres emitida por ASEA, se menciona que deberán considerarse escenarios probables y el peor escenario. Y considerarse fugas a través de un orificio del 20% de diámetro nominal del ducto; así como la ruptura total del mismo.
- Las condiciones de flujo, presión y temperatura de cada escenario se tomaron de la Filosofía de Operación proporcionada por Grupo ENGIE, así como también de las condiciones de operación indicadas durante las sesiones HAZOP.
- Para escenarios derivados de una alta presión se consideró la máxima presión de operación.

- Se consideraron tiempos de liberación de fuga en general de 30 minutos tomando los tiempos de respuesta definidos por el personal de Grupo ENGIE y apoyados de las referencias bibliográficas. Se toman como referencias los valores facilitados en Purple Book de TNO, pág. 4 y 5, de 5 minutos para sistemas de detecciones y cortes totalmente automático; 10 minutos, para sistemas remotos donde se detecta el fallo automáticamente en sala de control y el operador actúa mediante botonera y 30 minutos para los sistemas donde la detección es automática, pero son operados manualmente. En este caso se han tomado como principio de 30 minutos ya que los sistemas son operados manualmente. En este caso se han considerado escenarios con respuesta de 30 minutos de manera general.
- Se han considerado los siguientes parámetros de acuerdo con la Guía para la presentación del estudio de riesgo modalidad ductos terrestres emitida por ASEA

Tabla II. 1 Parámetros para estimación de consecuencias

Riesgo	Zona	Límite establecido	Observaciones bibliográficas de los efectos
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables.
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos.
	Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados.

- Para las simulaciones por explosividad, se considera en la determinación de las Zonas de Alto Riesgo y Amortiguamiento el 10% de la energía total liberada, a través del modelo TNT.
- Para el cumplimiento del PEOR CASO requerido en el estudio, se realizó la simulación de este suceso, definido como la liberación accidental por medio de la ruptura total del ducto, la cual resulta en la mayor distancia de sobre- presión y/o radiación térmica, de acuerdo con los

criterios para definir las zonas de riesgo y amortiguamiento bajo las siguientes especificaciones:

- Inflamable/ explosiva. Rotura catastrófica del recipiente o de la línea de proceso o ducto (usando el modelo TNT por lo que la eficiencia de conversión de la energía utilizada es del 10%).

Resultados del Análisis de consecuencias

Los resultados del análisis de consecuencias de los escenarios bajo los criterios de “caso probable”, se presentan en la **Tabla II.2** en donde se muestra el alcance de los efectos por radiación y sobrepresión de los 29 eventos de riesgo evaluados. Así como, los 4 escenarios considerados como el PEOR CASO, tratándose de rupturas totales de tubería.

En el **Anexo 2.1** se presentan las Hojas de datos de alimentación a PHAST de cada uno de los escenarios identificados, en donde se detallan las condiciones de simulación de cada escenario analizado.

En el **Anexo 2.2** se presentan los resúmenes emitidos por el Software Phast para cada evento simulado.

En el **Anexo 2.3** se presenta la representación gráfica en el Diagrama de Radios de Afectación.

Tabla II. 2 Radios potenciales de afectación

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Clima	Incendio Jet fire (kW/ m ²)			Explosión (psi)		
				5.0	1.4	12.5	1	0.5	3.0
N-1	N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.	F 1.9 m/s	20	35	n/a	15	21	n/a
N-1	N1-02	Fuga de gas natural por fisuras debido a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.	F 1.9 m/s	13	23	n/a	n/a	n/a	n/a
N-1	N1-03	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate	F 1.9 m/s	124	178	99	243	286	n/a
N-2	N2-04	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 15E	F 1.9 m/s	13	23	n/a	n/a	n/a	n/a
N-3	N3-05	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 4E	F 1.9 m/s	15	19	12	14	18	n/a
N-6	N6-06	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E	F 1.9 m/s	51	70	42	75	91	n/a

Los radios de afectación se expresan en metros (m).

n/a: No alcanza



II.2 Interacciones de riesgo

Para realizar un análisis e interpretación de los riesgos y su magnitud a los que se encuentra expuesto el proyecto City Gate San Gil, se describen los siguientes conceptos:

- BLEVE y bola de fuego “Fireball”: Reventamiento de equipos por aumento de presión acompañado por incendios de las nubes formadas en forma de bolas de fuego.
- Dardo de fuego o “jet-fire”: Combustión que se produce a la salida de un gas o líquido a presión.
- Explosiones, sobrepresiones o UVCE: Deflagración explosiva de una mezcla de aire-combustible que se halla en un espacio amplio, cuya onda de presión alcanza una sobrepresión máxima del orden de 1 bar en la zona de ignición.

Tabla II. 3 Afectaciones de riesgo

Riesgo	Zona	Límite establecido	Observaciones bibliográficas de los efectos
Explosión	Alto Riesgo	1.0 psi	Demolición parcial de casas que quedan inhabitables.
	Amortiguamiento	0.5 psi	Destrucción de ventanas, con daño a los marcos.
	Zona de alto riesgo por daño a equipos – Límite inferior de daño	3.0 psi	Daños estructurales importantes
Incendio	Alto Riesgo	5 kW/m ²	El umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos.
	Amortiguamiento	1.4 kW/m ²	Niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados.
	Zona de alto riesgo por daño a equipos – Límite inferior de daño	12.5 kW/m ²	Daños estructurales importantes

En la siguiente tabla se muestran las frecuencias de fallos de las causas, que derivado del HAZOP y Análisis Preliminar se determinaron, con el fin de poder discernir aquellos escenarios con mayor probabilidad de ocurrencia en función de este criterio.

Para este análisis se determina las frecuencias de las causas de cada uno de los escenarios simulados:

Tabla II. 4 Frecuencias de fallos de causas

Nº Escenario	Causas	Escenario de riesgo	Frecuencia sin salvaguarda	Referencia	Salvaguarda física	Longitud tubería m	Frecuencia con salvaguarda
N1-01	Descontrol en el primer paso de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.	1x10-5 ocasiones/año	Pipelines and Transport JR. Taylor	2 válvulas	n/a	2x10-5 ocasiones/año
N1-02	Por actividades de obra civil con herramientas manuales	Fuga de gas natural por fisuras debido a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.	1.5x10-6 ocasiones/metro/año	Manual Bevi (3.2)	2 válvulas	30	4.5x10-5 ocasiones/año
N1-03	Falla y rotura de filtro del sistema de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate	2x10-5 ocasiones/año	API 581 (2.16)	2 filtros	n/a	4x10-5 ocasiones/año
N2-04	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 15E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 15E	1x10-5 ocasiones/año	Pipelines and Transport JR. Taylor	2 válvulas	n/a	2x10-5 ocasiones/año
N3-05	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 4E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 4E	1x10-5 ocasiones/año	Pipelines and Transport JR. Taylor	2 válvulas	n/a	2x10-5 ocasiones/año
N6-06	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 4E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E	1x10-5 ocasiones/año	Pipelines and Transport JR. Taylor	2 válvulas	n/a	2x10-5 ocasiones/año

Escenarios más probables

A continuación, se agrupan los escenarios que resultaron con mayor probabilidad, los cuales se consideran como los más probables, en función de su causa y de sus resultados en la estimación de consecuencias:

Tabla II. 5 Efectos del sistema ambiental e interacciones de riesgo de escenarios probables

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.	2x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 20 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 35 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, no se observan equipos, ni población aledaña en la zona de riesgo. Se trata de una zona de terracería como se puede observar en el capítulo anterior. El poblado más cercano San Gil se ubica a 1 Km y no representa algún riesgo ante este escenario de accidente. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 15 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 21 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, no se observan equipos, casas ni población aledaña en la zona de riesgo. Se trata de una zona de terracería como se puede observar en el capítulo anterior. El poblado más cercano San Gil se ubica a 1 Km y no representa algún riesgo ante este escenario de accidente.
N1-02	Fuga de gas natural por fisuras debido a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.	4.5x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 13 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 23 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, no se observan equipos, ni población aledaña en la zona de riesgo. Se trata de una zona de terracería como se puede observar en el capítulo anterior. El poblado más cercano San Gil se ubica a 1 Km y no representa algún riesgo ante este escenario de accidente. Sobrepresión. No se genera.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N1-03	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate	4x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 124 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 178 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. De acuerdo con lo observado, validado en el capítulo I, se encuentra la interconexión al gasoducto de 24" de Ø "El Sauz -PIQ2000" dentro del radio de afectación de la zona de alto riesgo así como el cruce con las vías de ferrocarril "Juárez" y "Morelos". En el remoto caso de presentarse este escenario, la afectación respecto a población, se daría al personal operativo del ferrocarril y la posible afectación del ducto de 24". El poblado más cercano San Gil se ubica a 1 Km y no representa algún riesgo a población. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 243 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 286 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. De acuerdo con lo observado, validado en el capítulo I, se encuentra la interconexión al gasoducto de 24" de Ø "El Sauz -PIQ2000" dentro del radio de afectación de la zona de alto riesgo, así como el cruce con las vías de ferrocarril "Juárez" y "Morelos". En el remoto caso de presentarse este escenario, la afectación respecto a población, se daría al personal operativo del ferrocarril y la posible afectación del ducto de 24". El poblado más cercano San Gil se ubica a 1 Km y no representa algún riesgo a población. En este escenario, podría verse afectado también dos invernaderos que se ubican en el sentido noreste.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N2-04	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 15E	2x10 ⁻⁵ ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 13 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 23 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. En el entorno de acuerdo con el recorrido al sitio, no se observan equipos, ni población aledaña en la zona de riesgo. A una distancia de 95 m se localiza la planta a la que abastecerá de gas natural Pepper Mex que queda fuera de los radios de afectación resultantes. Sobrepresión. No se genera.
N3-05	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 4E	2x10 ⁻⁵ ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 15 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 19 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Se trata de una zona donde se encuentran a unos 14 metros los invernaderos en ambos lados de este escenario. No se observan equipos, casas ni población aledaña en la zona de riesgo. La afectación tanto como zona de alto riesgo como de amortiguamiento, se dará a 4 invernaderos en su totalidad con una escasa población de 15 personas, operadores de invernaderos. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 14 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 18 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Se trata de una zona donde se encuentran a unos 14 metros los invernaderos en ambos lados de este escenario. No se observan equipos, casas ni población aledaña en la zona de riesgo. La afectación tanto como zona de alto riesgo como de amortiguamiento, se dará a 4 invernaderos en su totalidad con una escasa población de 15 personas, operadores de invernaderos.

Nº Escenario	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental e interacciones de riesgo
N6-06	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E	2x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 51 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 70 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo se identifica una población afectable de alrededor de unas 60 personas y para la zona de amortiguamiento de una población estimada de 130 personas, pertenecientes al poblado Organal. Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 75 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 91 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo se identifica una afectación directa de alrededor de unas 18 casas con una población de 70 personas y para la zona de amortiguamiento la afectación sería de 50 casas con una población estimada de 200 personas, pertenecientes al poblado Organal. Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible.

Escenario PEOR CASO

El peor caso se identificó como aquel que tiene la mayor afectación a personal, y una vez analizados los escenarios se determina que es el N6-06 cuyas consecuencias sobre el sistema ambiental se presentan en mayor dimensión. Ver Tabla II.6.

Es importante señalar que no son los únicos escenarios de riesgo identificados en HAZOP; sin embargo existe similitud entre ellos en las condiciones de operación tanto flujo, presión y temperatura, que se ha decidido realizar las simulaciones de aquellos escenarios de riesgo en los cuales representa mayor vulnerabilidad tanto en equipos, personal y medioambiental.

Finalmente es de destacar que existe un escenario de ruptura total de ducto principal de 6" y 21 bar de presión, que no fue identificado como escenario de riesgo al no resultar de HAZOP, pero que en el muy remoto caso de presentarse, los radios de afectación serían similares a los definidos en el evento N1-03, obteniendo la presencia de un incendio tipo flama y de una ignición, con los siguientes resultados:

Radiación

Zona de alto riesgo: 124 metros

Zona de amortiguamiento: 178 metros

Ignición

zona de alto riesgo: 243 metros

zona de amortiguamiento: 286 metros

La sección de ducto de 6" 2PC-14PC pasa por el poblado San German y de presentarse el escenario, la afectación sería a todo el poblado. Se estima una población de 750 con afectaciones incluyendo sus casas.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Tabla II. 6 Efectos de Sistema Ambiental e interacciones de riesgos PEOR CASO

Nº Evento	Escenario de riesgo	Frecuencia con salvaguarda	Efectos sobre el Sistema ambiental
N6-06	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrolen el primer paso de regulación de ERM 8E	2x10-5 ocasiones/año	Radiación térmica: 5 (kW/ m²) zona de alto riesgo: 51 metros. En esta zona, el umbral de dolor se alcanza en aproximadamente 15 segundos. 1.4 (kW/ m²) zona de amortiguamiento: 70 metros. En esta zona, los niveles de radiación que pueden tolerarse durante periodos de tiempo relativamente prolongados. Para la zona de alto riesgo se identifica una población afectable de alrededor de unas 60 personas y para la zona de amortiguamiento de una población estimada de 130 personas, pertenecientes al poblado [REDACTED]. Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible. Sobrepresión 1 (psi) zona de alto riesgo: 75 metros. En esta zona, existen consecuencias de demolición parcial de casas que quedan inhabitables. 0.5 (psi) zona de amortiguamiento: 91 metros. En esta zona, existen consecuencias de destrucción de ventanas, con daño a los marcos. Para la zona de alto riesgo se identifica una afectación directa de alrededor de unas 18 casas con una población de 70 personas y para la zona de amortiguamiento la afectación sería de 50 casas con una población estimada de 200 personas, pertenecientes al poblado [REDACTED]. Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible.

Medidas Preventivas

Las medidas preventivas orientadas a la reducción de la probabilidad de ocurrencia que se identificaron en el análisis de riesgos y que por tanto se justifica la compatibilidad del proyecto con la infraestructura pretendida e instalada, son:

Tabla II. 7 Medidas Preventivas.

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Medidas preventivas
Nodo 1	N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.	1. Regulador monitor en tren principal 2. Válvula de seguridad del tren principal. 3. Segundo tren de regulación. 4. Regulador monitor en tren secundario 5. Válvula de seguridad del tren secundario. 6. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 7. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 8. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 9. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 10. Enlace al sistema SCADA para monitoreo de variables de operación de presión, temperatura y flujo.
Nodo 1	N1-02	Fuga de gas natural por fisuras debido a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.	1. 2 válvulas. 2. Recorridos de celaje. 3. Programa de mantenimiento anual 4. Malla de señalización con "Advertencia gas natural". 5. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 6. Acceso restringido al recinto City Gate 7. Sistema de cámaras de seguridad con monitoreo remoto

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Medidas preventivas
Nodo 1	N1-03	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate	1. Filtro secundario. 2. Tren de regulación secundario. 3. Certificados de calidad de los materiales, filtros y anillos. 4. Pruebas de hermeticidad previas a la puesta en operación de acuerdo con la normatividad. 5. Programas de mantenimiento a instalaciones aéreas incluyendo revisión con indicadores de gas combustible (explosímetros). 6. Programas de reemplazo de componentes de equipos incluido en el programa de mantenimiento.
Nodo 2	N2-04	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 15E	1. Válvula de seccionamiento 2. Regulador monitor en tren principal 3. Válvula de seguridad del tren principal. 4. Segundo tren de regulación. 5. Regulador monitor en tren secundario 6. Válvula de seguridad del tren secundario. 7. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 8. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 9. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 10. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 11. Enlace al sistema SCADA para monitoreo de variables de operación de presión, temperatura y flujo.

Nodo	Nº Escenario	Escenario	Medidas preventivas
Nodo 3	N3-05	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 4E	1. Válvula de seccionamiento 2. Regulador monitor en tren principal 3. Válvula de seguridad del tren principal. 4. Segundo tren de regulación. 5. Regulador monitor en tren secundario 6. Válvula de seguridad del tren secundario. 7. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 8. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 9. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 10. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 11. Enlace al sistema SCADA para monitoreo de variables de operación de presión, temperatura y flujo.
Nodo 6	N6-06	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E	1. Válvula de seccionamiento 2. Regulador monitor en tren principal 3. Válvula de seguridad del tren principal. 4. Segundo tren de regulación. 5. Regulador monitor en tren secundario 6. Válvula de seguridad del tren secundario. 7. Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas. 8. Implementación de mantenimientos preventivos Periódicos. 9. Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA. 10. Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural. 11. Enlace al sistema SCADA para monitoreo de variables de operación de presión, temperatura y flujo.

Cabe señalar que, en la aplicación de la metodología, se han incluido medidas preventivas (salvaguardas) a otros posibles escenarios que incluso han resultado con riesgo bajo.

II.3 Efectos sobre el sistema ambiental

Para el análisis del efecto de los radios de afectación sobre el sistema ambiental, primero se consideró a los asentamientos humanos.

Tomando en cuenta el escenario PEOR CASO, por efecto de una sobrepresión, el daño esperado es a aproximadamente 200 personas incluyendo escuelas que se encuentran dentro del radio de afectación. Para este escenario se ha considerado la fuga por bridas por descontrol en primer paso de regulación de ERM 8E, cuyas probabilidades de presentarse el evento son bajas, las consecuencias altas debido al tamaño de fuga y presión.

Inundaciones/Deslave. Se realizaron consideraciones de los efectos de inundación, tanto en el análisis preliminar como en el HAZOP y, los resultados con la aplicación de la matriz de riesgos fueron considerados como aceptables, por la baja probabilidad de ocurrencia, por tanto, se considera despreciable este efecto. Se tomaron en cuenta aquellos sitios donde existen cruzamientos de ríos; ya que, con el tiempo, lo que puede ocurrir es que se dañe el recubrimiento de los ductos que tienen cruzamientos por ríos, generando con el tiempo una deformación del ducto y con ello causar una fuga por la presencia en agua. Cabe señalar que estos ductos se encuentran en cruzamientos de río y adosados al puente a una altura del nivel del río de 10 m. Pese a todo ello en caso de presentarse una fuga, la cantidad de material presente en el aire y en el agua, serían similares a las presentadas en los escenarios simulados correspondientes los siguientes nodos siendo estos:

Tabla II. 8 Efectos del Sistema Ambiental.

Cruce	Descripción	Coordenadas de cruces		No. escenario similar	Daño ambiental
		X	Y		
3c	Cruce Canal de Irrigación EL CARACOL	██████████	██████████	N1-02	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 0.9901 kg/s.
6c	Cruce Canal de Irrigación EL CARACOL	██████████	██████████	N2-04	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 0.9901 kg/s.
8c	Cruce Canal de Irrigación (compuertas)	██████████	██████████	N2-04	En caso de fuga sin ignición, la tasa de descarga de gas natural presente en el ambiente y posiblemente en agua es de 0.9901 kg/s.

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Promoviente: Tractebel Digaero S.A. de C.V.



LIMÓN
CONSULTORES, S.C.
ASESORÍA AMBIENTAL

City Gate San Gil

ERA

ESTUDIO DE
RIESGO AMBIENTAL

Capítulo III

Señalamiento de las medidas de seguridad
y preventivas en materia ambiental



TABLA DE CONTENIDO

III. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL	1
III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas	1
III.1.1 Sistemas de seguridad	3
III.1.2 Medidas preventivas. Programa General de Mantenimiento	8
III.1.2.1 Control de la Corrosión Atmosférica	9
III.1.2.2 Control de la Corrosión Externa	10
III.1.2.3 Control de la Corrosión Interna	12
III.1.2.4 Mantenimiento del Sistema de Odorización	13
III.1.2.5 Mantenimiento Mensual del Sistema de Odorización	13
III.1.2.6 Mantenimiento Anual del Sistema de Odorización.	14
III.1.2.7 Mantenimiento Bianual del Sistema de Odorización	15
III.1.2.8 Mantenimiento a las Estaciones de Regulación y Medición	16
III.1.3 Respuesta a Emergencias	22
III.1.4 Manejo Integral de Residuos	25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III. 1 Recomendaciones Técnico-Operativas	1
Tabla III. 2 Coordinadas de las válvulas de seccionamiento	5
Tabla III. 3 Programa de mantenimiento de Corrosión atmosférica	9
Tabla III. 4 Programa de mantenimiento de Corrosión Externa	11
Tabla III. 5 Programa del Sistema de Odorización	13
Tabla III. 6 Programa de mantenimiento a las Estaciones de Regulación y Medición.	16
Tabla III. 7 Indicadores de Seguimiento del Subprograma de Respuesta a Emergencias.	25
Tabla III. 8 Indicadores de Seguimiento del Subprograma de Manejo Integral de Residuos	27

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

III.1 Recomendaciones Técnico-Operativas

Como resultado de la aplicación para la identificación de peligros y riesgos y su evaluación de consecuencias, se presentan las recomendaciones técnico operativas:

Tabla III. 1 Recomendaciones Técnico-Operativas.

No.	Recomendación	Nodo analizado
1	Definir la evaluación de desempeño para las actividades de mantenimiento en City Gate San Gil	Nodo 1.
2	Ejecución en proceso del Proyecto de enlace al sistema SCADA que monitoree los niveles de odorizante a las redes de Acero al carbón (AC).	Nodos 1 al 6.
3	Definir la evaluación de desempeño para las actividades de mantenimiento en las estaciones de regulación y medición (ERM) 1E 15E	Nodos 1 al 6.
4	Elaborar un análisis de criticidad y priorización para implementar la frecuencia de los alcances y tipos de mantenimiento preventivos a las Estaciones de regulación y medición (ERM) considerando los parámetros de tipo de cliente, ventas, ubicación física, ubicación geográfica, consumo, etc.	Nodos 2 al 6
5	Contemplar en los programas subsecuentes una vez ejecutado la sección, dentro de la planeación de simulacros anuales, el escenario de fuga en ducto de 6" y 21 bar de acero al carbón (AC), cercanos a los poblados San German y El Organal, considerar los resultados de la simulación en las zonas de alto riesgo.	Nodos 1 y 6.

Cabe señalar que adicional a las recomendaciones antes señaladas, se deberá garantizar la aplicación y continuidad de las medidas preventivas (salvaguardas) definidas en el HAZOP del proyecto.

Se concluye que la situación que guarda el **Proyecto City Gate San Gil** con respecto al Riesgo ambiental es aceptable en todos los casos, sin dejar de lado la necesidad de ejecutar los diversos controles propios del proyecto, ya sean medidas preventivas, controles de seguridad y recomendaciones, tanto en su etapa de diseño como en la parte operativa; con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado y que pueda derivar en emergencias.

III.1.1 Sistemas de seguridad

A continuación, se presentan los sistemas de seguridad con que contará el Proyecto City Gate San Gil.

Válvulas de seccionamiento

Se deberán instalar válvulas de seccionamiento, las cuales deben estar espaciadas de tal manera que permitan minimizar el tiempo de cierre de una sección del sistema en caso de emergencia. Las válvulas se deben localizar en lugares de fácil acceso que permitan su mantenimiento y operación.

Así mismo se instalarán antes y después de cruces de ríos, canales, arroyos, vías férreas, carreteras y autopistas; y antes de cada estación de regulación y medición.

Antes de su instalación las válvulas se deben probar conforme con lo siguiente:

- a) Cuerpo de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente abierta", se debe probar a una Presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema.
- b) Asiento de la válvula. Con la válvula en posición "totalmente cerrada" se debe probar a una Presión mínima de 1.5 veces la Presión de operación del sistema; y
- c) Operación de la válvula. Después de completar la última prueba de Presión, la válvula se debe operar para comprobar su buen funcionamiento.

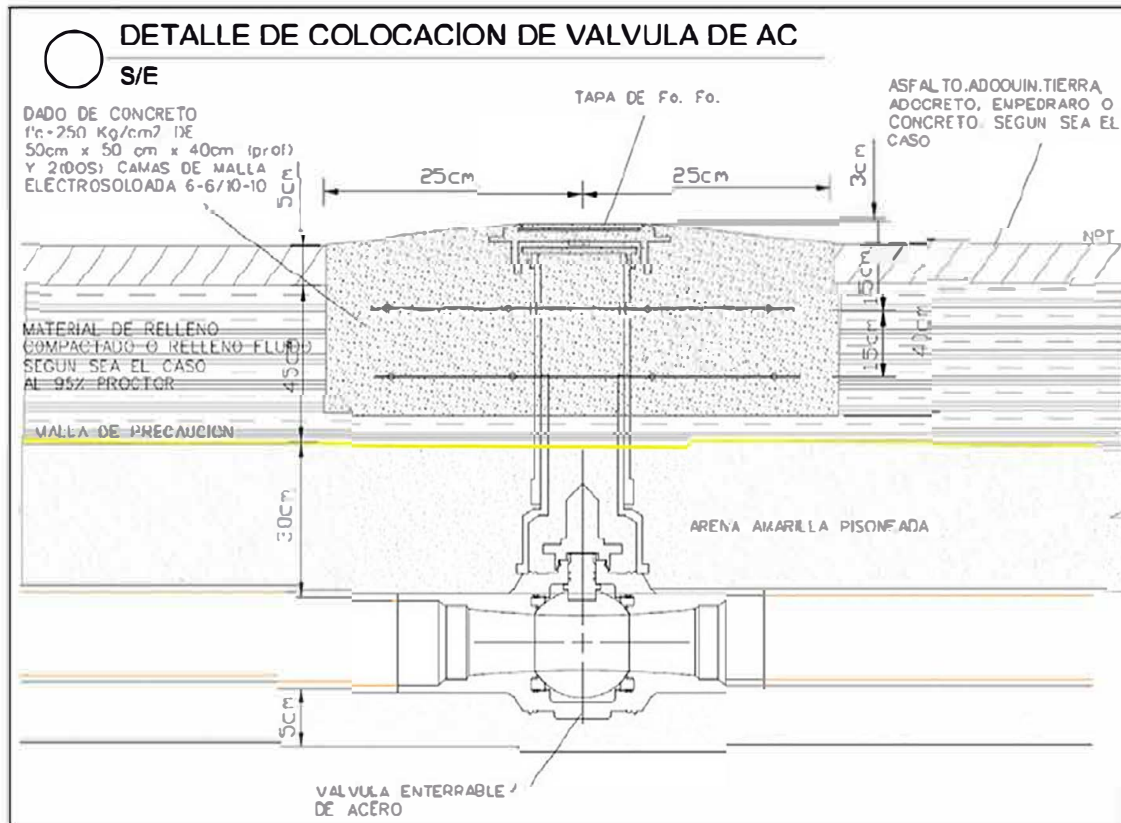


Figura III. 1 Detalle de colocación de válvula de AC

Las coordenadas de las válvulas se muestran en la siguiente tabla.

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Tabla III. 2 Coordenadas de las válvulas de seccionamiento

"Válvulas de seccionamiento". Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1v			12v		
2v			13v		
3v			14v		
4v			15v		
5v			16v		
6v			17v		
7v			18v		
8v			19v		
9v			20v		
10v			21v		
11v			22v		

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

Además, en el sistema se integran los siguientes sistemas de seguridad:

- Segundo tren de regulación en las ERM que de acuerdo con especificación de diseño, lo incluye.
- Enlace al sistema SCADA para monitoreo de variables de operación de presión, temperatura y flujo en City Gate y ERM's.
- La construcción de ductos de AC se realiza a una profundidad mayor a la indicada en la norma.
- Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas.
- Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA, tanto en la fase de diseño como en prearranque de cada proyecto.
- Malla de señalización con "Advertencia gas natural" para todos los diámetros de tubería que se aloje enterrada.
- Sistema de odorización de gas.
- Postes de señalización sobre la trayectoria del ducto.
- El City Gate San Gil se encontrará en un recinto de concreto con acceso restringido.

- Las estaciones de regulación y medición pueden o no venir con el gabinete de protección, en caso de traer gabinete solo se pide una construcción de un enmallado y su techumbre de concreto, en caso de no contar con el gabinete se tiene que realizar una obra civil con muro, celosía y su losa de concreto
- Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
- Plan de Prevención de Daños (PPD).
- Difusión a las autoridades locales y municipales del plan de prevención de daños.
- Gestión segura de contratistas para las actividades de soldadura en acometidas puntuales.
- Entrenamiento inicial y periódico de trabajos de soldadura en ductos.
- Aseguramiento que los técnicos cuenten con la certificación para soldadura de AC.
- Apego a los AR para la actividad y a los procedimientos de operación.
- Uso de herramienta anti-chispa acorde a las Actividades.
- Uso de EPP anti-estática acorde a las actividades.

Dada la naturaleza del proyecto, para la atención de eventos extraordinarios, no se cuenta con un sistema fijo contra incendio, la intervención primaria es la aplicación del Protocolo de atención a emergencias, y consiste en brindar un servicio de emergencia las 24 horas del día, durante los 365 días del año de manera ininterrumpida. Para ello, se cuenta con vehículos equipados con extintores, detectores de gas combustible, herramientas adecuadas, accesorios y personal capacitado para atender cualquier emergencia en el sistema de distribución y controlar las fugas de manera eficiente.

Los eventos relacionados a las llamadas de emergencia que reportan clientes, autoridades o público en general se deben atender tomando en cuenta lo siguiente:

Es responsabilidad de la Dirección de HSSE a través del Centro de Operaciones de Seguridad (COPS), la atención de las llamadas de emergencia, el registro de estas en sistema y la transmisión del evento al personal técnico de la Distribuidora en donde se presenta la situación.

Cada una de las Distribuidoras es responsable de la atención en sitio de las llamadas de emergencia en su zona o sistema de distribución.

Algunos elementos de emergencia con que se cuenta pueden ser:

- Herramientas adecuadas (abrazaderas de alta presión para tubería de acero, manerales especiales para las válvulas de seccionamiento del sistema de alta presión y de baja presión, juego de llaves –españolas, mixtas, estándar, stilson, allen, “llave ajustable”- y herramienta antichispa, juegos de desarmadores) adecuados para su uso en el sistema de transporte y distribución de gas.
- Equipos de detección de gas portátiles, mascarillas con manguera de respiración, botiquín portátil de primeros auxilios para atención remota, varillas de señalización, arnés y línea de vida.
- Elementos de señalización tales como cinta de advertencia.
- Equipos especiales para obturación de gas y perforado de las tuberías en operación.

III.1.2 Medidas preventivas. Programa General de Mantenimiento

Para el proyecto City Gate San Gil como para todos los proyectos del Grupo ENGIE México, se encuentran integrados en un Sistema de Gestión de Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente (SEGURIDAD-PO-01), en el cual se incluye el procedimiento de Operación y Mantenimiento (DISTRIBUCIÓN-PO-01) e integra las actividades de operación, mantenimiento, Plan de respuesta a emergencias, atención de emergencias, prevención de daños, roles y responsabilidades. Cada una de las actividades se encuentran asociadas a las medidas de seguridad con el objetivo de prevenir y mitigar un accidente y con ello una mayor viabilidad en términos de riesgo ambiental.

Las operaciones que se realizan para cumplir los alcances del servicio de distribución y/o que por involucrar actividades sobre alguno de los componentes de la infraestructura en operación son realizadas por personal técnico especializado, siguiendo procedimientos previamente establecidos y autorizados a fin de asegurar que las mismas se realizan bajo los lineamientos de seguridad correspondientes.

Programa General de Mantenimiento

Objetivo General

- Establecer las actividades, responsabilidades y controles para llevar a cabo en general las tareas de mantenimiento del Sistemas de Distribución y City Gate.

Objetivos particulares

- Verificar la correcta ejecución del plan de mantenimiento para evitar un impacto ambiental,
- Comprobar el correcto cumplimiento de la normatividad vigente en la materia, así como con las Normas Oficiales Mexicanas que fungen como referencia a límites de emisiones.

Equipo a utilizar

Los equipos empleados variarán de acuerdo con las actividades, así como la etapa en la que se encuentre.

III.1.2.1 Control de la Corrosión Atmosférica

Establecer los lineamientos, actividades, responsabilidades y controles para mantener el sistema de protección contra la corrosión atmosférica en la tubería de acero incluyendo las interfaces (transiciones) suelo-aire, asegurando que estos funcionen adecuadamente.

A fin de asegurar el correcto funcionamiento del sistema de recubrimiento anticorrosivo contra las condiciones atmosféricas o en instalaciones superficiales, el Ingeniero Especialista en Control de la Corrosión (IECC) revisa el Plan Anual de Mantenimiento, el cual debe comprender las actividades de la siguiente tabla de manera enunciativa más no limitativa.

Tabla III. 3 Programa de mantenimiento de Corrosión atmosférica.

	Actividad	NOM-003	Distribución
1	Estado de protección anticorrosiva: • Mantenimiento Preventivo - Ambiente No Corrosivo - Ambiente Corrosivo - Ambiente Agresivo • Correctivo	6 meses	1 año 6 meses 4 meses Evento
2	Selección de materiales para reparaciones y casos especiales	---	1 año/Evento
3	Sustitución de componentes por pérdida de metal	---	Evento
4	Interface (transición) suelo-aire	1 año	4 meses

Los principales puntos por observar por parte del Técnico Especialista al realizar la inspección visual son los siguientes de manera enunciativa más no limitativa:

- Protección anticorrosiva deteriorada, cuarteada o agrietada.
- Productos de corrosión (zonas de color marrón rojizo).
- Ampolladuras o pintura descarapelada.
- Área de soldaduras o cualquier otra que tenga hendiduras donde pueda acumularse agua que produzca corrosión.
- Incrustaciones o depósitos.
- Daño mecánico.

- Aislante deteriorado entre el soporte o estructura y el gasoducto, en estaciones de regulación y medición, City Gate, etc.
- Estado del recubrimiento/pintura en la interfaz. Se debe reportar si el recubrimiento presenta corrosión bajo película.

Nota: Se pone atención en zonas debajo de tanques (odorización) o poco accesibles, en busca de cualquiera de los hallazgos anteriores.

La inspección visual puede formar parte del Plan de Mantenimiento correspondientes a Búsqueda Sistemática de Fugas, Mantenimiento a Estaciones de Regulación y Medición, Mantenimiento de Válvulas y Medición, o cualquier otra actividad que permita optimizar tiempos de traslado de personal y aprovechar mejor los recursos asignados.

Una vez que se han identificado las zonas con deficiente o deteriorada protección anticorrosiva que deben ser reparadas, se asigna el personal y los recursos para tal fin, con base en los productos autorizados y recomendados.

En caso de que las reparaciones deban ejecutarse por un tercero o requieran una importante asignación de recursos, se debe programar la ejecución de los trabajos.

III.1.2.2 Control de la Corrosión Externa

Establecer los lineamientos, actividades, responsabilidades y controles para mantener el sistema de protección catódica existente o por instalar para controlar la corrosión externa en la tubería de acero enterrada o sumergida, asegurando que funcionen adecuadamente.

A fin de asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de protección catódica, el IECC revisa el Plan Anual de Mantenimiento, el cual debe comprender las actividades de la siguiente tabla de manera enunciativa más no limitativa.

Tabla III. 4 Programa de mantenimiento de Corrosión Externa.

	Actividad	NOM-003	Distribución
1	Medición de potenciales ON. • Zona urbana. • Zonas no pobladas • VCA • Conexiones eléctricas en Poste Medición potenciales Instantáneo Off	3 meses 6 meses 1 año	3 meses 6 meses 6 meses * 6 meses
2	Medición de potenciales naturales (donde se utilice criterio de 100mV)	---	1 año
3	Mantenimiento de Rectificadores o fuentes de inyección de corriente. • Rectificador manual. • Rectificador automático. • Conexiones eléctricas • Señalamientos de seguridad	2 meses 1 año 1 año	2 meses 4 meses 2 meses/1 año # 3 meses
4	Verificación de Ánodos y Cama: • Galvánicos. • Inertes. • Resistencia	1 año 1 año	1 año *. 2 meses/6 meses # 1 año
5	Medición de resistividad de suelos y Ph. Donde aplica		1 año
6	Monitoreo de aislamientos eléctricos.	1 año	1 año
7	Verificación de interferencias eléctricas (AC, DC, enlaces). Durante el CIS & DCVG		Por interferencia 5 años
8	Verificación del recubrimiento protector.		Por evento.
9	Mantenimiento de cruces encamisados.		1 año
10	Celdas de Cu/CuS ₄	1 año	1 año

Las Unidades de Protección Catódica por Corriente Impresa comprenden una fuente de corriente y regulación de la misma (normalmente un rectificador) y la cama de ánodos inertes, ya sea tipo horizontal o profunda, más el sistema de cableado correspondiente.

El personal involucrado en esta tarea debe conocer la ubicación de las fuentes de corriente y de cama anódica, así como su tipo. Esto debe estar documentado en planos de detalle y/o esquemas de ubicación, croquis o unifilares.

La revisión y ajuste de los parámetros de los rectificadores es realizada por personal Técnico Especializado con un periodo bimestral para rectificadores manuales, para el caso de rectificadores automáticos o manuales, pero con equipo de monitoreo remoto tres veces por año. Se puede programar este mantenimiento en conjunto con otras actividades como lo es la medición de potenciales o de resistividades y pH.

En caso de que alguno de los Sistemas de Distribución se encuentre protegido mediante ánodos de sacrificio, se debe planificar el mantenimiento de este sistema según las frecuencias indicadas en el plan anual de mantenimiento.

III.1.2.3 Control de la Corrosión Interna

Establecer los lineamientos, actividades, responsabilidades y controles en materia de seguridad Industrial y operativa, así como de protección al medio ambiente de acuerdo con el marco normativo para la toma de muestras durante la inspección cuando se tiene acceso directo al interior del componente, para asegurar que los sistemas funcionen adecuadamente.

El gas natural distribuido por ENGIE no es considerado corrosivo. Sin embargo algunos contaminantes como el agua, sales, glicoles y lodo en la tubería, contribuyen a la formación de celdas de corrosión y tienen que monitorearse.

El dióxido de carbono (CO_2) combinado con agua crea ácido carbónico. EL sulfuro de hidrógeno (H_2S) se combina con el agua y forma ácido hidrosulfúrico. Estos dos ácidos pueden causar la corrosión de la tubería, en algunos casos acelerada. Asimismo, ciertas bacterias comúnmente conocidas como APB (bacterias que producen ácido) y SRB (Bacterias de reducción de sulfuro) también producen condiciones de corrosión.

Dependiendo de los activos, sólo se tiene acceso para la inspección interna durante las reparaciones, e indirectamente a través de la inspección en línea/servicio y en el caso más crítico no se tiene acceso para una inspección interna de la tubería, por lo cual el conocimiento de la composición química del gas resulta útil para predecir la corrosividad.

Se inspecciona la superficie interna en busca de señales o evidencias de corrosión interna o de depósitos y se completa el procedimiento que se encuentre vigente, el cual se considera como anexo en las fotografías de los hallazgos, en base al DIG-MAN-CORR-PR-03-IN01 Toma de Muestras.

Se realiza la inspección visual lo más pronto posible para evitar que los productos de corrosión (si existen) sufran cambios o se contaminen.

De hallarse corrosión interna o indicios de ésta, se programa las actividades para examinar las áreas adyacentes del ducto para determinar la extensión de la corrosión interna.

III.1.2.4 Mantenimiento del Sistema de Odorización

A fin de asegurar el correcto funcionamiento de los sistemas de odorización, el Ingeniero Especialista en Medición, Regulación y Calidad del Gas, elabora el Plan Anual de Mantenimiento de los Sistemas de Odorización que comprende las actividades de la siguiente Tabla:

Tabla III. 5 Programa del Sistema de Odorización.

	Plan de Mantenimiento	Frecuencia
1	Mantenimiento mensual del Sistema Odorizador	Mensual
2	Mantenimiento anual del Sistema Odorizador	Anual
3	Mantenimiento bianual del Sistema Odorizador	Bianual

III.1.2.5 Mantenimiento Mensual del Sistema de Odorización.

Este mantenimiento se realiza de acuerdo con los instructivos correspondientes según el tipo de equipo, que de manera general comprende las siguientes tareas:

Para equipos de inyección de odorante:

- Verificar el modo de funcionamiento: Manual I Automático.
- Verificar el nivel de líquido odorante en el depósito.
- Verificar que el tanque no presente fugas o escurrimientos.
- Verificar que el tanque no presente puntos de corrosión o daños en su superficie.
- Verificar el funcionamiento de la bomba dosificadora.
- Realizar la rotación de las bombas controlando el correcto funcionamiento de ambas, dejando el estado de las bombas como se encontró.
- Verificar el volumen inyectado por ciclo del émbolo.
- Verificar los ciclos del émbolo por minuto.
- Verificar y comparar el caudal de gas en la línea que indica el equipo odorizador con el indicado por el medidor de caudal de gas instalado en el City Gate.
- Verificar la concentración de odorante en la tubería según la siguiente fórmula:

Volumen inyectado por el émbolo= $(\text{cm}^3\text{odor}/P) \times P/H \times 815 (\text{mgodor}/\text{cm}^3\text{odor}) / Q_{\text{inst.}} (\text{m}^3\text{gas}/h)$

Donde:

P: pulso de inyección.

P/H: pulsos de inyección en una hora.

Valor normal: 100 gramos de odorante / 10000 m³ de gas

0,01 gramos de odorante/ 1 m³ de gas

10 miligramos de odorante / m³ de gas.

- Controlar el nivel de lubricante en bombas. Reponer si es necesario.
- Controlar la posición de las válvulas en el circuito neumático y de líquido.
- Verificar y reparar pérdidas de gas y/o líquido.
- Registrar la presión de suministro a bombas.
- Purgar el regulador de presión de suministro.
- Registrar la presión del tanque de odorante.
- Verificar el estado y numeración de precintos.
- Verificación de la transmisión de los datos.

Para equipos de odorización por arrastre:

- Verificar el modo de funcionamiento: Manual.
- Controlar el nivel de líquido odorante en el depósito.
- Verificar la presión de entrada y presión de salida.
- Verificar la operación de los reguladores.
- Si es manual, verificar la posición de la válvula de control, si tiene un precinto marcado.
- Verificar las conexiones para asegurar que no haya fugas.

III.1.2.6 Mantenimiento Anual del Sistema de Odorización.

El mantenimiento anual se realizará de acuerdo con lo indicado en el Manual de Operación y Mantenimiento del proveedor del equipo, lo cual se detalla en los instructivos correspondientes.

Los principales puntos para contemplar en el mantenimiento son:

- Mantenimiento de la bomba (cambio de O'ring, cambio de check wafer, cambio de diafragma, etc.)
- Cambio de válvulas solenoides
- Mantenimiento a la válvula de relevo (cambio de O'ring)
- Cambio del verómetro (cambio de O'ring, cambio de coladera del filtro)
- Cambio de filtros
- Mantenimiento de la válvula de venteo o de sobre flujo (cambio de O'ring, cambio de check wafer).
- Verificación de espesores del tanque, mediante un calibrador de espesores.

III.1.2.7 Mantenimiento Bianual del Sistema de Odorización.

El mantenimiento anual se realizará de acuerdo a lo indicado en el Manual de Operación y Mantenimiento del proveedor del equipo, lo cual se detalla en los instructivos correspondientes.

Los principales puntos para contemplar en el mantenimiento son:

- Mantenimiento de la bomba (cambio de O'ring, cambio de check water, cambio de diafragma, etc.)
- Cambio de válvulas solenoides
- Mantenimiento a la válvula de relevo (cambio de O'ring)
- Mantenimiento de la válvula de llenado del verómetro (cambio de O'ring, cambio de difragma, cambio de check wafer, etc.)
- Cambio del verómetro (cambio de O'ring, cambio de coladera del filtro)
- Cambio de filtros
- Mantenimiento de la válvula de venteo o de sobre flujo (cambio de O'ring, cambio de check wafer)
- Realización de Verificación de Aptitud para recipientes que almacenan materiales peligrosos (revisión de espesores de las placas de domo y cabezales), por una Unidad Verificadora Certificada.

III.1.2.8 Mantenimiento a las Estaciones de Regulación y Medición

Los planes de Mantenimiento acorde a su frecuencia se observan en la siguiente tabla:

Tabla III. 6 Programa de mantenimiento a las Estaciones de Regulación y Medición.

	Frecuencia Planes de Mantenimiento
1	Plan de Mantenimiento mensual
2	Plan de Mantenimiento trimestral
3	Plan de Mantenimiento semestral
4	Plan de Mantenimiento anual

Al arribo a la Estación de Regulación y Medición

El Técnico de Alta Presión debe ingresar al predio caminando para tomar una lectura con el IGC y este deberá ser un valor inferior del 100% LEL que en su caso es del 3,8 % de gas natural en concentración con respecto al aire, se continuará realizando el monitoreo de gases continuo en el área de trabajo y circundante. El monitoreo debe no ser mayor del 60% para ingresar a la instalación. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al Jefe de Operación y Mantenimiento adicionalmente al C.O.P.S. para detonar plan de respuesta a emergencia.

El Técnico de Alta Presión podrá ingresar en vehículo al predio de la ERM sólo si le ha colocado mata chispas (arresta llamas) en el escape de gases. Los vehículos se quedan con el motor apagado mientras se realizan trabajos y se ubican en los lugares permitidos, estacionados de frente a la salida.

El Técnico de Alta Presión en caso de requerir iluminación dentro del predio de la Estación de Regulación y Medición empleará linternas, lámparas portátiles de tipo maxilite y/o extensiones del tipo intrínsecamente seguro y las conexiones o desconexiones se realizan siempre fuera del área de seguridad. De lo contrario se cancela la actividad y da aviso al Jefe de Operación y Mantenimiento

El Técnico de Alta Presión colocará e instalará escaleras o plataformas aptas para trabajos a realizarse a una altura inferior de 1.8 metros cuando la actividad lo amerite, si es necesario trabajar en una altura mayor habrá de realizarse un análisis de riesgo que contemple trabajo en altura para la locación en particular comunicándolo al jefe de Operación y Mantenimiento.

El Técnico de Alta Presión debe disponer de un plan de trabajo específico para realizar trabajos en espacios confinados, en el escenario que el Jefe de Operación y Mantenimiento lo haya indicado y categorizado el mismo. En todo momento seguir el procedimiento crítico “Trabajo en espacios confinados subterráneos” (versión vigente).

El Técnico de Alta Presión de identificar si va a realizar un mantenimiento mayor sobre los ramales/subsistemas de filtración, regulación, medición o cualquier segmento de tubería que se encuentre bajo presión se deberá apegar al anexo A “Apertura y Cierre de líneas y equipos de proceso” del presente procedimiento y tomar las lecturas para la cuantificación del “venteo de hidrocarburo” indicados en el instructivo del Anexo B del presente procedimiento.

Ejecución del Programa de mantenimiento

Una vez tomadas las medidas de seguridad correspondiente y de haber realizado todos los controles previos al ingreso de la ERM, se comienza con la inspección y controles en los distintos subsistemas y componentes de la ERM. Los cuales incluyen las tareas que se detallan a continuación, acorde el plan de mantenimiento a ejecutar:

Instalación Física

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Registrar el estado general de la ERM: i. Anotar si se observan signos de vandalismo ii. Indicar el Estado de la cerradura iii. Indicar el Estado de la concertina/caseta iv. Indicar el correcto estado de tierras físicas acorde al diseño de la instalación v. Indicar si cuenta con electricidad la estación en caso de requerir vi. Indicar si posee extintor cargado y vigente vii. Indicar si tiene indicios de corrosión algún spool de tubería o soportería.		
2. Revisar carteles de advertencia acorde la NOM-018-STPS-2015, deberá indicar: i. Nombre se la sustancia química peligrosa (Gas Natural mezcla) ii. La palabra "peligro" iii. Los pictogramas acorde al dimensionamiento señalado en la presente norma:   adicionalmente en el tanque/cilindro a presión:  (Gases a presión) iv. Los códigos de identificación de peligros "H". Deberán completarse su revisión con la HDS en mano que proporcione el área de salud, seguridad y medio ambiente en recipientes - H220 - Gas extremadamente inflamable – Categoría 1 - H280 Contiene gas a presión; puede explotar si se calienta (los contenidos en cilindros)		

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
3. Realizar una inspección visual de las señales de seguridad e higiene de la estación: i. Revisar el uso símbolos y letras equipo protección personal pueden ser los mostrados en la Guía "I" de la NOM-018 STPS 2015 (recomendación) pero habrá de respetar el numeral 8.2 NOM 026 STPS 2008: *La utilización de la forma geométrica acorde su significado:  *La dimensión del cartel como mínimo debe ser 125 cm², si es necesario una distancia máxima de observación que supere los 5 m aplicar la fórmula del numeral 8.2 ii. Registrar el uso del color amarillo para la identificación de tuberías que conducen gas natural, como criterio de identificación de riesgo de fluido peligroso debe respetar: *La tubería debe estar pintada todo lo largo y cubrir toda la circunferencia, o; *Pintar la tubería con bandas de identificación debiendo cubrir toda la circunferencia de la tubería, incrementándolas en proporción al diámetro exterior *Uso de una flecha que indica la dirección del fluido (cada 10 m y cercanía de válvulas)		
4. Ejecución de los trabajos i. Inspección de fugas, Aplicación de agua jabonosa o de otras soluciones tensoactivas que formen espuma, para detectar una fuga en una instalación de gas expuesta. *Si se detecta una fuga que no puede ser eliminada de forma inmediata el técnico deberá realizar un reporte con su ubicación de la brida y/o equipo que presenta fuga ii. Limpieza de la estación y techumbre empleando una hidrolavadora (retiro de basura) iii. Engrasar la cerradura NOTA: De detectar una desviación en la instalación física de los rubros citados se deberá anotar en el recuadro de observaciones y se deberá genera un plan de acción para su corrección por el Jefe de Operación y Mantenimiento.		

Sistema de Filtración

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Registro de lecturas de indicadores y toma de acción (transmisor de Presión diferencial y nivel) - Registrar y comparar la lectura indicada de Presión diferencial si es >15 psi - Registrar el nivel de contenido de líquidos y responder si su nivel supera el 70% - Cualesquiera de la respuesta afirmativa de pasos i y ii Es necesario reemplazar los elementos filtrantes y/o drenar, acorde el anexo A del presente procedimiento y DIG-MAN-ERM-PR-01-IN01 INSTRUCTIVO MANTENIMIENTO A SISTEMAS DE FILTRADO		

Sistema de Calentamiento (en caso de estar presente)

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Inspección de fugas en uniones Use una solución de agua jabonosa en una botella de spray 2. Inspección visual para detectar daños físicos en la cara del calentador.	1. Limpiar la cara del calentador con un cepillo de cerdas suaves o un paño sin pelusa vía manual 2. Inspección y Reemplazo del cartucho del filtro "welker" si es necesario	1. Limpiar la cabina interior y exterior del calentador HotCat Medir con un amperímetro tipo clamp on, la corriente (A) para cada cable de fase del lado de la salida de cada contacto del calentador y registre los valores.

Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN02 MANTENIMIENTO CALENTADORES CATALÍTICOS

Sistema de Regulación

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Registrar el posicionamiento y medir las lecturas de presión de entrada y salida de las válvulas de control de presión y de toma de presión en líneas de control. Validar y controlar su correcta posición acorde su función: normalmente abierta o normalmente cerrada. 2. Limpieza externa de la válvula y revisión de la integridad de las acometidas eléctricas y señales de control neumáticas. 3. Inspección de fugas	1. Verificar que la diferencia porcentual entre los "set point" de las válvulas activo y monitor tengan una diferencia cuando mínimo de 1 Kg/cm^2 bajo ninguna circunstancia será mayor el set a la PMO que comprometa la recepción del gas al cliente (NOM-03-ASEA-2016)	1. Reemplazar los elementos filtrantes en líneas de control 2. Limpie e Inspeccione la jaula donde resguarda la manga de goma de la caja aguas arriba y aguas abajo. En válvulas de tipo axial Reemplazar si está dañado 2. Si se determina que el funcionamiento de las válvulas reguladoras no es aceptable para un funcionamiento normal de la estación se realiza su inspección de internos y remplazo de diafragmas, mangas y empaques de sellos si es necesario acorde a su modelo

Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo con instructivo: DIG-MAN-ERM-01-IND3 MANTENIMIENTO REGULADORES DE PRESIÓN

Sistema de Medición (elementos primarios)

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Inspección de Fugas 2. Revisión física y hermeticidad de las válvulas de bloqueo de entrada y salida del brazo de medición y/o by pass. 3. Revisión de los elementos primarios: i. Detectar humedad o líquido presente en el Index ii. Estado físico (golpes, oxidación, humedad) iii. Emisión de algún sonido inusual en los internos iv. Revisión y limpieza del medidor de tecnología "placa de orificio" v. Lubricación del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo"	1 Revisión y limpieza del medidor: i. Spin test del medidor de tecnología "turbina" ii. Descarga de Diagnósticos del medidor tecnología "ultrasónico" y validar su correcto funcionamiento iii. Comparación de la velocidad del sonido (SOS) teórica y la medida del medidor tecnología "ultrasónico"	1. Se deberá indicar si se ejecutó acorde el plan de mantenimiento del año en curso las actividades que a su programación se deben desarrollar trianual: i. Verificación del tramo de medición (dimensional) ii. Calibración del medidor de tecnología "turbina" y de "desplazamiento positivo" por un laboratorio acreditado NOTA: Para los medidores Ultrasónicos la calibración y ajuste del medidor por un laboratorio acreditado será quinquenal
Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN04 MANTENIMIENTO MEDIDORES DE FLUJO		

Sistema de Medición (elementos secundarios)

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Verificación, Ajuste y Mantenimiento Cromatógrafo i. Limpieza general del equipo ii. Limpieza del sistema de acondicionamiento de muestra iii. Revisar se encuentre en su operación normal iv. Revisar la presión de la toma de muestra (probeta) y cilindros del gas patrón y de arrastre. v. Verificar si la calibración programada se ejecuta con frecuencia a diario 2. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador H₂S: i. Verificación, Ajuste y Mantenimiento (con gas patrón) ii. Inspección de remplazo de cinta de acetato de plomo y nivel de líquido de ácido acético. iii. Revisión de su estado de operación del equipo 3. Verificación, Ajuste y Mantenimiento analizador Humedad: i. Verificación de los filtros de líquidos y sólidos 4. Revisión del acondicionamiento de muestra i. Verificación de los filtros de entrada de líquidos y sólidos ii. Verificar el correcto set del Regulador de Presión iii. Verificar el correcto valor del Rotámetro iv. Barrido de líneas de muestra con nitrógeno o helio		2. Verificación del sensor de humedad (reporte de verificación) 3. Ejecución de mantenimiento mayor cromatógrafo: i. Respaldo de archivos ii. Verificación de estado de funcionamiento del horno, válvulas, CPU, tarjetas I/O, fuente de alimentación. iii. Inspección de pérdidas de helio, gas patrón, gas de línea. Corrección de fugas iv. Limpieza de válvulas cromatografías y cambio de diafragmas de las válvulas. v. Ajuste de detectores vi. Cambio de filtros de solido vii. Cambio de membrana para retención de líquidos 4. Mantenimiento a la probeta sistema de acondicionamiento de muestra
Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a los instructivos: DIG-MAN-ERM-PR-01-IN05 MANTENIMIENTO CROMATÓGRAFO DIG-MAN-ERM-PR-01-IN06 MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE HUMEDAD DIG-MAN-ERM-PR-01-IN07 MANTENIMIENTO ANALIZADOR DE ÁCIDO SULFÚDRICO		

Sistema de Medición (elementos terciarios)

MENSUAL	SEMESTRAL	ANUAL
1. Mantenimiento del corrector electrónico de flujo "CEF" ejecución y registro acorde lo indicado en el procedimiento Mantenimiento SCADA y Comunicaciones DIG-MAN-SCADA-PR-01		

Sistemas de Seguridad PSV

SEMESTRAL	ANUAL
1. Inspección visual y el mantenimiento preventivo de la válvula de relevo de presión i. Limpiar e Inspeccionar visualmente la válvula ii. Revisar la línea de desfogue (sin obstrucciones) iii. Asegurarse el sello de plomo de la tapa este intacto	1. Indicar si se realizó la ejecución de las pruebas a los dispositivos de relevo de presión mediante un banco de calibración calibrado. i. Realizar la prueba PRE-POP (as found) ii. Prueba neumática de la presión de ajuste iii. Prueba de hermeticidad
Llevar a cabo mantenimiento de acuerdo a instructivo DIG-MAN-ERM-PR-01-IN09 MANTENIMIENTO PSV	

Todos los programas de mantenimiento se incluyen en el Anexo 2.8 de la MIA-P.

III.1.3 Respuesta a Emergencias

Se contemplan acciones para responder de manera inmediata ante casos de emergencias, mediante instructivos que contemplan los escenarios de mayor relevancia; mismos que se incluyen de manera electrónica en el Anexo 6.2. de la MIA-P. Sin embargo, en este apartado se hará un resumen de los mismos:

Intervención por Falta de Gas

Objetivo

Homologar las actividades que se llevan a cabo para realizar la Puesta en Seguridad de las Emergencias por Falta de Gas que comunica el COPS (Centro de Operaciones de Seguridad), asegurando de esta manera la integridad de la comunidad en general y del sistema de distribución de gas natural, dentro de las zonas geográficas en donde se brinda el servicio de distribución de gas natural.

Descripción de actividades

1. Se presenta al lugar de la emergencia reportada previamente, se comunica al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) y solicita horario de llegada.
2. Observa y analiza la situación comprobando la presencia de gas en los equipos de consumo del Cliente:
3. Si derivado de la observación comprueba que no existe presencia de gas en los equipos de consumo del Cliente, informa al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) que la situación fue una falsa alarma.
4. Cuando la falta de gas es ocasionada por un daño en la red, se debe proceder conforme a lo indicado en el **Instructivo de Intervención por olor a gas o fuga, e Instructivo de intervención por incendio o explosión.**

Cuando se trata de falta de gas en Clientes Residenciales no se considera una emergencia, pero dependiendo de la situación (daños a la infraestructura del sistema de distribución) se debe cerrar la válvula de la acometida o la válvula del medidor.

Cuando se trata de falta de gas en Clientes Comerciales y/o Industriales, revisa los equipos de regulación y bloqueo e informa al Jefe de Operación de la situación y en conjunto determinan las acciones a realizar, incluyendo en caso de ser necesario, la presencia de personal de apoyo.

5. Informa la puesta en seguridad al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS).

Intervención por Olor a Gas o Fuga

Objetivo

Homologar las actividades que se llevan a cabo para realizar la Puesta en Seguridad de las Emergencias por Olor o Fuga de gas natural que comunica el COPS (Centro Operaciones de Seguridad), asegurando de esta manera la integridad de la comunidad en general y del sistema de distribución dentro de las zonas geográficas en donde se brinda el servicio de distribución de gas natural.

Descripción de actividades

1. Se presenta al lugar de la emergencia reportada previamente, se comunica al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) y solicita horario de llegada.
2. Observa y analiza la situación, detectando la presencia de gas en el ambiente con un equipo especializado para tal fin (Indicador de Gas Combustible (IGC)).
3. Si el resultado del análisis indica que no existe presencia de gas natural en el ambiente, informa al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) que se trata de una falsa alarma, finaliza intervención. Si el resultado del análisis indica que existe presencia de gas natural en el ambiente, procede a realizar las siguientes actividades:
 - Delimita la zona con cinta, conos y/o malla de señalización.
 - Coloca extintores en la periferia.
 - Controla el acceso al área.
 - Clasifica el grado de la fuga.
4. Informa la Puesta en Seguridad al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS).
5. En caso de que determine que la fuga es grado 1 y/o se tiene presencia de autoridades y/o medios de comunicación, se comunica con el Jefe de Operación indicando que la Puesta en Seguridad se ha realizado, informa la situación del evento y solicita indicaciones para proceder.

Intervención por sobrepresión

Objetivo

Homologar las actividades que se llevan a cabo para realizar la Puesta en Seguridad de las Emergencias por Sobrepresión de Gas Natural en la red, que comunica el COPS (Centro de Operaciones de Seguridad), asegurando de esta manera la integridad de la comunidad en general y del sistema de distribución, dentro de las zonas geográficas donde se brinda el servicio de distribución gas natural.

Descripción de actividades

1. Se presenta al lugar de la emergencia reportada previamente, se comunica al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) y solicita horario de llegada.
2. Observa y revisa la situación: Si derivado de la observación y revisión de los equipos de regulación e indicadores de presión identifica que no existe sobrepresión, informa al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) y, en caso de ser un cliente industrial, al Jefe de Operación que la situación fue una falsa alarma, finaliza.
3. Si derivado de la observación y revisión de los equipos de regulación e indicadores de presión identifica que existe sobrepresión, se comunica con el Jefe de Operación, informa de la situación y solicita instrucciones. Procede según el tipo de Cliente y las instrucciones recibidas:

- Cliente Industrial:

Abre la válvula de By-pass de regulación y cierra las válvulas antes y después del regulador, o bien, con base a la filosofía de operación de la Estación de Regulación y Medición (ERM) en cuestión realiza las acciones necesarias, con base a las instrucciones acordadas con el Jefe de Operación, hasta reestablecer la presión requerida por el cliente.

- Cliente Residencial y/o Comercial:

Cierra la válvula que está antes del regulador, posteriormente se realiza el cambio o reparación del regulador y se reestablece el servicio.

4. Informa la solución de la situación de Sobrepresión presentada al Centro de Operaciones de Seguridad (COPS) y al Jefe de Operación.

El indicador de seguimiento que debe atender este programa es el siguiente:

Tabla III. 7 Indicadores de Seguimiento del Subprograma de Respuesta a Emergencias.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$E = \left(\frac{e}{t} \right) \times 100$ En donde: E = cumplimiento en la atención a emergencias e = Número emergencias atendidas en tiempo establecido t = Número total de emergencias reportadas	$c = 100\%$

III.1.4 Manejo Integral de Residuos

A través del presente Subprograma se asegura el manejo y disposición adecuada de los residuos que sean generados por el proyecto, los cuales principalmente ocurrirá en las siguientes etapas:

- Preparación y construcción
- Operación, por actividades de mantenimiento, principalmente.

Objetivo General

- El Subprograma Manejo Integral de Residuos tiene como objetivo reducir al mínimo sus residuos y darle disposición adecuada conforme a su naturaleza.

Objetivos particulares

- Reducir la cantidad de residuos generados, a través del reuso, reciclaje o valorización.
- Caracterizar los residuos.
- Manejar y disponer los residuos conforme a su caracterización o naturaleza y disponerlos de acuerdo con el marco normativo.

Manejo adecuado de residuos sanitarios, a través de la contratación de empresas autorizadas para letrinas portátiles y la disposición correspondiente.

Los residuos que se generarán durante la ejecución del proyecto serán fragmentos de ducto, así como envases y embalajes de los materiales empleados. Los residuos que así lo permitan serán enviados a recicladoras locales y el resto serán enviados al servicio de limpia municipal. Se instalarán contenedores o depósitos específicos, identificados y con tapa para el confinamiento de los residuos generados, para evitar la generación de malos olores y la atracción de fauna indeseable, para posteriormente ser enviados para su disposición final, por parte del municipio. Es importante mencionar que esta actividad está a cargo de la empresa contratista. Los residuos no peligrosos que se generarán principalmente en la preparación del sitio y construcción se presentan en la Tabla II.24 del Capítulo II de la MIA-P.

Los residuos peligrosos generados se depositarán en contenedores para el almacenamiento temporal de residuos. La capacidad de éstos será de 200 litros y no debe sobrepasar el rango de 20-25 kg cuando esté lleno, la cantidad de residuos será dependiente de la cantidad de personas que laboren en el proyecto y los servicios existentes.

Todos los residuos peligrosos que se generen serán debidamente manejados, almacenados y dispuestos de acuerdo con la normatividad aplicable vigente. El manejo y disposición de los residuos peligrosos estará a cargo de la empresa contratista en la etapa de construcción y durante la etapa de operación y mantenimiento estará a cargo de la distribuidora. Para la gestión de los residuos peligrosos en la etapa de operación y mantenimiento del sistema de distribución de gas natural, se contratará a una empresa externa autorizada por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), así como por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) para el transporte, manejo y disposición final de dichos residuos.

La promovente cuenta con registro como generadora de residuos peligrosos; su última modificación es de fecha 23 de octubre de 2019, mediante Oficio ASEA/UG/DGGPI/2444/2019. En la Tabla II.25 se indican los residuos peligrosos que serán generados.

Los polvos generados por las actividades de construcción serán minimizados por medio de irrigación con agua de las áreas de trabajo. Cuando estos sean transportados, los vehículos serán cubiertos por medio de lonas para evitar su dispersión. Asimismo, estas medidas se aplicarán para el manejo y transporte de materiales granulares.

Las emisiones de gases de combustión generadas por la maquinaria pesada serán reducidas por el mantenimiento constante que recibirán. Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos. Durante la etapa de construcción el contratista se hará cargo del retiro de los diferentes tipos de residuos generados durante esta etapa. Se realizará vigilancia para el cumplimiento de las políticas de la empresa. Durante la etapa de operación y mantenimiento la empresa cuenta con un programa de recolección y almacenamiento temporal de residuos que posteriormente se canalizan a una empresa debidamente registrada dedicada al ramo para la disposición final de los residuos. La empresa cuenta con registro de generador de residuos.

A continuación, se presentan indicadores, los cuales se enfocan a la etapa de construcción, pues es en ésta donde ocurrirá la mayor generación de residuos.

Tabla III. 8 Indicadores de Seguimiento del Subprograma de Manejo Integral de Residuos.

Indicador de Seguimiento	Eficiencia de la medida
$Ror = \left(\frac{j}{F} \right) \times 100$ En donde: Ror = Retiro oportuno de residuos por frente de trabajo j = número de frentes de trabajo sin presencia de residuos F = Frentes de trabajo abiertos en un periodo de reporte	c = 100%
$Sp = \left(\frac{j}{k} \right) \times 100$ En donde: Sp = Sanitarios portátiles suficientes j = número de trabajadores en el frente de la obra k = 15	c = 100%

Promoviente: Tractebel Digaqa S.A. de C.V.



LIMÓN
CONSULTORES, S.C.
ASESORÍA AMBIENTAL

City Gate San Gil

Capítulo IV

Resumen

ERA

ESTUDIO DE
RIESGO AMBIENTAL



TABLA DE CONTENIDO

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental.....	1
IV.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental..	8
IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado.....	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV. 1 Características del proyecto City Gate San Gil	2
Tabla IV. 2 Identificación de Nodos del Proyecto City Gate San Gil	4
Tabla IV. 3 Recomendaciones Técnico-Operativas.	7
Tabla IV. 4 Coordenadas del polígono general del proyecto City Gate San Gil	8
Tabla IV. 5 Puntos de distribución y características técnicas del proyecto.....	12
Tabla IV. 6 Escenarios de riesgo del Proyecto City Gate San Gil.	15
Tabla IV. 7 Recomendaciones Técnico-Operativas.	19
Tabla IV. 8 Sustancias transportadas.....	20
Tabla IV. 9 Características técnicas del proyecto.....	21
Tabla IV. 10 Antecedentes de accidentes e incidentes.....	23
Tabla IV. 11 identificación y clasificación de riesgos	24
Tabla IV. 12 Estimación de consecuencias.....	25
Tabla IV. 13 Criterios Utilizados	26

IV. RESUMEN

IV.1 Señalar las conclusiones del estudio de riesgo ambiental

El Gas Natural es un combustible limpio, seguro y económico que se encuentra de forma natural en el subsuelo, caracterizado por bajas emisiones de CO₂ a la atmósfera, por lo que se considera el combustible de origen fósil más amigable con el medio ambiente, tiene la propiedad de ser más ligero que el aire, por lo que en caso de fuga tiende a subir y disiparse rápido en la atmósfera disminuyendo el riesgo de explosiones. Esta característica lo hace más seguro que otros combustibles, aunado a que, por el sistema de distribución, el combustible no se acumula en el hogar, comercio o industria.

Desde hace más de 20 años, ENGIE México distribuye el Gas Natural de forma segura a miles de hogares, comercios e industrias en más de 150 municipios del país. Durante 2019 la compañía operó 11,000 kilómetros de red en 8 zonas de distribución de Gas Natural.

En el estado de Querétaro existen gasoductos; sin embargo, hay pocas colonias que cuentan con este servicio, por lo que se considera que es necesario crear más redes de distribución.

Actualmente la compañía cuenta con aproximadamente 93 mil usuarios en la entidad, la idea es duplicar la cifra, principalmente en el segmento residencial.

El proyecto beneficiará la disminución de la contaminación atmosférica ocasionada por emisión de gases a la atmósfera ya que promueve el uso de un combustible menos contaminante y a menor costo.

El proyecto **City Gate San Gil** consiste en la construcción de un sistema de Distribución de Gas Natural por medio de ductos, válvulas de seccionamiento, Estaciones de Regulación y Medición y un City Gate, para prestar el suministro de gas natural a los invernaderos que se encuentran operando en la zona, así como invernaderos a futuro o diversos clientes industriales que puedan solicitar el servicio.

En la siguiente tabla se muestran las características del proyecto:

Tabla IV. 1 Características del proyecto City Gate San Gil

City Gate San Gil				
Concepto	Material	Diámetro	Presión	Longitud (m)
Red metros	Acero al carbón	6 pulgadas	21 bar	7,707.00
	Acero al carbón	4 pulgadas	21 bar	3,832.00
Total				11,539.00
Información Técnica	Número de ERM		15	
	Número de City Gate		1	
	Número de válvulas de seccionamiento		22	
	Cruces especiales		10	
	Superficie permanente m ²		5,011.45	
	Superficie temporal m ²		23,078.00	

El proyecto se encuentra emplazado en el estado de Querétaro, específicamente en el municipio de San Juan del Río.

El proyecto **City Gate San Gil** comprende Actividades Altamente Riesgosas por manejar en sus operaciones de distribución, gas natural en volúmenes que rebasan la cantidad de reporte como metano (30,000 m³/h de diseño), señalada en el segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas.

ENGIE consiente del compromiso ambiental, técnico y de seguridad que implica el manejo de gas natural, presenta el documento Estudio de Riesgo Ambiental modalidad Ductos Terrestres para el **City Gate San Gil** siguiendo los lineamientos establecidos por la actual ASEA, con base en la experiencia de su grupo técnico y en sus procedimientos de ingeniería cuyos estándares se acoplan a los mundialmente aceptados en el ramo industrial, tal y como se ha desarrollado a lo largo de los capítulos del presente estudio.

Para llegar a los resultados obtenidos en el análisis y evaluación de riesgos, se aplicaron las técnicas más adecuadas con respecto al tipo de proceso, siendo éstas: Identificación de sustancias peligrosas, Análisis preliminar de peligros, Identificación de riesgos con metodología HAZOP, Jerarquización de los escenarios de riesgo identificados con HAZOP utilizando las Matrices de Riesgos que expresan los Criterios de tolerancia del Grupo ENGIE México, Estimación cuantitativa de escenarios de riesgo clasificados como Intolerables e Indeseables, por medio de software PHAST, Determinación de frecuencias de causas para definir los escenarios más probables.

La aplicación de la metodología de análisis de riesgos HAZOP contó con algunas variantes; pues si bien, se han aplicado los criterios definidos por HAZOP también, se han contemplado parámetros que no son estrictos de la metodología; esto debido a que se trata de dos secciones que se encuentran intrínsecamente relacionadas: City Gate, Estaciones de regulación y medición que integran alguna instrumentación y cantidades de ductos de acero al carbón (AC) que no cuentan con instrumentación.

Se decidió aplicar criterios como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros.

La determinación de los nodos y aplicación de HAZOP, se concluye en común acuerdo con el equipo multidisciplinario integrado por personal de ENGIE y de la consultoría especializada, que cada polígono sea analizado como un nodo de estudio, pudiendo encontrar en cada uno de ellos, ERM/Ductos AC, los cuales se han identificado y analizado en cada nodo. Siendo así elaborado el análisis con base en 6 nodos, que en resumen son los siguientes:

Tabla IV. 2 Identificación de Nodos del Proyecto City Gate San Gil

Nodo	Especificación general	Planos de referencia utilizados	Parámetros de operación
1	Punto de interconexión (1PC) con gasoducto Green Energy AC 24", Reducción a la entrada de City Gate entrada de 6" Ø, sistema de odorización.	IN-M06ISJ-08 Plano de Proyecto	Presión entrada City Gate= 50 bar Presión salida City Gate = 21 bar Diámetro = 6" Ø
2	Salida de City Gate, Gasoducto principal de 6" Ø AC. Cruces: Canal de Irrigación EL CARACOL (3C), Cruce direccional de ff.cc. Juárez-Morelos (1C); Cruce direccional de ff.cc.A (2C, 4C, 7C); Cruce direccional de camino (5C); Cuerpo de agua (6C, 8C); (13E) ERM Energy Green; ERM (14E, 15E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 6" Ø de AC, Presión =21 bar Longitud de ducto = 4,801 m Presión entrada ERM = 21 bar Presión salida ERM = 4 bar
3	Ramal ducto 6" Ø, Interconexión de ducto principal de 6" (2PC). 3 interconexiones con ductos de 4" (3PC,6PC,10PC) ERM (3E, 4E, 5E, 6E,7E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 6" Ø de AC, Presión =21 bar Longitud de ducto = 3,386 m Presión entrada ERM = 21 bar Presión salida ERM = 4 bar
4	Ramal ducto 4" Ø Interconexión con ducto principal de 6" (3PC) ERM (1E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 4" Ø, Presión = 21 bar Longitud de ducto = 1,124 m Presión entrada ERM = 21 bar Presión salida ERM = 4 bar
5	Ramal ducto 4" Ø Interconexión con ducto principal de 6" (6PC) ERM (2E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 4" Ø, Presión = 21 bar Longitud de ducto = 869 m Presión de entrada ERM = 21 bar Presión de salida ERM = 4 bar
6	Ramal ducto 4" Ø Interconexión con ducto principal de 6" (10PC) ERM (8E,9E,10E,11E,12E)	RMD-21-4-250-TC-CG Plano de Proyecto	Ducto de 4" Ø, Presión = 21 bar Longitud de ducto = 1,629 m Presión de entrada ERM = 21 bar Presión de salida ERM = 4 bar

*El detalle de cada polígono se puede observar en el Anexo 1.4 se presenta la aplicación de la metodología HAZOP.

Una vez aplicadas las metodologías de análisis y evaluación de riesgos se procedieron a jerarquizar y cuantificar los posibles accidentes con el software Phast, obteniendo como resultado 6 posibles y probables escenarios con sus respectivas zonas de riesgo y amortiguamiento bajo los parámetros definidos en la guía para la realización de estos estudios.

De los resultados se desprenden los escenarios N1-02, N1-03, como los más probables en función de la probabilidad de ocurrencia de su causa; siendo sus consecuencias radios de afectación por efecto de una radiación térmica en forma de Flama Jet y algunos con sobrepresión. Cabe señalar que los restantes escenarios, tienen probabilidades, por esa razón se contempla el análisis a todos los escenarios identificados. El escenario N6-06 se ha identificado como el peor caso aquel cuyos efectos sobre el sistema ambiental resultaron mayores. Los resultados completos se observan en el presente capítulo punto V.2.

También se concluye que las mayores probabilidades de causas de accidentes calculadas y confirmadas, dada la experiencia del mismo grupo ENGIE, se centra en aquellas ajena a sus procesos identificados como daños por terceros que engloban golpes mecánicos a ductos por desconocimiento de ubicación, actividades de obra civil con herramientas manuales, falta de cumplimiento a procedimientos de soldadura. Siendo el peor escenario unas rupturas de tuberías totales y aquel cuyos resultados concentran las mayores afectaciones al sistema ambiental que en este caso se identificaron las afectaciones a la población y al ambiente.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Los resultados del escenario identificado como peor caso son: Escenario N6-06: Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E. Para la zona de alto riesgo se identifica una población afectable de alrededor de unas 60 personas y para la zona de amortiguamiento de una población estimada de 130 personas, pertenecientes al poblado [REDACTED] Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible.

Por efecto de una sobrepresión (0.5 psi) Para la zona de alto riesgo se identifica una afectación directa de alrededor de unas 18 casas con una población de 70 personas y para la zona de amortiguamiento la afectación sería de 50 casas con una población estimada de 200 personas, pertenecientes al poblado [REDACTED] Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible.

Es importante señalar que no son los únicos escenarios de riesgo identificados en HAZOP; sin embargo existe similitud entre ellos en las condiciones de operación tanto flujo, presión y temperatura, que se ha decidido realizar las simulaciones de aquellos escenarios de riesgo en los cuales representa mayor vulnerabilidad tanto en equipos, personal y medioambiental.

Finalmente es de destacar que existe un escenario de ruptura total de ducto principal de 6" y 21 bar de presión, que no fue identificado como escenario de riesgo al no resultar de HAZOP, pero que en el muy remoto caso de presentarse, los radios de afectación serían similares a los definidos en el evento N1-03, obteniendo la presencia de un incendio tipo flama y de una ignición, con los siguientes resultados:

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Radiación, Zona de alto riesgo: 124 metros, Zona de amortiguamiento: 178 metros.

Ignición, zona de alto riesgo: 243 metros, zona de amortiguamiento: 286 metros.

La sección de ducto de 6" 2PC-14PC pasa por el poblado [REDACTED] y de presentarse el escenario, la afectación sería a todo el poblado. Se estima una población de 750 con afectaciones incluyendo sus casas.

Se realizaron consideraciones de los efectos de inundación, tanto en el análisis preliminar como en el HAZOP y, los resultados con la aplicación de la matriz de riesgos fueron considerados como aceptables, por la baja probabilidad de ocurrencia, por tanto, se considera despreciable este efecto. Se tomaron en cuenta aquellos sitios donde existen cruzamientos de ríos; pues con el tiempo, lo que puede ocurrir es que se dañe el recubrimiento de los ductos que tienen cruzamientos por ríos, generando con el tiempo una deformación del ducto y con ello causar una fuga por la presencia en agua. Cabe señalar que estos ductos se encuentran en cruzamientos de río y adosados al puente a una altura del nivel del río de 10 m. Pese a todo ello en caso de presentarse una fuga, la cantidad de material presente en el aire y en el agua, serían similares a las presentadas en los escenarios simulados correspondientes a los nodos indicados en el apartado correspondiente. Se pueden observar en el capítulo II del presente documento.

Recomendaciones del Proyecto City Gate San Gil

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de alguno de los escenarios identificados en los sistemas que involucra el Proyecto City Gate San Gil, se tienen implementadas medidas preventivas que incluyen los respectivos sistemas de seguridad que se han identificado a través de las metodologías de análisis de riesgos correspondientes.

Tabla IV. 3 Recomendaciones Técnico-Operativas.

No.	Recomendación	Nodo analizado
1	Definir la evaluación de desempeño para las actividades de mantenimiento en City Gate San Gil	Nodo 1.
2	Ejecución en proceso del Proyecto de enlace al sistema SCADA que monitoree los niveles de odorizante a las redes de Acero al carbón (AC).	Nodos 1 al 6.
3	Definir la evaluación de desempeño para las actividades de mantenimiento en las estaciones de regulación y medición (ERM) 1E-15E	Nodos 1 al 6.
4	Elaborar un análisis de criticidad y priorización para implementar la frecuencia de los alcances y tipos de mantenimiento preventivos a las Estaciones de regulación y medición (ERM) considerando los parámetros de tipo de cliente, ventas, ubicación física, ubicación geográfica, consumo, etc.	Nodos 2 al 6
5	Contemplar en los programas subsecuentes una vez ejecutado la sección, dentro de la planeación de simulacros anuales, el escenario de fuga en ducto de 6" y 21 bar de acero al carbón (AC), cercanos a los poblados XXXXXXXXXX , considerar los resultados de la simulación en las zonas de alto riesgo.	Nodos 1 y 6.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Cabe señalar que adicional a las recomendaciones antes señaladas, se deberá garantizar la aplicación y continuidad de las medidas preventivas (salvaguardas) definidas en el HAZOP del proyecto.

Se concluye que la situación que guarda el Proyecto City Gate San Gil con respecto al Riesgo ambiental es aceptable en todos los casos, sin dejar de lado la necesidad de ejecutar los diversos controles propios del proyecto, ya sean medidas preventivas, controles de seguridad y recomendaciones, tanto en su etapa de diseño como en la parte operativa; con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado y que pueda derivar en emergencias.

IV.2 Hacer un resumen de la situación general que presenta el proyecto en materia de riesgo ambiental

El proyecto **City Gate San Gil** se encuentra emplazado en el estado de Querétaro, específicamente en el municipio de San Juan del Río.

El proyecto **City Gate San Gil** consiste en la construcción de un sistema de Distribución de Gas Natural por medio de 11,089.00 metros de ductos de acero al carbón, 22 válvulas de seccionamiento, 15 Estaciones de Regulación y Medición y un City Gate, para prestar el suministro de gas natural a los invernaderos que se encuentran operando en la zona, así como invernaderos a futuro o diversos clientes industriales que puedan solicitar el servicio.

Coordenadas del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP

Lo anterior dentro de un polígono con las siguientes coordenadas:

Tabla IV. 4 Coordenadas del polígono general del proyecto City Gate San Gil

"Polígono General City Gate San Gil " Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
1			33		
2			34		
3			35		
4			36		
5			37		
6			38		
7			39		
8			40		
9			41		
10			42		
11			43		
12			44		
13			45		
14			46		
15			47		
16			48		
17			49		
18			50		
19			51		
20			52		

Coordenada y Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

"Polígono General City Gate San Gil " Coordenadas UTM (WGS-84, Zona 14N)					
Vértice	X	Y	Vértice	X	Y
21			53		
22			54		
23			55		
24			56		
25			57		
26			58		
27			59		
28			60		
29			61		
30			62		
31			63		
32					

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

En la siguiente figura se presenta el proyecto City Gate San Gil donde se muestra de manera esquemática los componentes que lo conforman.



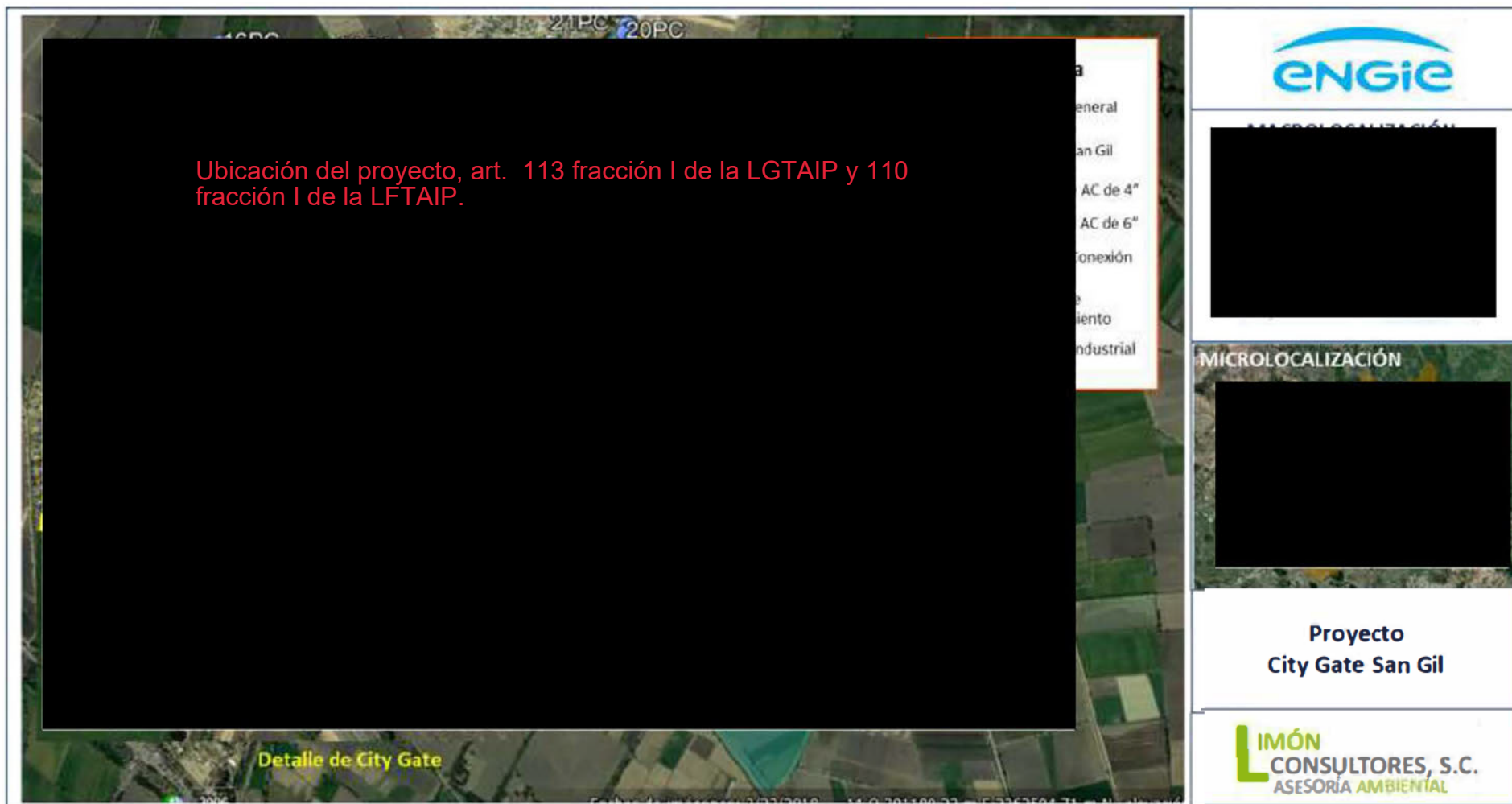


Figura IV. 1 Proyecto City Gate San Gil



El proyecto **City Gate San Gil** comprende Actividades Altamente Riesgosas por manejar en sus operaciones de distribución, gas natural en volúmenes que rebasan la cantidad de reporte como metano (30,000 m³/h de diseño/ 25,420 m³/h operativo), señalada en el segundo listado de Actividades Altamente Riesgosas.

ENGIE consiente del compromiso ambiental, técnico y de seguridad que implica el manejo de gas natural, presenta el documento Estudio de Riesgo Ambiental modalidad Ductos Terrestres para el **City Gate San Gil** siguiendo los lineamientos establecidos por la actual ASEA, con base en la experiencia de su grupo técnico y en sus procedimientos de ingeniería cuyos estándares se acoplan a los mundialmente aceptados en el ramo industrial, tal y como se ha desarrollado a lo largo de los capítulos del presente estudio.

En la siguiente tabla se muestran los puntos de distribución y características técnicas del proyecto:



Tabla IV. 5 Puntos de distribución y características técnicas del proyecto

Puntos de Distribución y Características Técnicas del Proyecto City Gate San Gil														
Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ED (Pza.)	ERM (Pza.)	Tipo ED/ERM	Flujo m³/h	Descripción		Superficie de distribución (m²)		AC	
									Ø	Cruce	Permanente	Temporal	4"	6"
1PC - 2PC	AC	21	2	1,425.00	0	0	IN-M061SJ-008	25,420	6"	- Salida de CG - Vías FFCC Juárez - Morelos - Canales de riego	641.25	2,850.00		1,425.00
2PC - 14PC	AC	21	3	1,823.00	0	0	0	23,140	6"	Canal de riego El Caracol	820.35	3,646.00		1,823.00
14PC - 12PC	AC	21	3	588.00	0	2	RMD-21-4-250-TG-CG / RMD-21-4-250-TG-CG	23,140	6"	-Vía FFCC -Camino a Energy Green house Park	264.60	1,176.00		588.00
14PC - 13PC	AC	21	1	965.00	0	1	RMD-21-4-250-TG-CG	570	6"	-Canales de riego -Vía FFCC A	434.25	1,930.00		965.00
2PC - 3PC	AC	21	1	589.00	0	0	0	2,280	6"	Vía FFCC A	265.05	1,178.00		589.00
3PC - 6PC	AC	21	2	885.00	0	2	RMD-21-4-250-TG-CG	1,710	6"		398.25	1,770.00		885.00
6PC - 10PC	AC	21	3	1,192.00	0	3	RMD-21-4-250-TG-CG	1,140	6"		536.40	2,384.00		1,192.00
3PC - 15PC	AC	21	0	1,124.00	0	0	0	570	4"		449.60	2,248.00	1,124.00	
6PC - 16PC	AC	21	0	869.00	0	0	0	570	4"		347.60	1,738.00	869.00	
10PC - 18PC	AC	21	0	600.00	0	0	0	1140	4"		240.00	1,200.00	600.00	
10PC - 21PC	AC	21	0	1,029.00	0	0	0	1,710	4"		411.60	2,058.00	1,029.00	
PC15- 1E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TG-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	

Puntos de Distribución y Características Técnicas del Proyecto City Gate San Gil

Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ED (Pza.)	ERM (Pza.)	Tipo ED/ERM	Flujo m³/h	Descripción		Superficie de afectación (m²)		AC	
									Ø	Cruce	Permanente	Temporal	4"	6"
PC16 - 2E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
7PC - 3E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
5PC - 4E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
4PC - 5E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
8PC - 6E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
9PC - 7E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
18PC - 8E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
17PC - 9E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
19PC - 10E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
20PC - 11E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
21PC - 12E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
11PC - 13E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	22000	6"		13.50	60.00		30.00
12PC - 14E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
13PC - 15E	AC	21	1	30.00	0	1	RMD-21-4-250-TC-CG	570	6"		13.50	60.00		30.00
			22.00	11,539.00	0	15					5,011.45	23,078.00	3,832.00	7,707.00

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

De acuerdo con el ciclo de vida de las instalaciones, características de las actividades del proyecto, naturaleza de las sustancias peligrosas manejadas y características físicas y de configuración del proyecto City Gate San Gil; se establece que las técnicas/metodologías más adecuadas para la identificación de riesgos asociados al sistema de distribución de gas natural; son:

- Identificación de sustancias peligrosas, con base en sus propiedades fisicoquímicas y su clasificación como sustancia peligrosa.
- Análisis preliminar de peligros: Reconocimiento físico de cada uno de los ramales que conforman el proyecto, comparándolo con el análisis documental del entorno. Vulnerabilidad ambiental y social que incluye: inundaciones, deslaves, asentamientos humanos, sismo.
- Identificación de riesgos con metodología HAZOP. Cabe señalar que esta metodología cuenta con algunas variantes; pues si bien, se han aplicado los criterios definidos por HAZOP, también se han contemplado parámetros que no son estrictos de la metodología; esto debido a que se trata de dos secciones que se encuentran intrínsecamente relacionadas: City Gate, Estaciones de regulación y medición (ERM) que integran alguna instrumentación y extensas cantidades de ductos de acero al carbón (AC) que no cuentan con instrumentación. Se ha decidido aplicar criterios como fallas de servicios, composición de gas natural, aspectos de seguridad, ambiental y daños por terceros; se han identificado nodos y agrupado varios similares, pudiendo encontrar en cada uno de ellos, ERM/Ductos AC y City Gate de manera independiente.
- Para jerarquizar los escenarios de riesgo identificados con HAZOP se utilizarán las Matrices de Riesgos que expresan los Criterios de tolerancia del Grupo ENGIE México. Se realizan dos ponderaciones una, considerando el riesgo intrínseco y otra, considerando salvaguardas.
- Análisis de riesgos cuantitativos. Estimación cuantitativa de escenarios de riesgo clasificados como Intolerables e Indeseables, adicional los escenarios identificados en el análisis preliminar de riesgos; mediante estimación de consecuencias con PHAST.

Como resultados se obtienen que las causas más comunes, es decir de mayor probabilidad de generar un accidente son debido a Daños por terceros, que engloban golpes mecánicos a ductos por desconocimiento de ubicación, robo de instalación en acometidas residenciales, actividades de obra civil con herramientas manuales, falta de cumplimiento a procedimientos de soldadura. Siendo el

peor escenario, aquel cuyos resultados concentran las mayores afectaciones, en este caso a la población y al ambiente.

Tabla IV. 6 Escenarios de riesgo del Proyecto City Gate San Gil.

Nodo	Nº Escenario	Causas	Consecuencias	Escenario de riesgo
N-1	N1-01	Descontrol en el primer paso de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por bridas en City Gate antes de la regulación	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.
N-1	N1-02	Por actividades de obra civil con herramientas manuales	Fuga de gas natural por fisuras en cualquier línea del City Gate	Fuga de gas natural por fisuras debido a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.
N-1	N1-03	Falla y rotura de filtro del sistema de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por filtro del sistema de regulación del City Gate	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate
N-2	N2-04	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 15E	Fuga de gas natural por accesorios, bridas en ERM 15E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 15E
N-3	N3-05	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 4E	Fuga de gas natural por accesorios, bridas en ERM 4E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 4E
N-6	N6-06	Descontrol en el primer paso de regulación de la ERM 4E	Fuga de gas natural por accesorios, bridas en ERM 8E	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E

Es importante señalar que no son los únicos escenarios identificados en HAZOP; sin embargo, al ser repetitivos los resultados, se ha decidido únicamente simular estos escenarios.

Los resultados completos de las evaluaciones de consecuencia se muestran en el Informe Técnico del estudio, siendo resaltable que del análisis de riesgos desde el enfoque ambiental para el escenario catastrófico se obtuvo:

De los resultados se desprenden los escenarios N1-02, N1-03, como los más probables en función de la probabilidad de ocurrencia de su causa; siendo sus consecuencias radios de afectación por efecto de una radiación térmica en forma de Flama Jet y algunos con sobrepresión. Cabe señalar que los restantes escenarios, tienen probabilidades, por esa razón se contempla el análisis a todos los escenarios identificados.

Las mayores probabilidades de causas de accidentes calculadas y confirmadas, dada la experiencia del mismo grupo ENGIE, se centra en aquellas ajena a sus procesos identificados como daños por terceros que engloban golpes mecánicos a ductos por desconocimiento de ubicación, actividades de obra civil con herramientas manuales, falta de cumplimiento a procedimientos de soldadura. Siendo el peor escenario unas rupturas de tuberías totales y aquel cuyos resultados concentran las mayores afectaciones al sistema ambiental que en este caso se identificaron las afectaciones a la población y al ambiente.

Los resultados del escenario identificado como peor caso son: Escenario N6-06: Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM 8E. Para la zona de alto riesgo se identifica una población afectable de alrededor de unas 60 personas y para la zona de amortiguamiento de una población estimada de 130 personas, pertenecientes al poblado Organal. Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible.

Por efecto de una sobrepresión (0.5 psi) Para la zona de alto riesgo se identifica una afectación directa de alrededor de unas 18 casas con una población de 70 personas y para la zona de amortiguamiento la afectación sería de 50 casas con una población estimada de 200 personas, pertenecientes al poblado Organal. Asimismo, se afectarían directamente los propios invernaderos a los que se pretende suministrar de combustible.

Es importante señalar que no son los únicos escenarios de riesgo identificados en HAZOP; sin embargo existe similitud entre ellos en las condiciones de operación tanto flujo, presión y temperatura, que se ha decidido realizar las simulaciones de aquellos escenarios de riesgo en los cuales representa mayor vulnerabilidad tanto en equipos, personal y medioambiental.

Finalmente es de destacar que existe un escenario de ruptura total de ducto principal de 6" y 21 bar de presión, que no fue identificado como escenario de riesgo al no resultar de HAZOP, pero que en el muy remoto caso de presentarse, los radios de afectación serían similares a los definidos en el evento N1-03, obteniendo la presencia de un incendio tipo flama y de una ignición, con los siguientes resultados:

Radiación, Zona de alto riesgo: 124 metros, Zona de amortiguamiento: 178 metros.

Ignición, zona de alto riesgo: 243 metros, zona de amortiguamiento: 286 metros.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

La sección de ducto de 6" 2PC-14PC pasa por el poblado [REDACTED] y de presentarse el escenario, la afectación sería a todo el poblado. Se estima una población de 750 con afectaciones incluyendo sus casas.

Se realizaron consideraciones de los efectos de inundación, tanto en el análisis preliminar como en el HAZOP y, los resultados con la aplicación de la matriz de riesgos fueron considerados como aceptables, por la baja probabilidad de ocurrencia, por tanto, se considera despreciable este efecto. Se tomaron en cuenta aquellos sitios donde existen cruzamientos de ríos; pues con el tiempo, lo que puede ocurrir es que se dañe el recubrimiento de los ductos que tienen cruzamientos por ríos, generando con el tiempo una deformación del ducto y con ello causar una fuga por la presencia en agua. Cabe señalar que estos ductos se encuentran en cruzamientos de río y adosados al puente a una altura del nivel del río de 10 m. Pese a todo ello en caso de presentarse una fuga, la cantidad de material presente en el aire y en el agua, serían similares a las presentadas en los escenarios simulados correspondientes a los nodos indicados en el apartado correspondiente. Se pueden observar en el capítulo II del presente documento.

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de alguno de los escenarios identificados por causa, se tienen implementadas medidas preventivas que incluyen sistemas de seguridad. Cabe señalar, que se tienen implantadas medidas adicionales que, si bien no se incluyen en el documento, si se encuentran presentes en el HAZOP realizado y que se encuentra en el Anexo correspondiente. Se presenta el listado de Medidas preventivas-sistemas de seguridad para el Grupo ENGIE y por tanto para el Proyecto City Gate San Gil:

- Segundo tren de regulación en las ERM que de acuerdo con especificación de diseño, lo incluye.

- Enlace al sistema SCADA para monitoreo de variables de operación de presión, temperatura y flujo en City Gate y ERM's.
- La construcción de ductos de AC se realiza a una profundidad indicada en la norma.
- Certificados de calidad de materiales bridas, accesorios, soldadura, válvulas.
- Dictámenes técnicos que aseguran la integridad de la ERM por parte de la Unidad de Verificación acreditada ante la EMA, tanto en la fase de diseño como en prearranque de cada proyecto.
- Malla de señalización con "Advertencia gas natural" para todos los diámetros de tubería de AC.
- Sistema de odorización de gas.
- Postes de señalización en las conexiones de ducto de AC.
- El City Gate San Gil se encontrará en un recinto de concreto con acceso restringido.
- Las estaciones de regulación y medición pueden o no venir con el gabinete de protección, en caso de traer gabinete solo se pide una construcción de un enmallado y su techumbre de concreto, en caso de no contar con el gabinete se tiene que realizar una obra civil con muro, celosía y su losa de concreto
- Plan de Respuesta a emergencias para atención de fugas, incendio y explosión de gas natural.
- Plan de Prevención de Daños (PPD).
- Difusión a las autoridades locales y municipales del plan de prevención de daños.
- Gestión segura de contratistas para las actividades de soldadura en acometidas puntuales.
- Entrenamiento inicial y periódico de trabajos de soldadura en ductos.
- Aseguramiento que los técnicos cuenten con la certificación interna para soldadura de AC.
- Apego a los AR para la actividad y a los procedimientos de operación.
- Uso de herramienta anti-chispa acorde a las Actividades.
- Uso de EPP anti-estática acorde a las actividades.

Recomendaciones del Proyecto City Gate San Gil

Para la reducción de la probabilidad de ocurrencia de alguno de los escenarios identificados en los sistemas que involucra el Proyecto City Gate San Gil, se tienen implementadas medidas preventivas que incluyen los respectivos sistemas de seguridad que se han identificado a través de las metodologías de análisis de riesgos correspondientes.

Tabla IV. 7 Recomendaciones Técnico-Operativas.

No.	Recomendación	Nodo analizado
1	Definir la evaluación de desempeño para las actividades de mantenimiento en City Gate San Gil	Nodo 1.
2	Ejecución en proceso del Proyecto de enlace al sistema SCADA que monitoree los niveles de odorizante a las redes de Acero al carbón (AC).	Nodos 1 al 6.
3	Definir la evaluación de desempeño para las actividades de mantenimiento en las estaciones de regulación y medición (ERM) 1E-15E	Nodos 1 al 6.
4	Elaborar un análisis de criticidad y priorización para implementar la frecuencia de los alcances y tipos de mantenimiento preventivos a las Estaciones de regulación y medición (ERM) considerando los parámetros de tipo de cliente, ventas, ubicación física, ubicación geográfica, consumo, etc.	Nodos 2 al 6
5	Contemplar en los programas subsecuentes una vez ejecutado la sección, dentro de la planeación de simulacros anuales, el escenario de fuga en ducto de 6" y 21 bar de acero al carbón (AC), cercanos a los poblados [REDACTED], considerar los resultados de la simulación en las zonas de alto riesgo.	Nodos 1 y 6.

Ubicación del proyecto, art. 113 fracción I de la LGTAIP y 110 fracción I de la LFTAIP.

Cabe señalar que adicional a las recomendaciones antes señaladas, se deberá garantizar la aplicación y continuidad de las medidas preventivas (salvaguardas) definidas en el HAZOP del proyecto.

Se concluye que la situación que guarda el Proyecto City Gate San Gil con respecto al Riesgo ambiental es aceptable en todos los casos, sin dejar de lado la necesidad de ejecutar los diversos controles propios del proyecto, ya sean medidas preventivas, controles de seguridad y recomendaciones, tanto en su etapa de diseño como en la parte operativa; con el fin de disminuir la probabilidad de ocurrencia de algún evento no deseado y que pueda derivar en emergencias.

IV.3 Presentar el informe técnico debidamente llenado

Tabla IV.8 Sustancias transportadas

Nombre químico de la sustancia (IUPAC)*	No. CAS**	Densidad (g/cm³)	Flujo (l/seg)	Longitud de la tubería (km)	Diámetro de la tubería (cm)	Presión de operación (kg/cm²)	Espesor (mm)	Descripción de la trayectoria
GAS NATURAL	8006-14-2	0.00061=0.61 kg/m³	7,059.6 l/seg= 25,420 m³/h	11.089 km 7,707.00 m de ductos en de ductos en acero (AC) 6". 3,382.00 m de ductos en de ductos en acero (AC) 4".	Diámetros de 15.24 cm (6") y, 10.16 cm (4")	4 y 21 kg/cm²	7.11 mm, 6. mm	El proyecto City Gate San Gil consiste en la construcción de un sistema de Distribución de Gas Natural por medio de 11,539.00 metros de ductos de acero al carbón, 22 válvulas de seccionamiento, 15 Estaciones de Regulación y Medición y un City Gate, para prestar el suministro de gas natural a los invernaderos que se encuentran querando en la zona, así como invernaderos a futuro o diversos clientes industriales que puedan solicitar el servicio. En la siguiente Tabla se detalla las especificaciones técnicas del proyecto. Y en el capítulo I los detalles de cada sección.

*De acuerdo con los lineamientos descritos por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC: International Union Pure and Applied Chemistry).

**De acuerdo con el Chemical Abstract Service (CAS).

Tabla M.9 Características técnicas del proyecto

Puntos de Distribución y Características Técnicas del Proyecto City Gate San Gil														
Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ED (Pza.)	BRM (Pza.)	Tipo ED/BRM	Flujo m³/h	Descripción		Superficie de afectación (m²)		AC	
									Ø	Cruce	Permanente	Temporal	4'	6'
1PC-2PC	AC	21	2	1,425.00	0	0	NM65K10B	25,420	6"	- Salida de GG - Vías FCC Juárez - Morelos - Canales de riego	641.25	2,850.00		1,425.00
2PC-14PC	AC	21	3	1,823.00	0	0	0	23,140	6"	Canal de riego El Caracol	820.35	3,646.00		1,823.00
14PC-12PC	AC	21	3	588.00	0	2	RVD21-4-250TC-GG/ RVD21-4-250TC-GG	23,140	6"	- Vía FCC - Camino a Energy Green house Park	264.60	1,176.00		588.00
14PC-13PC	AC	21	1	965.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	6"	- Canales de riego - Vía FCCA	434.25	1,990.00		965.00
2PC-3PC	AC	21	1	589.00	0	0	0	2,280	6"	Vía FCCA	265.05	1,178.00		589.00
3PC-6PC	AC	21	2	885.00	0	2	RVD21-4-250TC-GG	1,710	6"		398.25	1,770.00		885.00
6PC-10PC	AC	21	3	1,192.00	0	3	RVD21-4-250TC-GG	1,140	6"		536.40	2,384.00		1,192.00
3PC-15PC	AC	21	0	1,124.00	0	0	0	570	4"		449.60	2,248.00	1,124.00	
6PC-16PC	AC	21	0	869.00	0	0	0	570	4"		347.60	1,738.00	869.00	
10PC-18PC	AC	21	0	600.00	0	0	0	1,140	4"		240.00	1,200.00	600.00	
10PC-21PC	AC	21	0	1,029.00	0	0	0	1,710	4"		411.60	2,058.00	1,029.00	
PC15-1E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
PC16-2E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
7PC-3E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	6"		13.50	60.00		30.00
5PC-4E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	6"		13.50	60.00		30.00
4PC-5E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	6"		13.50	60.00		30.00
8PC-6E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	6"		13.50	60.00		30.00
9PC-7E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	6"		13.50	60.00		30.00
18PC-8E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
17PC-9E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
19PC-10E	AC	21	1	30.00	0	1	RVD21-4-250TC-GG	570	4"		13.50	60.00	30.00	

Puntos de Distribución y Características Técnicas del Proyecto City Gate San Gil														
Sección	Material	Presión (Bar)	Válvulas (Pza.)	Longitud proyectada (m)	ED (Pza.)	BRM (Pza.)	Tipo ED/BRM	Flujo, m³/h	Descripción		Superficie de aledación (m²)		AC	
									φ	Cruce	Permanente	Temporal	4"	6"
20PC-11E	AC	21	1	3000	0	1	RVD-21-4-2501CUG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
21PC-12E	AC	21	1	3000	0	1	RVD-21-4-2501CUG	570	4"		13.50	60.00	30.00	
11PC-13E	AC	21	1	3000	0	1	RVD-21-4-2501CUG	2200	6"		13.50	60.00		30.00
12PC-14E	AC	21	1	3000	0	1	RVD-21-4-2501CUG	570	6"		13.50	60.00		30.00
13PC-15E	AC	21	1	3000	0	1	RVD-21-4-2501CUG	570	6"		13.50	60.00		30.00
			22.00	11,590.00	0	15					5,011.45	23,078.00	3,832.00	7,707.00

Nota: Las redes plasmadas en los planos y en la tabla, así como la ubicación de los accesorios son meramente esquemáticas y pueden variar dependiendo de cada cliente en específico, así como las condiciones que se encuentren al momento de la construcción y de las restricciones que establezcan las autorizaciones de las dependencias Federales, Estatales y Municipales.

Tabla IV. 10 Antecedentes de accidentes e incidentes

Año	Ciudad y/o País	Instalación	Sustancia(s) involucrada(s)	Evento	Causa	Nivel de afectación (componentes ambientales afectados)	Acciones realizadas para su atención
2015	Corregidora, Querétaro. Carretera Estatal N° 411, Fraccionamiento El Condado	Municipio de Querétaro.	Gas natural	fuga de gas natural y provocando baja presión en el sistema de distribución para el Municipio de Querétaro.	Personal subcontratado de la inmobiliaria Gesta Capital, al realizar trabajos de excavación para la instalación de tubería de drenaje para el Fraccionamiento El Condado, dañó el gasoducto de 10" de AC con una máquina excavadora 320.	El incidente ocasionó la evacuación de 123 personas cercanas a la zona afectada. Daño al ambiente.	Activación de Protocolo de Protección Civil. Activación de Plan de Emergencias. Activación de PPD.
2016	Corregidora, Querétaro. Carretera Libre a Celaya Km 8.5 Parque Industrial Balvanera	Municipio de Querétaro.	Gas natural	Fuga de gas natural	Personal a cargo de la Comisión Estatal de Caminos, al realizar trabajos de excavación para la construcción de un puente, dañó con una máquina excavadora modelo 320 el gasoducto de 6" Ø PE	Sin evacuación de personal. Daño al ambiente	Activación de Protocolo de Protección Civil. Activación de Plan de Emergencias. Activación de PPD.
2016	Corregidora, Querétaro. Antiguo camino a Banegas, Col. Santa María Magdalena	Municipio de Querétaro.	Gas natural	Personal de protección civil del Municipio de corregidora informa que recibieron un reporte de fugas de gas en la colonia Santa María Magdalena	Al momento de instalar una toma dan destino por medio de una abrazadera y válvula de mala calidad. En la zona solo se encontró un taladro, extensión y un martillo.	Sin evacuación de personal. Daño al ambiente	Activación de Protocolo de Protección Civil. Activación de Plan de Emergencias. Activación de PPD.

Tabla N. 11 identificación y clasificación de riesgos

No. FALLA	FALLA	ACCIDENTE HIPOTÉTICO					METODOLOGÍA EMPLEADA PARA IDENTIFICACIÓN DE RIESGO	COMPONENTE AMBIENTAL AFECTADO
		FUGA	DERRAME	INCENDIO	EXPLOSIÓN	UNIDAD O EQUIPO		
N1-01	Fuga de gas natural por descontrol en el primer paso de regulación del City Gate por bridas de 6", antes de la regulación.	X		X	X	City Gate por bridas de 6", antes de la regulación, nodo 1	Análisis Preliminar+HAZOP	PERSONAS-AIE
N1-02	Fuga de gas natural por fisuras debida a actividades de obra civil con herramientas manuales en cualquier línea del City Gate.	X		X		City Gate por fisuras de 6" equivalente a fugas, nodo 1	Análisis Preliminar+HAZOP	PERSONAS-AIRI
N1-03	Fuga de gas natural por falla y rotura de filtro 6" del sistema de regulación del City Gate	X		X	X	Filtro 6" del sistema de regulación del City Gate, nodo 1	Análisis Preliminar+HAZOP	PERSONAS-AIRI
N2-04	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM15E	X		X		Bridas en el primer paso de regulación de ERM15E, nodo 2	Análisis Preliminar+HAZOP	PERSONAS-AIRI
N3-05	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM4E	X		X	X	Bridas en el primer paso de regulación de ERM4E, nodo 3	Análisis Preliminar+HAZOP	PERSONAS-AIRE
N6-06	Fuga de gas natural en accesorios, bridas por descontrol en el primer paso de regulación de ERM8E	X		X	X	Bridas en el primer paso de regulación de ERM4E, nodo 6.	Análisis Preliminar+HAZOP	PERSONAS-AIE

Tabla M.12 Estimación de consecuencias

NO. DE FALLA/NODO	No. DE EVENTO	TIPO DE LIBERACIÓN		CANTIDAD HIPOTÉTICA LIBERADA		ESTADO FÍSICO	EFECTOS POTENCIALES					PROGRAMA DE SIMULACIÓN EMPLEADO	ZONA DE ALTO RIESGO RADIACIÓN TÉRMICA (JET FIRE)		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO RADIACIÓN TÉRMICA (JET FIRE)		ZONA DE ALTO RIESGO EXPLOSIÓN		ZONA DE AMORTIGUAMIENTO EXPLOSIÓN	
		MASIVA	CONTINUA	CANTIDAD	UNIDAD		C	G	S	R	N		DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)	DISTANCIA (m)	TIEMPO (s)
N-1	N1-01		X	320.00	Kg	Gas				X		PHAST	20	1800	35	1800	15	1800	21	1800
N-1	N1-02		X	586.52	Kg	Gas				X		PHAST	13	1800	23	1800	n/a	1800	n/a	1800
N-1	N1-03		X	141.80	Kg	Gas				X		PHAST	124	1800	178	1800	243	1800	286	1800
N-2	N2-04		X	1,305.89	Kg	Gas				X		PHAST	13	1800	23	1800	n/a	1800	n/a	1800
N-3	N3-05		X	906.61	Kg	Gas				X		PHAST	15	1800	19	1800	14	1800	18	1800
N-6	N6-06		X	3,276.84	Kg	Gas				X		PHAST	51	1800	70	1800	75	1800	91	1800

Tabla M.13 Criterios Utilizados

NO. FALLA/NODO	NO. EVENTO	TOXICIDAD					EXPLOSIÓN		RADIACIÓN TÉRMICA		OTROS CRITERIOS
		IDHL	TLV8	TLV15	VELOCIDAD DE VIENTO (m/seg)	ESTABILIDAD ATMOSFÉRICA	0.5psi	10psi	1.4KW/m²	5KW/m²	
N1	N1-01	—	—	—	19	F	X	X	X	X	
N1	N1-02	—	—	—	19	F	X	X	X	X	
N1	N1-03	—	—	—	19	F	X	X	X	X	
N2	N2-04	—	—	—	19	F	X	X	X	X	
N3	N3-05	—	—	—	19	F	X	X	X	X	
N6	N6-06	—	—	—	19	F	X	X	X	X	

En el Anexo 41 se encuentra el informe técnico correspondiente.

Promoviente: Tractebel Digaño S.A. de C.V.



LIMÓN
CONSULTORES, S.C.
ASESORÍA AMBIENTAL

City Gate San Gil

ERA ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

Capítulo V

Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en el estudio de riesgo ambiental



TABLA DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN EL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL	1
V.1 Formatos de presentación	2
V.1.1 Planos de localización	2
V.1.2 Fotografías.....	2
V.1.3 Otros Anexos	2
V.1.4 Glosario de términos.....	3
V.1.5 Literatura y fuentes consultadas.....	7

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

El presente estudio se realizó tomando en cuenta todos los aspectos indicados en la Guía para la Presentación del Estudio de Riesgo Ambiental modalidad Ductos Terrestres. Esta guía esta basada en la información que hace referencia en el Artículo 18 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental que se debe incorporar a la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular o Regional, y cuando se trata de Actividades Altamente Riesgosas, como es este caso.

El estudio de Riesgo Ambiental se soporta detalladamente con fotografías, planos, figuras en general y tablas de datos que, para su inmediata referencia han sido incorporados al cuerpo de los Capítulos correspondientes. En el caso de figuras (incluyendo planos) y tablas, al inicio de cada Capítulo se encuentran los índices para su facilidad de consulta.

Además, de manera adjunta con la MIA Regional se incluyen anexos a los que se puede recurrir para ahondar o confirmar la información manifestada; en especial, la versión digital incluye archivos electrónicos como kml's.

Las metodologías utilizadas son de uso común en la elaboración de los Estudios de Riesgo y han demostrado su eficacia para la obtención de resultados útiles en la toma de decisiones.

Adicionalmente al soporte técnico mencionado en los párrafos que anteceden, se presenta:

- Glosario de Términos
- Literatura y fuentes consultadas

V.1 Formatos de presentación

V.1.1 Planos de localización

Referente a planos, se han integrado los diagramas de pétalos en el **Anexo 2.3 del Estudio de Riesgo Ambiental** donde se pueden observar las colindancias del proyecto dependiendo de la identificación de escenario de riesgo. En este caso no existe una colindancia en particular, pues se trata de infraestructura basta, con diferentes colindancias en los puntos de conexiones, ubicación de las ERM y City Gate.

Otro elemento muy importante que soporta la información es el basto compendio de fotografías que se presentan a lo largo del Capítulo I del presente documento.

V.1.2 Fotografías

En el **Anexo 2.6 de la MIA-Particular** se incluye de manera electrónica el compendio fotográfico; sin embargo, como ya se mencionó anteriormente en el desarrollo de los capítulos se usaron fotografías para el soporte de los temas.

V.1.3 Otros Anexos

Cartografía

La cartografía utilizada tiene como base la información con la que cuenta el INEGI para las características edáficas, fisiográficas, climáticas, hidrográficas, etc., mismas que quedaron debidamente referenciadas en el desarrollo del Capítulo IV de la MIA-Particular. En este estudio se obtuvo información complementaria de estadísticas meteorológicas de la estación de Querétaro.

<https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>.

Además del Atlas de Riesgos del Municipio de San Juan del Río elaborado por parte de Protección Civil de la localidad.

V.1.4 Glosario de términos

Accidente: Suceso fortuito e incontrolado, capaz de producir daños.

Actividades altamente riesgosas: Acción o serie de pasos u operaciones comerciales y/o de fabricación industrial, distribución y ventas en que se encuentran presentes una o más sustancias peligrosas, en cantidades iguales o mayores a su cantidad de reporte, que, al ser liberadas a condiciones anormales de operación o externas, provocarían accidentes y posibles afectaciones al ambiente.

Asentamiento humano: El establecimiento de un conglomerado demográfico, con el conjunto de sus sistemas de convivencia, en un área físicamente localizada, considerando dentro de la misma los elementos naturales y las obras materiales que lo integran.

Biota: Conjunto de flora y fauna de una región.

BLEVE: "*Boiling liquid expanding vapor explosion*" Es el acrónimo del idioma inglés que significa explosión de vapores en expansión de líquido en ebullición.

Cantidad de reporte: Cantidad mínima de sustancia peligrosa en producción, procesamiento, transporte, almacenamiento, uso o disposición final, o la suma de éstas, existentes en una instalación o medio de transportes dados, que, al ser liberada, por causas naturales o derivadas de la actividad humana ocasionaría una afectación significativa al ambiente, a la población, o a sus bienes.

Centros de población: Son las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas dentro de los límites de dichos centros; así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para la fundación de los mismos.

Conurbación: la continuidad física y demográfica que formen o tiendan a formar dos o más centros de población.

Desarrollo Urbano: Es el proceso de planeación y regulación de la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población.

Efecto Ecológico Adverso: Cambios considerados como no deseables porque alteran características estructurales o funcionales importantes de los ecosistemas o sus componentes.

Emergencia: Situación derivada de actividades humanas o fenómenos naturales que al afectar severamente a sus elementos, pone en peligro a uno o varios ecosistemas o la pérdida de vidas humanas.

Estudio de Riesgo (ER): Documento presentado, por personas físicas, morales u organismos de la Administración Pública Federal, ante las autoridades ambientales federales para su análisis y evaluación, el cual está compuesto por dos partes; aquella donde se emplean una serie de

metodologías de tipo cualitativo y cuantitativo para identificar y jerarquizar riesgos; y la otra parte conocida como análisis de consecuencias, donde se utilizan modelos matemáticos de simulación para cuantificar y estimar dichas consecuencias, así como los riesgos probables que éstas representan para los ecosistemas, la salud o el ambiente, y que incluye las medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar o evitar los efectos adversos que se causen en caso de un posible accidente, durante la realización u operación normal de la obra o actividad de que se trate.

Evaluación de riesgo: El proceso de estimar la probabilidad de que ocurra un acontecimiento y la magnitud probable de los efectos adversos (en la seguridad, salud, ecología o financieros), durante un periodo específico.

Exposición: Acceso o contacto potencial con un agente o situación peligrosa; contacto del límite extremo de un organismo con agentes químicos, biológicos o físicos.

Exposición aguda/efecto: Exposición única a una sustancia (por lo general en alta concentración y con duración no superior a un día) que da por resultado daños biológicos severos, por lo común evidentes a corto plazo.

Exposición crónica/efecto: Exposición continua o repetida (generalmente en bajas concentraciones durante largos periodos o persistencia de los efectos a largo plazo, el (los) efecto(s) pueden no ser claros durante un plazo largo después de la exposición inicial. Exposiciones y efectos subagudos y subcrónicos, son intermedios entre agudos y crónicos (por lo general de unas cuantas semanas a varios meses).

Falla del sistema: Situación excepcional atribuible a defectos de los componentes y a su interacción de estos con el exterior.

IDLH: "Inminentemente peligrosa para la vida y la salud", por sus siglas en inglés, concentración máxima de sustancia peligrosa, expresada en partes por millón (ppm) o en mg/m³, a la cual, en caso de falta o inexistencia de equipo respiratorio, se podría escapar del ambiente en un plazo de 30 minutos sin experimentar síntomas graves ni efectos irreversibles para la salud.

Incidente: Toda aquella situación anómala, que suele coincidir con situaciones que quedan controladas.

Infraestructura: Conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para la creación y funcionamiento de una organización cualquiera, es decir, aquella realización humana que sirven de soporte para el desarrollo de otras actividades y su funcionamiento, necesario en la organización estructural de una ciudad. (Infraestructura del transporte, infraestructuras energéticas,

infraestructura de telecomunicaciones, infraestructuras sanitarias, infraestructuras hidráulicas, entre otros).

Lista de verificación: Lista detallada de requerimientos o pasos para evaluar el estado de un sistema u operación y asegurar el cumplimiento de procedimientos de operación estándar.

Manejo: Alguna o el conjunto de las actividades siguientes; producción, procesamiento, transporte, almacenamiento uso o disposición final de sustancias peligrosas.

Manifestación de impacto ambiental (MIA): Documento mediante el cual se da a conocer con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo, atenuarlo o compensarlo en caso de que sea negativo.

Medio Ambiente: El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Mitigación: Conjunto de acciones para atenuar, compensar y/o restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación y/o deterioro que provocara la realización de algún proyecto en cualquiera de sus etapas.

Plan de emergencia: Sistema de control de riesgos que consiste en la mitigación de los efectos de un accidente, a través de la evaluación de las consecuencias de los accidentes y la adopción de procedimientos. Este solo considera aspectos de seguridad.

Peligro: Característica de un sistema o proceso de material que representa el potencial de accidente (fuego, explosión, liberación tóxica).

Proyecto: Conjunto de obras y/o actividades tendientes a la creación de alguna estructura, infraestructura y/o superestructura determinada. Publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 28 de enero de 1988. LGEEPA, art. 28.

Riesgo: Situación que puede conducir a una consecuencia negativa no deseada.

Riesgo ambiental: Probabilidad de que ocurran efectos adversos sobre el medio ambiente o la salud humana como resultado de la exposición a uno, o más, agentes físicos, químicos y/o biológicos.

Riesgo específico: Riesgo asociado a la utilización o manejo de productos que, por su naturaleza, pueden ocasionar daños (productos tóxicos, radiactivos).

Riesgo mayor: Relacionado con accidentes y situaciones excepcionales. Sus consecuencias pueden presentar una gravedad tal que la rápida expulsión de productos peligrosos o de energía podría afectar áreas considerables.

Sustancia explosiva: Aquélla que en forma espontánea o por acción de alguna forma de energía genera una gran cantidad de calor y energía de presión en forma casi instantánea.

Sustancia inflamable: Aquella que capaz de formar una mezcla con el aire en concentraciones tales para prenderse espontáneamente o por la acción de una chispa.

Sustancia peligrosa: Aquella que por sus altos índices de inflamabilidad, explosividad, toxicidad, reactividad, radioactividad, corrosividad o acción biológica puede ocasionar una afectación significativa al ambiente, a la población o a sus bienes.

Sustancia tóxica: Aquella que puede producir en organismos vivos, lesiones, enfermedades, alteraciones al material genético de los organismos o muerte.

TLV: “Valor Umbral Limite” (por sus siglas en inglés). “Concentración media ponderada en el tiempo, para una jornada normal de trabajo de 8 horas y una semana laboral de 40 horas, a la que pueden estar expuestos casi todos los trabajadores repetidamente día tras día, sin que se evidencien efectos adversos”. (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*).

Vulnerabilidad: Estimación de lo que pasará cuando los efectos de un accidente (radiación térmica, onda de choque, evolución de la concentración de una sustancia, entre otros.) actúan sobre las personas, el medio, sobre edificios, equipo, entre otros. Esta estimación puede realizarse mediante una serie de datos tabulados, gráficos y por los modelos de vulnerabilidad.

Zona intermedia de salvaguarda: Área determinada del resultado de la aplicación de criterios y modelos de simulación de riesgo que comprende las áreas en las cuales se presentarían límites superiores a los permisibles para la salud del hombre y afectaciones a sus bienes y al ambiente en caso de fugas accidentales de sustancias tóxicas y de la presencia de ondas de sobrepresión en caso de formación de nubes explosivas. Esta se conforma por la zona de alto riesgo y la zona de amortiguamiento.

Zona de amortiguamiento: Área donde pueden permitirse determinadas actividades productivas que sean compatibles, con la finalidad de salvaguardar a la población y al ambiente restringiendo el incremento de la población asentada.

Zona de riesgo: Área de restricción total en la que no se debe permitir ningún tipo de actividad, incluyendo asentamientos humanos, agricultura con excepción de actividades de forestación, cercamiento y señalamiento de esta, así como el mantenimiento y vigilancia.

V.1.5 Literatura y fuentes consultadas

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Diario Oficial de la Federación, México, 05-06-2018, consultado en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/index.htm>.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, Diario Oficial de la Federación, México, 31-10-2014, consultado en <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regla.htm>
- Agencia de Seguridad Energía y Ambiente, Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental regional del sector hidrocarburos, incluye actividad altamente riesgosa, consultado en: <http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/217545/ASEA-00-015-B.pdf>
- CENAPRED, 2001a. Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres em México. Atlas nacional de riesgos de la república mexicana. En: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieEspecial/diagnostico.pdf>. Consultado: Abril, 2017.
- CENAPRED, 2001b. Serie fascículos: Heladas. Secretaría de Gobernación. En: <http://www.cenapred.unam.mx/es/DocumentosPublicos/PDF/SerieFasciculos/heladas.pdf> f. Consultado: Abril, 2017.
- PROTECCIÓN CIVIL. Atlas de Riesgos-Municipio de Corregidora.2017.
- CONAGUA, Estadísticas meteorológicas de la estación de Querétaro. <https://smn.conagua.gob.mx/es/observando-el-tiempo/estaciones-meteorologicas-automaticas-ema-s>
- American Institute of Chemical Engineers. 1994. *Dow's Chemical Exposure Index Guide*. AiChe. New York.
- Departamento de Transporte de Canadá, Departamento de Transporte de Estados Unidos y Secretaría de Comunicaciones y Transportes de México. 2000. *Guía de Respuestas en Caso de Emergencias 2000*. SETIQ.
- U.S Department of Health and Human Services. *NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards*. U.S. DHHS. Ohio.
- Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.2. 2009.
- Risk Analysis for Process Plant. Pipelines and Transport JR. Taylor.
- API 581. Risk-Based Inspection. May 2000.