

# MEMORIA TECNICO DESCRIPTIVA

Proyecto:  
**Gasoducto El Encino – Topolobampo**

Promovente:  
**Transportadora de Gas Natural del Noroeste  
S. de R. L. de C.V.**



Enero 2015

**INDICE GENERAL**

1. Datos generales del proyecto y del desarrollador.....	Página 1
1.1. Datos generales del proyecto .....	Página 1
1.1.1 Nombre del proyecto .....	Página 1
1.1.2 Ubicación (Dirección) del proyecto .....	Página 1
1.1.3 Duración del proyecto .....	Página 1
1.2 Datos generales del desarrollador.....	Página 1
1.2.1 Nombre o razón social .....	Página 1
1.2.2 Nombre y cargo del representante legal .....	Página 2
1.2.3 Dirección para recibir u oír notificaciones.....	Página 2
2. Descripción técnica del proyecto.....	Página 2
2.1. Ubicación geográfica del proyecto y de las localidades en su área de influencia .....	Página 2
2.1.1. Ubicación geográfica del proyecto.....	Página 2
2.1.2. Superficie total y temporal de afectación (Por estado y municipio).....	Página 3
2.1.3 Identificación de localidades en un radio de 2.5 km respecto a la franja de desarrollo del sistema y distancia al trazo de las mismas.....	Página 4
2.1.4. Áreas de amortiguamiento determinadas por la SEMARNAT.....	Página 10
2.1.5. Identificación de los grados de avance del proyecto por sección a nivel municipal .....	Página 13
2.2. Estatus de permisos y autorizaciones.....	Página 19
2.2.1. Lista de permisos y autorizaciones requeridos a nivel federal, estatal y municipal para el desarrollo del proyecto.....	Página 19
2.2.2 Estatus de liberación del derecho de vía.....	Página 21
2.2.3 Anexar resolutivos de los permisos y autorizaciones requeridos a nivel federal, estatal y municipal para el desarrollo del proyecto.....	Página 22
2.3. Identificación de cuerpos de agua en las áreas de amortiguamiento determinadas por SEMARNAT.....	Página 22
2.4. Características y especificaciones técnicas del gasoducto.....	Página 30
2.4.1. Justificación general del trazo del proyecto.....	Página 30
2.4.2. Procedencia y destino del gas .....	Página 31
2.4.3. Usos del gas.....	Página 32
2.4.4. Etapas de desarrollo del proyecto.....	Página 32
2.4.5. Descripción detallada de la fase de construcción del gasoducto.....	Página 36
2.4.6. Descripción de la fase de operación y mantenimiento.....	Página 73
2.4.7. Descripción de la infraestructura asociada.....	Página 84
2.4.8. Identificación de la maquinaria para la construcción y operación del gasoducto.....	Página 94
3. Manejo Ambiental y administración de riesgo.....	Página 95
3.1. Programa de Manejo Ambiental.....	Página 95
3.2. Administración de riesgos.....	Página 96

4.	Impactos del proyecto.....	Página 117
4.1.	Identificación de los impactos ambientales.....	Página 117
4.2.	Impacto económico del proyecto.....	Página 122
4.3.	Impacto socio cultural del proyecto.....	Página 123
4.4.	Identificación de riesgos asociados al proyecto.....	Página 126
4.5.	Estudios de impacto social o cultural realizados por la empresa.....	Página 126
5.	Legislación, normativa y personal en el proyecto.....	Página 126
5.1.	Legislación y normativa aplicable.....	Página 126
5.2.	Personal involucrado en el proyecto.....	Página 132

#### INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Desglose de superficie temporal y permanente por estado	Página 3
Tabla 2.	Desglose de superficie temporal y permanente por municipio	Página 4
Tabla 3.	Comunidades indígenas identificadas para el proyecto	Página 4
Tabla 4.	Comunidades mestizas identificadas para el proyecto	Página 7
Tabla 5.	Avances de construcción por municipio y sección del proyecto	Página 14
Tabla 6.	Listado de permisos aplicables al proyecto	Página 19
Tabla 7.	Progreso de liberación del derecho de vía por estado	Página 22
Tabla 8.	Cruces identificados con cauces de agua propiedad de la nación	Página 23
Tabla 9.	Ancho mínimo de franja de desarrollo del sistema para alojar la tubería del transporte.	Página 38
Tabla 10.	Profundidades mínimas establecidas por la NOM-007-SECRE-2010	Página 40
Tabla 11.	Maquinaria y equipo requeridos para la etapa de construcción	Página 95
Tabla 12.	Impacto ambientales identificados para el proyecto	Página 118
Tabla 13.	Medidas de reducción, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales	Página 120
Tabla 14.	Desglose de personal requerido para la etapa de liberación del derecho de vía	Página 132
Tabla 15.	Puestos definidos para las etapas de preparación del sitio y construcción	Página 134
Tabla 16.	Cantidad de personal nacional y expatriado para construcción.	Página 134
Tabla 17.	Personal requerido para la etapa de operación y mantenimiento	Página 135

#### INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Franja de caracterización del proyecto	Página 12
Figura 2.	Franja de afectación del proyecto	Página 13
Figura 3.	Actividades a realizar en la etapa de construcción	Página 36
Figura 4.	Operación y mantenimiento del sistema de transporte de gas	Página 73
Figura 5.	Organigrama de comunicación de respuesta a emergencias	Página 102
Figura 6.	Organigrama del COE corporativo y regional	Página 103
Figura 7.	Organigrama del personal de la etapa de liberación del derecho de vía	Página 133

**INDICE DE ANEXOS**

- Anexo 1. Ubicación geográfica del proyecto
- Anexo 2. Tablas de coordenadas del trazo del proyecto
- Anexo 3. Plano de ubicación de la franja de caracterización del proyecto
- Anexo 4. Oficios de autorización clasificados por dependencia
- Anexo 5. Plano de ubicación de los principales cauces que cruza el gasoducto
- Anexo 6. Programa de Manejo Ambiental
- Anexo 7. Informe técnico de riesgo ambiental
- Anexo 8. Estudio de impacto socio cultural

## 1. Datos generales del proyecto y del desarrollador

### 1.1. Datos generales del proyecto

#### 1.1.1. Nombre del Proyecto

Gasoducto El Encino – Topolobampo

#### 1.1.2. Ubicación (Dirección) del Proyecto

El desarrollo de la obra conforma un trazo lineal que cruza el territorio de los estados de Chihuahua y Sinaloa y de los municipios respectivos que se relacionan a continuación:

Estado de Chihuahua:

- Chihuahua
- Santa Isabel
- Gran Morelos
- Cuauhtémoc
- Cusihuirachi
- Carichi
- Bocoyna
- Urique
- Guazapares

Estado de Sinaloa:

- Choix
- El Fuerte
- Ahome

#### 1.1.3. Duración del Proyecto

El diseño del proyecto le asigna a esta obra una vida útil de 30 años y su proceso constructivo será de 49 meses.

### 1.2. Datos generales del desarrollador

#### 1.2.1. Nombre o razón social.

Transportadora de Gas Natural del Noroeste, S. de R.L. de C.V.

**1.2.2. Nombre y cargo del representante legal.**

Edgar Hernandez Cruz en su carácter de Gerente de Tierras, Permisos y atención a Grupos de Interés.

**1.2.3. Dirección para recibir u oír notificaciones.**

La dirección de la empresa y de su representante legal para recibir u oír notificaciones es: Boulevard Manuel Ávila Camacho N° 138, Colonia Lomas de Chapultepec, C.P. 11000, México, D.F. Teléfono: (55)5093.4530 Fax: (55)5093.4546

**2. Descripción técnica del proyecto**

El proyecto consiste en la instalación, construcción y operación de un Sistema de Transporte de Gas Natural por medio de ductos de tubería tipo API-5L grado X-70, con una máxima presión de operación de 1,440 psi. Y se prevé la instalación de un gasoducto de 30" pulgadas (75 cm) de diámetro con una longitud aproximada de 550 km. Se contará con dos Estaciones de Compresión (CS-1, con ubicación cerca del área denominada El Encino y una segunda estación de compresión (CS-2 con ubicación cercana del área denominada El Oro), asimismo requerirá de la instalación de una estación de recepción y medición (cerca de Topolobampo), además de dos estaciones de entrega y medición dentro de las estaciones de compresión CS-1 y CS-2. También se contará con 19 válvulas de seccionamiento (MLV) y 3 estaciones de trampa de diablos, una estará ubicada dentro de la estación de compresión CS-1, otra en la estación de compresión CS-2 y la tercera dentro de la estación de recepción y medición.

**2.1. Ubicación geográfica del proyecto y de las localidades en su área de influencia****2.1.1. Ubicación geográfica del proyecto**

El trazo del gasoducto iniciará en el sitio denominado El Encino (cerca de la estación existente de energía de la Comisión Federal de Electricidad), situada a unos 30 km al sur de Chihuahua, para posteriormente dirigirse hacia el oeste-sur- oeste manteniendo esta dirección hasta el límite sur de la ciudad de Chihuahua. A partir de este punto la dirección del trazo cambia, en dirección Oeste-Suroeste, cruza con la Carretera Federal 24 y continua su rumbo sur suroeste y atraviesa por el municipio Santa Isabel.

A partir del municipio Santa Isabel, el trazo continúa en dirección Norte - Noroeste, atravesando por el municipio de Gran Morelos con una altitud de aproximadamente 2,200 m sobre el nivel del mar, el trazo continua hacia Cusihiuriachi en dirección sur-

oeste y llegando al límite de Cuauhtémoc en dirección Sur-Oeste, cruzando perpendicularmente la "Sierra Madre", donde la cordillera de la costa se caracteriza por una morfología ondulada, con valles profundos y estrechos, así como pendientes empinadas, la altitud media estará entre 1500 y 2650 m, esta es una zona poco habitada donde el trazo pasará en la medida de lo posible paralelo con la única carretera existente.

El trazo del gasoducto pasará por un tramo de menos montaña (altitud entre 300 y 800 m).

Después del cruce del Río Fuerte la ruta sale de la zona de montaña y baja a la llanura costera, en dirección Sur-Sur Oeste. La ruta en el PK 497.500 llega al sitio denominado El Oro, donde se ubicará la Estación de Compresión CS – 2.

En lo sucesivo el trazo del gasoducto pasará por una llanura de cultivos, hasta el punto de entrega cerca de Topolobampo (cerca de PK 562 - ubicación de la Estación de Medición recibo).

En el anexo 1 se incluye un plano con la ubicación geográfica del proyecto y en el anexo 2 se incluyen las tablas de coordenadas correspondientes.

### **2.1.2. Superficie total y temporal de afectación (Por estado y municipio)**

El área total requerida para el proyecto será de 1,507.93 has, de las cuales 559.96 has corresponden a obras permanentes (gasoducto con franja de afectación permanente, válvulas y estaciones) y 947.98 has serán de obras temporales (caminos, áreas adicionales para altas pendientes y cruces, campamentos, áreas de acopio de tuberías y ampliación y construcción de caminos de acceso, los cuales forman parte íntegra del proyecto).

A continuación se presenta la tabla 1 la cual incluye un desglose de la superficie temporal y permanente por estado y la tabla 2 la cual incluye un desglose de la superficie temporal y permanente por municipio.

**Tabla 1 Desglose de superficie temporal y permanente por estado**

Estado	Sup. Permanente	Sup. Temporal
Chihuahua	3,758,581.40	6,460,140.08
Sinaloa	1,841,001.40	3,019,610.15

**Tabla 2 Desglose de superficie temporal y permanente por municipio**

Municipio	Sup. Permanente	Sup. Temporal (mts2)
Chihuahua	315,828.00	562,694.55
Santa Isabel	289,745.70	454,539.36
Gran Morelos	231,769.90	384,345.53
Cauhtémoc	113,722.90	170,594.57
Cusihuirachi	418,214.80	630,142.30
Carichi	389,778.00	639,734.72
Bocoyna	881,793.60	1,529,140.91
Urique	218,213.20	371,724.43
Guazapares	899,515.30	1,717,223.71
Choix	515,108.70	897,045.77
El Fuerte	1,022,580.10	1,606,886.67
Ahome	303,312.60	515,677.71

### 2.1.3. Identificación de localidades en un radio de 2.5 km respecto a la franja de desarrollo del sistema y distancia al trazo de las mismas.

Para el área de influencia del proyecto Gasoducto El Encino – Topolobampo se han identificado las localidades presentes en un radio de 2.5 km a partir del centro de la línea, con la finalidad de promover una estrecha relación con estos grupos de interés durante las diferentes etapas del proyecto.

En el caso de las comunidades indígenas se han identificado 101 comunidades, las cuales se muestran en la tabla 3 para el radio señalado, mientras que comunidades mestizas fueron identificadas un total de 128 para el radio señalado y se muestran en la tabla 4.

**Tabla 3 comunidades indígenas identificadas para el proyecto**

Núm.	Estado	Municipio	Nombre de la localidad	Distancia al trazo
1	CHIHUAHUA	CARICHI	TOSANACHI	2.3
2	CHIHUAHUA	CARICHI	BACACHI	2.5
3	CHIHUAHUA	CARICHI	BAPOREACHI DE ABAJO	0.3
4	CHIHUAHUA	CARICHI	BAPOREACHI DE ARRIBA	1
5	CHIHUAHUA	CARICHI	EL MANZANO	1
6	CHIHUAHUA	BOCOYNA	BASIGORABO 2	1.2
7	CHIHUAHUA	CARICHI	EGOCHI	1.9
8	CHIHUAHUA	BOCOYNA	BAWINOCACHI	1
9	CHIHUAHUA	BOCOYNA	BORIACHI	1.8

10	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CAHUIRARE	1
11	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CERRO DE LA VIRGEN	1
12	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CERRO PELON	2.5
13	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CHURICHIQUE	1
14	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CHOREQUE	0.5
15	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CHURIBO	1
16	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CHURICHI	1
17	CHIHUAHUA	BOCOYNA	COSOROCO	1.5
18	CHIHUAHUA	BOCOYNA	ESTACION SANCHEZ	1
19	CHIHUAHUA	BOCOYNA	GORACHI	2.3
20	CHIHUAHUA	BOCOYNA	GUAGUEACHI (LA MESA)	2.5
21	CHIHUAHUA	BOCOYNA	GUASIRACHI	1
22	CHIHUAHUA	BOCOYNA	HUEBACHI	0.1
23	CHIHUAHUA	BOCOYNA	HUELARABO	0.9
24	CHIHUAHUA	BOCOYNA	HUERACHI	1.7
25	CHIHUAHUA	BOCOYNA	HUICHOREQUE	1.8
26	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LA CARBONERA	0.5
27	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LA MESA AMERICANA	1
28	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LA QUEBRADORA	1
29	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LAS PULGAS	1
30	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LOS OJITOS	1
31	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LOS TRIGOS	0.7
32	CHIHUAHUA	BOCOYNA	MACHOGUE	1
33	CHIHUAHUA	BOCOYNA	MACHOGUEACHI	0
34	CHIHUAHUA	BOCOYNA	MESA DEL MANZANO / SAN ELIAS	1
35	CHIHUAHUA	BOCOYNA	MESA DEL OJITO	1
36	CHIHUAHUA	BOCOYNA	NACAIVO VIEJO	1
37	CHIHUAHUA	BOCOYNA	NACARARE	1
38	CHIHUAHUA	BOCOYNA	OJO DEL BUEY (EL OJITO)	0.7
39	CHIHUAHUA	BOCOYNA	PANALACHI	2
40	CHIHUAHUA	BOCOYNA	PARAJE DE AGUA CALIENTE	1
41	CHIHUAHUA	BOCOYNA	PICACHO	2
42	CHIHUAHUA	BOCOYNA	PUERTO BLANCO	2.5
43	CHIHUAHUA	BOCOYNA	RANCHO BLANCO	0.9
44	CHIHUAHUA	BOCOYNA	RANCHO VIEJO	0.1
45	CHIHUAHUA	BOCOYNA	REMOCHOTARE	1.4
46	CHIHUAHUA	BOCOYNA	SANTA ELENA	2
47	CHIHUAHUA	BOCOYNA	SAYAHUACHI	1.8
48	CHIHUAHUA	URIQUE	NACAYBO 2	1
49	CHIHUAHUA	BOCOYNA	SIHUIBRIACHI	1.9

50	CHIHUAHUA	BOCOYNA	SONO	1
51	CHIHUAHUA	BOCOYNA	TOTORI	1
52	CHIHUAHUA	URIQUE	CEROERACHI	1
53	CHIHUAHUA	URIQUE	ESTACION DIVISADERO	0.5
54	CHIHUAHUA	URIQUE	MANZANILLA	0.2
55	CHIHUAHUA	URIQUE	MOGOTABO	1.9
56	CHIHUAHUA	URIQUE	RECUBITARI	1
57	CHIHUAHUA	URIQUE	TEGORACHI	1
58	CHIHUAHUA	URIQUE	NAHUAJE	1.2
59	CHIHUAHUA	URIQUE	HUITOSACHI	1
60	CHIHUAHUA	URIQUE	SAN ANTONIO	1
61	CHIHUAHUA	URIQUE	CHUCHUPATE	1
62	CHIHUAHUA	URIQUE	LA CIENEGUITA	1
63	CHIHUAHUA	URIQUE	OTONACHI	1.7
64	CHIHUAHUA	URIQUE	RICACHONACHI	2.2
65	CHIHUAHUA	URIQUE	CHAHUIRABO	1.9
66	CHIHUAHUA	URIQUE	EL RANCHITO TARAHUMARA	1
67	CHIHUAHUA	URIQUE	LA MESA	1
68	CHIHUAHUA	URIQUE	EL RANCHITO	1
69	CHIHUAHUA	URIQUE	LA MESA DE LA PISTA	2.2
70	CHIHUAHUA	URIQUE	OSOROCHI	1.5
71	CHIHUAHUA	URIQUE	RERENCHIRAZO	1.4
72	CHIHUAHUA	URIQUE	MESA REDONDA	1
73	CHIHUAHUA	URIQUE	ARICHIOCHI	1.8
74	CHIHUAHUA	URIQUE	RANCHO COLORADO	1
75	CHIHUAHUA	URIQUE	CHIHUAHUICAME	1.2
76	CHIHUAHUA	URIQUE	EL CEBOLLIN	1.4
77	CHIHUAHUA	URIQUE	LA MESA DEL SOMBRERO	0.1
78	CHIHUAHUA	URIQUE	RENAYNA	1.7
79	CHIHUAHUA	URIQUE	SITARABO	1.1
80	CHIHUAHUA	URIQUE	EL ROBLE	1.8
81	CHIHUAHUA	URIQUE	MACHOGUE	1
82	CHIHUAHUA	URIQUE	PINOS ALTOS	1
83	CHIHUAHUA	URIQUE	RESOBACAME	2.5
84	CHIHUAHUA	URIQUE	RANCHO BOQUIMOBIA (RANCHO ESCONDIDO)	1
85	CHIHUAHUA	URIQUE	RAPACHICACHE	0.6
86	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	MESA DEL CONEJO	1
87	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	LA CIENEGA PRIETA	1
88	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	CIENEGA PRIETA	0.2
89	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	BAHUINA	0.4

90	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	EL RIITO	1
91	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	RANCHO LOS LOBOS / EL VEINTICINCO	1
92	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	LA MESA DEL CRISTAL	1
93	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	ERICICUCHI	0.1
94	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	PUERTO LA CRUZ	0.2
95	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	BATOPILITAS	1.5
96	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	EL QUIRIQUI	0.8
97	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	LA MESA DEL ALAMO	0.3
98	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	YORIMECHI	1
99	SINALOA	CHOIX	LA ESTANCIA	2.3
100	SINALOA	EL FUERTE	CAPOMOS	0.6
101	SINALOA	EL FUERTE	CAPOMITOS	0.2

**Tabla 4 comunidades mestizas identificadas para el proyecto**

Núm	Estado	Municipio	Nombre de la localidad	Distancia al trazo
1	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	EJIDO EL CHARCO	Camino de Acceso al DDV
2	CHIHUAHUA	CHIHUAHUA	EJ. SAN ISIDRO (ANEXO LA NORIA)	1
3	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	NUEVO PALOMAS	1.5
4	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	RANCHO DE PEÑA	1.3
5	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	RANCHO DE ROSAS	2
6	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	RANCHO PIÑONES	1.5
7	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	EL RANCHITO	1
8	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	OTRA BANDA DEL RIO	1.7
9	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	BOQUILLA DEL RIO	1
10	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	SANTA ISABEL	1
11	CHIHUAHUA	SANTA ISABEL	RANCHO PALACIO	1
12	CHIHUAHUA	GRAN MORELOS	EL MIRADOR	1
13	CHIHUAHUA	GRAN MORELOS	EL AGUAJE	1
14	CHIHUAHUA	GRAN MORELOS	LA CIENEGUILLA	1
15	CHIHUAHUA	CUAUHTEMOC	BARRAGANES	1
16	CHIHUAHUA	CUAUHTEMOC	TACUBA	2
17	CHIHUAHUA	CUAUHTEMOC	CIENEGA DE CASTILLO	1
18	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	COLONIA MEXICO	2
19	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	CAMPO 26	1
20	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	CAMPO 26.5	1
21	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	CAMPO 27	1.5
22	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	CAMPO 28	1
23	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	CAMPO 29	1

24	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	CASA BLANCA	2
25	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	EJIDO OJO DE AGUA	1
26	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	BAJIO DE ABAJO	1.1
27	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	RANCHO DE ORDOÑEZ (LA SOLEDAD)	0.3
28	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	RANCHO DE DOMINGUEZ	1.5
29	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	RANCHO DE GONZALES	1.5
30	CHIHUAHUA	CUSIHUIRIACHI	LLANOS DE REFORMAS	1.5
31	CHIHUAHUA	CARICHI	NATAHUACHI	1.5
32	CHIHUAHUA	CARICHI	EJIDO GRAL. ALONSO AGUIRRE RAMOS	1
33	CHIHUAHUA	BOCOYNA	EL CORTE	1.8
34	CHIHUAHUA	BOCOYNA	SAN ANTONIO	1
35	CHIHUAHUA	BOCOYNA	EL LLANO	1
36	CHIHUAHUA	BOCOYNA	URICHIQUE	1
37	CHIHUAHUA	BOCOYNA	BAQUEREACHI	2.5
38	CHIHUAHUA	BOCOYNA	GUATOPIACHI	1.2
39	CHIHUAHUA	BOCOYNA	RANCHERIA NEROCHACHI	1.5
40	CHIHUAHUA	BOCOYNA	LA LAGUNA	1
41	CHIHUAHUA	BOCOYNA	GUPITARE	1
42	CHIHUAHUA	BOCOYNA	AGUATOS	1
43	CHIHUAHUA	BOCOYNA	ROSABICHE	1
44	CHIHUAHUA	BOCOYNA	SAHUARABO	2.2
45	CHIHUAHUA	BOCOYNA	CREEL	1
46	CHIHUAHUA	BOCOYNA	HUMACHIQUE	2.4
47	CHIHUAHUA	BOCOYNA	GASISUCHI	2.5
48	CHIHUAHUA	BOCOYNA	ESTACION PITORREAL	1
49	CHIHUAHUA	BOCOYNA	EL BARRO	0.9
50	CHIHUAHUA	URIQUE	MESA DE LA BARRANCA	1
51	CHIHUAHUA	URIQUE	AREPONAPUCHI	1.7
52	CHIHUAHUA	URIQUE	HUIYOCHI	1
53	CHIHUAHUA	URIQUE	EL PUERTO	1
54	CHIHUAHUA	URIQUE	SAN RAFAEL	1
55	CHIHUAHUA	URIQUE	AGUA ZARCA	1
56	CHIHUAHUA	URIQUE	EL MUERTO	2.5
57	CHIHUAHUA	URIQUE	BAHUICHIVO	2
58	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	LA NOPALERA	0.4
59	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	IRIGOYEN	1.2
60	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	RANCHO SANTIAGO	1.2
61	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	CHIKUERITOS	0.6
62	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	LA CRUZ	1
63	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	EL BATAMOTE	1

64	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	CHARCO LARGO	1
65	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	TEMORIS	1
66	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	SAPAREGACHI	0.5
67	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	EL SOBACO	0.4
68	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	GUAJIPA	1
69	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	EL COPOSO	1.2
70	CHIHUAHUA	GUAZAPARES	SANTA MATILDE	1
71	SINALOA	CHOIX	SAN ANTONIO	0.5
72	SINALOA	CHOIX	EL DESCANSO	0.8
73	SINALOA	CHOIX	LOS POZOS	0.3
74	SINALOA	CHOIX	EL CAJONCITO	0.28
75	SINALOA	CHOIX	EL VERANITO	1.9
76	SINALOA	CHOIX	EL AGUAJE	1.5
77	SINALOA	CHOIX	EL GARABATO	0.5
78	SINALOA	CHOIX	CONICARI	0.1
79	SINALOA	CHOIX	AGUA CALIENTE DE BACA	2.3
80	SINALOA	CHOIX	EL EMBARCADERO	0.1
81	SINALOA	CHOIX	BACA	0.5
82	SINALOA	CHOIX	EL RANCHO	0.1
83	SINALOA	CHOIX	LORETILLO	0.4
84	SINALOA	CHOIX	EL ALTILLO	1.4
85	SINALOA	CHOIX	CIENEGUITA DE AGUA ZARCA	2.5
86	SINALOA	CHOIX	LOS NOGALITOS	1.4
87	SINALOA	CHOIX	LAS URRACAS	1.5
88	SINALOA	CHOIX	LORETO	0.4
89	SINALOA	CHOIX	ESTACION LORETO	0.3
90	SINALOA	CHOIX	LA CIENEGA	2
91	SINALOA	EL FUERTE	EL TEPEGUAJE	2
92	SINALOA	EL FUERTE	LA LAGUNA	0.4
93	SINALOA	CHOIX	EL COLEXIO	1.4
94	SINALOA	EL FUERTE	NUEVO SAN FELIPE	1.3
95	SINALOA	EL FUERTE	LOS CHARCOS	1.3
96	SINALOA	EL FUERTE	SAN PEDRO	0.8
97	SINALOA	EL FUERTE	CRUCERO DE LOS HORNILLOS	0.8
98	SINALOA	EL FUERTE	LOS HORNILLOS	1.8
99	SINALOA	EL FUERTE	RANCHO DE BATEVE	1.2
100	SINALOA	EL FUERTE	ESTACION HOYANCO	0.4
101	SINALOA	EL FUERTE	LAS CHAPARRERAS	0.1
102	SINALOA	EL FUERTE	SANTA MARIA	1.1
103	SINALOA	EL FUERTE	JECOLUA (EL ALTO)	1.4

104	SINALOA	EL FUERTE	LAS CHUNAS	1.6
105	SINALOA	EL FUERTE	SIBIRIJOA	1.5
106	SINALOA	EL FUERTE	MULANJEY (ESTACION VEGA)	1.7
107	SINALOA	EL FUERTE	SIVAJAHUI	1.2
108	SINALOA	EL FUERTE	CRUCERITO DE SIVAJAHUI	0.1
109	SINALOA	EL FUERTE	LA CHIRIPA	2.4
110	SINALOA	EL FUERTE	TETAMBOCA	0.1
111	SINALOA	EL FUERTE	PUENTE COLORADO	0.4
112	SINALOA	EL FUERTE	CUESTA BLANCA	0.5
113	SINALOA	EL FUERTE	SAN BLAS	1.1
114	SINALOA	EL FUERTE	EJIDO JOSE MARIA PINO SUAREZ	0.8
115	SINALOA	EL FUERTE	EJIDO EMILIANO ZAPATA	0.3
116	SINALOA	EL FUERTE	PRODUCTO DE LA REVOLUCION	2.3
117	SINALOA	EL FUERTE	BUENAVISTA DE MOCHICAHUI	1.8
118	SINALOA	EL FUERTE	LA ARROCERA	2
119	SINALOA	AHOME	PUEBLO NUEVO LUIS ECHEVERRIA	2.3
120	SINALOA	AHOME	CAMPO CLEYTON	0.3
121	SINALOA	AHOME	LA SUCURSAL JIQUILPAN	0.5
122	SINALOA	AHOME	PRIMERO DE MAYO	0.6
123	SINALOA	AHOME	VEINTE DE NOVIEMBRE	2.5
124	SINALOA	AHOME	EJIDO OHUIRA	1.4
125	SINALOA	AHOME	CAMPO GUADALUPE (CAMPO ESTRADA)	0.3
126	SINALOA	AHOME	PAREDONES	1.8
127	SINALOA	AHOME	ROSENDO G. CASTRO	0.2
128	SINALOA	AHOME	TOPOLOBAMPO	2

#### 2.1.4. Áreas de amortiguamiento determinadas por la SEMARNAT

Para facilitar la evaluación y alternativas para la ubicación del proyecto, se determinó una franja de caracterización ("FC") de 5 km de ancho (2.5 km de cada lado del center line) en esta franja han quedado considerados y estudiados todos los factores ambientales y sociales que tendrán una interrelación con el proyecto, lo que en otras palabras corresponde al Área de Influencia del Proyecto (AiP), en el anexo 3 se muestra un plano con la ubicación de la Franja de Caracterización del proyecto.

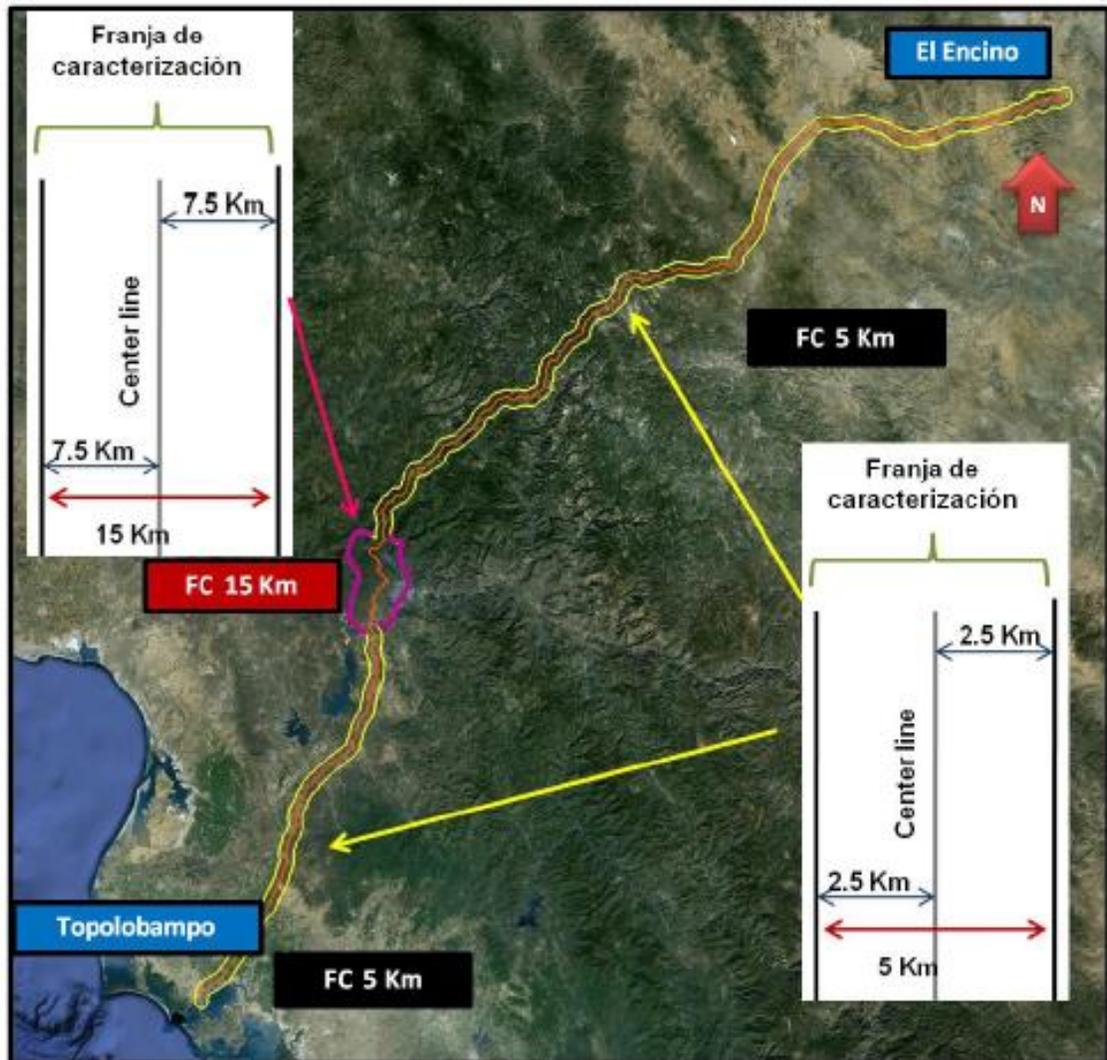
Es decir, la FC constituye un área con capacidad de respuesta equivalente entre las interacciones del proyecto con el ambiente, por lo que se prevé que los impactos derivados del proyecto tendrán una afectación de igual magnitud dentro de la FC,

de esta forma, si es necesario reubicar el proyecto dentro del área de la FC ya se tienen evaluados y caracterizados los impactos ambientales previamente identificados.

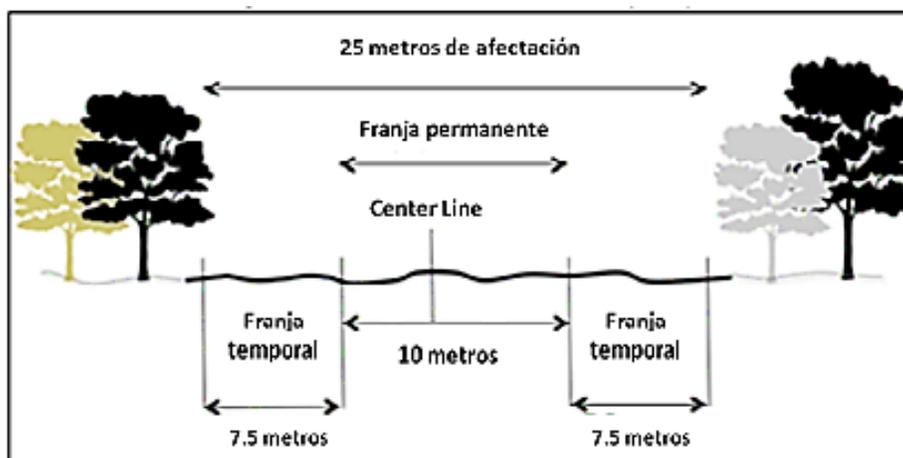
En ese sentido y considerando las variaciones que, como en cualquier otro proyecto lineal, pudieran presentarse como resultado de micro-ruteos u otros cambios de trayecto o de ubicación de componentes que fueren necesarios en virtud de obstáculos en la adquisición de predios u otros factores de seguridad, tal es el caso del tramo del gasoducto que cruza la zona denominada “Triangulo dorado” (la intersección entre Chihuahua, Sonora y Sinaloa), un área altamente conflictiva en términos de seguridad y tenencia de la tierra, razón por la cual fue necesario la ampliación del ancho de la FC de 5 a 15 km (Ver figura 1), en virtud de prever cambios en el trazo del gasoducto a consecuencia de la problemática ya expuesta.

Por tal motivo, la FC se constituye como un instrumento que simplificaría la evaluación y autorización de posibles modificaciones futuras al proyecto que quedarán comprendidas dentro de la superficie de la “FC”, haciendo innecesaria la elaboración de nuevos estudios. Finalmente y en consecuencia de este último punto, las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, regionales, sinérgicos, acumulativos y residuales, propuestos serían igualmente aplicables a las modificaciones al proyecto que fueran requeridas.

Figura 1. Franja de caracterización del proyecto



Se utiliza el término Derecho de Vía (DDV) por ser el comúnmente utilizado y que se refiere al Área de establecimiento del Proyecto (AeP). Este DDV es una franja de 25 m de ancho, que incluye una Franja de Afectación Permanente (FAP) de 10 m de ancho (5m a cada lado del center line) y una Franja de Afectación Temporal (FAT) de 15 m de ancho (7.5m a cada lado de la FAP) (Figura 2).

**Figura 2. Franja de afectación del proyecto**

#### **2.1.5. Identificación de los grados de avance del proyecto por sección a nivel municipal**

El proyecto gasoducto El Encino – Topolobampo fue adjudicado por Transportadora de Gas Natural del Noroeste S. de R.L. de C.V. en noviembre de 2012 e inició actividades de construcción en diciembre de 2013 en virtud de haber obtenido las autorizaciones correspondientes.

Se han definido 7 secciones constructivas para el proyecto y a la fecha se ha iniciado actividades en todas estas, en la tabla 5 se muestran los avances por municipio y por sección..

Tabla 5 avances de construcción por municipio y por sección del proyecto

Actividad	% de avance por municipio											
	Chihuahua	Santa Isabel	Gran Morelos	Cusihuirachi	Cuauhtémoc	Carichi	Bocoyna	Urique	Guazaparez	Choix	El Fuerte	Ahome
Avance general etapa de construcción (%)	58.59	77.49	77.49	77.49	77.49	36.15	4.66	27.17	32.23	40.55	50.89	50.89

<b>SECCIÓN 1 (Kp 0 a Kp 30+537)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Chihuahua.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	17.82%
Carga y Transporte de tubería	3.21%
Desfile de tubería	3.45%
Recubrimiento	2.15%
Soldadura Manual	14.27%
Soldadura Automática	6.93%
Prueba No Destructiva	0.73%
Revestimiento de juntas	2.84%
Zanjado	6.73%
Colocación de cama y Pre tapado	0.87%
Bajado	1.81%
Relleno	0.31%
Colocación de berma o cortacorriente	0.23%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%
Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	0.00%

<b>SECCIÓN 2 (Kp 30+537 a Kp 152+600)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Chihuahua, Santa Isabel, Gran Morelos, Cuauhtémoc, Cusihuirachi, Carichi.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	15.59%
Carga y Transporte de tubería	3.04%
Desfile de tubería	5.30%
Recubrimiento	3.09%
Soldadura Manual	0.00%
Soldadura Automática	26.23%
Prueba No Destructiva	1.55%
Revestimiento de juntas	6.44%
Zanjado	7.34%
Colocación de cama y Pre tapado	2.55%
Bajado	5.30%
Relleno	1.18%
Colocación de berma o cortacorriente	1.12%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%

Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	0.75%

<b>SECCIÓN 3 (Kp 152+600 a Kp 257+610)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Carichi, Bocoyna, Urique.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	4.26%
Carga y Transporte de tubería	0.16%
Desfile de tubería	0.16%
Recubrimiento	0.11%
Soldadura Manual	0.17%
Soldadura Automática	0.79%
Prueba No Destructiva	0.03%
Revestimiento de juntas	0.11%
Zanjado	0.00%
Colocación de cama y Pretapado	0.00%
Bajado	0.00%
Relleno	0.00%
Colocación de berma o cortacorriente	0.00%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%
Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	0.00%

<b>SECCIÓN 4 (Kp 257+610 a Kp 310+118)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Urique, Guazapares.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	11.88%
Carga y Transporte de tubería	1.76%
Desfile de tubería	1.74%
Recubrimiento	1.20%
Soldadura Manual	11.50%
Soldadura Automática	0.00%
Prueba No Destructiva	0.35%
Revestimiento de juntas	1.33%
Zanjado	3.37%
Colocación de cama y Pretapado	0.41%

Bajado	0.86%
Relleno	0.18%
Colocación de berma o cortacorriente	0.16%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%
Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	0.00%

<b>SECCIÓN 5 (Kp 310+118 a Kp 358+115)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Guazapares.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	11.33%
Carga y Transporte de tubería	2.17%
Desfile de tubería	2.14%
Recubrimiento	1.37%
Soldadura Manual	13.32%
Soldadura Automática	0.00%
Prueba No Destructiva	0.38%
Revestimiento de juntas	1.37%
Zanjado	2.93%
Colocación de cama y Pretapado	0.34%
Bajado	0.71%
Relleno	0.15%
Colocación de berma o cortacorriente	0.13%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%
Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	0.00%

<b>SECCIÓN 6 (Kp 358+115 a Kp 385+278)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Guazapares, Choix</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	9.64%
Carga y Transporte de tubería	1.77%
Desfile de tubería	1.75%
Recubrimiento	1.13%
Soldadura Manual	11.44%

Soldadura Automática	0.00%
Prueba No Destructiva	0.35%
Revestimiento de juntas	1.32%
Zanjado	3.54%
Colocación de cama y Pretapado	0.44%
Bajado	0.91%
Relleno	0.21%
Colocación de berma o cortacorriente	0.20%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%
Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	0.00%

<b>SECCIÓN 7 (Kp 385+278 a Kp 551+886)</b>	
<b>MUNICIPIOS: Choix, El Fuerte, Ahome.</b>	
<b>DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>% Avance</b>
Acondicionamiento de caminos y Apertura de pista	13.33%
Carga y Transporte de tubería	2.80%
Desfile de tubería	5.04%
Recubrimiento	2.83%
Soldadura Manual	0.00%
Soldadura Automática	22.91%
Prueba No Destructiva	1.35%
Revestimiento de juntas	5.18%
Zanjado	2.79%
Colocación de cama y Pretapado	1.49%
Bajado	3.09%
Relleno	0.71%
Colocación de berma o cortacorriente	0.68%
Prueba Hidrostática	0.00%
Secado	0.00%
Calibración	0.00%
Instalación de señalización	0.00%
Restauración	1.78%

## **2.2. Estatus de permisos y autorizaciones**

### **2.2.1. Lista de permisos y autorizaciones requeridos a nivel federal, estatal y municipal para el desarrollo del proyecto**

Para el desarrollo del proyecto se han identificado los permisos aplicables a nivel federal, estatal y municipal, los cuales se muestran en la tabla 6, incluyendo el progreso en su obtención.

|

Tabla 6. Listado de permisos aplicables al proyecto

PERMISOS FEDERALES				
Tipo de permiso	Dependencia	Total requeridos	% de avance en la obtención	
Autorización de impacto ambiental	SEMARNAT	1	100.00 %	
Autorización de riesgo ambiental		1	100.00 %	
Autorización de cambio de uso de suelo		17	70.59 %	
Permisos de bancos de material para estaciones		3	100.00%	
Registro como generador de residuos peligrosos en bases logísticas		7	100.00%	
Registro como generador de residuos peligrosos en estaciones		3	100.00%	
Programa de prevención de accidentes (incluye estaciones)		1	Previo a operaciones	
Licencia ambiental Única		1	Previo a operaciones	
Liberación arqueológica		INAH	Tramos del DDV	7
	Estaciones		3	100.00%
	Centros de Acopio		3	100.00%
	Campamentos		4	100.00%
	Acopio / Campamento		3	100.00%
	Caminos		80	87.50%
	Áreas adicionales		276	89.86%
	Bases Logísticas		2	100.00%
	Protección catódica		10	80.00%
Permisos de cruce de canales	CONAGUA	47	100.00%	
Permiso para construcción o modificación de obras en cauces y zonas federales		250	94.00%	
Permiso de Concesión para la ocupación de terrenos federales		255	82.35%	
Permiso de descarga de aguas residuales para campamentos		7	100.00%	
Permisos de aprovechamiento de agua para pruebas hidrostáticas		5	0.00%	
Permiso de descarga de aguas residuales para pruebas hidrostáticas		5	0.00%	
Permiso de descarga de aguas residuales para operación en estaciones		1	0.00%	
Líneas de distribución zona Cuauhtémoc.		CFE	72	100.00%
Línea de distribución Los Mochis.	41		100.00%	
Líneas de distribución Chihuahua	12		100.00%	
Líneas de transmisión Chihuahua (cruce y paralelismo)	29		100.00%	
Líneas de transmisión Sinaloa (cruce y paralelismo)	11		100.00%	
Permiso general de barrenación y	SEDENA		1	100.00%

voladuras en el estado de Chihuahua			
Permiso general de barrenación y voladuras en el estado de Sinaloa.		1	100.00%
Cruces con carreteras libres de peaje	SCT	3	100.00%
Cruces con ferro vías		14	100.00%
Permiso de servicio particular de maniobras de descarga		3	66.67%
Cruces con ductos de PEMEX gas y Petroquímica Básica	PEMEX	6	100.00%
Cruces con ductos de PEMEX Refinación		2	0.00%
Permiso de transporte de gas natural	CRE	1	100.00 %
<b>PERMISOS ESTATALES</b>			
Aprobación del PIPC para construcción para el ducto en el estado de Chihuahua	PROTECCION CIVIL CHIHUAHUA	1	100.00 %
Aprobación del PIPC para construcción de estaciones		1	100.00 %
Aprobación del PIPC para operación del ducto en el estado de Chihuahua		1	100.00 %
Aprobación del PIPC para operación de estaciones		1	100.00 %
Aprobación del PIPC para construcción para el ducto en el estado de Sinaloa.	PROTECCION VICIL SINALOA	1	100.00 %
Aprobación del PIPC para construcción de estaciones		2	100.00 %
Aprobación del PIPC para operación del ducto en el estado de Sinaloa		1	0.00 %
Aprobación del PIPC para operación de estaciones		2	0.00 %
Consulta de interferencias con planes de Desarrollo Estatal en Sinaloa	SDUOP SINALOA	1	100.00 %
Cruces con carreteras estatales en Sinaloa		7	100.00 %
Permisos de construcción de carriles de aceleración y desaceleración para estaciones		2	100.00 %
Permisos de construcción de carriles de aceleración y desaceleración para campamentos		1	100.00 %
Consulta de interferencias con planes de Desarrollo Estatal en Chihuahua	SCOP CHIHUAHUA	1	100.00 %
Cruces con carreteras estatales en Chihuahua		18	100.00 %
Permisos de construcción de carriles de aceleración y desaceleración para acopios.		3	100.00 %
<b>PERMISOS MUNICIPALES</b>			
Licencias de uso de suelo para el ducto	GOBIERNO MUNICIPAL	12	100.00%
Licencias de construcción para el ducto		12	100.00%
Licencias de uso de suelo para acopios		5	100.00%

Licencias de uso de suelo para campamentos		4	100.00%
Licencias de construcción para campamentos		4	100.00%
Licencias de uso de suelo para acopio-campamentos		3	100.00%
Licencias de construcción para acopio-campamentos		3	100.00%
Licencias de uso de suelo para válvulas		19	73.68%
Licencias de construcción para válvulas		19	73.68%
Licencias de uso de suelo para estaciones		3	100.00%
Licencias de construcción para estaciones		3	66.67%
Autorización de cruces con caminos municipales		440	100.00%
Consulta de Interferencias con planes de desarrollo municipal		12	100.00%
Disposición de desechos sólidos no peligrosos		7	100.00%
Vistos buenos de protección civil para construcción del ducto.	PROTECCION CIVIL MUNICIPAL	12	100.00%
Vistos buenos de protección civil para construcción de estaciones		3	100.00%
Autorización de cruces con ductos de agua potable	JUNTA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO MUNICIPAL	13	92.31%
<b>PERMISOS CON EMPRESAS PRIVADAS</b>			
Autorización de construcción de cruces con infraestructura ferroviaria	FERROMEX	14	100.00%
Autorización de construcción de cruces con infraestructura de comunicaciones	TELMEX	3	100.00%

### 2.2.2. Estatus de liberación del derecho de vía

Las actividades de adquisición de tierras para el proyecto iniciaron a principios del 2013, en virtud de que se han definido un total de 835 propietarios para el total de la superficie requerida para las diferentes obras del proyecto, a finales del 2014 se cuenta con un avance en la adquisición del Derecho de Vía del 99.64 %, en la tabla 7 se muestra un resumen del progreso de liberación del Derecho de Vía por estado.

**Tabla 7 progreso de liberación del derecho de vía por estado**

Estado	Pedios adquiridos	Long. Pedios adquiridos	Pedios Por adquirir	Long. Pedios Por adquirir
--------	-------------------	-------------------------	---------------------	---------------------------

<b>Chihuahua</b>	<b>364</b>	<b>364.16</b>	<b>3</b>	<b>3.40</b>
<b>Sinaloa</b>	<b>471</b>	<b>184.05</b>	<b>0</b>	<b>0.00</b>
<b>TOTAL</b>	<b>835</b>	<b>548.21</b>	<b>3</b>	<b>3.40</b>

### **2.2.3. Anexar resolutivos de los permisos y autorizaciones requeridos a nivel federal, estatal y municipal para el desarrollo del proyecto**

En el Anexo 4 se incluyen los oficios de autorización clasificados por dependencias federales, estatales y municipales.

### **2.3. Identificación de cuerpos de agua en las áreas de amortiguamiento determinadas por SEMARNAT**

El Sistema Ambiental Regional se localiza en el espacio geográfico delimitado y caracterizado por cuatro regiones hidrológicas (Sinaloa, Bravo-Conchos, Cuencas Cerradas del norte, y Sonora Sur), de acuerdo con datos obtenidos de la CONAGUA, estas cuatro regiones hidrológicas cuentan con 53 cuencas hidrológicas.

#### **Regiones hidrológicas**

RH09: Sonora sur

- Río Yaqui

RH24: Bravo-Conchos

- R. Conchos-P. El Granero
- R. Conchos-P. de la Boquilla
- San Pedro

RH10: Sinaloa

- Río Fuerte
- Estero de Bacorehuis
- Bahía Lechuguilla-Ohuira-Navachiste

RH34: Cuencas Centrales del Norte

- El Carrizo y otros
- L. Bustillos y de los mexicanos
- Del Carmen

#### **Hidrología superficial**

El proyecto cruza por arroyos, ríos o drenes temporales donde se realizarán cruces especiales. La condición por diseño asegura la estabilidad de los taludes de la orilla de cuerpos de agua.

Por otro lado, se tiene el riesgo de que en la época de lluvias cuando se pueden desarrollar avenidas máximas se tenga el riesgo de lavado de material y desestabilice en algún momento la estructura. Sin embargo, estas eventualidades se tienen previstas en el mismo diseño constructivo.

Aún y cuando se utilice agua para las pruebas de hermeticidad, su uso constituye un evento único y sólo en condiciones especiales de mantenimiento se tendría otras pruebas similares. El agua que se ocupa en estas pruebas podría estar contaminada, por procedimiento se analiza su calidad antes de disponerla. Si esto no se realiza se podrían contaminar cuerpos de agua. Sin embargo, el análisis a la calidad del agua utilizada en las pruebas de hermeticidad es una actividad que forma parte de las actividades del proyecto

Los principales cauces de agua por los que cruza el trazo del proyecto se muestran en la siguiente tabla:

**Tabla 8. Cruces identificados con cauces de agua propiedad de la nación**

Kp de referencia	Coordenadas		ID del cauce	Estado
	X	Y		
4+378	405506.240	3145727.510	COD 5-12, A. CARRETAS	Chihuahua
4+516	405370.270	3145700.600	COD 5-12, A. CARRETAS	Chihuahua
4+835	405229.011,	3145761.000,	COD 5-12, A. CARRETAS	Chihuahua
5+102	404811.140	3145693.100	COD 5-12, A. CARRETAS	Chihuahua
5+405	404549.970	3145558.870	COD 5-12, A. CARRETAS	Chihuahua
5+790	404187.020	3145555.960	COD 13-1, A. CARRETAS	Chihuahua
5+893	404094.900	3145602.880	COD 13-2, A. CARRETAS	Chihuahua
5+979	404013.440	3145622.010	COD 13-3, A. CARRETAS	Chihuahua
6+143	403864.320	3145684.780	COD 13-4, A. CARRETAS	Chihuahua
6+264	403755.150	3145642.580	COD 17-1, A. CARRETAS	Chihuahua
6+424	403629.230	3145548.200	COD 17-2, A. CARRETAS	Chihuahua
6+636	403424.900	3145512.940	COD 17-3, A. CARRETAS	Chihuahua
6+771	403294.450	3145529.400	COD 17-4, A. CARRETAS	Chihuahua
6+958	403127.840	3145450.750	COD 17-5, A. CARRETAS	Chihuahua
7+591	402565.990	3145247.940	COD 24, A. CARRETAS	Chihuahua
7+972	402358.020	3144972.050	COD 25, A. CARRETAS	Chihuahua

14+556	397366.870	3143982.160	COD 29, A. EL COYOTE	Chihuahua
14+995	396953.120	3143902.980	COD 30, A. EL COYOTE	Chihuahua
29+297	384642.080	3139289.940	COD 38, A. LA NORIA	Chihuahua
30+520	383447.530	3139177.310	COD 41, A. EL CHARCO	Chihuahua
32+845	381292.4342	3138339.3159	Arroyo Vallecillo, COD 43	Chihuahua
33+621	380579.7296	3138025.1395	Arroyo La Manga, COD 44	Chihuahua
34+410	379821.5604	3137831.3987	Arroyo El Nogalito, COD 45	Chihuahua
36+571	377697.6085	3137440.5848	Arroyo Palomas, COD 46	Chihuahua
37+875	376596.070	3136789.130	COD 47, A. BLANCO	Chihuahua
39+761	374759.6501	3136912.7770	Arroyo La Escondida, COD 48	Chihuahua
40+792	373808.6527	3136665.8057	A Los Nogales, COD 49	Chihuahua
41+187	373425.6855	3136633.4262	Arroyo el Apache, COD 50	Chihuahua
45+836	369203.1913	3136386.4799	Arroyo Nogal del Agua, COD 54	Chihuahua
46+896	368324.600	3135847.200	COD 55, A. GRANILLAS	Chihuahua
48+241	367299.990	3135197.770	COD 56, RIO SANTA ISABEL	Chihuahua
52+089	363817.5645	3133708.5699	Arroyo La glorieta, COD 58	Chihuahua
54+455	361778.990	3132755.980	COD 59, A. LA GLORIETA	Chihuahua
55+945	360331.140	3132523.950	COD 60, A. LAS TINAJAS	Chihuahua
56+138	360138.060	3132505.910	COD 61, LAS TINAJAS	Chihuahua
59+478	356865.8929	3132080.0959	Arroyo Grande, COD 63	Chihuahua
62+605	353865.0293	3131566.4385	Arroyo El Aguaje, COD 65	Chihuahua
64+192	352388.000	3132004.950	COD 67, A. ARENOSO	Chihuahua
66+665	350072.7454	3132469.2363	Arroyo Arenoso, COD 68	Chihuahua
67+475	349365.840	3132884.000	COD 69, A. NOGALES	Chihuahua
69+434	347608.2829	3133700.8710	Arroyo El Coyote, COD 70	Chihuahua
70+784	346708.2165	3134673.0804	Arroyo La Galera, COD 71	Chihuahua
72+947	344840.4785	3135748.7826	Arroyo La Campana, COD 72	Chihuahua
76+133	341940.0000	3136951.0000	Arroyo S/N afluente del arroyo Tarais	Chihuahua
74+259	343715.840	3136337.950	COD 75, A. SAN JUAN	Chihuahua
76+513	341579.990	3137066.110	COD 78, A. CHACUALON	Chihuahua
77+133	340986.0549	3137152.9807	Arroyo El Tarais, COD 79	Chihuahua
78+454	339741.010	3137698.900	COD 81, A. CIENEGUILLAS	Chihuahua
79+069	339248.8504	3137846.1482	Arroyo Cieneguillas, COD 83	Chihuahua
81+202	337252.8069	3138604.1929	Arroyo Carboneras, COD 85	Chihuahua
82+395	336116.080	3138960.020	COD 86, A. MASTRANZO	Chihuahua
83+428.8	335151.363	3138795.85	Arroyo Mastranza	Chihuahua
85+996.76	332650.099	3138375.231	Arroyo Santa Lucía	Chihuahua
86+871	331864.7376	3138401.9331	Arroyo Sta. Lucía Carretas, COD 91	Chihuahua
87+999.93	330679.845	3138241.752	Arroyo Santa Lucía	Chihuahua
88+848.34	329835.428	3138205.32	Arroyo Santa Lucía	Chihuahua

92+149.14	326592	3137663.309	Arroyo Santa Lucía	Chihuahua
95+974.22	323112.846	3138509.57	Arroyo el Derramadero	Chihuahua
99+211.63	320185.533	3137641.619	Arroyo San Antonio	Chihuahua
101+325.08	318661.775	3136187.211	Arroyo Bayado	Chihuahua
105+887	315267.8218	3133133.1071	Arroyo San Antonio, COD 103	Chihuahua
110+136	312158.3353	3130238.7085	Arroyo El Papalote, COD 106	Chihuahua
115+521	308278.0198	3126519.4226	Arroyo el Chato, COD 109	Chihuahua
120+311	305391.2376	3122777.9835	A. El Terrero, COD 111	Chihuahua
123+811.96	303649.805	3119794.487	Arroyo el Bajío	Chihuahua
126+630.56	302585.112	3117147.945	Arroyo el Bajío	Chihuahua
129+405.98	301624.087	3114760.675	Arroyo la Cienega	Chihuahua
131+014.38	301114.451	3113428.593	Arroyo los pinos	Chihuahua
131+928.8	300673.999	3112587.439	Arroyo la Boquilla	Chihuahua
132+000	300612.2903	3112231.1091	A. el Chuchupate, COD 121	Chihuahua
136+468.5	299087.601	3108329.598	Arroyo San José	Chihuahua
139+591.6	298531.135	3105397.104	Arroyo Los Nogales	Chihuahua
140+038.46	298505.581	3105235.353	Arroyo la Boquilla	Chihuahua
142+841	297105.6481	3102147.7398	Arroyo El Aguaje, COD 128	Chihuahua
144+546.88	296368.657	3101167.566	Arroyo el Terrero	Chihuahua
147+629.85	294545.584	3098684.934	Arroyo Norogachic	Chihuahua
148+210.32	294179.434	3098234.52	Arroyo Norogachi	Chihuahua
152+127	291100.6013	3095308.4140	Arroyo San Isidro, COD 134	Chihuahua
153+445	290408.2417	3094525.7110	Arroyo San Isidro, COD 136	Chihuahua
156+522	289937.1914	3091741.1643	Arroyo Natahuachi, COD 137	Chihuahua
157+956	289105.2565	3090732.6099	Arroyo Moquimoba, COD 138	Chihuahua
162782.11	285225.881	3090751.225	Arroyo Baporachi	Chihuahua
162+825	284893.9749	3090617.2424	Arroyo Huichajore, COD 143	Chihuahua
164+965.49	283413.322	3089649.047	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
170+352.56	279560.672	3085883.632	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
170+745.09	279048.279	3086097.248	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
172+613.31	276603.934	3086137.861	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
176+179.73	273196.035	3085223.724	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
177+828.42	271590.500	3085158.500	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
180+343.67	269310.335	3084677.358	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
180+701.12	269016.898	3084648.874	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
188+098.99	262890.751	3085560.847	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
188+714.2	262444.580	3085109.552	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
191+692.61	259585.489	3084730.915	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
192+341.16	259037.999	3084865.000	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
193+473.49	258183.000	3084899.500	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua

193+505.63	258153.732	3084899.587	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
194+806.57	256984.905	3084629.568	Cruce Agregado por Variante TPLB-045B	Chihuahua
200+517	251704.7696	3085095.5937	Arroyo Urichique, COD 177	Chihuahua
202+481.24	250695.701	3084880.382	Arroyo Urichique	Chihuahua
203+890	249620.4759	3083263.0499	Arroyo Norochachi, COD 181	Chihuahua
206+184	248491.3987	3081048.8794	Arroyo La Lengua, COD 184	Chihuahua
207+900	248305.4655	3079684.0887	Arroyo La Lengua, COD 186	Chihuahua
209+108.45	248141.004	3079400.388	Arroyo la Lengua	Chihuahua
211+655	245699.4979	3077312.6223	Rio Conchos, COD 190	Chihuahua
212+840	244909.5288	3076541.2652	Arroyo Choguita, COD 191	Chihuahua
215+076.07	243658.046	3075886.415	Arroyo Choguita	Chihuahua
215+178.76	244165	3075619	Arroyo Choguita	Chihuahua
215+651.92	243870	3075290	Arroyo Choguita	Chihuahua
218+911.36	240906.324	3075051.792	Arroyo Choguita	Chihuahua
220+024.63	239875.165	3074999.465	Arroyo Choguita	Chihuahua
221+473.66	238598.806	3074588.088	Arroyo Creel	Chihuahua
227+285	235027.5800	3068831.4864	Arroyo La Máquina, COD 202	Chihuahua
237+111	228395.3386	3063076.8407	Arroyo El Cajón, COD 204	Chihuahua
247+040	221826.9463	3056677.2837	Arroyo Rurahuachi, COD 208	Chihuahua
263+129.18	216110.994	3045479.007	Arroyo Los Táscales	Chihuahua
263+027	214984.1162	3045733.6901	Arroyo Los Táscales, COD 215	Chihuahua
276+819.88	205231.112	3045493.709	Arroyo Recochochi	Chihuahua
287+244.652	791163.971	3040282.675	Arroyo el Hondo	Chihuahua
289+581	789240.0223	3036964.9334	Arroyo Cuiteco, COD 227	Chihuahua
290+554	788634.3963	3036221.6309	Arroyo Malpaís, COD 228	Chihuahua
295+166.437	786761.418	3034486.582	Arroyo Cuiteco	Chihuahua
296+855.828	785638.318	3033292.5	Arroyo Cuiteco	Chihuahua
297+443.777	785193.372	3032920.017	Arroyo Cuiteco	Chihuahua
299+993.821	783258.243	3031401.284	Arroyo el Salto	Chihuahua
302+911.359	780657.116	3030264.462	Arroyo Cuevecillas	Chihuahua
307+251.461	777454.593	3028455.239	Arroyo Santiago	Chihuahua
312+402.893	774703.868	3024806.734	Arroyo Durazno	Chihuahua
312+837.386	774416.792	3024537.7	Arroyo Rinconada	Chihuahua
317+291.799	771396.846	3021854.215	Arroyo Cuadro Blanco	Chihuahua
317+567.065	771131.874	3021797.389	Arroyo Quiriqui	Chihuahua
319+264.759	769646.19	3021152.259	Arroyo San José	Chihuahua
318+863	768249.0651	3021153.9082	Arroyo Sadaregachi, COD 259	Chihuahua
348+964.291	757529	3002629.522	Arroyo El Hornito	Chihuahua
350+755.525	757525.139	3001028.409	Arroyo los Novillos	Chihuahua
351+003.749	757519.591	3000788.168	Arroyo los Novillos	Chihuahua

356+900.092	757459.92	2995641.115	Arroyo el Pajarito	Chihuahua
357+876.876	756698.038	2995047.186	Arroyo Santa Rita	Chihuahua
362+151.741	753588.268	2993097.927	Arroyo Sin Nombre (Río Chinipas)	Chihuahua
3627+42.065	753041.074	2992897.568	Arroyo Los Tadeo	Chihuahua
362+000	752258.4262	2992088.2248	Rio Chínipas, COD 291	Chihuahua

Kp de referencia	Coordenadas		ID del cauce	Estado
	X	Y		
363+978.3	752350.9500	2991637.1100	Arroyo s/n - ID 1	Sinaloa
364+847.85	752888.02	2990992.91	Arroyo s/n - ID 3	Sinaloa
365+907.79	753640	2990363.86	Arroyo s/n - ID 4	Sinaloa
367+442.53	754928.13	2989920.08	Arroyo s/n - ID 7	Sinaloa
368+299 al 368+751	755603.721 y 755926.629	2989434.517 y 2989131.062	Arroyo Bacochi 299-304 -ID 8	Sinaloa
368+798 al 369+171	755939.566, y 755896.565	2989086.164 y 2988724.422	Arroyo Bacochi 305-309 -ID 11	Sinaloa
371275.96	756074.05	2986872.02	Arroyo s/n - ID 20	Sinaloa
372+291 al 372+488	756177.784 y 756249.358	2985917.87402 y 2985736.648	Arroyo Chutes - ID 22	Sinaloa
373+149 al 377+732	756121.467 y 758558.438	2985130.316 y 2982505.118	Arroyo San Martín 318-357- ID 24	Sinaloa
378+508.6	758510.99	2981801.87	Arroyo s/n - ID 68	Sinaloa
378+749.45	758377.1	2981601.08	Arroyo s/n - ID 69	Sinaloa
379+098.15	758155.98	2981332.9	Arroyo s/n - ID 70	Sinaloa
379+649.06	757712.46	2981018.89	Arroyo s/n - ID 71-72	Sinaloa
379+879.99	757557.05	2980857.09	Arroyo s/n - ID 73	Sinaloa
380+448.6	757433.05	2980468.96	Arroyo s/n - ID 74	Sinaloa
381+028.77	757436.08	2979862.92	Arroyo s/n - ID 75	Sinaloa
381+994.04	756827.04	2979160.9	Arroyo s/n - ID 76	Sinaloa
382+682.79	756330.97	2978723.92	Arroyo s/n - ID 78	Sinaloa
382+953.68	756162.11	2978515.05	Arroyo s/n - ID 79	Sinaloa
383+004.95	756132	2978475.02	Arroyo s/n - ID 80	Sinaloa
383+160.83	756018.44	2978370.46	Arroyo s/n - ID 81	Sinaloa
386+530.42	754270.1	2975872.14	Arroyo s/n - ID 84	Sinaloa
389+066.31	754725.9	2973587	Arroyo s/n - ID 87	Sinaloa
391+143.58	754131.72	2971782.01	Arroyo s/n - ID 89	Sinaloa
391+522.86	753801.59	2971604.44	Arroyo s/n - ID 90	Sinaloa
392+377.89	753607.88	2970797.06	Arroyo s/n - ID 91	Sinaloa
396+138	753239	2967101	Rio Fuerte-ID 92	Sinaloa

396+498.61	753195.57	2966755.39	Arroyo s/n - ID 93	Sinaloa
397+432.01	753173.01	2965909.28	Arroyo s/n - ID 94	Sinaloa
397+897.07	753421.13	2965513.59	Arroyo s/n - ID 95	Sinaloa
398+174.16	753567.34	2965279.09	Arroyo s/n - ID 96	Sinaloa
400+081	754654	2963717	Arroyo La sabana-ID 98	Sinaloa
401+547.19	755138.88	2962391.85	Arroyo s/n - ID 100	Sinaloa
402+821	755112.7985	2961131.714	Arroyo s/n - ID 101	Sinaloa
403+166.8	755055.29	2960792.14	Arroyo s/n - ID 102	Sinaloa
408+727	755354.772	2955694.168	Arroyo s/n - ID 108	Sinaloa
408+847.4	755387.1463	2955583.923	Arroyo s/n - ID 109	Sinaloa
409+707.7	755742.3601	2954800.146	Arroyo s/n - ID 110	Sinaloa
409+931.3	755833.4503	2954596.814	Arroyo s/n - ID 111	Sinaloa
410259.22	755929.42	2954282.49	Arroyo s/n - ID 112	Sinaloa
411+442.3	756184.0925	2953131.518	Arroyo s/n - ID 114	Sinaloa
413+526.5	756196.974	2951049.415	Arroyo s/n - ID 117	Sinaloa
413+866.3	756201.1028	2950710.206	Arroyo s/n - ID 118	Sinaloa
414+216.3	756193.1854	2950360.543	Arroyo s/n - ID 119	Sinaloa
414+518.72	756183.94	2950058.08	Arroyo s/n - ID 121	Sinaloa
416+211.1	755985.05	2948404.95	Arroyo s/n - ID 122	Sinaloa
416+505.5	755850.2803	2948144.283	Arroyo s/n - ID 123	Sinaloa
417+280.4	755530.5197	2947445.24	Arroyo s/n - ID 124	Sinaloa
417+663	755304.0264	2947135.162	Arroyo s/n - ID 125	Sinaloa
418+770	754944.9615	2946090.668	Arroyo s/n - ID 127	Sinaloa
420+246.4	754545.93	2944693.83	Arroyo s/n - ID 129	Sinaloa
421+177	754098.5751	2943890.187	Arroyo s/n - ID 130	Sinaloa
422+024	753982.3736	2943053.456	Arroyo s/n - ID 131	Sinaloa
423+298	753816.2481	2941790.666	Arroyo s/n - ID 132	Sinaloa
425+115	753390.5397	2940040.199	Arroyo s/n - ID 133	Sinaloa
426+538	753226.6289	2938648.856	Arroyo La Cocina - ID 135	Sinaloa
427+975	753012.8524	2937249	Arroyo s/n - ID 137	Sinaloa
428+954	752703.9508	2936343.69	Arroyo s/n - ID 139	Sinaloa
429+597	752458.0239	2935759.623	Arroyo Baimena - ID 140	Sinaloa
430+141	752095.4023	2935358.953	Arroyo s/n - ID 141	Sinaloa
430+590	751787.2216	2935034.668	Arroyo s/n - ID 142	Sinaloa
430+994	751509.8329	2934736.175	Arroyo La Calera - ID 143	Sinaloa
433+116	750517.7433	2932864.388	Arroyo s/n - ID 144	Sinaloa
435+210	749861.2939	2930936.876	Arroyo s/n - ID 145	Sinaloa
435+343	749833.7414	2930812.133	Arroyo s/n - ID 146	Sinaloa
436+476	749337.3682	2929831.594	Arroyo s/n - ID 147	Sinaloa
437+565	749189.1538	2928751.483	Arroyo s/n - ID 148	Sinaloa

440+170	748367.6834	2926378.198	Arroyo s/n - ID 150	Sinaloa
440+845	748309.1591	2925734.816	Arroyo s/n - ID 151	Sinaloa
441+233	748264.3498	2925354.389	Arroyo s/n - ID 152	Sinaloa
441+484	748242.1142	2925103.634	Arroyo s/n - ID 153	Sinaloa
442+205.2	747979.94	2924457.06	Arroyo s/n - ID 154	Sinaloa
442+942.1	747478.13	2923922.97	Arroyo s/n - ID 155	Sinaloa
443+435	747085.4554	2923638.816	Arroyo Los Capomos - ID 156	Sinaloa
443+940	746692.0137	2923326.119	Arroyo s/n - ID 157	Sinaloa
445+859	745225.4327	2922089.297	Arroyo s/n - ID 159	Sinaloa
446+809.48	744507.92	2921467.05	Arroyo s/n - ID 160	Sinaloa
447+916.51	743667.9	2920737.03	Arroyo s/n - ID 162	Sinaloa
452+336	739895.626	2917721.647	Arroyo Chinobampo - ID 166	Sinaloa
456+350.4	737260.04	2915307.06	Arroyo s/n - ID 168	Sinaloa
460+487	734436.0061	2912478.235	Arroyo Chicuras - ID 170	Sinaloa
461+357.06	734189.92	2911646.06	Arroyo s/n - ID 172	Sinaloa
461+844.29	734013.03	2911193.94	Arroyo s/n - ID 173	Sinaloa
462+256.12	733724.88	2910907.92	Arroyo s/n - ID 174	Sinaloa
464+490	732129.0272	2909681.981	Arroyo s/n - ID 177	Sinaloa
465+523.68	731665.08	2908793.15	Arroyo s/n - ID 178	Sinaloa
462+010.81	731572.96	2908652.03	Arroyo s/n - ID 179	Sinaloa
467+660	730503.5654	2907156.687	Arroyo s/n - ID 181	Sinaloa
469+459	730048.2406	2905442.915	Arroyo Las Tinajas - ID 182	Sinaloa
469+620.04	730011.04	2905287.9	Arroyo s/n - ID 183	Sinaloa
471+756.31	729133.1	2903364.08	Arroyo s/n - ID 184	Sinaloa
473+190.85	728460.96	2902100.06	Arroyo s/n - ID 185	Sinaloa
474+906.41	728009.14	2900460.05	Arroyo s/n - ID 186	Sinaloa
475+073.45	727975.92	2900295.98	Arroyo s/n - ID 187	Sinaloa
476+102.93	727931.89	2899277.99	Arroyo s/n - ID 188	Sinaloa
478+298	728233.2992	2897110.485	Arroyo Sibahajui - ID 190	Sinaloa
479+620	728069.5493	2895805.941	Arroyo s/n - ID 191	Sinaloa
481+131	727606.2278	2894348.543	Arroyo Mezquitillos - ID 193	Sinaloa
481+210	727576.3822	2894277.867	Arroyo s/n - ID 194	Sinaloa
483+382	726342.0967	2892670.65	Arroyo s/n - ID 195	Sinaloa
484+596.74	726055.83	2891497.92	Arroyo s/n - ID 196	Sinaloa
485+246	725937.8686	2890860.911	Arroyo s/n - ID 197	Sinaloa
485+685.71	725841.13	2890433.9	Arroyo s/n - ID 198	Sinaloa
487+851.73	725279.01	2888563.11	Arroyo s/n - ID 199	Sinaloa
488+025.33	725343.94	2888409.07	Arroyo s/n - ID 200	Sinaloa
490+055	725119.9842	2886491.913	Arroyo s/n - ID 204	Sinaloa
490+681.25	725380.9	2885951.42	Arroyo s/n - ID 205	Sinaloa

491+554	725324.6287	2885082.399	Arroyo Pedregoso - ID 206	Sinaloa
492+551.21	725302.95	2884090.88	Arroyo s/n - ID 207	Sinaloa
493+664.45	725059.05	2883012.85	Arroyo s/n - ID 208	Sinaloa
494+778.81	724646.09	2881978.1	Arroyo s/n - ID 209	Sinaloa
494+809.31	724634.06	2881950.18	Arroyo s/n - ID 210	Sinaloa
497+475.8	723923.02	2879380.89	Arroyo s/n - ID 211	Sinaloa
502+795	721888.534	2874505.096	Arroyo s/n - ID 213	Sinaloa

En el anexo 5 se incluye un plano con la ubicación de principales cauces con los que cruza el gasoducto.

## 2.4. Características y especificaciones técnicas del gasoducto

### 2.4.1. Justificación general del trazo del proyecto

La modalidad de transportación de gas natural a través de tuberías presenta innumerables ventajas, como por ejemplo, la reducción del peligro de accidentes y fugas, la agilización en la distribución del producto, así como mayores posibilidades de protección al ambiente natural y socioeconómico, por lo que los siguientes criterios justifican la ejecución del proyecto en la trayectoria propuesta:

#### a) Criterios ambientales:

- Aproximadamente el 43 % del trazo del gasoducto pasará por zonas de manejo agrícola, pecuario y forestal. Para definir el trazo del ducto se tomó en consideración la zonificación de los usos de suelo y vegetación presentes en la trayectoria, procurando afectar en menor grado el ambiente natural.
- No afectación a ecosistemas sensibles o relevantes.
- No afectación de superficies dentro de Áreas Naturales Protegidas
- Se tomó en cuenta evitar zonas forestales incendiadas

#### b) Criterios técnicos:

- Utilizar al máximo la infraestructura de caminos.
- Para facilitar la evaluación y alternativas para la ubicación de ubicación del proyecto, se determinó una franja de caracterización ("FC") de 5 km de ancho (2.5 km de cada lado del eje de la franja de desarrollo del sistema)

considerando criterios legales, ambientales y técnicos. En esta franja han quedado considerados y estudiados todos los factores ambientales y sociales que tendrán una interrelación con el proyecto, lo que en otras palabras corresponde al Área de Influencia del Proyecto (AiP).

- La “FC” es un buffer que tiene objetivo contar con información suficiente para la toma de decisiones, en caso de ser necesario reubicar obras y/o componentes del proyecto, y que las decisiones se hagan sobre una línea base previamente analizada y evaluada.
- En ese sentido y considerando las variaciones que, como en cualquier otro proyecto lineal, pudieran presentarse como resultado de micro-ruteos u otros cambios de trayecto o de ubicación de componentes que fueren necesarios en virtud de obstáculos en la adquisición de predios u otros factores de seguridad, tal es el caso del tramo del gasoducto que cruza la zona denominada “Triángulo dorado” (la intersección entre Chihuahua, Sonora y Sinaloa), un área altamente conflictiva en términos de seguridad y tenencia de la tierra, razón por la cual fue necesario la ampliación del ancho de la FC de 5 a 15 km (Figura 1), en virtud de prever cambios en el trazo del gasoducto a consecuencia de la problemática ya expuesta.

c) Criterios socioeconómicos:

- Evitar afectar los núcleos de población considerando su probable radio de crecimiento.
- Contar con la factibilidad de poder adquirir los derechos de paso por los predios afectados.

#### 2.4.2. Procedencia y destino del gas

##### **Procedencia**

El gas que será recibido en la estación de recepción, medición y compresión de El Encino será suministrado por el gasoducto del Corredor Chihuahua denominado “San Isidro – El Encino” (el cual no forma parte del proyecto), ver anexo 1 plano de ubicación del proyecto.

##### **Destino**

El punto de entrega del gas será en una estación de recepción y medición (cerca de Topolobampo), ver anexo 1 Plano de ubicación del proyecto.

### **2.4.3. Usos del gas**

Actualmente el mercado internacional de gas natural se ha diferenciado por el incremento del consumo en los diversos sectores, consecuencia de las ventajas ecológicas y económicas que brinda en comparación con otros combustibles, por lo tanto se ha convertido en la tercera fuente de energía primaria más importante, además de que su progreso hace prever que seguirá siendo un combustible importante en la matriz energética de México.

La distribución de gas natural ha retomado importancia en los últimos años, derivado de la incidencia como fuente de energía primaria para las actividades de transformación que contribuye a revertir el cambio climático, además de optimizar su utilización dentro del contexto de las energías limpias y garantizar la disponibilidad de energéticos con los que se asegura el crecimiento y desarrollo del país.

En México el gas natural se ha convertido en una alternativa importante para el sector productivo y para los consumidores finales, tanto en términos económicos como de cuidado del medio ambiente.

El aumento del consumo de gas natural en México se debe al recién establecimiento de Centrales Termoeléctricas y a la búsqueda del crecimiento sustentable del país con el uso de combustibles limpios, así como a la revisión y reforma de normas ambientales que controlan la emisión de contaminantes.

Otros usos del gas natural en el sector petrolero incluyen el de combustible para múltiples procesos y el de materia prima.

### **2.4.4. Etapas de desarrollo del proyecto**

El proyecto prevé que las actividades relacionadas con las etapas de preparación del sitio y construcción se llevarán a cabo en 49 meses, mientras que la etapa operativa del proyecto se calcula para 30 años.

La vida útil del proyecto está calculada para 30 años, como parte del mantenimiento y previo a la consumación de la vida útil, se harán verificaciones a la integridad de las instalaciones y al gasoducto para determinar el estado del mismo y solicitar ampliación de la operación y/o si se determina si es necesario abandonar, por lo tanto se realizarán los requerimientos legales aplicables. Considerando que las acciones de mantenimiento se realizarán de manera eficiente y efectiva se prolongará el uso en óptimas condiciones de la infraestructura en operación.

No se contempla la etapa de abandono del sitio, puesto que la vida útil del proyecto está calculada en 30 años, previo a la consumación de la vida útil, se hará la verificación de integridad del gasoducto para solicitar ampliación de la operación y/o si se determina si es necesario abandonar, por lo tanto se realizarán los requerimientos legales aplicables. Considerando que las acciones de mantenimiento se realizarán de manera eficiente y efectiva se prolongará el uso en óptimas condiciones de la infraestructura en operación.

### **Preparación del sitio**

El proyecto consta de varias etapas, una de ellas conlleva la preparación del sitio, es decir todos los eventos preliminares antes del inicio de la construcción del gasoducto, que se refiere al rescate de las especies de flora y fauna, el levantamiento topográfico, la limpieza y retiro de la cubierta vegetal, el movimiento de tierras y la nivelación del terreno.

**Prospección arqueológica.** Previo al inicio de los trabajos se realizarán los recorridos por parte del equipo de arqueólogos designados por el Instituto nacional de Antropología e Historia, con la finalidad de detectar vestigios de carácter arqueológico que requieran ser rescatados previo a las actividades de construcción, de no encontrarse materiales importantes se liberan las superficies destinadas para la construcción.

**Levantamiento topográfico.** Previo al inicio de los trabajos se realizará el levamiento topográfico de la franja de desarrollo de manera de poder delimitar el área donde se llevarán a cabo las obras y actividades del proyecto. Este trabajo es realizado por cuadrillas conformadas por topógrafos e instrumentos de medición "GPS", "Estación Total", tomando como base la información disponible en los planos aprobados.

**Acciones de rescate de flora y fauna silvestre:** previamente a las etapas de preparación del sitio y construcción se ejecutarán acciones de rescate de especies de flora y fauna especialmente en aquellas con algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como especies de flora de lento crecimiento y especies de fauna de lento desplazamiento.

**Desmante y despalme.** Se realizarán actividades de desmante y despalme, considerando el ancho de la franja de desarrollo del sistema.

Los materiales vegetales producto del desmonte serán trozados y colocados en la franja de desarrollo de uso temporal.

El desmonte estará fundamentalmente concentrado en trabajar en las zonas con vegetación autorizada para esta actividad. La técnica a emplear para el desmonte es corte con motosierra y desbroce en el suelo de ramas menores, para hacer la recuperación de los troncos que tenga valor comercial para el propietario de cada parcela. El producto del desmonte será triturado y mezclado con el suelo para posteriormente esparcirlo sobre la misma franja de desarrollo.

Durante el despalme, al realizar la remoción y retiro de la capa superficial del terreno natural (Horizonte A), que corresponde al suelo constituido por la tierra vegetal y que es inadecuada para la etapa de construcción, ésta será almacenada en la franja de desarrollo temporal, para su utilización en las actividades de restauración.

**Movimiento de tierras.** Las actividades de movimiento de tierras constarán de excavación, transporte, ubicación, manipulación, humidificación y compactación del material que deba retirarse del área, y que será colocado donde deba utilizarse como relleno, dentro de la franja de desarrollo, en forma tal que se logren los niveles para la construcción, así como la estructura de drenaje y cualquier otro tipo de obra necesaria para el desarrollo del proyecto, para lo cual se seguirán los siguientes lineamientos:

- a) **Extracción.-** El método de extracción del material de excavación, se realizarán dependiendo del tamaño del área a retirar, ya sea en forma manual, cuando son áreas pequeñas o mecánica para grandes extensiones, para lo cual se pueden utilizar moto niveladora, bulldozer, excavadora, etc.
- b) **Transporte.-** Se hará en forma tal que se produzca el menor movimiento posible de la misma, por ejemplo alineándola a lo largo de uno de los costados de la franja de afectación permanente.
- c) **Altura.-** La altura del material de excavación acumulado será hasta un máximo de 2.5 m del nivel de terreno, a fin de evitar, la excesiva compactación, la presentación de condiciones anaeróbicas, o que se produzcan daños en las semillas. Su pendiente de acumulación será de 45°. Se mantendrá separada del suelo vegetal. No deberá almacenarse en sitios de pendiente pronunciada o sujetos a riesgos de erosión.

- d) **Manejo.**- El material de corte o zanjado será empleado nuevamente para rellenar la zanja y reconfigurar la topografía de las franjas de afectación. Posteriormente la capa orgánica será utilizada para la restituir el suelo y propiciar la revegetación de las áreas de donde fue extraída.

**Capa orgánica.** La capa orgánica de suelo será recuperada y almacenada dentro de la franja de desarrollo del proyecto para su posterior utilización en las actividades de restauración, es decir, será colocada nuevamente en la franja de desarrollo. Se evitará manipular la capa orgánica innecesariamente y la misma no deberá ser mezclada con el material inerte extraído del subsuelo durante la actividad de zanjado.

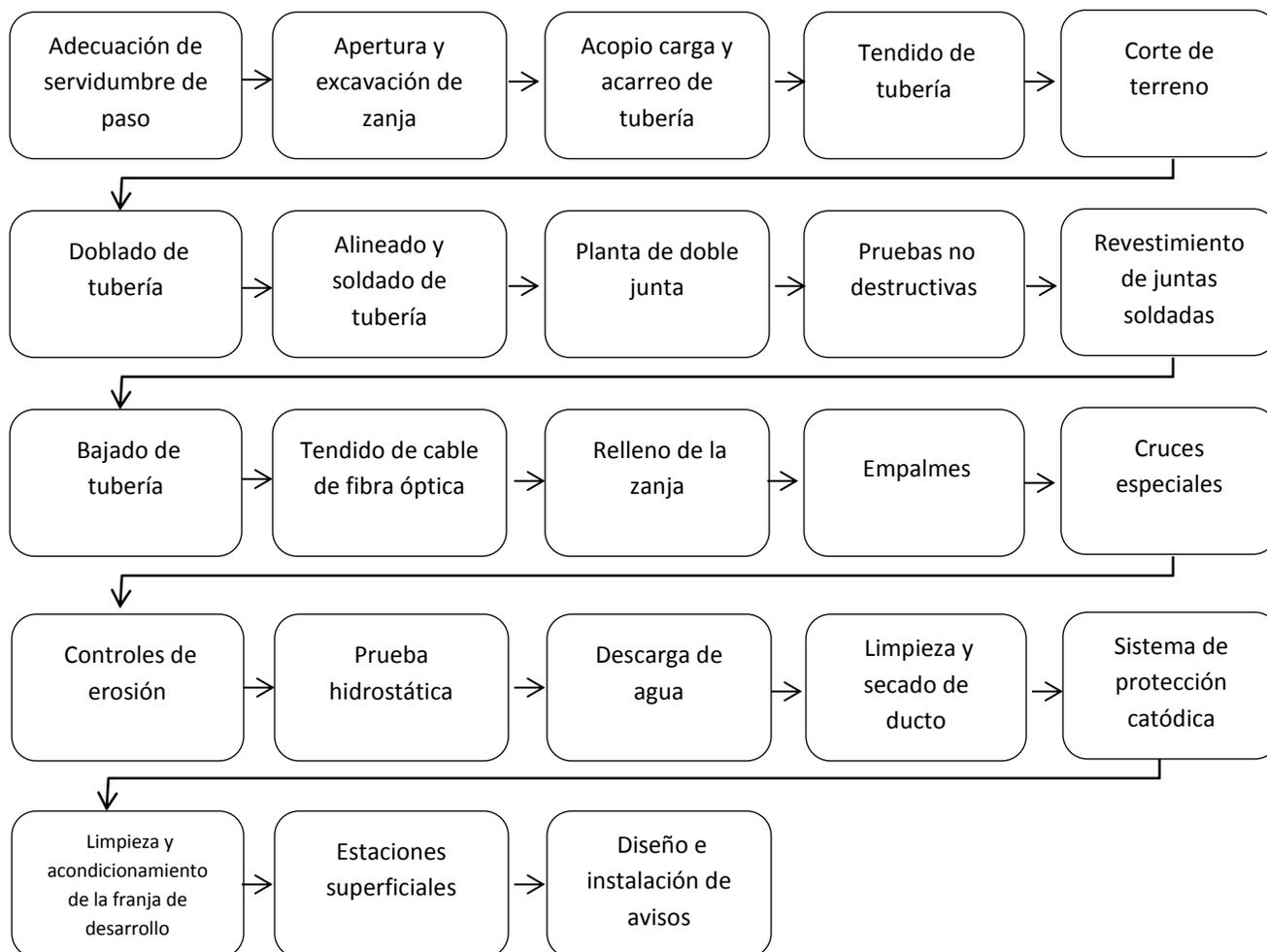
**Nivelación.** Se realizarán nivelaciones en donde se requiera para proporcionar un borde con el nivel adecuado, para colocar el equipo de construcción bien apoyado, mientras se preserva el drenaje natural en el sitio en la medida de lo posible. Asimismo el Derecho de vía (franja de desarrollo del sistema) temporal permitirá la circulación segura de los equipos de construcción y del personal involucrado en la ejecución de la obra.

De igual forma y en el caso de requerirse materiales para la realización de nivelaciones del terreno, este material podrá venir de dos fuentes, del propio material que resulte de cortes o de la propia excavación de la zanja o a través de la compra de estos materiales en bancos de materiales autorizados de la región. En ningún momento se realizará la apertura de nuevos bancos de explotación de materiales. El material que se utilizará para el tapado del ducto será el mismo que proporcionó la excavación efectuada, excepto en los lugares donde se localice material "C" (roca) para este caso se considerará el traer material de algún banco de material existente cercano, sano y blando, para el recubrimiento del ducto.

#### **2.4.5. Descripción detallada de la fase de construcción del gasoducto**

La segunda etapa del proyecto es la construcción, en esta etapa se consolidaran todos aquellos elementos constitutivos del proyecto, comenzara la entrada y salida de maquinaria, el equipo y las cuadrillas necesarias para la consolidación del proyecto, mediante la apertura de zanjas, el tendido de la tubería, los cruces especiales, controles de erosión, limpieza y acondicionamiento y finalmente el diseño de la instalación y avisos, entre otras tantas actividades, ver Figura 3.

#### **Figura 3. Actividades a realizar en la etapa de construcción**



**Adecuación de servidumbre voluntaria de paso.** Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contempla una mínima construcción de nuevas servidumbres voluntarias de paso. Se emplearán los caminos ya existentes para el tránsito de los vehículos de transporte de materiales y la maquinaria hacia diferentes puntos a lo largo del ducto, en caso de requerirse se harán revestimientos o mejora de algunas servidumbres voluntarias de paso existentes.

**Apertura y excavación de la zanja dentro de la franja de desarrollo (FDD).** Previo a la apertura de área de establecimiento del proyecto, se deberán localizar las instalaciones existentes que cruzan el gasoducto como son:

- Carreteras.
- Vías de Ferrocarril.
- Arroyos, ríos, cuencas, espejos de agua, manantiales, esteros y demás mantos freáticos al descubierto.
- Líneas de Alta Tensión.

- Línea de fibra óptica.
- Otros Gasoductos.
- Canales de riego.

No se podrá transitar con maquinaria de construcción ni nivelar la plataforma de trabajo en cruzamientos de la tubería del gasoducto con derechos de vía de caminos, carreteras, autopistas, vías férreas, ductos, etc. sin que se cuente con el permiso del cruce válido otorgado por la Autoridad competente o por el tercero privado que corresponda. El Contratista ejecutará las adecuaciones necesarias para permitir el paso de maquinaria de construcción en forma segura de carreteras, cruces de ferrocarriles, cruces de ríos, etc.

Arroyos, ríos, cuencas, espejos de agua, manantiales, esteros y demás fuente de aguas, se protegerán con obras de geotecnia según el procedimiento Grading protegiéndolas de escurrimiento de aguas contaminadas o lodo que provoquen turbidez a los escurrimientos naturales o artificiales. Estas obras de protección se indicaran en el grade plan.

La marcación y señalización de las instalaciones e infraestructura enterrada que será cruzada por la tubería del gasoducto y su franja de afectación de construcción se realizará de acuerdo al Procedimiento de Topografía.

Antes de cruzar con maquinaria de construcción y de realizar cualquier excavación mecánica, el Contratista inspeccionara mediante excavación manual las instalaciones enterradas (ductos, cables, etc.) para verificar su alineamiento y profundidad y señalarlo claramente con carteles, banderas, estacas, etc.

El Contratista realizará las notificaciones aplicables por Ley al propietario o responsable de la infraestructura a cruzar, de tal manera que la autoridad competente y/o tercero privado este de acuerdo con los trabajos a realizar, aporte el permiso requerido y pueda enviar un representante al sitio.

Se tomará como referencia la NOM-007-SECRE-2010, en la misma establece que la franja de desarrollo del sistema, se define como la sección de terreno donde se alojan las tuberías requeridas para construcción, operación, mantenimiento e inspección de los ductos (Tabla 9).

**Tabla 9. Ancho mínimo de franja de desarrollo del sistema para alojar la tubería del transporte.**

<b>Diámetro nominal del ducto milímetros (pulgadas)</b>	<b>Ancho (metros)</b>
Hasta 101.6 mm (4")	4.0
De 152.4 mm a 203.2 mm (6" a 8")	6.0

De 254 mm a 457.2 mm (10" a 18")	8.0
<b>De 508 mm a 914.4 mm (20" a 36")</b>	<b>10.0</b>
Mayores de 914.4 mm (36")	12.0

#### **Excavación de zanja en terreno firme.**

- Trazo del eje de la zanja tomando como referencia el trazo de los límites del derecho de vía.
- Excavación con equipo mecánico tipo excavadora CAT 312/320 y 330 y en casos puntuales cuando se presenten interferencias (tuberías enterradas, cables etc.) excavación manual de acuerdo a procedimiento específico aprobado para dicha tarea.
- Para el caso de terrenos inundables se utilizará excavadora apoyada sobre pontones o pontones flotadores (FLEXI FLOAT), tarimas o excavadoras anfibia tipo "Cori", especialmente preparadas para excavar en estos sitio.
- Extracción del material de la zanja y colocación a 50 cm, de la orilla, formando un camellón paralelo a esta del lado opuesto a aquel que se distribuye la tubería, mismo que se reincorporará a la zanja para su posterior cobertura.
- Afine de paredes y fondo de la zanja, para evitar daños a la protección anticorrosiva y a la tubería misma.

Las dimensiones mínimas de la zanja se establecerán de tal manera que se asegure el cumplimiento de los requisitos mínimos de cobertura y que el material del relleno fluya alrededor de la tubería y llene por debajo de los cuadrantes inferiores de la tubería. En caso de extremos y encontrar zonas rocosas se excavarán con la suficiente profundidad para permitir la cama de material fino (con arena o material producto de la excavación de granos finos) por debajo de la tubería. Cuando la tubería se haya doblado antes del zanjeo, podrá incluir el uso de sacos de arena para asegurar que la tubería encaje en la zanja.

Se aplicará la siguiente secuencia y tecnología de excavación, tomando en consideración las características del suelo en el que se desarrollará el proyecto; remoción del suelo vegetal y posteriormente la excavación mediante medios mecánicos depositando el material a un costado de la zanja.

Durante la excavación de la zanja, no serán dañados: cableado eléctrico y de comunicaciones, drenaje, tuberías, ni líneas subterráneas, las cuales serán identificadas previamente. En estos puntos singulares se aplicará excavación manual, según las necesidades, y de acuerdo a procedimiento específico, para

evitar daños a los sitios (existentes o en construcción). En donde se requiera acceso a través de la línea de la zanja, se construirán obras temporales para permitir el cruce de un lado de la zanja al otro.

Según las necesidades, se establecerán y conservarán aditamentos de seguridad tales como barricadas, señales o luces intermitentes. Todos los aditamentos temporales serán retirados de los establecimientos temporales y dispuestos, al concluir las obras. Se tendrá extremo cuidado para no dañar líneas u otras instalaciones subterráneas.

Las paredes de la zanja tendrán pendientes que cumplan con los estándares aplicables, en los puntos donde el personal tendrá acceso a la excavación. Se dejarán pasos firmes en donde sea necesario para permitir el tránsito del ganado o de la maquinaria agrícola. Las raíces y los tocones que se extiendan dentro de la zanja serán cortados y retirados, no se incluirán en las actividades de relleno.

La distancia máxima entre la cuadrilla de zanjado y la cuadrilla de descenso deberá ser regulada por la estabilidad de la zanja, el clima, entre otros. Se planea mantener la zanja abierta entre la cuadrilla de zanjado y las cuadrillas de descenso y relleno.

El método de zanjeo y los equipos que serán utilizados dependerán del tipo de terreno, la geología de la superficie y las características del subsuelo a lo largo de los diversos tramos de la franja de desarrollo. La zanja normal será excavada mediante uso de maquinaria sobre orugas tipo excavadora tanto para las zonas rectas como en aquellas donde existan curvas horizontales. De ser necesario y puntualmente en caso de existir sitios con roca consolidada (dependiendo de los resultados de los estudios de mecánica de suelos), el retiro de la misma será mediante martillo hidráulico y/o como última opción voladura.

Durante la excavación se realizará una inspección con el fin de controlar que:

- Las dimensiones de zanja sean correctas, incluyendo una profundidad adicional donde se especifique;
- Los desechos se coloquen separados de la capa superficial del suelo en el suelo desmontado;
- Pendientes correctas en los costados de la zanja;
- Zanjeo a mano cerca de los servicios entubados subterráneos;
- Alineación correcta de la zanja;
- Que se mantengan corredores o aberturas para facilitar el cruce de los propietarios, el ganado y la fauna silvestre, y

- No se bloquee el drenaje y no se coloquen desechos o escombros dentro de los cauces de arroyos.

**Profundidad de la zanja.** El tendido del gasoducto se conformará al contorno del terreno. En todos los casos la profundidad de la cubierta cumplirá con la NOM-007-SECRE-2010 (Tabla 10). Cuando se encuentre estructura subterránea o cualquier circunstancia que impida la instalación del ducto a la mínima profundidad especificada, éste se instalará a manera de evitar la posible interferencia y respetando la profundidad mínima necesaria, además se proporcionará una menor profundidad proveyendo una protección adicional para resistir las cargas externas previstas de acuerdo a técnicas de ingeniería aceptables.

**Tabla 10. Profundidades mínimas establecidas por la NOM-007-SECRE-2010**

Localización	Suelo normal	Roca consolidada
	Centímetros (a lomo de tubo)	
localizaciones 1 y 2	60	45
Clase de localización 3 y 4	75	60
Cruzamiento con carreteras y zanjas de drenaje de caminos públicos	90	60
Cruces de ferrocarril	120	120

Adicionalmente, el espacio mínimo entre cimentaciones, estructura y el gasoducto enterrado será de 0.50 m medido desde la orilla del mismo hasta la cimentación más cercana o a la orilla de la estructura, la distancia de separación de una fuente de gas con líneas eléctricas será de 1 m.

En apego a lo previsto en la NOM-007-SECRE-2010 no se instalará el gasoducto por debajo de cimentaciones o estructuras para torres de alta tensión para este tipo de cimentaciones o estructuras la distancia mínima será de 15 m para líneas de transmisión de 400 kV y 10 m para líneas de transmisión de 230 kV. Si esta distancia no se puede mantener CFE permitirá 3m con un análisis de mitigación entre ambas partes (CFE y empresa promovente).

El fondo de la zanja estará nivelada y previo al tendido de la tubería se colocará una cama con un espesor mínimo de 30 cm de material de banco que debe quedar perfectamente nivelado, se deberá usar un tamaño menor a ¼ de pulgada, para dar un soporte uniforme a cada tramo de tubería. Ya habiéndose realizado el tendido de la tubería se procederá a realizar el relleno con material de banco en capas de 20 cm de espesor como mínimo hasta el lomo del tubo.

El relleno restante hasta la rasante será con material producto de la excavación a volteo. En suelo duro, el relleno será con material de banco (que cuente con autorización por parte de la autoridad competente) que deberá ser colocado en capas de 20 centímetros de espesor como mínimo, después de la cama de arena hasta el nivel de rasante.

**Acopio, carga, acarreo de tubería.** Antes de la excavación de zanjas, secciones individuales de tubería serán colocadas a lo largo del derecho de vía temporal, sobre polines o costales rellenos de tierra o material fino y en forma paralela al trazo del ducto de manera que sea accesible para el personal de la etapa de construcción.

La tubería será cargada en camiones en el puerto de llegada o en el establecimiento del fabricante en México, serán descargados en acopios de tubería o en sitios temporales de tendido a lo largo de la franja de desarrollo temporal, directamente del camión, utilizando grúa propia. Los tubos serán colocados en los sitios pertinentes sobre soportes en el suelo y cubiertos con película de polietileno, o en bases de madera, para evitar daños al recubrimiento. Los tubos también se podrán en posición horizontal en pilas separadas, con espacio suficiente para la circulación, con el objetivo de evitar golpes que pudieran dañar los extremos y para permitir el movimiento de camiones y grúas.

**Tendido de tubería.** Se prevé utilizar como transporte unidades motrices equipadas con semitrailer, acolchonados con camas de apoyo forradas en fieltro. La carga de los camiones será asegurada con bandas de nylon tensadas con guinche manual. La cantidad de tubos a ser transportada por cada camión dependerá del espesor y diámetro de cada tubería y estará de acuerdo a las normas de tránsito de equipos pesados en carreteras.

La actividad de transporte de los tubos desde los acopios temporales definidos hacia la línea será realizada por camiones motrices de aproximadamente 350 HP (o similares), equipados con remolque de poste extensible con capacidad para transportar tramos de tubería de unión simple o doble de acuerdo a necesidad y con longitudes variables de entre de 12, 18 y 24 m. Estos vehículos con poste estarán equipados con soportes especiales recubiertos con cojines de hule de 1" para evitar daños al recubrimiento de los tubos.

Una vez completado el transporte se realiza el tendido de la tubería sobre la franja de desarrollo de uso temporal mediante la utilización de equipos pesados tipo "Sideboom" con plumas adaptadas tipo T o elementos de izaje especiales de acuerdo a necesidad. Los mismos asegurarán que los tubos sean levantados en posición horizontal independientemente de su longitud.

Los tubos serán colados en los sitios temporales de acopio y descargados con grúas autónomas en estos sitios. Los tubos serán tendidos a lo largo de la franja de desarrollo de uso temporal sobre bolsas de fibras de polipropileno rellenas con suelo para evitar daños al recubrimiento. La separación entre el suelo y el tubo desfilado, debe ser de 150 mm. Mínimo, con una pequeña pendiente para permitir el drenado.

Se utilizarán accesorios de izaje, los cuales estarán específicamente diseñados para evitar daños en los extremos de los caños. También se podrán utilizar equipos de izamiento magnéticos o de vacío tipo Vacum Lift.

Para pendientes mayores los tubos se asegurarán mediante el uso de estacas de acero, firmemente clavadas en el suelo justo en el extremo de cada tubo, o cualquier otro método alternativo que asegure que los mismos no se muevan. Para no dañar el revestimiento de la tubería revestida con recubrimiento Fusión Bonded Epoxy, la tubería recubierta con hormigón, será desfilada por separado.

**Cortes.** En algunas áreas que se requiera de cortes se buscará que la pendiente quede estable de acuerdo al tipo de suelo.

No se requiere de ningún tipo de material para la nivelación, ya que en su totalidad del Derecho de vía (franja de desarrollo del sistema) permanente donde se instalará la tubería debe ser terreno firme (corte).

El material producto de los cortes se ubicará lateralmente al derecho de vía temporal. Un porcentaje de este material se utilizará para generar material fino para cubrir la tubería y el resto se recuperará al momento de la recomposición final de la franja de afectación.

**Doblado de la tubería.** La tubería deberá doblarse para permitir cambios en la dirección, topografía del terreno y de acuerdo a la profundidad de la zanja en el caso de cruces de otras infraestructuras. El doblado se efectuará de acuerdo a la ingeniería de curvado diseñada para la ejecución de los trabajos. Se dobla la tubería en los puntos necesarios (curvas horizontales y verticales) según la topografía del terreno.

La actividad de doblado se realizará con una máquina dobladora hidráulica móvil. Las zapatas se alinearán buscando evitar daños al recubrimiento del tubo. Con el objetivo de evitar protuberancias o deformaciones ovales, se utilizará un mandril hidráulico interno para el tubo.

La tubería es introducida en la máquina de doblado utilizando “Tien” de tubos. Para la operación de transporte de tubería a la máquina de curvado, se fijaran eslingas de nylon guías en cada extremo con el fin de evitar movimientos oscilantes del mismo. La tubería será deslizada dentro de la máquina de doblado a través del malacate (winche) y posicionada bajo la matriz en el punto de inicio de la curvatura.

El cilindro de empuje mueve la cuña, levanta la zapata de empuje, mientras las abrazaderas automáticamente se cierran evitando deformaciones en la tubería durante la operación de curvado.

El cilindro externo empuja levemente el borde de la cama, dándole a la tubería una angulosidad suave, la cual es medida a través del indicador original del equipo. La operación se repite tantas veces como sea necesario hasta conseguir el ángulo deseado tratando de distribuir la curvatura en la longitud de la tubería.

**Alineado y soldado.** La soldadura se aplica en campo en varios pases (punto, pase de raíz, pase en caliente, pase de relleno y capeado).

Una vez concluida cada soldadura, el 100% de estas son inspeccionadas a todo lo largo del cordón de soldadura alrededor de la tubería, mediante métodos de pruebas no destructivas como radiografía, y/o ultrasonido. De encontrarse defectos reparables en la soldadura, de acuerdo a los criterios de aceptabilidad en la norma aplicable al proyecto, estos son reparados, de lo contrario la soldadura con defectos inaceptables es cortada, soldada e inspeccionada nuevamente para su aceptación. Los soldadores que trabajarán en el proyecto estarán calificados y certificados, los procedimientos de soldadura serán asimismo calificados y aprobados.

Para hacer la soldadura de las juntas de la línea en campo, se utilizará el método de soldadura mecanizada, automática y/o manual mediante electrodos para la realización del pase raíz y los pases calientes. También se podrá utilizar en caso de ser necesario, método de soldadura semi-automática mediante electrodo y alambre innershield de acuerdo a la conveniencia constructiva.

Previo al inicio de los trabajos de soldadura se presentará la EPS (Especificación del Procedimiento de Soldadura) a emplear y se realizará la calificación del Procedimiento y de los soldadores. Los equipos de soldadura estarán en condiciones para realizar estas tareas.

La alineación y soldado de los tubos en el campo incluye las siguientes actividades: limpieza interna de los tubos que se llevará a cabo con un pase de espuma para retirar materiales extraños tales como polvo, suciedad, líquidos, etc; preparación del bisel a ser soldado y de la superficie adyacente hasta que el

metal blando no esté contaminado con pintura, grasa, óxido u otro material que pudiera impedir que se logre una soldadura de buena calidad, el tubo deberá ser alineado con un acoplador neumático interno para realizar la soldadura manual o semi-automática.

Las actividades de soldadura en campo serán suspendidas sólo en caso que las condiciones climáticas pudieran impactar considerablemente la calidad de esta actividad. Dichas condiciones son: lluvias torrenciales y vientos que rebasen los 70 km/h.

Se utilizarán cubiertas de protección, en el caso de que este tipo de protección fuera ineficaz o inadecuada, las actividades de soldado serán suspendidas. Las secciones soldadas se cubrirán mediante tapas y fajas térmicas en las soldaduras terminadas y no complementadas a término esto para no provocar cambios bruscos de temperatura en las soldaduras y provocar irregularidades en los extremos una vez finalizada las tareas para mantener el interior del tubo tan limpio como sea posible.

La sujeción interna no será retirada sino hasta que el 100% del primer pase esté terminado. Las imperfecciones del soldado, con excepción de las cuarteaduras, serán reparadas conforme al estándar API 1104. Para eliminar dichas imperfecciones se utilizará un disco de esmeril.

La soldadura reparada quedará sujeta a los mismos controles de calidad previstos para la soldadura original. La soldadura reparada que no cumpla satisfactoriamente con todos los criterios de aceptación especificados en el estándar API 1004, será cortada y soldada nuevamente.

**Pruebas no destructivas.** Las pruebas por ultrasonido y radiográficos de la soldadura (pruebas no destructivas) se realizarán en las soldaduras de calificación de acuerdo al código o la norma aplicable se examinará el 100% de la soldadura. A cada soldador calificado se le asignará un número de registro el cual será utilizado a fin de determinar el trabajo de cada individuo.

**Inspección por ultrasonido.** Tan pronto como el subcontratista se seleccionado, para el caso de utilización de ultrasonido se requerirán niples de distintos proveedores y espesores de tubo para poder preparar las sondas ultrasónicas. Éste es un requerimiento inicial, dado que estas sondas son preparadas especialmente sólo en el establecimiento del subcontratista y no es posible iniciar ninguna actividad de esta inspección hasta que llegue al sitio.

**Inspección con radiografía.** En el caso del uso de pruebas radiográficas estas se realizarán a través de un proveedor autorizado y se preparará un procedimiento para la realización de dichas pruebas no destructivas de las soldaduras.

Con la finalidad de asegurar que los resultados obtenidos por el presente método sean confiables y verdaderos, se emplearán técnicas de inspección radiográfica con rayos X en exposiciones panorámicas en soldaduras a tope con preparación de biseles en la tubería de 30" de diámetro de acuerdo con el estándar API 1104 edición 2005. El personal estará certificado.

El equipo de seguridad radiográfica contará con el manual de seguridad radiológica, así como con los instrumentos de seguridad radiológica debidamente calibrados. El equipo de rayos X a utilizar son, rayos X radial autopulsados y equipos focales. La película radiográfica clase 1 y/o 2, será con un ancho de película de 70 mm. Se utilizarán pantallas de plomo, con un ancho de 70 mm. Los penetrómetros que se utilizarán serán ASTM E-747 los cuales consisten en una serie de 6 alambres, que estará basado en el espesor de la soldadura.

Para la inspección radiográfica en forma parcial la soldadura circunferencia se utilizarán dos penetrómetros colocados a través de la soldadura. Todas las radiografías deberán estar libres de daños mecánicos, químicos o de cualquier otro tipo de defecto que pueda ocultar o ser confundido con una discontinuidad en el área de interés.

Para la inspección radiográfica de la soldadura completa se utilizarán al menos 4 penetrómetros colocados a través de la soldadura y separados aproximadamente alrededor de la circunferencia.

**Revestimiento de juntas soldadas.** La tubería proveniente de fábrica tiene un recubrimiento fusión bonded epoxy (FBE); de acuerdo con las normas nacionales e internacionales aceptadas. Una vez completada la soldadura se realizará el revestimiento externo de las juntas, una vez aprobada la junta soldada, mediante el uso de epóxido de múltiples componentes, compatible con el revestimiento tricapa que trae la tubería y las especificaciones técnicas.

Las juntas soldadas serán recubiertas con líquido epóxico, con el siguiente procedimiento:

- Preparación de la superficie.- Cualquier parte dañada o suelta del recubrimiento existente en el tubo deberá ser retirada, el área soldada, así como la superficie metálica expuesta, será limpiada para retirar la grasa, aceite o cualquier otro elemento contaminante. Las superficies pequeñas no mayores de 4" serán limpiadas con cepillos o carda y mayor limpieza con Sand-blast.

- Se realizará la limpieza de la soldadura y de la superficie del tubo con arena o granallado impulsada por chorro de aire (sand-blast) o cepillos de alambre motorizados para retirar la escoria, salpicaduras de soldadura, productos corrosivos y cualquier otro material extraño.
- La aplicación del material epóxico se realizará con herramientas manuales (brocha y/o rodillo), colocando medios de contención para protección del suelo.
- Finalmente el revestimiento, el mismo se inspecciona con un detector de fallas eléctrico (detector de fallas o Holiday detector). Todas las fallas de recubrimiento deberán ser claramente marcadas, reparadas y aprobados nuevamente.

**Bajado de tubería.** Antes del comienzo de la bajada se pasará un detector de fallas denominado holliday detector a toda la columna, excepto en aquellas áreas donde esté en contacto con los apoyos. Estas áreas serán marcadas y el holiday detector será aplicado una vez que los equipos han levantado la columna. Si se detectan sectores dañados, el recubrimiento se repara antes de proceder al bajado de la tubería.

Verificado el revestimiento en toda la longitud de la columna y antes de bajar la tubería, se controlará el fondo de zanja a manera de tener una rasante suave y uniforme para prevenir posibles daños a la tubería. Esto se hará de acuerdo a las especificaciones correspondientes.

El bajado de la tubería se lleva a cabo levantando la tubería de los polines o costales rellenos con material fino disponible en el lugar, por medio de tiende-tubos o “side booms” y colocándola con precaución dentro de la zanja. Para la bajada de las tuberías el equipo de izaje será el adecuado y suficiente para permitir una operación segura de bajada.

El supervisor de la maniobra establecerá un sistema de señales a utilizar con sus operadores y se ubicará en un lugar donde cada operador pueda verlo claramente. El mismo verificará previamente que las actividades de bajada no comiencen mientras se estén realizando trabajos, como revestimiento de junta o reparación de daños.

**Relleno de la zanja.** Una vez instalado el ducto, se rellenará la zanja con el mismo material de la excavación, limpio de impurezas. Previo al relleno de la tubería se verificará que:

- Se removerán los restos de madera, basura o materia orgánica que hayan caído.
- Se verificará visualmente que no haya daños en el revestimiento.

Terminadas las actividades de bajada y completado el relevamiento topográfico de cada junta, comenzarán las actividades de pre- relleno de la tubería. Se dispondrá del material de relleno seleccionado (sin piedras, ni rocas) hasta aprox. 15 cm. sobre la generatriz superior de la tubería de manera que garantice que no dañe el revestimiento de la tubería. En esta tarea no se hará compactación, para evitar daños al recubrimiento o deformación oval del tubo, no obstante para satisfacer las especificaciones del relleno para el máximo tamaño de tubo instalado se tendrá cuidado en la sección de material.

Estas actividades serán realizadas con equipos mecánicos pesados tipo excavadora, pala cargadora o similar.

Posteriormente se realizará el relleno final con material proveniente de la excavación sin piedras mayores a 20 cm de diámetro mediante equipos pesados tipo Bulldozer a manera de realizar la terminación del relleno hasta el nivel del terreno y se dejará un exceso de material sobre la línea de zanja. Este material podrá ser compactado pasando finalmente la oruga del bulldozer o con el cubeto de la retroexcavadora y se dejará una berma trapezoidal que cubrirá toda la anchura de la zanja y de altura de acuerdo a las especificaciones.

El material de relleno estará libre de raíces, tocones, ramas, rocas, residuos de madera y cascajo derivados de otras actividades, incluyendo de forma mínima residuos de metal, electrodos o trozos de cable.

Los inspectores controlarán que:

- El material de relleno sea adecuado y sea colocado en la zanja de tal manera que no se dañe la tubería ni su recubrimiento.
- Las rocas con diámetro en exceso del especificado no se utilicen en el relleno.

**Empalmes (Tie-In).** Una vez que se tapa la zanja de la tubería se procede a realizar los empalmes de soldadura entre tramos tapados de tubería, conocidos como "tie-ins". En paralelo, uno o varios frentes de trabajo van

instalando la tubería en los cruzamientos con diversos elementos como escurrimientos superficiales de agua, carreteras, líneas eléctricas, etc.

Las soldaduras tie-in/cruces especiales serán realizadas utilizando procedimientos y soldadores calificados. Al dejar la zanja abierta para la realización de un TIE se dejará por lo menos un tubo destapado en ambos extremos para las maniobras de alineamiento y así evitar daños al recubrimiento.

Las soldaduras serán examinadas mediante ensayos de ultrasonido o rayos X y la excavación no deberá ser rellenada hasta que la soldadura (s) haya sido aprobada con los resultados interpretados y el revestimiento de junta haya sido aplicado.

**Cruzamientos con cuerpos de agua, caminos y otras instalaciones.** Cruces Especiales a Cielo Abierto (Arroyos/Ríos Menores y Otras Estructuras): los cruces de arroyos y ríos menores se realizarán a cielo abierto de acuerdo con el plano de cruce típico y considerando las especificaciones técnicas, instalando la tubería lastrada a manera de dar flotabilidad negativa bajo el lecho del cruce a la profundidad indicada en los planos.

Donde sea posible, el equipo de soldadura soldará por adelantado las columnas de lanzamiento en la quebrada, los equipos de cruces realizarán el revestimiento de junta, la excavación, lanzamiento de la columna y tapado, cierre y recomposición del sitio. Para los casos de cruces con líneas eléctricas y tuberías, se preparan memorias descriptivas y previo al inicio de los trabajos se deberá tener los permisos correspondientes requeridos por los propietarios.

El perfil del tendido de tubería, así como también la profundidad para cada cruce, el método de excavación y los procedimientos de tendido serán establecidos de acuerdo con las características de suelo durante la fase de ingeniería.

Las soldaduras serán examinadas mediante ensayos de ultrasonido o rayos X y la excavación no deberá ser rellenada hasta que la soldadura (s) haya sido aprobada con los resultados interpretados y el revestimiento de junta haya sido aplicado.

**Cruces Especiales a Cielo Abierto** (Rutas y Caminos No Pavimentados a Cielo Abierto): se prevé utilizar la metodología a cielo abierto en estos cruces. Se tomarán todas las precauciones del caso a fin de minimizar la interrupción del tránsito durante la ejecución de estos trabajos a cielo abierto, evaluando la posibilidad de realizar desvíos donde sea necesario.

Los equipos de cruces realizarán la soldadura, revestimiento de junta, excavación, lanzamiento de la columna, soldadura, tapado y recomposición del sitio de acuerdo con las especificaciones aprobadas.

En todos los cruces y de acuerdo con las especificaciones técnicas, se asegurará una tapada mínima en la zona de tránsito, y se instalarán al menos 2 carteles indicadores de peligro a manera de advertir a terceros la existencia del ducto.

El relleno de la zanja se realizará en capas sucesivas compactadas, una vez terminada se verificará el porcentaje de compactación.

Durante el período de ejecución de los trabajos, la zona será debidamente señalizada para evitar posibles accidentes de terceros y se apostará personal en las zonas de ingreso al área de trabajo para señalar e informar a los transeúntes de los trabajos en ejecución.

Se planificarán y cuidarán los drenajes a manera de minimizar el impacto de lluvias.

Las carreteras públicas serán recompuestas respetando los requerimientos impuestos por las autoridades competentes.

**Cruces a cielo abierto:** la técnica constructiva de las obras de drenaje pluvial que se instalarán con el propósito de conservar la escorrentía original es la siguiente: los escurrimientos superficiales de agua no serán afectados por el paso de vehículos o maquinarias, dependiendo del tamaño del cauce, se usarán alcantarillas (tubos plásticos y tuberías de acero para mayores). Si con las alcantarillas no resultan ser suficientes, se colocarán puentes metálicos o puentes de madera llegado el caso.

En los casos de los cruces con escurrimientos de tipo permanente, el proceso constructivo contempla que estos cruces estén protegidos con tubos provisionales, a manera de alcantarillas que permiten el libre flujo de agua de escurrimientos, evitando que los movimientos de tierra entren en contacto con las corrientes de agua y permitiendo el tránsito de vehículos y maquinaria, sin afectar el escurrimiento natural.

**Cruces Especiales de Caminos con Perforación Horizontal.**

Se prevé la ejecución del cruce de caminos o carreteras, donde sea posible, mediante la construcción de túneles mediante el uso de máquinas tipo "Boring Machine" para perforación horizontal.

A diferencia de otros métodos, en este caso se utilizará un cabezal de perforación que es impulsado por una central hidráulica a través de una mecha helicoidal colocada en forma temporal dentro del mismo. Esta mecha, además de proporcionar la rotación necesaria al cabezal de perforación, se encarga de expulsar hacia el exterior el suelo excedente de la perforación. A medida que se realiza la perforación, se va empujando el tubo mediante los cilindros hidráulicos que forman parte del equipo de perforación (“thrust boring machine”). Mediante esta metodología se evita el tener que interrumpir y desviar la ruta y por lo tanto el tránsito.

Durante el período de ejecución de los trabajos, la zona será debidamente señalizada para evitar posibles accidentes de terceros y se apostará personal en las zonas de ingreso al área de trabajo para señalar e informar a los transeúntes de los trabajos en ejecución.

Las soldaduras serán examinadas mediante ensayos de ultrasonido o rayos X y la excavación no deberá ser rellenada hasta que la soldadura (s) haya sido aprobada con los resultados interpretados y el revestimiento de junta haya sido aplicado.

**Cruces Especiales por Perforación Direccional:** primeramente se preparará el área de trabajo y el acceso a manera de generar un área de trabajo adecuada para los equipos a ambos lados del río. Una vez movilizados los equipos para la realización de la perforación e instalación de las tuberías se procederá con la calibración de los mismos previo al inicio de los trabajos.

Obtenida la calibración de los equipos, y luego de verificar que el flujo de barro a través del cabezal de perforación es el adecuado, se procederá con el inicio de los trabajos de perforación de un barreno de diámetro 4” ó 6”. A medida que el mismo se va realizando, en todo momento se verifican los distintos parámetros de alineamiento y se realizan los ajustes necesarios en caso de ser necesario.

Al finalizar esta primera perforación, se procede a la remoción del cabezal de perforación y a la colocación de un cabezal escarificador que será corrido desde el final hasta el inicio de la perforación realizada.

El proceso arriba mencionado se va repitiendo con diámetros de cabezal cada vez mayores hasta alcanzar el diámetro requerido para la instalación de la tubería definitiva, que rebasa el diámetro nominal del tubo a instalar.

Una vez conseguido el adecuado diámetro exterior de la perforación, se procede con la inserción de la tubería.

Para esto se soldaran varios tramos de ducto hasta conformar la columna (lingada) que deberá de tener al menos la longitud del ancho del obstáculo que se pretende evitar, esta columna se colocara de forma paralela a la franja de desarrollo. Esta actividad se realizará de acuerdo con las tareas típicas de montaje, es decir, desfile, soldadura, inspección no destructiva, revestimiento y prueba hidrostática pre-inserción (mínimo 4 horas) etc. La columna se colocará sobre rodillos para permitir el lanzamiento, se soldarán los cabezales de tiro y se alineará la columna en el eje del cruce, atrás del pozo de inserción. Para el revestimiento se utilizará epóxido de acuerdo a la normatividad y procedimientos vigentes.

Previo a la inserción, se presentará un esquema de trabajos con la ubicación y cantidad de equipos a utilizar durante la tarea de lanzamiento de la columna.

Una vez terminados los trabajos de inserción se realizará la calibración y prueba hidráulica de la tubería instalada.

**Control de erosión.** En los sitios susceptibles a la erosión, se llevarán a cabo las obras de ingeniería requeridas, tales como:

- Zanjas.
- Canales de descarga.
- Trampas de sedimentos.
- Cortadillos.
- Cortacorrientes

El ducto terminado será protegido contra la erosión del suelo a lo largo de su vida útil para prevenir daños y posibles fallas. Las fallas pueden ser causadas por la eliminación de los apoyos o por la fuerza de las corrientes de agua. Los métodos principales de control de erosión consisten en la revegetación natural, la instalación de guías sobre la línea de zanja y la instalación de guías divisorias en las pendientes para controlar el movimiento descendiente del agua superficial (cortacorrientes).

**Prueba hidrostática.** El Sistema de Transporte terminado será sometido a prueba hidrostática para comprobar la integridad de los materiales e identificar cualquier fuga a fin de dar cumplimiento a los requerimientos de la NOM-007-SECRE-2010 en relación a prueba de hermeticidad y resistencia de la tubería. El Sistema de Transporte será dividido en tramos

de prueba, con una diferencia de cota máxima para lograr mantener la presión máxima y mínima de prueba durante la duración de la misma. Asimismo, se provee una tolerancia para cambios de presión durante la duración del ensayo a fin de dar cuenta de las variaciones en la temperatura del ambiente.

Las cabezas de prueba con conexiones a válvulas necesarias para el llenado, la presurización y las líneas de instrumento serán soldadas en cada extremidad del tramo de prueba. El tramo será llenado con agua utilizando bombas que cuenten con la capacidad de vencer presiones mayores debido a la columna hidrostática. Varios tramos pueden ser llenados juntos y probados utilizando conexiones de tubería temporales entre las cabezas de prueba.

El Sistema de Transporte será sometido a prueba hidrostática durante un período mínimo de ocho horas. Previo a su uso en las pruebas, todos los registradores de presión, los registradores de temperatura y los indicadores de peso muerto serán calibrados.

Los registros de prueba incluyendo los formularios de calibración, las cartas de presión y de temperatura, y los registros de presión de peso muerto, se mantendrán durante la vida útil del Sistema de Transporte. Estos registros estarán disponibles en todo momento para su inspección.

Toda tubería y accesorio que no haya sido incluido en los ensayos regulares del Sistema de Transporte será sometido a prueba por separado, previo a su instalación y el 100% de toda soldadura será inspeccionada a base de pruebas no destructivas. Toda fuga que se detecte mediante las pruebas será localizada y reparada, y será sometida a prueba nuevamente.

Los inspectores controlarán que:

- Los tramos de prueba hayan sido limpiados y las soldaduras de las cabezas de prueba hayan sido radiografiadas previo al llenado;
- Las cabezas de prueba y las válvulas sean diseñadas para una presión de prueba máxima;
- La instrumentación se haya calibrado y esté correctamente instalada y funcionando según sea necesario;
- La fuente de suministro de agua cuente con un caudal suficiente, que la calidad del agua sea aceptable y que se utilicen mallas y filtros durante el llenado para impedir la entrada de peces, fango y otros elementos nocivos al ducto;

- Las señales de advertencia estén colocadas en todos los puntos de acceso públicos y en todos los puntos donde la tubería o los accesorios estén expuestos;
- No haya ninguna maquinaria pesada, o de otro tipo, trabajando en la franja de afectación mientras se esté probando la tubería;
- Se elaboren gráficas de funcionamiento por personal calificado y se complete la documentación de manera correcta;
- La presión de prueba sea liberada de inmediato y de manera segura después que la prueba haya sido aceptada;
- El vaciado del agua se lleve a cabo de acuerdo con los convenios con los propietarios y la normatividad aplicable previa obtención del permiso de descarga que para sus efectos emita la Comisión Nacional del Agua, en su caso, de manera que evite la erosión o los daños a la propiedad pública o privada;
- Las corridas con diablos de vaciado en seco se realicen para remover toda el agua sobrante, y
- El agua sea eliminada de los cuerpos de las válvulas.

Si los códigos de ductos no determinan criterios para el agua a ser utilizada para las pruebas hidrostáticas, las empresas de ductos en sus documentos de construcción estipulan que los contratistas utilizarán agua que sea apropiada para las pruebas hidrostáticas y que no contenga lodos ni materia extraña en suspensión ni componentes corrosivos dañinos, a menos que ésta pueda ser tratada de manera satisfactoria mediante el uso de filtros o aditivos químicos.

Por lo general existen más inquietudes respecto a la calidad del agua que será devuelta al medio ambiente posterior al ensayo, que respecto a la calidad del agua que se utiliza antes de la prueba. Los aditivos químicos en el agua por lo general se especifican para que no contaminen el medio ambiente al descargar el agua después de la prueba. La descarga de agua tomará como referencia la NOM-001-SEMARNAT-1996 “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales”, así como con la NOM-002-SEMARNAT-1996 (en su caso) “Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal” o los límites máximos permisibles que para tal efecto fije la autoridad competente, lo anterior para dar cabal cumplimiento con la normatividad vigente.

Se realizarán análisis del agua utilizada para pruebas a fin de determinar si existe la posibilidad de contaminación del ducto por bacterias de hierro y de azufre. Las bacterias de hierro son capaces de utilizar el material de

la tubería como combustible metabólico, lo cual podría resultar en porosidad por corrosión en la pared de la tubería y/o la reducción del diámetro interno a raíz de sedimentación. Las bacterias de azufre son capaces de reducir los diversos compuestos de azufre a hidrógeno sulfurado, causando problemas de corrosión y/o la reducción en el diámetro interior de la tubería a raíz de sedimentación. La solución al problema de la contaminación por bacterias es tratar el agua a medida que entre al ducto.

La seguridad del personal y del público en general durante las pruebas es de vital importancia, todas las precauciones de seguridad cumplirán con regulaciones legales. No se permitirá realizar ningún otro trabajo sobre las secciones en prueba durante la presurización y durante las actividades subsecuentes de reducción de presión.

Se verificará la metodología de pruebas de tubería, incluyendo la adecuación de sitios para la instalación de los equipos prueba, será lejos de carreteras públicas, áreas habitadas, depósitos y sitios restringidos. Durante las pruebas todo trabajo de construcción diferente a la actividad de la prueba, cesará. Ningún trabajo de construcción se realizará a menos de 250 m de una sección de prueba.

Los anuncios de advertencia deberán leerse: ADVERTENCIA TUBERÍA BAJO PRESIÓN, NO ESTACIONARSE, PROHIBIDO EL PASO, deberán ser colocados en sitios apropiados durante el periodo de prueba desde el día anterior al inicio del llenado de la sección de prueba. Las áreas anexas a la ubicación de los equipos de prueba serán delimitadas por cintas de señalización y/o bolsas de polietileno, creando una barrera y en la noche si existen trabajos estarán debidamente iluminadas.

Los equipos, cabezales y casetas de instrumentos serán ubicados en un área debidamente acordonada con acceso restringido a personal ajeno a la prueba de presión. Antes de comenzar la presurización una vez que el llenado se considere finalizando, se reducirá la presión a un nivel seguro antes de permitir cualquier trabajo sobre la sección de tubería bajo o en conexiones asociadas.

Los cabezales y sus accesorios deberán tener certificados que demuestren que fueron probados a una presión mínima de 1.25 veces la presión máxima de servicio del cabezal y pueda ser utilizado en la prueba hidrostática de la tubería. Todo el personal no involucrado será desalojado de la sección en prueba antes de presurizar.

**Descarga de agua:** se tiene previsto descargar el agua de la prueba hidrostática previo la obtención del permiso de descarga emitido por la Comisión Nacional del Agua. Para disminuir la velocidad de la descarga y evitar procesos erosivos se colocarán disipadores de energía los cuales consistirán en la colocación de una cama o sustrato de material duro como roca o concreto sobre el cual se dejará salir el agua evitando la erosión del suelo o revolver el sedimento del cuerpo de agua sobre el cual se va a descargar. Una vez finalizada la descarga, se retirarán los disipadores de presión y se llevará a cabo la limpieza general del área de trabajo. Se instalarán dispositivos que permitan la retención de cualquier material, suspendido o que sea arrastrado por el agua.

**Limpieza y secado del ducto.** El ducto será limpiado y secado interiormente con corridas de diablos a fin de asegurar que esté libre de agua y escombros. Se utilizará aire seco comprimido para impulsar a los diablos y se requerirán lanzadores y receptores de diablos adecuados para contener los diablos y cualquier residuo. La tubería será inspeccionada internamente usando un diablo calibrador a fin de asegurar que no existan ovalidades más allá de los parámetros permitidos, abolladuras o pandeos excesivos.

Estos diablos instrumentados miden el diámetro interior de la tubería mecánicamente y registran la información en una gráfica en rollo. Los recorridos se realizan con succión mantenida al frente del diablo para controlar su velocidad. La carta en rollo es calibrada por la longitud, a fin de poder ubicar las indicaciones fácilmente y repararlas según sea necesario.

**Limpieza y reacondicionamiento.** Los trabajos de limpieza y reacondicionamiento se realizarán una vez completado los trabajos de montaje de las tuberías.

Se procederá a limpiar el derecho de vía del material que no sirva, excedente, basura y tubos sobrantes que pudieran existir.

Se limpiarán las áreas de trabajo y se restaurará la cubierta vegetal existente de las zonas temporales afectadas respetando la franja de desarrollo permanente permitiendo la revegetación natural a nivel de herbáceas y en su caso favoreciendo esta revegetación por la dispersión al boleto de semillas de gramíneas de la región.

El ancho del derecho de vía será nivelado con equipos tipo pesados y la zanja tendrá terminación según planos típicos y especificaciones. La

estructura de equipos y personal será la adecuada a las necesidades de la obra, utilizándose equipos pesados convencionales como motoniveladoras, tractores, y/o excavadoras hidráulicas sobre orugas.

Contemporáneamente a los trabajos de limpieza de la franja de desarrollo se removerán todas las obras provisionales tales como drenajes, alcantarillas, puentes, tranqueras y otras obras que hayan sido construidas durante el montaje de las tuberías.

Al mismo tiempo que se realiza la limpieza de la franja de desarrollo, se completarán los trabajos de instalación de la señalización de la tubería y de los mojones para protección catódica (abcisado de la tubería, puntos potenciales de prueba, postes medidores, etc.)

Las márgenes u orillas de ríos y canales serán reconstruidas de manera que queden en condiciones aptas durante la restauración.

Se colocarán los postes kilométricos como parte de la recomposición de la franja de desarrollo y de acuerdo a las especificaciones técnicas correspondientes.

**Sistema de Protección Catódica.** Para lograr un control de corrosión efectivo se utilizan dos elementos esenciales: el primero consiste en asegurar que el ducto y todos sus componentes tengan un adecuado recubrimiento que lo proteja del efecto provocado por la corrosión de elementos externos, como el suelo y la humedad; el segundo consiste en instalar un sistema externo de protección catódica, que proteja al ducto de posibles defectos que podrían quedar vulnerables a la corrosión por efecto del medio. La experiencia ha demostrado que, al tomar las precauciones adecuadas adelante, protegiendo al ducto durante su vida útil, especialmente en las etapas de fabricación, recubrimiento, transporte e instalación, se minimizarán los posibles defectos.

Si se toman estas precauciones, el nivel requerido de protección catódica es muy pequeño, por lo que dicha protección puede ser aplicada muy eficientemente. El sistema de protección catódica a instalar será diseñado, instalado y operado en conformidad con los requerimientos establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-008-SECRE-1999.

El Sistema de Protección catódica a implementar será definido durante el desarrollo de la ingeniería de detalle, fijando la posición final de los Rectificadores y camas anódicas que aseguren un Potencial de Protección de la Tubería.

**Protección Mecánica.** El recubrimiento anticorrosivo para las tuberías enterradas, conformado por Fusión Bonded Epoxy de acuerdo a la necesidad de cada tramo los cuales cumplirán con las siguientes características: alta resistencia eléctrica, debe impedir el paso de humedad, buena adherencia, resistencia a microorganismos, resistente al desprendimiento catódico, resistente al ataque químico, resistente a efectos térmicos, resistencia a la fricción y al impacto, debe conservar sus propiedades físicas a través del tiempo, y se cuidará que el método de aplicación no dañe las propiedades de la tubería.

La tubería y/o sus accesorios serán manejados de tal forma que se prevengan daños al recubrimiento anticorrosivo y a los biseles. En caso de ocurrir algún daño al recubrimiento, causado por el manejo inadecuado o por cualquier otra operación, este será reparado conforme al procedimiento aprobado.

El almacenamiento en patio, estará de acuerdo con las prácticas de transporte, manipuleo y almacenamiento manteniendo suficiente espacio, acolchonamiento y cantidad de camas, para prevenir daños a la tubería y al recubrimiento; las columnas de tubería soldada contarán con un sistema de tierras en cada cama esquivada por el efecto de las descargas atmosféricas.

La tubería contará con tapas a los extremos para evitar acumulamiento de agua, basura, asimismo se contará con ganchos especiales para proteger los biseles con una superficie de aluminio y fierro colado en las maniobras de almacenaje.

Las actividades para el traslado consideran la mano de obra, maquinaria, equipo y herramientas para su transporte por tracto-camión, ferrocarril o barcaza, según sea el caso, protegiéndose el recubrimiento anticorrosivo adecuadamente, conforme a las instrucciones y prácticas recomendadas API-RP-5L1.

Al recubrimiento anticorrosivo de la tubería se le realizarán las pruebas eléctricas de detección de discontinuidades ("Holiday") durante la etapa de construcción. En caso que se detecten anomalías en el recubrimiento, este será reparado siguiendo un método compatible con el tipo de recubrimiento utilizado.

Una vez que la tubería recubierta haya sido instalada y rellena la zanja, cumpliendo con el procedimiento de compactación a fin de asegurar el

contacto electrolítico entre el suelo y la tubería, se verificará la existencia de daños y/o defectos en el recubrimiento de acuerdo al Procedimiento de Prueba Aprobado.

**Limpieza y reacondicionamiento.** Los trabajos de limpieza y reacondicionamiento se realizarán una vez completado los trabajos de montaje de las tuberías.

Se procederá a limpiar el derecho de vía del material que no sirva, excedente, basura y tubos sobrantes que pudieran existir.

Se limpiarán las áreas de trabajo y se restaurará la cubierta vegetal existente de las zonas temporales afectadas respetando la franja de desarrollo permanente permitiendo la revegetación natural a nivel de herbáceas y en su caso favoreciendo esta revegetación por la dispersión al boleto de semillas de gramíneas de la región.

El ancho de la franja de desarrollo será nivelado con equipos tipo pesados y la zanja tendrá terminación según planos típicos y especificaciones. La estructura de equipos y personal será la adecuada a las necesidades de la obra, utilizándose equipos pesados convencionales como motoniveladoras, tractores, y/o excavadoras hidráulicas sobre orugas.

Contemporáneamente a los trabajos de limpieza de la franja de desarrollo se removerán todas las obras provisionales tales como drenajes, alcantarillas, puentes, tranqueras y otras obras que hayan sido construidas durante el montaje de las tuberías.

Al mismo tiempo que se realiza la limpieza de la franja de desarrollo, se completarán los trabajos de instalación de la señalización de la tubería y de los mojones para protección catódica (abcisado de la tubería, puntos potenciales de prueba, postes medidores, etc.)

Las márgenes u orillas de ríos y canales serán reconstruidas de manera que queden en condiciones aptas durante la restauración.

Se colocarán los postes kilométricos como parte de la recomposición de la franja de desarrollo y de acuerdo a las especificaciones técnicas correspondientes.

**Construcción de las Estaciones Superficiales.** En general las estaciones de medición, recepción y entrega, estarán conformadas por separación de líquidos, medición de gas y control de presión/flujo, equipo de protección

contra sobrepresión, por lo tanto contendrán con los elementos ya descritos en el presente capítulo.

Como primera actividad se lleva a cabo el levantamiento topográfico a través del cual se ubica físicamente los límites del predio donde se pretende construir las estaciones, colocando puntos de cada vértice, de manera general, la preparación del terreno incluye las siguientes obras y/o actividades:

- Limpieza del área donde se ubicará la estación (desmonte y despalle).
- Relleno, nivelación y compactación del área.
- Excavaciones para desplantar los cimientos de las estructuras (barda perimetral, casetas de vigilancia y control, bases de apoyo de equipos y tubería y áreas de drenaje).
- Compactación de áreas de desplante de estructuras.

Este tipo de actividades se encuentran estrechamente vinculados con el tipo de terreno, la geología de la superficie, las características del subsuelo. Las actividades comprendidas en la etapa de construcción son las siguientes:

- Terracerías.
- Construcción de barda perimetral.
- Cimentación de mochetas.
- Cimentación de equipos.
- Cimentación de edificaciones dentro de la estación.
- Caseta de vigilancia.
- Cuarto de control remoto.
- Cuarto de materiales peligrosos.
- Montajes prefabricados de equipos.
- Montaje electromecánico.
- Pavimentación y banquetas.
- Instalación de telecomunicaciones.
- Instalación eléctrica externa.
- Pruebas hidrostáticas de los equipos y líneas de conducción.

- Instalación de los sistemas de protección catódica.
- Pruebas de verificación.
- Puesta en servicio y arranque del sistema.

**Descripción de obras y actividades provisionales.** A lo largo del gasoducto, se instalarán obras provisionales, tales como: campamentos y acopios para tubería de 12, 18 y 24 metros de longitud, éstas contarán con contratos de arrendamiento, cada una y se ubicarán en los mismos cadenamientos en los que se localizan las obras provisionales.

**Centros de acopio para la tubería de 12, 18 y 24 m de longitud.** Para el desarrollo de la obra es necesario contar con depósitos de tubería utilizada en la construcción del ducto. Estos acopios o depósitos, en la mayoría de los casos la localización debe coincidir con la de los Campamentos, por la facilidad operativa que esto representa, asimismo los predios a utilizar serán con uso de suelo agrícola, ganadero o de servicios con el fin de evitar afectaciones a zonas con uso de suelo forestal y preferentemente forestal.

Contarán con los siguientes elementos:

- Bancales.
- Áreas de Circulación y Maniobras.
- Oficina de Control.
- Depósito de capa orgánica.
- Áreas de Estacionamiento.
- Portería.
- Comedor para el personal (En caso de ser necesario).
- Cerco Perimetral.
- Iluminación Perimetral.
- Sanitarios portátiles.
- Áreas Complementarias (En caso de ser necesario).
- Radio de comunicaciones
- Generadores de Energía (En caso de ser necesario).
- Depósito de Combustible (En caso de ser necesario)

El diámetro de la tubería a utilizar es de 30" y su longitud promedio de 12 m. Los acopios deben estar ubicados en sitios de fácil acceso tanto para el abastecimiento de tubería como para su envío al frente de trabajo.

Los puntos de ingreso y salida deben tener un ancho entre 6 y 8 m. El acceso debe ser en material compactado a fin de garantizar la estabilidad y seguridad de los equipos de transporte. Deben estar señalizados en forma preventiva a cada 100 m, desde 300 m antes del ingreso hasta 300 m después de la salida del acopio.

### **Construcción.**

- Materiales y equipo.
- Postes de madera rolliza de 3.00 m. x 4" para el cerramiento perimetral.
- Malla de cerco o alambre de púa para el cerco perimetral, sin que se afecte el libre tránsito de la fauna silvestre.
- Sacos de Polipropileno para los bancales.
- Postes de Madera de 6.00 m. x 6" para soporte de iluminación perimetral.
- Lámparas de Sodio de 150 W Con brazo metálico.
- Postes de 8" x 2 m. como límite de cada bancal.
- Excavadora: Tipo CAT 312 / CAT 320 / CAT 330 o similar.
- Bulldózer tipo CAT D-6, CAT D-7, o similar.
- Moto niveladora Tipo CAT 120, CAT 140 o similar.
- Volquetas Tipo IVECO 190 de 4 x 4 o Mercedes Benz 380 E de 6 x 4 o similar.
- Cilindro Compactador de 10 Toneladas o similar.

**Nivelación y movimiento de tierras.** Una vez hecho el relevamiento topográfico de acuerdo al plano de distribución general se realizará el movimiento de tierras, para lo cual se seguirán los siguientes lineamientos:

- De existir, se retirará la capa vegetal y será depositada siguiendo los lineamientos descritos en el apartado movimiento de tierras del presente capítulo. Se harán los movimientos de tierra necesarios para nivelar la totalidad del terreno dejando una pendiente longitudinal del 1% al 2% para favorecer la escorrentía de aguas lluvias. Se creará un sistema perimetral de drenaje, con canales y provisto de las obras de geotecnia necesarias, para

incorporarlo al sistema natural de escorrentía del sector, o para conducirlo a alguna zanja, o curso de agua existente.

- En caso de ser necesario, y si el terreno es muy inclinado, se construirán terrazas para ubicar uno o más bancales, y disminuir así el movimiento de tierras. Se procederá a compactar mecánicamente a través de la circulación de excavadoras, Bulldozer, cilindros compactadores o similar, la totalidad del terreno en donde se van a ubicar los bancales y las áreas de maniobras y circulaciones. En caso de ser necesario se agregará material de mejor calidad, para facilitar la compactación y estabilidad del terreno.

**Construcción de bancales.** La tubería irá soportada sobre 3 puntos de apoyo transversal conformados por bancales. Estos se construyen mediante la superposición de sacos de polipropileno rellenos de Arena o de tierra fina, y compactados por capas, opcionalmente y dependiendo. Como alternativa y dependiendo de las características del área, se pueden construir con el mismo terreno natural, utilizando una moto niveladora para conformarlos y compactarlos y cubriéndolos con plástico.

Los bancales son de sección trapezoidal, tendrán en su base mayor 1 m, y en la parte superior 50 cm, por una altura entre 30 -40 cm, la separación entre estos es de 5 m entre ejes, y la ubicación del bancal central coincide con el centro del tubo, el cual tiene en promedio una longitud de 12 m. En los extremos de cada bancal se instalará un poste de Madera de 8" de diámetro cuyo fin es el de contener la tubería, entre el poste y el último tubo de la primera fila, se colocará una o más bolsas de polipropileno relleno con arena o tierra fina, para proteger el revestimiento de la tubería.

**Áreas de circulación y maniobras:** El ancho de las vías internas de circulación debe ser en lo posible de 8 m entre bancal y bancal, a fin de permitir la maniobra de los tráileres. Se deben tener definidas y señalizadas las áreas de maniobras y circulaciones a fin de ejecutar en forma ordenada las maniobras de cargue y descargue de tubería.

**Oficina de control.** Para el efecto será instalada una carpa localizada en un área próxima al acceso: la base será paneles de madera y acabado con piso vinílico. Como opción se contará el construir la oficina de control usando calamina y estructura, en madera con pisos acabados en vinílico.

**Comedor para el personal.** Será necesario en caso de que el acopio quede distante del campamento más cercano. Se construirá una caseta en estructura de madera, con cubierta de calamina, dimensión: 4 .00 m. x 6.00 m. x 2.40 m. la cual

podrá ser variable de acuerdo a la cantidad de personal a servir. Cerramiento: Plástico transparente N° 40 soportado sobre estructura de madera.

**Depósito de suelo vegetal.** En caso de que en el terreno escogido exista capa vegetal, esta será retirada y dispuesta a lo largo de uno de los costados del acopio, siguiendo el lineamiento movimiento de tierras contenido en el presente capítulo.

**Áreas de estacionamiento.** Es necesario tener áreas definidas para estacionamiento de vehículos livianos y de equipos y vehículos pesados. Las mismas serán señalizadas y marcadas.

**Portería.** Está localizada al ingreso del acopio. Será construida con paneles de madera y cubierta con Calamina metálica. Su dimensión será de 1.2 x 1.2 x 2.44 m de altura. El ingreso del acopio llevará una puerta de madera y malla para cerco perimetral.

**Cerco perimetral.** Será construido en postes de madera de 3.00 m x 4" enterrados en el piso y separados entre sí 3.50 m. Para el cerramiento se usará alambre de Púa de 8 hilos separados entre sí 15 cm. El alambre será fijado a los postes con grapas de 1".

**Alumbrado perimetral.** Será construido en postes de madera de 6 m. separados entre sí 30 m. Sobre cada uno de ellos se instalará una lámpara de Sodio de 150 W, con pastoral metálico. Para las conexiones eléctricas se utilizará cable tipo NYY de 16 mm<sup>2</sup> o similar.

**Servicios sanitarios.** Se considera la utilización de sanitarios portátiles a las cuales se les dará mantenimiento y una empresa especializada y acreditada retirará las aguas residuales para su disposición final conforme a la normatividad. Para las aguas grises producidas se hará el mismo manejo detallado anteriormente.

**Áreas complementarias.** En caso de ser necesario, y dependiendo de la localización del acopio y la topografía del terreno, se considerarán áreas adicionales de terreno destinadas a acopiar insumos, materiales, depósitos de combustible, depósitos de residuos, plantas de tratamiento de agua, lechos filtrantes , o cualquier elemento necesario para el funcionamiento de las instalaciones aledañas.

**Infraestructura de servicios.** En el caso de que el Acopio esté dentro del terreno del Campamento, los servicios básicos serán tomados de las mismas redes de

distribución, así como la alimentación del personal. En el caso de que esté distante se dispondrá del siguiente esquema:

- **Suministro de energía.**  
Será suministrada por un generador de 12 Kw o similar de acuerdo al estudio eléctrico.
- **Suministro de agua.**  
Para el consumo humano se utilizará agua en caja. Se implementará para el lavado de manos un depósito plástico tipo Rotoplast, abastecido por una cisterna o en caso de existir una fuente de agua, se construirá una estructura de captación, a esta agua se le hará un tratamiento básico de desinfección, de acuerdo al análisis de la misma.
- **Alimentación.**  
Será provista por el campamento más cercano si es que las dos instalaciones están distantes, o su acceso sea difícil.
- **Disposición de residuos.**  
Se contará con recipientes debidamente señalizados a fin de clasificar los residuos, para posteriormente ser trasladados a las Instalaciones del campamento más cercano, para su posterior disposición final en los sitios autorizados por la autoridad local.
- **Medidas de seguridad y medio ambiente.**  
El personal que labore en la construcción del Acopio tendrá todos los Elementos de Protección Personal. (EPP). Antes de comenzar la jornada laboral se deberán dictar charlas de seguridad y protección al medio Ambiente.

**Campamentos.** El campamento será formado por casetas móviles adecuadas para el uso de dormitorios, sanitarios, regaderas, oficinas, centro de entretenimiento y clínica instaladas sobre plataformas que serán conformadas en el terreno aprovechando su topografía. Cada caseta contará con equipo de aire acondicionado y extintor.

Adicionalmente se construirán espacios para comedor, cocina, lavandería, bodega y caseta de vigilancia para el servicio de los habitantes del campamento, así como área de estacionamiento de vehículos y autobuses de personal.

Cada módulo será de construcción específica para cada uso y contará con todas sus instalaciones provistas desde su fabricación, además de su equipo para arrastre y traslado instalado por el fabricante según sea el caso, cada módulo

contará con conexiones a la red del campamento para su abastecimiento de agua potable, drenaje sanitario y energía eléctrica.

El campamento contará con los servicios adecuados y suficientes de agua potable, drenaje sanitario y energía eléctrica para satisfacer las necesidades de los trabajadores y empleados que en ellos habiten. Para tal fin se contará con equipos de subestación eléctrica, tanques de almacenamiento de agua, sistema hidroneumático de bombeo de agua y planta de tratamiento de aguas residuales, y alumbrado público.

Las construcciones temporales para comedor, cocina, lavandería y caseta de vigilancia se asentaran sobre un firme de concreto  $f'c= 150 \text{ kg/cm}^2$  acabado pulido de dimensiones acorde a su uso.

**Construcción de Campamentos:** consiste en la adecuación de áreas provisionales de alojamiento, cocina, comedor, servicios sanitarios, depósitos de residuos y depósito de herramientas destinadas a la actividad del personal que dará inicio a la construcción del campamento.

Para el establecimiento de esta infraestructura, invariablemente se seleccionaran espacios alterados, sin vegetación forestal, aunque pudiera estar cubierto por vegetación ruderal o arvense.

Despalme: una vez localizado topográficamente el perímetro general del campamento se procederá a despalmar las áreas necesarias. El despalme de la vegetación existente dentro del área seleccionada, se podrá ejecutar con herramienta manual o con equipo mecánico, dependiendo de la vegetación y tipo de terreno. En caso pudiera incidir vegetación secundaria del estrato arbóreo en los usos de suelo agrícola, ganadero o de servicios y que requieran ser eliminados los mismos serán donados al propietario para su aprovechamiento.

**Levantamiento topográfico.** Una vez que se tiene despejado el terreno, se debe proceder a fijar el perímetro general, siempre relacionado con un punto topográfico de control. Posteriormente se procede a ubicar y nivelar los diferentes elementos de cada sector del campamento, circulaciones, depósitos, servicios y áreas de alojamiento, estacionamiento, etc. Esto permite definir cuáles van a ser los árboles a ser cortados, y cuál va a ser el área en donde es necesario realizar excavaciones y movimientos de tierra.

**Nivelación, excavación y movimientos de tierra.**

- Los movimientos de Tierra, su volumen y localización, serán definidos, topográficamente.

- Inicialmente, se debe retirar la capa compuesta por la tierra vegetal, definiéndose como tal, a la cobertura exterior del terreno la cual contiene, tierra mezclada con nutrientes, semillas y raíces, de la vegetación propia del sitio y su composición es la que va facilitar la restauración de la vegetación en el área, una vez desmovilizado el campamento.
- Posteriormente se retirará el material de corte, estos dos componentes serán depositados en forma separada.
- Preferiblemente se utilizará el material de corte para relleno a fin de compensar el movimiento de tierras.

**Módulos prefabricados tipo “Portacamp”.** Son módulos prefabricados compuesto por dos dormitorios y un baño al centro. La base: está constituida por 2 perfiles metálicos, longitudinales con una altura promedio de 15 a 20 cm de acuerdo al fabricante, y sobre estos, una retícula en perfil cuadrado de 50 mm sobre la que va a apoyada una lámina de madera acabada con piso tipo vinílico.

Paredes y techo: Son conformados por paneles termo aislados tipo sándwich con un espesor variable e acuerdo a su uso, entre 50 mm y 150 mm, formados por láminas exteriores de acero galvanizado pre pintado de .05 mm de espesor y un capa interna de poliuretano o poliestireno expandido. Ventanería: En aluminio, dos hojas tipo corredizo, adicionalmente con malla tipo mosquitero. Puertas en madera, o en el mismo material termo aislado, con chapa de seguridad. Existe la alternativa de que las láminas exteriores de los paneles sean en madera, o tipo Dry wall, conservando el aislamiento térmico. La distribución, especificaciones y dimensiones varían de acuerdo a fabricante y al sistema constructivo escogido.

**Instalación.** Una vez hecho el relevamiento topográfico del campamento y de acuerdo al Plano Arquitectónico, se procederá a la localización de los contenedores. El contenedor irá instalado sobre postes de madera de 6” o similar los cuales le servirán de apoyo y nivelación. Dependiendo el tamaño del contenedor se colocarán 6, 8 ó 10 postes de apoyo. Cuando la diferencia del terreno natural sobre el cual está instalado el módulo sea mayor a un metro, es necesario arriostrar transversalmente los postes, con piezas de madera.

La instalación de los contenedores será realizada con un elemento de izaje (Grúa, o una o más excavadoras dependiendo del tamaño del mismo, trípode, etc.), Para su izaje, Se usarán grilletes de ½”, 5/8”, 3/4”, dependiendo del peso del contenedor. Los puntos de izaje serán los especificados por el fabricante a fin de no comprometer la estructura del módulo. Toda maniobra relacionada con carga y descarga se hará siguiendo el procedimiento indicado sobre Carga y descarga

de materiales, izajes críticos. Una vez instalados los contenedores se procederá al conexionado de las diferentes redes de servicios, a fin de habitarlo para su uso.

### **Módulos de vivienda con paneles termo aislados.**

Son módulos compuestos por 16 habitaciones con baño compartido al medio, distribuidas a lo largo de un corredor central. Base: está construida sobre una placa de concreto afinado, o una tarima en madera acabada con piso vinílico. Paredes y techo: Son conformados por paneles termoaislados tipo sándwich con un espesor variable e acuerdo a su uso, entre 50 mm y 150 mm, formados por láminas exteriores de acero galvanizado pre pintado de .05 mm de espesor y una capa interna de poliuretano o poliestireno expandido. Ventanería: En aluminio, dos hojas tipo corredizo, adicionalmente con malla tipo mosquitero. Puertas en madera, o en el mismo material termo aislado, con chapa de seguridad. Existe la alternativa de que las láminas exteriores de los paneles sean en madera, o tipo Dry wall, conservando el aislamiento térmico.

**Baños y servicios sanitarios.** Módulos Tipo B-20: Con dimensiones de 6.00 m. x 2.40 m. x 2.40 m contendrán 4 duchas, 3 sanitarios, un lavamanos común, para 4 personas y un urinario común, para 3 personas. Se utilizarán para prestar servicio en las carpas de alojamiento tipo B, C y D. Módulos Tipo B-8: Con dimensiones de 2.40 m. X 1.80 m. X 2.40 m. contendrá 1 ducha, 2 sanitarios, 2 lavamanos externos y una cabina como depósito de elementos de aseo. Se utilizarán para prestar servicio en las áreas Administrativas, en el área de comedores y recreación, o en las áreas de talleres y almacenamiento.

Se considera la utilización de sanitarios portátiles a las cuales se les dará mantenimiento y una empresa especializada y acreditada retirará las aguas residuales para su disposición final conforme a la normatividad.

**Oficinas.** En el Campamento principal, se construirá con Paneles Termo aislados, siguiendo las mismas especificaciones y detalles utilizados en los Módulos de Alojamiento. En los otros campamentos se utilizarán Carpas tipo Albergue.

**Talleres de mantenimiento y herrería.** Se construirán en los campamentos un almacén auxiliar localizado en una carpa Tipo depósito. Estarán formados por un almacén prefabricado en estructura metálica tipo reticular, con cubierta y cerramiento en calamina. El piso es en placa de concreto.

**Depósito de gases.** Se construirá un almacén de estructura en madera con cubierta de lámina acanalada y cerramiento lateral en malla eslabonada, su piso es una plataforma en madera, elevada a una altura de 1.30 sobre el nivel del terreno, a fin de facilitar la descarga de los cilindros. El interior de este espacio está dividido en 2 partes una para cilindros vacíos y otra para cilindros llenos,

cada uno de estos recintos están a su vez divididos en cubículos cerrados con malla eslabonada y separados a su vez por el tipo de gas a almacenar. Los cilindros de Oxígeno y Acetileno, deben ir separados y ubicados en extremos opuestos del recinto.

**Depósito de aceites y lubricantes.** Se construirá un almacén con estructura de madera o estructura metálica, con cubierta en calamina y cerramiento lateral en malla eslabonada, tendrá una berma perimetral de concreto hasta una altura de 50 cm, suficiente para contener al menos el 50 % del volumen de líquido almacenado. El piso podrá ser en concreto con un espesor de hasta 12 cm, el cual será reforzado con malla electrosoldada, la placa de piso tendrá un acabado en cemento afinado y tendrá una pendiente del 1% orientada hacia una caja de recolección de derrames, dispuesta en uno de los extremos del recinto, la misma servirá para separar grasas, aceites y sólidos.

Se construirá una plataforma en concreto o en metal, para facilitar el acceso y salida de los cilindros desde y hacia el interior del recinto, a fin de garantizar su estanqueidad el acabado de los elementos de concreto será en cemento afinado. Lateralmente a este depósito se ubicará un kit antiderrames y 2 extintores multipropósito.

**Depósito de productos químicos.** Se construirá un almacén con estructura de madera o estructura metálica, con cubierta en calamina y cerramiento lateral en malla eslabonada, tendrá una berma perimetral de concreto hasta una altura de 50 cm, suficiente para contener al menos el 50 % del volumen de líquido almacenado. El piso podrá ser en concreto con un espesor de hasta 12 cm, el cual será reforzado con malla electrosoldada, la placa de piso tendrá un acabado en cemento afinado y tendrá una pendiente del 1% orientada hacia una caja de recolección de derrames, dispuesta en uno de los extremos del recinto, la misma servirá para separar grasas, aceites y sólidos.

Se construirá una plataforma en concreto o en metal, para facilitar el acceso y salida de los cilindros desde y hacia el interior del recinto, a fin de garantizar su estanqueidad el acabado de los elementos de concreto será en cemento afinado. Su construcción se hará utilizando herramientas manuales. Lateralmente a este depósito se ubicará un kit antiderrames y 2 extintores multipropósito.

**Almacenamiento de combustibles.** El almacenamiento de combustibles se llevará a cabo en instalaciones adecuadas de acuerdo a la normatividad aplicable. El combustible será adquirido a proveedores autorizados. Se tendrán recipientes rígidos o flexibles (Tipo "Bladers") adecuados según la zona en donde se instale estos, en los cuales se mantendrán almacenado el combustible requerido para el funcionamiento de los campamentos. Sobre un terreno

nivelado y compactado, se construirá un recinto cerrado con saco suelo, las cuales forman una berma de contención de una altura variable, en función al volumen del combustible almacenado.

Se debe tener en cuenta que el piso no tenga elementos corto punzantes que vayan a perforar el contenedor de combustible, blader, para evitarlo es recomendable instalar sobre la tierra de la base una capa de arena o tierra fina para nivelar el recinto, sobre ella una geomembrana y sobre esta un manto de flexilona o una capa de geotextil.

El piso tendrá una pendiente del 1% orientada hacia una caja de 40 cm x 40 cm x 40 cm, colocada en uno de los extremos a fin de facilitar la recolección del combustible en caso de derrame. Para el caso del drenaje fluvial, el mismo cárcamo servirá para bombear el agua para ser encausada apropiadamente.

El piso del recinto y la berma de contención de derrames, serán recubiertos con una geomembrana tipo MRTP de 2 mm., cuyas juntas van termo selladas a fin de garantizar la estanqueidad del recinto. El recinto será cubierto con malla tipo sombra montada sobre una estructura de puntales de madera e instalada sobre alambres galvanizados, a fin de proteger el blader de los rayos solares.

Las dimensiones del recinto estarán proporcionadas para contener un volumen equivalente al 50% del volumen del combustible almacenado, el piso del recinto mide 9,50 m. x 16.00 m. la berma de contención es de 70 cm. de altura y ocupa un ancho total de 1.50 m.

#### **Desmantelamiento de obras provisionales (campamentos y patios de acopio).**

Una vez finalizadas las labores de acopio y despacho de tubería, las obras que hayan sido instaladas serán desmanteladas, siguiendo los siguientes pasos:

**Desmovilización de niples y tubería sobrante.** Se procederá a realizar un inventario del material sobrante si es que lo hay, para posteriormente transportarlo al acopio del campamento. Esta tubería se podrá realizar una prueba hidrostática para su posterior uso en reparaciones.

**Desmantelamiento de bancales de tubería.** Se vaciará la tierra o la arena (si puede ser utilizada como relleno de zanja, así se utilizará, sino es así se dispondrán en zonas de tiro autorizadas en la zona, en caso de que se trate de tierra natural se colocaran en las zonas de acopio para ser utilizada en las acciones de restitución del franja de desarrollo temporal) contenida en los sacos

de polipropileno sobre la superficie del terreno, para posteriormente embalar y retirar los sacos.

**Desmantelamiento de campamentos y patios de acopio.** De acuerdo al desarrollo de la obra se producirán picos en la ocupación de personal, los cuales se verán reflejados en la ocupación de los campamentos. En este orden, a medida que se vaya produciendo la reducción final se procederá a retirar en forma ordenada los elementos del campamento empezando por los contenedores y las carpas de alojamiento. Cuando se finalice definitivamente la actividad se deben retirar todos las partes del campamento teniendo en cuenta los siguientes pasos:

- Desmovilización de instalaciones hidráulicas y sanitarias. Retiro total de las redes de tuberías las cuales serán cortadas, limpiadas y transportadas al campamento base.  
Retiro de los tanques tipo rotoplas, utilizados como depósito de agua.
- Desmantelamiento de baños portátiles. A medida que se vaya avanzado en la obra y el número de personal disminuya se solicitará a la empresa contratista los vaya retirando de aquellas áreas de trabajo que no se requieran.
- Desmantelamiento de instalaciones eléctricas. Los cables y todos los componentes de sistema, serán retirados, embalados clasificados y retirados al campamento más cercano.
- Desmantelamiento de generadores. En caso de existir y una vez terminados su funcionamiento se retirarán, el combustible y los lubricantes, a fin de evitar derrames en el transporte.
- Desmantelamiento de depósitos de combustible. Los materiales de los recintos de contención contruidos, para la instalación de los generadores y de los depósitos de combustible deberán ser retirados, clasificados y rotulados como residuo peligrosos, para ser transportado al campamento más cercano para su almacenamiento temporal con base en las disposiciones legales aplicables, para que de allí una empresa autorizada lo transporte para su manejo y disposición final.
- Desmantelamiento de elementos de madera. Los elementos que puedan ser utilizados, serán clasificados y transportados a los frentes de trabajo en que se necesiten. Todas las piezas de madera que sean consideradas como residuo peligroso serán dispuestas en el almacén temporal para

posteriormente ser entregadas a una empresa para su manejo y disposición final.

- Desmantelamiento de cubierta y cerramientos metálicos. Las cubiertas y cerramientos en calamina serán desmontados y embalados para ser transportados al campamento más cercano.
- Movilización de depósitos de residuos sólidos domésticos. Serán clasificados y transportados al campamento base más cercano, para de allí proceder a transportarlos, hacia el sitio de su disposición final.
- Movilización de cercos perimetrales. Las mallas serán recuperadas, enrolladas y transportadas al Campamento base más cercano.
- Limpieza del área (recomposición final). El sitio una vez libre de cualquier infraestructura, material de construcción, equipo o maquinaria, se procederá a realizar un escarificado del suelo, a efecto de eliminar el compactado del suelo.
- Colocación de la tierra vegetal. Se realizará una revegetación del sitio consistente en la dispersión de semillas de gramíneas de la zona y en su caso de aplicar se implementarán, medidas de prevención de erosión del suelo.

**Diseño de los avisos.** Durante el desmonte y construcción de niveles en la franja de desarrollo se utilizarán los siguientes métodos de señalización:

- **Señales de acero pintadas con pintura fluorescente o similares en:** caminos de acceso y su distancia a la franja de desarrollo, válvulas, estaciones, cambio en el espesor de la pared del tubo, cadenamamiento progresivo, requerimientos de profundidad adicional, cambio en el recubrimiento (según las necesidades), grandes cambios en las condiciones del suelo e interferencia de la franja de desarrollo.
- **Señales pintadas con pintura fluorescente en:** desviaciones o ángulos horizontales en la ruta, límite del DDV, límite del camino de acceso, en sitios donde el movimiento de tierras requiera el uso de explosivos.
- **Carteles de señalamiento de advertencia.** Los carteles de advertencia se colocarán en el costado izquierdo del eje del proyecto, en el sentido del flujo, deben colocarse a ambos lados, con letras hacia caminos, carreteras, ferrocarriles, ríos y arroyos, en ambos costados de los cruces. Cada 100 m en tramos de instalación marginal en la franja de desarrollo de terceros. Del nivel del suelo al ras del cartel, la altura será de 1.8 m.
- **Marcadores aéreos.** Se colocarán marcadores aéreos a lo largo de la ruta, como regla general, en los vértices fuertes de cambio del Gasoducto El Encino-Topolobampo, se colocará un marcador aéreo con su respectivo km (Fig. II.65). La posición de cada marcador aéreo se ajustará en campo para

ubicarlo en el sitio más visible posible. La altura del poste será de 1.785 m del ras del suelo al marcador.

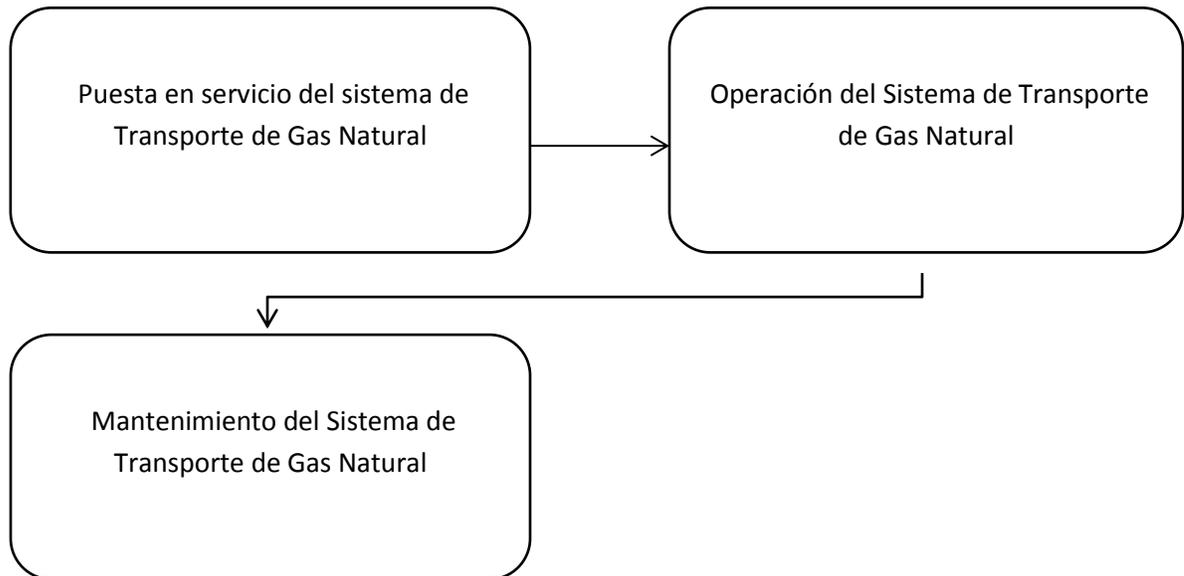
- **Poste kilométrico para la franja de desarrollo permanente.** Estos postes se colocarán sobre la delimitación de la franja de desarrollo permanente del Gasoducto El Encino-Topolobampo en ambos costados, bajo el siguiente criterio: En el cruce de camino público más cercano al km corrido que indican se colocarán dos (2) postes por kilómetro, las caras exteriores de los postes coincidirán con los bordes la franja de desarrollo permanente. Los postes deberán estar pegado a la cerca que delimita el lindero entre propiedad privada y camino, si no existe cerca, deben estar sobre el lindero.

Para la colocación de estos postes, los bordes la franja de desarrollo permanente y cualquier lindero deben ser recuperados y replanteados por topografía. En suelos blandos, el suelo cemento para parar el poste deberá agrandarse o remplazarse por concreto con el fin de asegurar la estabilidad del poste. La verticalidad del poste deberá verificarse con nivel de mano.

Los señalamientos a colocarse en la franja de desarrollo del proyecto cumplirán con los requisitos de la NOM-007-SECRE-2010.

#### 2.4.6. Descripción de la fase de operación y mantenimiento

**Figura 4 Operación y Mantenimiento del Sistema de Transporte de Gas Natural**



#### **Puesta en servicio del sistema de transporte de gas natural**

##### **Generalidades de la puesta en servicio.**

Para el desarrollo de la puesta en marcha del proyecto, se requiere satisfacer los siguientes objetivos:

- Proporcionar un método sistemático para asegurar que el equipo instalado en las Estaciones de Medición Recepción y Compresión (EMRyC) operen de la manera deseada.
- Garantizar que los datos y las alarmas vuelvan a estar validadas para el control de gas.
- Validar y recolectar datos del equipo para ingresarlos en varias bases de datos, con fines de rastreo, planeación de mantenimiento y auditorías.
- Proporcionar un registro de intervenciones que identifique el cierre del proyecto principal y la aceptación de la estación de medición por parte de las actividades de campo. Este documento deberá usarse en conjunto con la revisión de seguridad previa al arranque para señalar que se han aceptado las actividades de las instalaciones.

- Establecer un mecanismo de retroalimentación para informar a los diseñadores y propietarios de los estándares sobre los asuntos identificados.

El Director del proyecto será el responsable de asegurar que la puesta en servicio se concluya. Habrá diferentes grupos, cada uno representando una función específica conformarán el equipo de puesta en servicio del proyecto, ya que se requiere de un esfuerzo combinado para garantizar que el proceso de la puesta en servicio se concluya. Este proceso incluye lo siguiente:

- El alcance del proyecto se especificará en el Memorándum de las Bases del Diseño, elaborado por el Director del proyecto, mismos que será distribuido al resto del equipo.
- Dependiendo de la complejidad, el Director del proyecto podrá seleccionar a un coordinador de la puesta en servicio o para que controle el proceso de la puesta en servicio. Cada grupo (fabricación, construcción, eléctricos, técnicos de operación, ingeniería, SCADA, telecomunicaciones, programación, etc.) contará con listas de comprobación para verificar que su equipo sea completamente funcional para los fines de la etapa de operación y mantenimiento.
- Las deficiencias se comunicarán al Director del proyecto y serán resueltas según sea necesario.
- Para la firma final del documento de la puesta en servicio se designará como responsable a un representante de cada grupo de involucrados. Los involucrados importantes comprenden al técnico de medición, al gerente de área, control de gas, calidad de gas, integridad de datos y al coordinador de la puesta en servicio.
- Una vez que se finalice la puesta en servicio, todas las listas de comprobación (incluyendo cualquier firma necesaria) será devuelta al Director del proyecto, para ser archivadas en la carpeta de la construcción.
- Se proporcionarán hojas de datos del equipo, al planeador regional para su ingreso a la herramienta de planeación de mantenimiento.

**Preparación de la verificación previa a la puesta en servicio.**

Previo a la puesta en servicio, como mínimo, el coordinador de la puesta en servicio deberá asegurarse de que se cuente con lo siguiente:

- Memorándum de las Bases del Diseño.
- Un juego completo de los planos del sitio.
- Hoja de Datos de la Medición del Sitio.
- Filosofías Operativas o de Control de la Estación de Medición (cuando se requiera).
- Procedimientos de Puesta en Servicio para Dispositivos Específicos.
- Instrumentación instalada y manuales de usuario del equipo (medidores, analizadores, transmisores, válvulas y accionadores, etc.).
- Los certificados de calibración de los medidores instalados y documentación de la prueba de flujo, etc.
- Procedimientos Operativos de Transporte de Gas Natural relevantes.
- Otra documentación de la compañía general o relacionada con el proyecto correspondiente (permisos de trabajo, previo al trabajo, análisis de seguridad en el trabajo, etc.)
- Los documentos de inspección de fábrica del equipo relevantes.

En caso de que se requiera de algún software se deberá contactar al departamento de Transporte de Gas Natural para cargas aprobadas. Todo el software será distribuido a través del departamento de informática junto con todos los requisitos de licencias. Los siguientes son ejemplos de los tipos de software que podrían llegar a requerirse:

- Software para la interfaz y configuración del medidor aplicable con cable de conexión o posibilidad de conexión.
- El software para la interfaz y configuración de la computadora para EFM/flujo aplicable con cable de conexión o posibilidad de conexión.
- El software para la interfaz y configuración del equipo analítico aplicable con cable de conexión o posibilidad de conexión (H<sub>2</sub>S, H<sub>2</sub>O, etc.).
- Revisión de Flujo o Equivalente.

#### **Puesta en servicio.**

La sección de la puesta en servicio comprende tres fases con el fin de ayudar a gestionar las diferentes etapas de la puesta en servicio.

- Trabajo previo en el sitio  
Esta fase de la puesta en servicio involucra una verificación y revisión física de todos los ductos, equipos instalados, conexiones, documentación y diseño general de la estación de medición.  
Asegurarse de que el contratista de la construcción haya dejado las plataformas móviles y los edificios limpios y libres de materiales de

construcción. Realizar una inspección física para verificar que esté presente todo el equipo que se muestra en los esquemas, que esté instalado correctamente y que cuente con todas las conexiones eléctricas y de proceso requerido.

- Asegurarse de que todo el equipo esté instalado dentro de un área correctamente clasificada de acuerdo a su riesgo.
- Asegurarse de que estén disponibles todos los manuales de usuario pertinentes para los equipos en el sitio.
- Utilizar el P&ID de las instalaciones para verificar que toda la instrumentación necesaria se encuentre en su lugar.
- Utilizar los esquemas eléctricos de las instalaciones para asegurar que todo el equipo eléctrico esté en su lugar.

Asegurarse de que todas las etiquetas de los equipos estén instaladas y sean las correctas para los dispositivos indicados de acuerdo con los esquemas de la estación. Recolectar y documentar todos los números de modelos del equipo, así como los números de serie, márgenes de operabilidad, etcétera, de todos los dispositivos de instrumentación y finales.

- En caso de ser necesario verificar que a todos los medidores de las instalaciones se les haya realizado una calibración de flujo de acuerdo con las especificaciones de la compañía, y que los datos de la calibración estén presentes y disponibles en el sitio.
- Asegurarse de que todos los dispositivos auxiliares se hayan instalado adecuadamente (por ejemplo, las manivelas de las válvulas, etc.).
- Asegurarse de que sea posible el retiro y el reemplazo del equipo.
- Verificar que haya un dispositivo para izar adecuadamente instalado y en completo funcionamiento.
- Asegurarse de que se tomen precauciones en el uso del equipo móvil para izar en caso de que sean necesarios.
- Asegurarse de que los extintores contra incendios se encuentren en un lugar apropiado, de acuerdo con las regulaciones locales.
- En caso de ser necesario, asegurarse de que los edificios y el equipo hayan cumplido con los requisitos regulatorios apropiados y que hayan obtenido los permisos pertinentes.

### **Operación del Sistema de Transporte de Gas Natural.**

La finalidad del STGN será la de transportar el gas natural a través de infraestructura y equipamiento, sin que para ello se lleve a cabo transformación de sus características físicas o químicas durante el proceso, solamente se

transportará. Las actividades principales durante la etapa de operación y mantenimiento, consistirán en el monitoreo y control del funcionamiento, compresión, regulación de presiones y volúmenes de flujo, toma de potenciales en el sistema de protección catódica, los cuales se describen a continuación.

**Monitoreo y Control de la Operación:** Tal como se mencionó anteriormente, el proceso de gas natural, consiste básicamente en su transporte a través de la tubería hasta las Estaciones de Entrega Topolobampo e interconexión con las Centrales Termoeléctricas de CFE. El STGN operará los 365 días al año, excepto cuando se ejecuten mantenimientos programados.

**Regulación de presiones y volúmenes de flujo:** Durante su transporte, será necesaria la medición y regulación del gas natural, a través de las EMRYC, con el fin de adaptarlas para su entrega. Asimismo, el funcionamiento del Gasoducto El Encino-Topolobampo será inspeccionado a través de tableros de control en donde se verificarán las condiciones de flujo, presión, etc. Lo anterior con el fin de mantener un control efectivo durante la operación del mismo. Las mediciones que se obtendrán de las EMRYC de gas natural en el punto de recepción y los puntos de entrega, a través de una computadora de flujo, un cromatógrafo de gases, equipo para la determinación de ácido sulfhídrico, humedad, etc., cumplirán con la normatividad y regulación aplicable.

Los parámetros considerados serán:

- Temperatura de rocío de hidrocarburos.
- Presión de entrega.
- Temperatura de entrega.
- Volumen corregido a las condiciones base a 20° 1 kg/cm<sup>2</sup>.
- Flujo de energía acumulado.
- Densidad compensada (densidad real).
- Composición del Gas que incluye:
  - CO<sub>2</sub> Dióxido de Carbono
  - N<sub>2</sub> Nitrógeno
  - C<sub>1</sub> Metano
  - C<sub>2</sub> Etano
  - C<sub>3</sub> Propano
  - iC<sub>4</sub> ISO Butano
  - nC<sub>4</sub> N Butano
  - iC<sub>5</sub> ISO Pentano
  - C<sub>6</sub> Hexano
  - Hidrocarburos pesados
- Poder calorífico superior (base seca).
- Poder calorífico interior base seca.
- Factor de compresibilidad.

- Presión Atmosférica.
- Relación carbono-hidrógeno (si aplica).
- Relación inertes-hidrocarburos (si aplica).

Las señales de medición antes mencionadas, estarán disponibles en la Estación de Entrega en Topolobampo a través de interfaces para que la CFE enlace la Estación con el cuarto de control de la central de manera redundante (principal y respaldo).

La toma de potenciales en el sistema de protección catódica, durante la etapa de operación y mantenimiento, se realizará para verificar que la corriente impresa que proporcionan las camas anódicas sea constante, durante todo el Gasoducto El Encino-Topolobampo y con esto se hará constar que no hay pérdida de voltaje por contacto tubo-tierra.

Las principales actividades de la puesta en servicio de las EMRyC incluyen:

- Verificación de la construcción, según el diagrama de tubería e instrumentos.
- Verificación de los enlaces de control de la estación.
- Verificación de los enlaces de la unidad.
- Puesta en servicio de las válvulas.
- Puesta en servicio del sistema y servicio de aire comprimido.
- Simulación del software de control de la unidad.
- Verificación de la simulación del paro de emergencia.
- Puesta en servicio del suministro eléctrico primario.
- Puesta en servicio del sistema de distribución de energía eléctrica principal.
- Puesta en servicio del centro de control de motores.
- Verificación de tableros de distribución y de circuitos derivados.
- Verificación del sistema de suministro de energía no interrumpible.
- Prueba del sistema de protección catódica.
- Verificaciones funcionales de los sistemas de medición, protección, seguridad y alarma.
- El vaciado de los sistemas de lubricación y sellado hidráulico, ajuste de los componentes de las bombas, limpieza de las mallas, calibración de los instrumentos, dispositivos de alivio y alarma, verificación de la alineación en caliente, lubricación y ajustes de los topes de las válvulas.

### **Mantenimiento del sistema de transporte de gas natural**

Basados en la filosofía de mantenimiento, TGNN desarrollará los aspectos fundamentales del programa de mantenimiento del proyecto, la frecuencia de las actividades de mantenimiento programadas para las Estaciones, el Gasoducto El Encino-Topolobampo y válvulas de seccionamiento están determinados de acuerdo a:

- Procedimientos operativos de TGNN (TOP's).
- Leyes, Normas Oficiales Mexicanas, Normas Internacionales tales como AGA, API, ASME (aplicables al proyecto) y las condiciones del contrato.
- Recomendaciones Técnico-Operativas de los resultados obtenidos, a través de la identificación y jerarquización de riesgos, así como la simulación de accidentes y la revisión de los planes, programas y procedimientos de emergencias con las que se contará.
- Manuales de Operación y Mantenimiento, los cuales se prepararán siguiendo todos los estándares y normas aplicables, y con base a la amplia experiencia derivada de las actividades de Operación y mantenimiento de la red de gasoductos de TGNN tanto en Norteamérica como a nivel internacional.

El programa de mantenimiento anual, incluye todas las actividades de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo, para llevar a cabo de manera segura y firme la Operación y mantenimiento; esto a su vez maximizará la seguridad de las personas.

**Programa de Mantenimiento Preventivo.** Los elementos operativos del proyecto tales como el Gasoducto El Encino-Topolobampo, válvulas y estaciones, se integrarán a un sistema de mantenimiento preventivo, con base al diseño de ingeniería y especificaciones dará seguimiento al desempeño del equipo indicando cuando se debe revisar y los parámetros que requieren cambio de partes o reemplazo de la unidad.

**Procedimientos Operativos del Sistema de Transporte de Gas Natural (TOP's).** Los TOP's serán preparados de conformidad con todas las leyes mexicanas aplicables, las NOM's, códigos y estándares como API, ANSI, y B31.8 de ASME. Los procedimientos estarán basados en métodos similares que han demostrado ser eficaces para la seguridad de la operación y mantenimiento de los otros sistemas del proyecto.

Este enfoque será una manera muy eficaz de asegurar el mantenimiento preventivo para minimizar los riesgos de paros no programados de operación y asegurar el cumplimiento de los requisitos de disponibilidad del sistema.

Los manuales y/o TOP's serán examinados anualmente (como mínimo) y actualizados con base en principios de ingeniería, experiencia, conocimiento del Gasoducto El Encino-Topolobampo, consideraciones del flujo de gas y condiciones de operación del STGN.

Los TOP's estarán enfocados a las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo para el Gasoducto El Encino-Topolobampo y sus instalaciones. Cada tema o asunto es establecido con detalle e incluye la siguiente información relacionada con el tema:

- Información general.
- Requerimientos de las regulaciones y códigos.
- Aspectos ambientales.
- Instrucciones técnicas detalladas y procedimientos para llevar a cabo las tareas de manera segura.
- Procedimientos para reportes internos y/o externos.

Cada procedimiento está diseñado considerando componentes de salud, seguridad y medioambiente para prevenir incidentes.

Los TOP's incluyen una variedad de instrucciones y procedimientos por implementarse para tener un funcionamiento seguro y eficiente del gasoducto, también proporcionarán instrucciones claras para mantenerlo y repararlo, así como a sus instalaciones asociadas. Estos procedimientos e instrucciones incluyen todos los procedimientos necesarios para las actividades de mantenimiento rutinario y no rutinario.

Los procedimientos cubrirán la valoración de los defectos del gasoducto y darán una idea general de los métodos aceptables de reparación. Además, se han desarrollado procedimientos para ocuparse de:

- Protección catódica.
- Señalización de las instalaciones.
- Tubería de emergencia e inventario de refacciones.
- Detección de fuga de gas.

**Inspección y mantenimiento de la Franja de Desarrollo.** Patrullaje del gasoducto: el patrullaje se realizará con la periodicidad indicada en la NOM-007-SECRE-2010 (Sección 11.8.1) para cada clase de localización que corresponda, para observar las condiciones del terreno sobre y adyacente a la franja de desarrollo o Derecho de Vía, cualquier indicación de fugas, actividad de construcción llevada a cabo por terceros, y otra actividad que pudiera afectar la integridad y operación del Gasoducto, y para tomar las acciones correctivas del caso, (Se prestará atención especial a:

- Actividades de construcción.
- Erosión.
- Actividades sísmicas.
- Cruces de cuerpos de agua.

Los criterios previstos en el programa de inspecciones terrestres son:

**Áreas Pobladas de Alta Actividad.-** Todas las instalaciones cercanas a centros urbanos, áreas comerciales, parques públicos, así como adyacentes a vías frecuentemente transitadas y cruces de ferrocarril se inspeccionarán conforme a los requerimientos de la clase de localización que corresponda según la normatividad aplicable.

**Estaciones de Medición, Recepción y Compresión.-** Se establecerán las inspecciones rutinarias conforme a los requerimientos específicos de cada ubicación, en cumplimiento con la normatividad aplicable.

**Sitios de Válvulas.-** Se realizará la inspección visual de los sitios de válvulas de seccionamiento observando los requerimientos de la normatividad aplicable y las condiciones específicas de cada sitio según los estudios de riesgo y experiencia operativa.

**Áreas Pobladas de Baja Densidad.-** Las zonas urbanas de baja densidad de población, tales como tierras no explotadas y tierras agrícolas o bosques pueden ser patrulladas conforme a los requerimientos de la clase de localización.

**Supervisión o celaje continuo.-** La línea del Gasoducto El Encino-Topolobampo requerirá de una inspección periódica de la tubería. El celaje se realizará al menos una vez al mes y los supervisores de campo recorrerán la línea verificando la integridad física, ruido, condición de la vegetación, cualquier olor fuera de lo normal, exceso de humedad y decoloración del suelo.

Estos factores físicos sirven para complementar las lecturas de los instrumentos en el cuarto de control y tomar medidas preventivas en futuros mantenimientos.

Se llevará una bitácora de campo donde se registran las observaciones durante el celaje, la frecuencia de inspección, registros fotográficos y anotaciones generales de la condición de la señalización sobre la franja de desarrollo o Derecho de Vía de la línea.

Detección de fugas.- La supervisión y control del funcionamiento que se llevarán a cabo en el Sistema de Transporte de Gas Natural serán realizadas por medio del Sistema SCADA (Obtención de datos, Control y Supervisión, por sus siglas en Inglés).

El sistema estará compuesto principalmente por la Unidad Terminal Maestra (UTM), la Unidad Terminal Maestra de Respaldo (Backup UTMR) y el Sistema de Comunicación. Este equipo será ubicado en las EMRyC.

El sistema de comunicación SCADA, proporcionará medios y equipo para llevar señales de voz y datos entre las EMRyC durante la operación y mantenimiento normal y en emergencias, del funcionamiento del STGN.

Una de las funciones del Sistema SCADA es la de detectar fugas y rupturas significativas. Tan pronto se detecte un evento de esta naturaleza, los operadores iniciarán los procedimientos de emergencia que se consideren necesarios; de tal forma que la posibilidad de fugas y derrames, y de daños que se pudieran ocasionar al ambiente, se vea reducida a una mínima expresión.

**Procedimientos de seguridad personal.**- Se tomarán todas las precauciones para garantizar la seguridad de los empleados. Se establecen TOP's y guías para cubrir una gran variedad de temas.

**Mantenimiento SCADA y sistema de comunicación.** El sistema SCADA y el equipo de comunicaciones tienen un papel crítico en las operaciones modernas de gasoductos, aunque estos sistemas están respaldados principalmente por subcontratistas calificados, es esencial que las instrucciones y los procedimientos estén disponibles para explicar las funciones previstas de los sistemas, y guiar a operadores y técnicos para llevar a cabo diagnósticos y reparaciones técnicas menores. Esto se incluye en los TOP's.

**Mantenimiento del sistema de medición de gas.**- El sistema de medición de gas será un sistema electrónico computarizado, el cual llevará a cabo los cálculos a partir de los datos de los medidores de flujo, presión, temperatura y cromatógrafo. Tendrán una unidad de sondeo central y una remota las cuales estarán directamente conectadas con el sistema SCADA. Los datos de medición de gas serán guardados electrónicamente, por facilidad de acceso y para futuras consultas.

Todo el equipo y los procedimientos de operación y mantenimiento cumplirán con la legislación y normatividad aplicable, así como con los acuerdos aplicables entre TGNN y CFE. Los técnicos calificados llevarán a cabo todas las inspecciones regulares y las calibraciones de los cromatógrafos, los cálculos de flujo, transmisores, y reguladores durante el mantenimiento general del sitio cada mes. Los medidores de flujo serán enviados a un servicio de calibración certificado con regularidad programada.

**Mantenimiento a señalización.-** Se realizará el mantenimiento a la señalización colocada en ambos lados del DDV, en cada cruce de una carretera, y camino público. La señalización adecuada de las instalaciones del STGN permitirá reducir la posibilidad de daños por parte de terceros. Toda la señalización cumplirá con la normatividad mexicana aplicable.

**Control de la vegetación.-** Se redactarán procedimientos con el fin de controlar la vegetación a lo largo de la franja de desarrollo o Derecho de Vía y alrededor de las instalaciones construidas en la superficie, con el fin de que éstas puedan distinguirse claramente y también con el propósito de mantenerlas libres de obstáculos para permitir el acceso fácil de las cuadrillas de mantenimiento.

**Sistema de protección catódica.** - El mantenimiento de este sistema, se realizará verificando que el equipo instalado en la caseta para el rectificador se encuentre en buen estado de funcionamiento, que al hacer la toma de potenciales dichas lecturas sean las adecuadas.

**Monitoreo del control de la corrosión.-** Se realizarán regularmente inspecciones, utilizando las más modernas técnicas, para verificar que el sistema de transporte cumpla con los requisitos necesarios para que sean compatibles con el sistema de protección catódica que se ha seleccionado.

Se redactarán instrucciones detalladas con el fin de garantizar un adecuado funcionamiento del sistema de corriente impresa, la adecuada maniobra del sistema de ánodos de sacrificio, de dispositivos tales como el alternador de corriente inversa, los diodos y los enlaces de interferencia. Cualquier falta en estos dispositivos afectaría negativamente los sistemas de protección de la estructura y la efectividad de elementos tales como aislamientos y enlaces de continuidad.

**Límites de tolerancia para el control de la corrosión.** - El material con el que se construirá el Gasoducto El Encino-Topolobampo estará de acuerdo a las características del fluido a manejar (gas natural licuado) y a sus condiciones de operación. De acuerdo con el código ASME B31.8 sección 841, el límite de

tolerancia de la corrosión, es aquel a partir del cual no ocurre una fractura en la tubería del Gasoducto El Encino-Topolobampo como resultado del debilitamiento de una pared debido a corrosión. El espesor mínimo de la pared se calcula utilizando tolerancias mínimas que varían de acuerdo a la clase de localización del mismo.

Como resultado de lo anterior, los límites de tolerancia para la corrosión varían de acuerdo a la clase de localización. Asimismo, a través de las inspecciones regulares de la protección catódica, se puede identificar y corregir problemas de corrosión.

Para lograr un control efectivo de corrosión externa se utilizarán dos elementos esenciales: el primero consiste en asegurar que la tubería del gasoducto y todos sus componentes tengan un adecuado recubrimiento que los proteja del efecto provocado por la corrosión de elementos externos, como el suelo y la humedad; el segundo consistirá en instalar un sistema externo de protección catódica, que lo proteja de posibles defectos que podrían quedar vulnerables a la corrosión por efecto del medio, durante su vida útil.

### **Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

#### **Abandono del sitio**

No se contempla la etapa de abandono del sitio, puesto que la vida útil del proyecto está calculada en 30 años, previo a la vida útil calculada, se hará la verificación de la integridad del gasoducto para solicitar ampliación de la operación o si se determinará que es necesario abandonar, por lo tanto se realizarán los requerimientos legales aplicables. Considerando que las actividades de mantenimiento, mismas que se realizarán de manera eficiente y efectiva se prolongará el uso en óptimas condiciones de la infraestructura en operación.

#### **2.4.7. Descripción de la infraestructura asociada**

La infraestructura asociada al sistema de transporte consiste en dos Estaciones de Compresión (CS-1, con ubicación cerca del área denominada El Encino y una segunda estación de compresión (CS-2 con ubicación cercana del área denominada El Oro), asimismo requerirá de la instalación de una estación de recepción y medición (cerca de Topolobampo), además de dos estaciones de entrega y medición dentro de las estaciones de compresión CS-1 y CS-2. También se contará con 19 válvulas de seccionamiento (MLV) y 3 estaciones de trampa de

diablos, una estará ubicada dentro de la estación de compresión CS-1, otra en la estación de compresión CS-2 y la tercera dentro de la estación de recepción y medición, en el **anexo 1** se muestra un plano de la ubicación geográfica del proyecto el cual incluye con la ubicación de las estaciones y válvulas de seccionamiento.

### **Estación de Recepción, Medición y Compresión El Encino**

El gas que será recibido en la estación de recepción, medición y compresión del El Encino será suministrado por el gasoducto del Corredor Chihuahua denominado "San Isidro – El Encino" (el cual no forma parte del proyecto).

El gas entrará en el separador de medición con el fin de retirar las partículas de líquido antes de ser enviado a la estación de medición bidireccional. En la estación de medición se controlará la cantidad y calidad de gas que entrará en el sistema para lo cual se medirá la presión, temperatura, composición del contenido de agua y el contenido de H<sub>2</sub>S del gas. Después de la estación de medición el gas será enviado a la torre de limpieza de succión, para eliminar las partículas de líquido antes de la compresión del gas.

La estación de compresión tendrá un arreglo 3 + 1, es decir tres (3) compresores estarán en operación y un compresor más como revelo en caso de emergencia o que alguno se encuentra en mantenimiento

Cada paquete de turbocompresores contará con una carcasa acústica diseñada para reducir al máximo las emisiones de ruido. Se estima que las turbinas de gas Solar genera un nivel de ruido de 85 dB(A) a 1 m (3 pies) distancia de la carcasa acústica y a 1.5 m (4 pies) medidos por encima de la parte inferior del patín.

Será necesario bajar la temperatura del gas que será comprimido por medio de un enfriador de aire antes de ser enviado a la estación El-Oro. La estación contará con una trampa de envío/recepción de diablos con el fin de realizar la operación de limpieza de tuberías con un diablo instrumentado.

El condensado/agua, será retirada a la entrada del separador de medición y en el separador de succión del compresor para posteriormente enviarlo al separador de condensados y finalmente ser recolectados en el depósito de condensados.

### **Estación de recibo y medición El Encino**

El gas que proviene del gasoducto "San Isidro-El Encino" es enviado a la estación de recepción - medición El Encino a través de una tubería de 30 pulgadas. El diseño de la estación de recepción y medición El Encino permitirá manejar un flujo de 525 MMSCFD a una presión de entrada de 650 psi.

En la entrada de la estación de medición contará con un separador de entrada al patín de medición (HG-MS-F501) que permitirá eliminar las partículas de líquido. El separador será vertical de tipo T, con entrada de gas y boquillas de salida a la misma altura. El separador contará con una línea de bypass con el fin de evitar el cierre de la estación durante su mantenimiento.

El líquido que resulte del proceso de separación será recolectado en la parte inferior del recipiente y se enviará abriendo manualmente una válvula de globo al separador de condensado. El separador de condensado (HC-MC-F101) será un separador vertical - ciclón el cual funcionará ligeramente superior a la presión atmosférica. El gas liberado por el condensado será enviado a la atmósfera desde la parte superior del separador, el líquido será descargado por gravedad en el depósito de condensado (HG-MTK-F101). El depósito de condensado de doble pared tendrá una capacidad de 5 m<sup>3</sup> operando a la presión atmosférica. El depósito de condensado tendrá una conexión para drenar los condensados a un autotank.

Posteriormente el gas pasará al patín de medición/recepción (HG-MRS-F501), integrada por tres (3) medidores ultrasónicos tipo ciclón (dos (2) en funcionamiento y uno (1) de relevo). La estación de medición estará equipada con medidores de temperatura, presión, humedad, analizadores de H<sub>2</sub>S y un cromatógrafo de gas.

### **Estación de Compresión El Encino.**

El gas entrará en el separador de succión del compresor (HG-MS-F102) para eliminar las partículas de líquido antes de la compresión. El

separador será un tubo remolino ciclónico horizontal. El separador de succión será horizontal y tendrá dos cargadores para recolectar el líquido. El líquido pasará por el sistema de control de nivel de líquido para posteriormente ser enviado al separador de condensados (HC-MC-F101). El separador contará con una línea de derivación, con el fin de evitar el cierre de la estación durante el mantenimiento.

Del separador de succión el gas entrará en el colector de aspiración del compresor y será enviado a los cabezales de succión de los compresores (HG-MKC-F101/02/03/04).

La estación de compresión tendrá un arreglo 3 + 1, es decir tres (3) compresores estarán en operación y un compresor más como relevo en caso de emergencia o que alguno se encuentra en mantenimiento. Se contará con dos (2) compresores tipo Solar Mars 100 y dos (2) tipo Solar Taurus 70, todos impulsados por turbinas de gas. Cada paquete de compresores contará con una carcasa acústica diseñada para reducir al máximo las emisiones de ruido. Se estima que las turbinas de gas Solar genera un nivel de ruido de 85 dB(A) a 1 m (3 pies) distancia de la carcasa acústica y a 1.5 m (4 pies) medidos por encima de la parte inferior del patín.

La velocidad de la turbina se controlará mediante la Unidad de Panel de Control (UPC) del compresor. La UPC controlará la velocidad utilizando el transmisor de presión en la aspiración y en la tubería de descarga del compresor.

Cada compresor estará protegido por un sistema anti-surge, compuesto por una línea anti-surge que descarga el gas de nuevo a la entrada del compresor a través de la válvula anti-surge. El gas comprimido fluirá al colector de descarga del compresor, posteriormente, entrará en el aroenfriador (HG-MCC-F101) para reducir la temperatura. Las dos (2) bahías más uno (1) de relevo enfriarán el aire para alcanzar una temperatura de salida del gas de 60 ° C. La estación contará con una válvula de recirculación situada aguas abajo del enfriador de aire de tal manera que permita reciclar el gas desde el enfriador a la entrada del separador de succión del compresor.

La válvula de reciclaje se utilizará en caso de que la velocidad de flujo en la estación El Oro sea menor que la velocidad de flujo mínima del compresor, en este caso específico, será necesario reciclar los gases aguas abajo del enfriador de aire para evitar un problema de aumento en la temperatura. Después del enfriador el gas se mandará al ducto principal de 30" de diámetro del tramo (El Encino-El Oro).

La estación contará con una trampa de diablitos envío/recepción para la limpieza de la tubería (GP-MS-C-F101).

### **Estación de Entrega, Medición y Compresión El Oro.**

La estación de entrega, medición y compresión El Oro recibirá el gas procedente del gasoducto de 30" El Encino - El Oro. El gas entrará en la estación por medio de cabezales de succión del compresor conectados por una válvula abierta. De los cabezales de succión, el gas se enviará al área de compresión la cual contará con un arreglo 2 + 1, es decir dos (2) compresores estarán en operación y otro en relevo. Los compresores serán Solar Centaur 50.

Cada compresor estará protegido por un separador de succión del compresor que permitirá eliminar partículas de líquido antes de la compresión. Cada paquete de compresores contará con una carcasa acústica diseñada para reducir al máximo las emisiones de ruido. Se estima que las turbinas de gas Solar genera un nivel de ruido de 85 dB(A) a 1 m (3 pies) distancia de la carcasa acústica y a 1.5 m (4 pies) medidos por encima de la parte inferior del patín.

Cada compresor estará protegido por un sistema de protección de sobrepresión anti-surge, compuesto por una línea anti-surge que descarga el gas de nuevo a la entrada del compresor a través de la válvula anti-surge. Un cabezal de descarga estará previsto para enviar el gas a Mazatlán (infraestructura futura y existente en Mazatlán que no forman parte del alcance del presente proyecto) y otro para enviar el gas a Topolobampo.

El gas suministrado al cabezal de descarga en Mazatlán (infraestructura futura y existente en Mazatlán que no forma parte del alcance del presente proyecto) será enfriado mediante un aerofriador. Después del enfriamiento, el gas entrará en un separador de medición tanto para eliminar las partículas de líquido, como para medir la tasa de flujo. Al final el gas se entregará en la tubería El Oro – Mazatlán (infraestructura futura que no forma parte del alcance del presente proyecto)

El gas comprimido fluirá al colector de descarga del compresor, posteriormente, entrará en el aerofriador (HG-MCC-F201) para reducir la temperatura. Las dos (2) bahías más una (1) de relevo enfriarán el aire

para alcanzar una temperatura de salida del gas de 60 ° C. La estación contará con una válvula de recirculación situada aguas abajo del enfriador de aire de tal manera que permita reciclar el gas desde el enfriador a la entrada del separador de succión del compresor.

La estación contará con una trampa de diablillos recepción/envío para la limpieza de la tubería (GP-MS-C-F201). El condensado/agua, será separado en el separador de succión del compresor y en la entrada del separador de medición para enviarlo al separador de condensados y recolectarlo en el depósito de condensados.

### **Estación de compresión El Oro.**

El gas proveniente de la estación de compresión El Encino se enviará mediante el gasoducto de 30 pulgadas. El separador de succión del compresor eliminará las partículas de líquido antes de enviar el gas al compresor.

El separador de condensado (HC-MC-F201) es un separador de ciclón el cual funciona ligeramente superior a la presión atmosférica. El gas liberado por el condensado será enviado a la atmósfera desde la parte superior del separador, el líquido será descargado por gravedad en el depósito de condensado (HC-MTK-F201). El depósito de condensado de doble pared tendrá una capacidad de 5 m<sup>3</sup> operando a la presión atmosférica. El depósito de condensado tendrá una conexión para drenar los condensados a un autotank.

Del separador de succión el gas entrará en el colector de aspiración del compresor y será enviado a los compresores (HG-MKC-F201/02/03).

La estación contará con un arreglo 2 + 1, es decir dos (2) compresores estarán en operación y otro en relevo. Los compresores serán Solar Centaur 50, todos impulsados por turbinas de gas. Cada paquete de compresores contará con una carcasa acústica diseñada para reducir al máximo las emisiones de ruido. Se estima que las turbinas de gas Solar genera un nivel de ruido de 85 dB(A) a 1 m (3 pies) distancia de la carcasa acústica y a 1.5 m (4 pies) medidos por encima de la parte inferior del patín.

La velocidad de la turbina se controla mediante la Unidad de Panel de Control (UPC) del compresor. La UPC controla la velocidad mediante el

transmisor de presión en la aspiración y en la tubería de descarga del compresor.

Cada compresor estará protegido por un sistema anti-surge, compuesto por una línea anti-surge que descarga el gas de nuevo a la entrada del compresor a través de la válvula anti-surge.

Los compresores trabajaran en paralelo, un compresor se dedicará a enviar el gas a Mazatlán (infraestructura futura que no forma parte del alcance del proyecto) y un compresor se dedicará a enviar el gas a la estación de Topolobampo. Se contará con dos diferentes cabezales para cada uno de los compresores. Ambos cabezales estarán conectados por una válvula.

El gas comprimido a Mazatlán (infraestructura futura que no forma parte del alcance del proyecto), desde el cabezal de descarga del compresor, entrará en el aeroenfriador (HG-MMC-F201) para reducir la temperatura. El aeroenfriador estará diseñado para alcanzar la temperatura de salida del gas de 60 ° C. El aeroenfriador tendrá 2 bahías más uno de relevo.

Aguas abajo del aeroenfriador se instalará una válvula de reciclaje que permita para recircular el gas desde el refrigerador hasta aguas arriba de la torre de limpieza de succión del compresor. La válvula de reciclaje se utilizará en caso de que la velocidad de flujo a la infraestructura futura en Mazatlán (la cual no forma parte del alcance del proyecto) sea menor que la velocidad de flujo mínima del compresor, será necesario recircular los gases aguas abajo del enfriador para evitar el problema de una alta temperatura. Desde la válvula de recirculación será posible enviar el gas a ambos cabezales de succión del compresor por medio de la válvula. De esta manera será posible aislar el cabezal que no se encuentre en uso. Después de que el gas pase por el aeroenfriador se entregará a la estación de entrega y medición El Oro.

El gas comprimido fluirá al colector de descarga del compresor, posteriormente, entra en el aeroenfriador (HG-MCC-F201) para reducir la temperatura. Las dos (2) bahías más uno (1) de relevo enfriarán el aire para alcanzar una temperatura de salida del gas de 60 ° C. La estación contará con una válvula de recirculación situada aguas abajo del aeroenfriador de tal manera que permita reciclar el gas desde el aeroenfriador a la entrada del separador de succión del compresor.

**Estación de entrega y medición El Oro.**

La estación de entrega y medición, estará diseñada para un flujo de gas de 202 MMpcsd. Del aeroenfriador (HS-MCC-F201) se enviará al entrada del separador de medición (HG-MS-F404) para eliminar las partículas de líquido. El separador será un separador vertical de tipo T, con entrada de gas y boquillas de salida a la misma altura. Una línea de derivación del separador evitará interrumpir la estación durante el mantenimiento. El líquido recolectado en la parte inferior del recipiente se dirigirá manualmente por una válvula de globo para el separador de condensado (HC-MC-F201).

Agua abajo del separador de medición (HG-MS-F401) el gas de proceso pasará a la Estación de Medición (HG-MRS-F401), integrada por tres (3) medidores ultrasónicos de tipo ciclón (dos (2) de funcionamiento, uno (1) de relevo).

La estación de medición estará equipada con medidores de temperatura, presión, humedad, analizadores de H<sub>2</sub>S y un cromatógrafo de gas.

Después de la medición del gas este se enviará a Mazatlán a través de una futura tubería de 24 pulgadas (la cual no forma parte del presente proyecto).

Adicionalmente la estación también contará con una trampa de envío (GP-MS-F202).

**Estación de entrega y medición Topolobampo.**

La estación de entrega y medición Topolobampo estará diseñada para un flujo de 80 MMpcsd, la estación medirá el gas enviado a la Central Termoeléctrica Topolobampo I. El gas proveniente del gasoducto de 30" en su tramo "El Oro-Topolobampo" manejará una presión de salida de 508 psi, dicho gas será enviado al separador de medición (HG-MS-F301) para eliminar las partículas de líquido. El separador será un separador vertical de tipo T, con entrada de gas y boquillas de salida a la misma altura. Una línea de bypass evitará interrumpir la entrega a la Central Termoeléctrica Topolobampo I durante el mantenimiento de la estación. El líquido recogido en la parte inferior del recipiente se enviará manualmente por una válvula de globo al separador de condensado (HC-MC-F301).

El separador de condensado (HC-MC-F301) será un separador vertical - ciclón funcionado con una presión ligeramente superior a la atmosférica. De la separación el gas es liberado a la atmósfera desde la parte superior del separador y el líquido será descargado por gravedad en el depósito de condensados (HC-MTK-F301). El depósito de condensado de doble pared tendrá una capacidad de 5 m<sup>3</sup> operando a la presión atmosférica. El depósito de condensado tendrá una conexión para drenar los condensados a un autotanque.

Aguas abajo del separador de entrada al patín de medición (HG-MS-F301), el gas pasará al patín de medición (HG-MRS-F301), integrada por tres (3) medidores ultrasónicos de tipo ciclón (dos (2) de funcionamiento, uno (1) de relevo). La estación de medición estará equipada con medidores la temperatura, presión, humedad, analizadores de H<sub>2</sub>S y un cromatógrafo de gas.

Adicionalmente la estación también contará con una trampa de recepción (GP-MS-C-F301).

#### **Trampas de diablo de envío y recibo de limpieza e instrumentados.**

Las trampas de diablos tendrán especificaciones compatibles con los requisitos del gasoducto y se basarán en ASME Sec. VIII Div. 1 y tendrán como objetivo seccionar el ducto para permitir la limpieza y remoción de condensados a lo largo del ducto y permitir la inspección interna periódica de la tubería para monitorear si existiese corrosión interna y tomar a tiempo medidas preventivas o correctivas.

El diámetro interior de los barriles de trampas se dimensionará a un tamaño mayor que el diámetro del gasoducto al que serán fijados, facilitando la entrada y la salida de herramientas de inspección y de limpieza.

La longitud de los barriles de diablos será suficiente para aceptar la herramienta de inspección más larga que exista en el mercado para el diámetro particular del ducto. Se instalarán manómetros e indicadores no intrusivos de paso de diablos para la inspección y limpieza en todos los lanzadores y receptores.

Los cierres en los extremos de los cilindros de las trampas de diablos serán con bisagra y del tipo de apertura rápida de acuerdo con la API 6H "Especificación de Cierres, Conectores y Giros" vigente. Las trampas de

diablos contarán con todos los elementos necesarios para la adecuada introducción del diablo en las cubetas de lanzamiento o recepción.

### **Válvulas.**

Para el diseño del Sistema de Transporte de Gas Natural se tomará como referencia las especificaciones de la NOM-007-SECRE-2010.

El gasoducto contará con los siguientes tipos de válvulas:

**Válvulas de seccionamiento:** permitirán el aislamiento de diversos tramos del gasoducto con el objetivo de minimizar el impacto al ambiente y brindar seguridad en caso de rupturas de la tubería y de venteos o fugas. Las válvulas de seccionamiento (**Anexo 1**) se colocarán a lo largo de la trayectoria del gasoducto.

Serán ubicadas en sitios seguros cercados con fácil acceso, drenaje, y en terrenos estables.

De acuerdo a la NOM-007-SECRE-2010 el ducto debe contar con válvulas de seccionamiento a lo largo de su trayectoria, instalándose como a continuación se menciona pero sin exceder la distancia marcada de acuerdo con su clase de localización:

Cualquier punto de un ducto ubicado en una localización clase 1 debe estar a 16 (dieciséis) kilómetros de una válvula como máximo;

- a. Cualquier punto de un ducto ubicado en una localización clase 2 debe estar a 12 (doce) kilómetros de una válvula como máximo;
- b. Cualquier punto en un ducto ubicado en una localización clase 3 debe estar a 8 (ocho) kilómetros de una válvula como máximo,
- c. Cualquier punto en un ducto ubicado en una localización clase 4 debe estar a 4 (cuatro) kilómetros de una válvula como máximo.

Los predios de las válvulas de seccionamiento serán nivelados con la finalidad de evitar posibles inundaciones. Se tomarán las acciones necesarias para situar las válvulas en suelos estables y secos. Serán enterradas de tipo bola apertura total para permitir el paso de herramientas de inspección en línea, incluyendo diablos instrumentados.

Los montajes de tuberías de estaciones de válvula de seccionamiento críticas estarán equipados con conexiones para instrumentos que permitan la instalación de manómetros y otros instrumentos para el

control confiable y seguro de la válvula. Las conexiones para instrumentos contarán con equipos que puedan conectarse o desconectarse, sin despresurizar el ducto. Las válvulas de seccionamiento tendrán las siguientes características:

- Especificación: API 6D vigente.
- Clase de presión: Instituto Nacional Americano de Estándares (American National Standards Institute, ANSI) Clase 600.
  - Doble seccionamiento y purga.
  - Puertos para inyección de grasa de sello.
  - Equipados con operadores de válvula que utilicen gas de alta presión con bomba hidráulica para operación automática (válvulas operadas remotamente).

**Válvulas aisladoras.-** Se instalarán conjuntos en cada estación, diseñados para permitir el venteo alrededor de la válvula aisladora y para permitir el venteo de la tubería en ambos lados de la válvula. Asimismo, se proveerán conexiones para instrumentos y para transmisores de presión y temperatura. La disposición de la tubería se realizará de tal manera que permita el venteo por un tubo vertical de ventilación.

**Válvulas de alivio de presión:** las estaciones contarán con válvulas de alivio de presión, instaladas y dimensionadas para manejar el flujo de diseño. En cada estación se instalará una válvula aisladora que permita el mantenimiento de la válvula de alivio. Esta válvula contará con un candado de seguridad y estará fijada en posición abierta durante la etapa de operación.

#### **2.4.8. Identificación de la maquinaria necesaria para la construcción y operación del gasoducto.**

La maquinaria que se usa para las diferentes etapas de preparación del sitio y construcción se señalan en la tabla 11.

**Tabla 11. Maquinaria y equipo requeridos para la etapa de construcción**

<b>Maquinaria/Equipo</b>	<b>Etapas</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Tipo de combustible</b>
Cargadores frontales	Preparación del sitio y construcción	9	Diésel
Retroexcavadora	Preparación del sitio y construcción	69	Diésel
Camiones de volteo	Preparación del sitio y construcción	27	Diésel
Tractores de remolque	Preparación del sitio y construcción	8	Diésel
Tractores bulldozer	Preparación del sitio y construcción	64	Diésel
Camiones para transporte de personal	Preparación del sitio y construcción	57	Gasolina
Camionetas pick up	Preparación del sitio y construcción	134	Gasolina
Maquinas soldadoras	Construcción	72	--
Tractor pluma para tendido de tubo	Construcción	44	Diésel
Máquina de doblado	Construcción	4	--
Camiones de plataforma	Construcción	10	Diésel
Tráiler para transporte de tubería	Construcción	20	Diésel
Grúas	Construcción	9	Diésel

### 3. Manejo ambiental y administración de riesgo

#### 3.1. Programa de Manejo Ambiental

El Programa de Manejo Ambiental tiene por objeto la asunción, por parte de los promotores del proyecto, de un conjunto de medidas que sean beneficiosas para el medio natural. En este documento se establece un sistema que trata de garantizar el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras contenidas propuestas para el proyecto "Gasoducto "El Encino – Topolobampo". Además, la aplicación del sistema de seguimiento y control propuesto deberá servir para aportar una información detallada y exhaustiva del cumplimiento de las medidas propuestas en

cada uno de los programas y del efecto real y la eficacia que resulta de la aplicación de estas medidas. Esta información permitirá, asimismo, observar la necesidad o la conveniencia de aplicar nuevas medidas que eviten que se generen impactos no previstos o se corrijan las posibles afecciones no consideradas. La información que se generará a consecuencia de la aplicación del Programa de Manejo Ambiental deberá ser convenientemente transmitida a la autoridad, conforme a los lineamientos y condicionantes de la aprobación del proyecto, en el anexo 6 se puede consultar el documento Programa de Manejo Ambiental (PMA).

Este Programa de Manejo Ambiental servirá para verificar la correcta aplicación de las medidas de mejora ambiental definidas así como detectar si se generan otros impactos ambientales significativos diferentes a los previstos. Por lo tanto, el Programa de Manejo Ambiental está encaminado a detectar las desviaciones, bien de los efectos previstos o bien de las medidas correctoras indicadas en la MIA, ya que muchos de los efectos se estiman de manera predictiva.

### **3.2. Administración de riesgos**

La instalación del ducto para el transporte de gas natural, conlleva riesgos inherentes a la operación del mismo, bajo el contexto de la sustancia que se pretende transportar, la cual por sus propiedades físico químicas, pudiese generar afectaciones a lo largo de la trayectoria del mismo, no obstante, se deben considerar todas aquellas medidas que pretendan el dar un manejo adecuado y seguro del gas natural, si bien no se puede eliminar el riesgo a un punto de asegurar que nunca se presentaría una fuga, también es cierto que el empleo de diversos sistemas y protecciones, permiten reducir la posibilidad de que se presente un evento no deseado, dando una mayor confiabilidad dentro de la operación del sistema de transporte.

Existen algunos asentamientos humanos cercanos a la trayectoria del proyecto y vegetación que pudiese verse afectada en caso de la ocurrencia de uno de los eventos identificados a través del análisis de riesgo, asimismo, fueron señaladas las medidas tendientes a reducir la posibilidad de que se presente un evento.

Existen diversos criterios propuestos por diferentes autores, que pueden encontrarse en la literatura especializada. Muchos siguen la tendencia de establecer el máximo riesgo de muerte a que puede ser expuesto un individuo. Uno de los más aceptados actualmente es el siguiente: el riesgo originado por la presencia de una instalación debe ser lo suficientemente bajo como para no incrementar significativamente el riesgo preexistente. Ha sido propuesto el valor de  $10^{-7}$  muertes persona<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>, éste es el riesgo de muerte por mordedura de serpiente venenosa o por la acción de un rayo (estos datos varían ligeramente, en función del tipo de sociedad, de los hábitos, etc.; no

obstante, en los países europeos los valores son, en general, similares). También se ha propuesto aunque cuenta con menor aceptación el valor de  $10^{-7}$  muertes persona<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>. A título meramente anecdótico, el siguiente listado muestra distintas actividades con un riesgo individual de  $10^{-6}$  (esta información es una extrapolación de datos estadísticos, y como tal, poco significativa).

1. Fumar 1,5 cigarrillos.
2. Trabajar 1 h en una mina de carbón.
3. Vivir 2 días en Nueva York.
4. Volar 1500 km.
5. 6 min de piragüismo en aguas turbulentas.

Se debe señalar que la probabilidad de ocurrencia de una fuga a través de un orificio de 1 pulgada de diámetro y su consecuente ignición (jetfire), tal como se indicó dentro del capítulo I del presente estudio, será alrededor de  $1.599 \times 10^{-10}$ , por lo que si consideramos lo indicado anteriormente, la instalación del ducto se supondría como un riesgo tolerable.

En el estudio de riesgo se incluyen los radios de afectación para los eventos de jetfire en el ducto por una fuga a través de un orificio de 1 in de diámetro, así como los efectos esperados en las estaciones.

Se debe señalar que al momento de realizar el análisis de riesgo, dentro de medidas más relevantes fue la modificación de la trayectoria del ducto para reducir al máximo las afectaciones que pudiesen presentarse, buscando dar un trazo que no cruzara por centros poblacionales, evitando asentamientos públicos como iglesias, escuelas, centros de reunión masivos, con la intención de evitar la afectación de densidades de población altas, dando como resultado el diseño de la trayectoria que se pone a consideración de la autoridad ambiental. Asimismo, se consideró la implantación de sistemas de monitoreo del ducto como el SCADA, procedimientos de mantenimiento adecuados y constantes para identificar de manera previa el desgaste de la tubería, así como una serie de medidas como la protección anticorrosiva, protección catódica, mayor espesor en el ducto en zonas sensibles, protección superficial del ducto donde se ubiquen asentamientos humanos para evitar que se escarbe en el sitio y por ende se golpee el ducto accidentalmente, con la intención de reducir en lo posible la afectación del ducto y por ende el evitar que se presente alguno de los eventos de riesgo identificados.

Por todo lo anterior, se considera que el proyecto contempla medidas para reducir la posibilidad de que se presenten fugas en sus instalaciones y por ende la posible afectación de asentamientos humanos y/o vegetación y fauna presente a lo largo de la trayectoria del ducto, por lo que el presente análisis considera que la autoridad ambiental determine la viabilidad del proyecto considerando cada una de las medidas tendientes a reducir la probabilidad de ocurrencia de un efecto no deseado, lo cual no

debe ser determinado como un efecto directo, ya que el riesgo está basado en probabilidades de ocurrencia, la cual se puede reducir si se emplean medidas preventivas, como las consideradas en el presente proyecto, para evitar efectos negativos al medio ambiente y a la salud humana.

Finalmente, con base en los resultados obtenidos es factible aseverar que el proyecto no pondrá en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el Sistema Ambiental Regional y dentro del área de influencia.

En este orden de ideas, se analizó y concluyó que:

1. Con base en la conclusión de los componentes biológicos que caracterizan el área del proyecto, se puede afirmar que la ejecución de las obras y actividades que contempla el proyecto, así como escenarios analizados no representan un factor de cambio relevante debido a que las características del ecosistema ya han sido modificadas radicalmente con anterioridad.
2. Se considera que no se modificarán los procesos naturales de propagación, reproducción ni distribución de las especies de flora y fauna silvestre.

Con base en el contexto de la jerarquización y caracterización de los posibles efectos o impactos analizados, las presentes conclusiones se derivan de demostrar con base en los criterios de significancia descritos en este capítulo, la evaluación de impactos cumplió con el doble enfoque solicitado en la LGEEPA y su Reglamento en la materia, respecto a:

- Calificar el efecto de los impactos sobre los ecosistemas, en cuanto a la relevancia de las posibles afectaciones a la integridad funcional de los mismos (Artículo 44, fracción II del REIA).
- Desarrollar esta calificación en el contexto de un Sistema Ambiental Regional, de forma tal que la evaluación se refiere al sistema y no solo al predio objeto del aprovechamiento.
- En el contexto de impacto relevante o significativo establecido en el propio Reglamento en la materia, la extensión de los mismos es no significativa. Con esto se garantiza su continuidad de los ecosistemas dentro del Sistema Ambiental Regional y del Área de Influencia.
- El enfoque de las modificaciones al proyecto concibe mantener la integridad de los ecosistemas presentes en el Sistema Ambiental Regional y en el Área de Influencia, es decir la composición de hábitats que existen, la diversidad de especies y consecuentemente su capacidad de funcional como un sistema integrado, reduciendo y evitando impactos que eliminen hábitats y/o especies o que desarticulen su estructura, preservando las condiciones que permitan la movilidad y la viabilidad de las especies.

- Entendiendo la capacidad de carga de un ecosistema, como la capacidad que tiene para ser utilizado o manejado, sin que esto comprometa su estructura y funcionamiento básicos, se puede afirmar que el diseño de las modificaciones propuestas para el proyecto asegura estas dos condiciones.
- En términos de definición establecida por la fracción IX del artículo 3° del REIA de y en relación del análisis realizado con relación a la magnitud podemos manifestar que no se provocarían alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, quedando por ello fuera de los supuestos establecidos en el artículo 35 fracción III de la LGEEPA.

Las conclusiones del presente permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, no serán afectadas de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio Sistema Ambiental Regional y, de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) sin que ello represente efectos negativos a poblaciones.

Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad, demuestra que la modificación del proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA.

Adicionalmente, las medidas pueden prevenir, controlar y contener, según sea el caso, los posibles efectos o impactos ambientales identificados en cada uno de los escenarios garantizando que no se tendrían afectaciones significativas al ambiente y que no se tendrían daños a la salud.

Como resultado de las anteriores conclusiones, es factible aseverar que el proyecto no generará:

1. Desequilibrios ecológicos.
2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.
4. Alteración de la capacidad de carga del ecosistema.
5. Alteración de la integridad funcional del ecosistema.

Finalmente, resulta relevante indicar que las medidas propuestas garantizan el prevenir, controlar y contener un posible incidente relacionado con los escenarios analizados y también tienen como objetivo evitar que se genere una cadena de eventos que lleven a un escenario catastrófico, en el anexo 7 se incluye el informe técnico respectivo.

## **Medidas de seguridad y preventivas en materia de riesgo ambiental**

### **Recomendaciones técnico – operativas**

Las recomendaciones técnicas-operativas resultantes de la aplicación de la metodología para identificar los riesgos son las siguientes:

- Contar con procedimientos de paro de emergencia.
- Supervisar la Instrumentación y control de equipos.
- Formación de Brigadas de Prevención y Combate de Incendios, Derrames, Primeros Auxilios y Evacuación.
- Contar con programas de capacitación anuales para Brigadas y para personal operativo.
- Elaborar y aplicar los Planes de Emergencia Internos.
- Elaborar los programas y procedimientos para simulacros 2 veces al año.
- Elaborar el Programa de Prevención de Accidentes (PPA).
- Elaborar el Plan de Protección Civil y de Ayuda Mutua (con los municipios cercanos a las instalaciones y por los cuales cruza el Gasoducto, así como con PEMEX y CFE principalmente).
- Instalar equipo fijo de combate de incendios instalado en el área de medición.
- Formación de equipos de alerta y alarma.
- Contar con equipos móviles de combate de incendios.
- Contar con equipos portátiles de combate de incendios

### **Sistemas de seguridad.**

#### **Plan de Emergencia (nivel interno y externo).**

El criterio que se empleará ante la eventualidad de una incidencia, será ejecutar el plan de preparación y respuesta a emergencias a nivel externo, teniendo identificadas claramente las dependencias, organizaciones o autoridades (empresas con convenios de ayuda mutua Protección civil, Bomberos, Cruz Roja, PEMEX, Policía, etc.), a las cuales se deberá solicitar el apoyo de manera inmediata.

- *Responsabilidad operativa.*

El Gerente de Operaciones es el responsable finalmente de garantizar que todos los planes de respuesta ante emergencias se encuentren disponibles.

- *Centro de Control de Gas*

El Centro de Control de Gas es el punto central de comunicación entre el Centro de Operaciones de Emergencias (COE) del Sistema de Transporte de Gas Natural (STGN), y el sitio de Emergencia. Todas las llamadas de emergencia que entren al Centro de Control de Gas se registrarán en un formato inicial de llamadas de información.

El Centro de Control de Gas se pondrá en contacto con un técnico que esté en turno y asumirá el rol de la Primera persona que responde al desplazarse en sitio para verificar el evento de emergencia.

El Centro de Control de Gas responde a todas las llamadas que entran al número de emergencia. Si el evento es una emergencia, el Centro de Control de Gas notificará al Gerente de Emergencias en turno del COE del STGN, quien notificará de inmediato a los servicios locales de emergencia, a las líneas de emergencia, después ajustará el COE.

- Relaciones y funciones de los organismos responsables.

Durante un evento de emergencia que represente un riesgo grave al público o a la comunidad, se notificará de inmediato a las autoridades locales. El promovente puede recomendar una evacuación, pero únicamente los funcionarios locales del municipio pueden autorizar las evacuaciones.

- Reglas de activación de emergencia.

El proceso de respuesta de emergencias se activará cuando la situación cumpla la definición de una emergencia, que es un evento imprevisto o inminente que requiere:

- Coordinación inmediata de los recursos.
- Comunicaciones especiales.
- Autoridades destacadas para proteger la salud, la seguridad y bienestar de las personas, o bien limitar el daño a la propiedad, el ambiente o a las operaciones de la compañía.

Una emergencia la puede reportar:

- El personal de la compañía.
  - El público.
  - Los socios.
  - Dependencias de respuesta ante emergencias.
- Llegada al sitio  
La Primera persona que responde asistirá al sitio, determinará si existe una emergencia y notificará al Centro de Control de Gas sobre los detalles. Si se confirma un evento de emergencia, el Centro de Control de Gas notificará inmediatamente a (empresas con convenio de apoyo mutuo, servicios locales de emergencia, Protección civil, etc.) y se pondrá en contacto con el Gerente en turno del COE que realizará las notificaciones necesarias y se comunicará a la línea de emergencia.

Figura 5. Organigrama de comunicación de respuesta a emergencias.

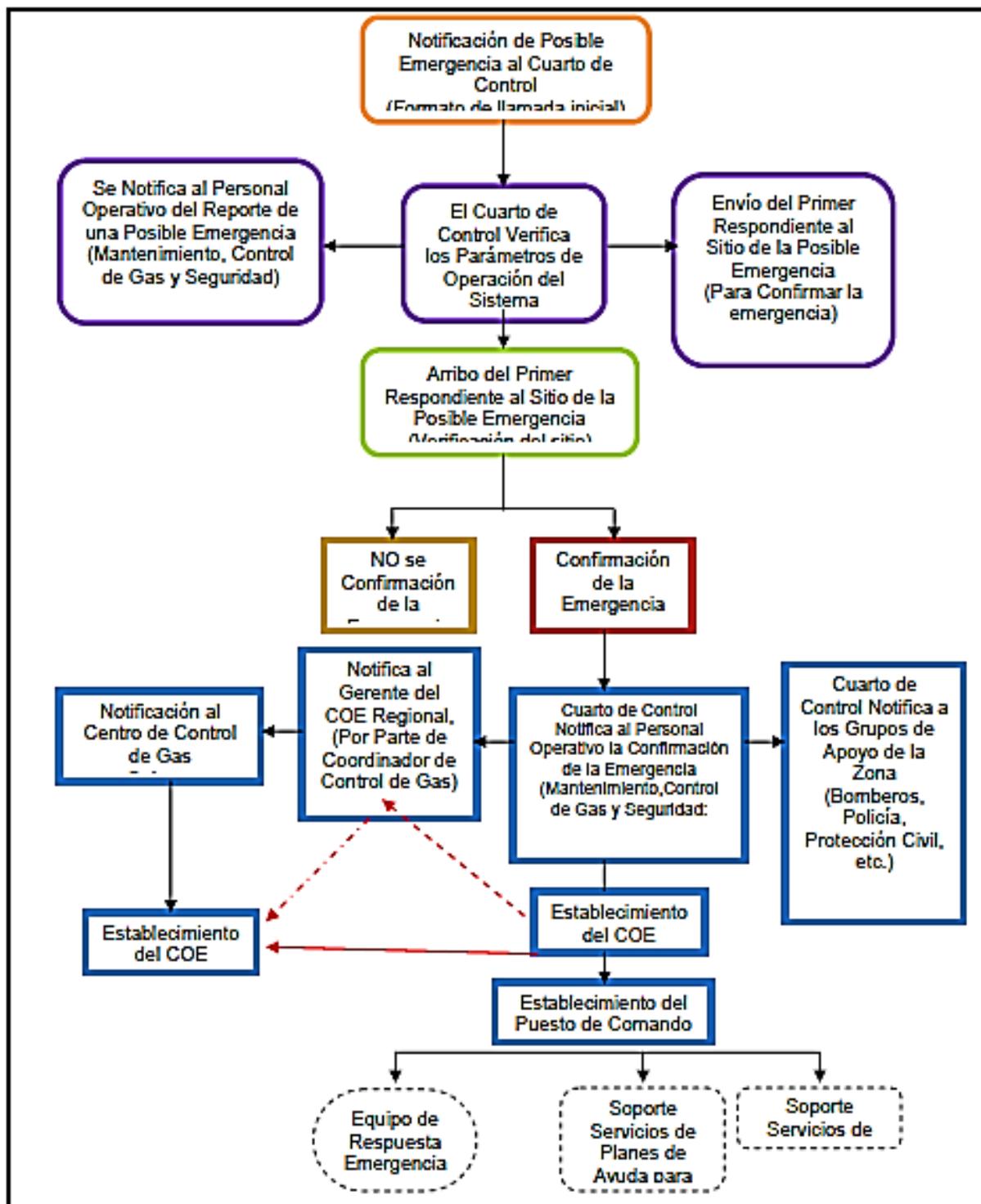
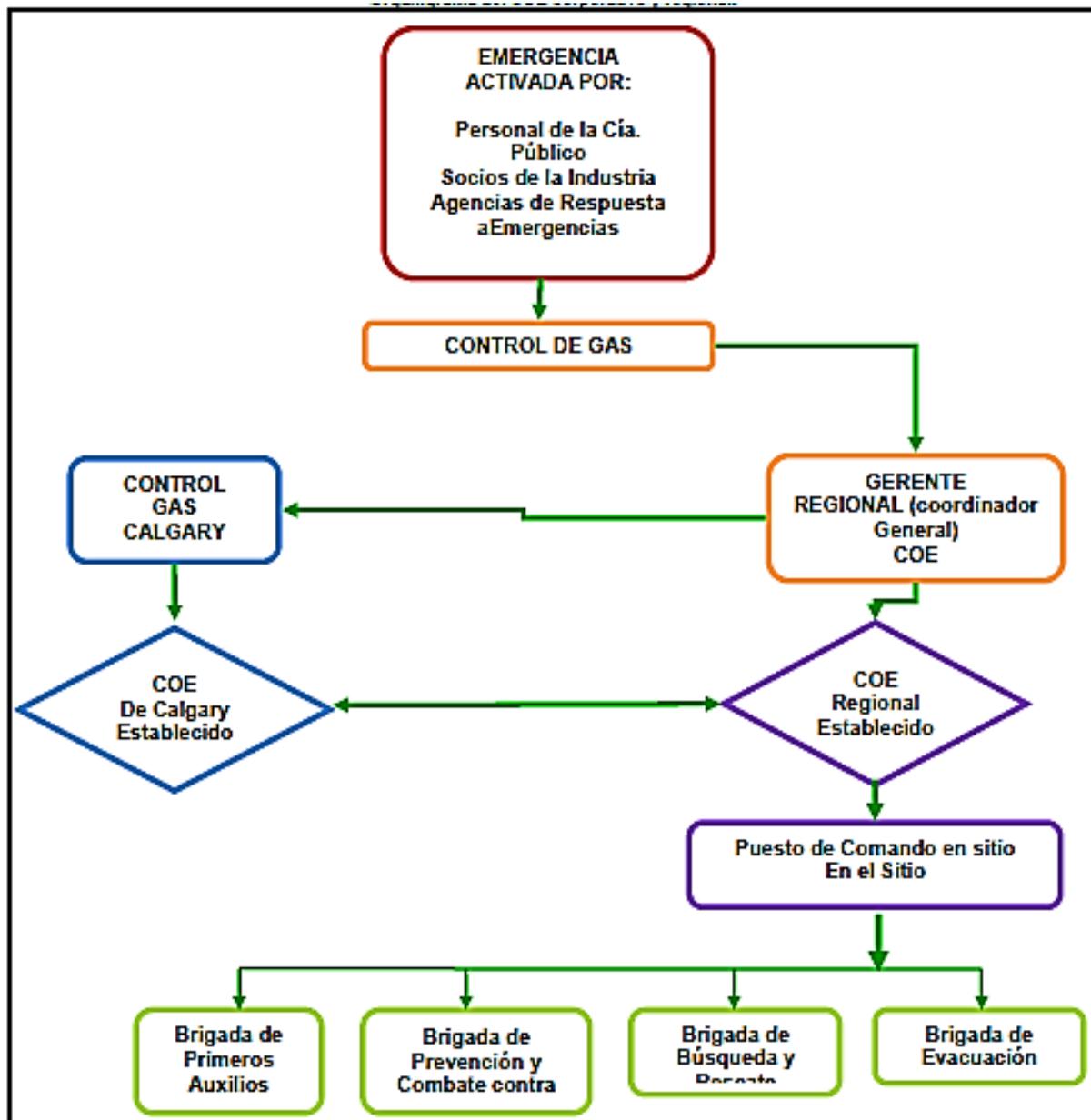


Figura 6. Organigrama del COE corporativo y regional.



- Establecimiento del Puesto de Comando

El propósito del Puesto de Comando es contener y controlar una emergencia y evitar un mayor perjuicio o daño, estará ubicado en un sitio seguro y cerca del sitio de la Emergencia (de ser posible se ubicará cuesta arriba del sitio), se situará de manera estratégica para que la persona que lo opera pueda controlar todas las actividades y observar vías de acceso. Será de fácil visibilidad, se usará una bandera verde específica para identificar el puesto de comando.

Estará equipado con un sistema de comunicaciones para contactar al COE, personal de la empresa, así como organismos externos, servicios de emergencia cuya ayuda pueda ser necesaria, (teléfonos satelitales, celulares, directorio de números de teléfono del personal, servicios de emergencia. etc.), además será apoyado por el COE.

- Notificación a las autoridades.

Se notificará a las autoridades y dependencias locales conforme se requiera en caso de una emergencia. Se mantendrán informados los funcionarios sobre el estado de la emergencia. Los nombres y números de los contactos de las autoridades y dependencias locales se enlistarán en los manuales de procedimientos de operaciones locales y estarán disponibles en el cuarto de control principal (se actualizarán periódicamente).

- Procedimiento de evacuación.

En caso de ser requerida la evacuación de alguna comunidad se aplicará el siguiente procedimiento: el primer respondiente se trasladará al lugar del incidente, sonará la alarma de alerta, dará aviso inmediato al coordinador de evacuación del puesto de comando de emergencia y a los servicios de emergencia locales (protección civil municipal, policía municipal o estatal, cruz roja mexicana, departamento de vialidad, hospitales, bomberos y sistemas municipales del DIF), para su respectivo traslado al sitio en cuestión.

El coordinador de evacuación de la comunidad, perteneciente al puesto de comando de emergencia del promovente, trabajará coordinadamente con los servicios de emergencia antes mencionados, para llevar a cabo la delimitación de la zona, el conteo de la población evacuada, provisión de atención médica en caso de requerirlo y el traslado de la población hacia los albergues o refugios temporales determinados por el encargado del Programa de Atención a la Población en Condiciones de Riesgo del DIF municipal que corresponda.

- Procedimientos de búsqueda, rescate y triaje.

En caso de que durante una emergencia se requiera atención médica, búsqueda y rescate de personas; se dará aviso a los servicios de emergencia locales (protección civil municipal, policía municipal o estatal, cruz roja mexicana, departamento de vialidad, hospitales, bomberos y sistemas municipales del DIF) para que estos la lleven a cabo.

Además, personal del centro de comando deberá seguir el siguiente procedimiento:

Asegúrese de que se proporcionen los primeros auxilios de emergencia básicos a los heridos; asegúrese si es que ninguno requirió que se llamara a los servicios de apoyo de la promovente; cuidar a los lastimados y proporcionar un área segura para su tratamiento y transporte adecuados; asegúrese que la atención médica dada fuera la requerida; asegúrese de que se sigan los procedimientos internos de departamento de Recursos Humanos y Relaciones Públicas; llevar a cabo una investigación, documentación y seguimiento; llevar a cabo cualquier limpieza que sea necesaria.

- Albergues y refugios temporales.

En caso de presentarse daños a casas cercanas al sitio de la emergencia, se podrán usar los albergues o refugios temporales registrados en los sistemas municipales del DIF de acuerdo a su Programa de Atención a Población en Condiciones de Emergencia (APCE), ubicados en la cabecera municipal más cercana. Se identificarán albergues o refugios temporales en cada una de las cabeceras municipales que cruza el Gasoducto.

- Evaluación de daños.

El COE regional y el COE corporativo, en conjunto con el Gerente de emergencias en sitio, determinaran cuales son los daños materiales, para cuantificar los costos y procederán a establecer el o los programas de recuperación y acciones para lograrlo. La evaluación de los daños se dará inicio al declararse el fin de la emergencia, para lo cual se tomarán en cuenta los siguientes criterios y procedimientos:

- Declaración de la consumación de una emergencia.

El Proceso de evaluación, respuesta y control de emergencia de la promotora describe cómo evaluar la situación, determina los recursos que se requieren y desarrolla estrategias de respuesta con los recursos que se tienen disponibles, así como la implementación de las estrategias. Compuesto por cuatro partes principales: evaluación inicial y análisis; análisis de los recursos internos y externos que se requieren; desarrollo de planes de respuesta e implementación de las estrategias de respuesta con los recursos obtenidos.

La declaración del término de la emergencia es una decisión conjunta que realiza el COE regional, el COE Calgary y el Gerente General de Emergencias en el sitio, con autoridades y servicio de emergencias locales. Para declarar el fin de una emergencia, se deben cumplir las siguientes condiciones:

1. ¿La gente está a salvo?
2. ¿El medio ambiente está seguro?
3. ¿Las instalaciones públicas o de la compañía están seguras?
4. ¿Las operaciones de la compañía están seguras?

A pesar de la finalización de una condición de emergencia, se requerirá una vigilancia constante para:

1. Identificar cualquier problema nuevo y cualquier cambio.
2. Identificar cualquier recurso adicional para manejar cualquier problema nuevo o diferente.
3. Desarrollar nuevas estrategias de respuesta.
4. Implementar estrategias nuevas.

Como se podrá observar en este subprograma de ayuda, por las características del proyecto y el número de trabajadores que laborará para la promotora, establecerá un plan de emergencia a nivel externo, para lo cual se contará en todo momento con la colaboración

del COE Corporativo, para la designación de los recursos humanos y financieros necesarios en forma inmediata ante la eventualidad de cualquier emergencia.

### **Sistema Contra incendio.**

El Sistema de Protección Contra Incendio del gasoducto motivo de este estudio estará diseñado con base en los mismos principios marcados en la normatividad mexicana cumpliendo con todos los requisitos y las especificaciones de los códigos y normas aplicables.

### **Protección Contra Incendios en las Estaciones de Recepción/entrega, medición y compresión.**

Las Estaciones estarán equipadas con sensores capaces de detectar presencia de humo en el cuarto de control y en la caseta del cromatógrafo. Estos dispositivos transmitirán una señal de alarma a través del Sistema de Adquisición Supervisión y Control de Datos (SCADA) al Centro de Control de Gas. En el evento de una alarma se despachará el personal requerido al sitio.

Una vez se detecta la presencia de alguno de estos factores de riesgo en el área, el sistema ESD (EmergencyShutdownSystem) se activará automáticamente. Asimismo, el sistema puede ser activado manualmente desde controles localizados en lugares estratégicos de la Estación.

El sistema EDS, aísla inmediatamente la Estación afectada de la línea principal de transporte de Gas, cerrando las válvulas de seccionamiento de la línea de suministro de Gas a la Estación. Esta acción es seguida de la apertura de las válvulas de venteo para liberar cualquier Gas presurizado que se encuentra en la tubería interna de la Estación.

### **Incendio causados por otro tipo de elementos.**

Los incendios causados por la ignición del aceite lubricante de la unidad de compresión, serán controlados y extinguidos mediante el uso de extintores de mano. En unidades de compresión con encerramiento, los incendios en el área de la turbina y/o los gabinetes de almacenamiento de aceite, los cuales deben estar fuera del área del compresor, serán suprimidos con extintores de CO<sub>2</sub>.

Las actividades de aislamiento y desfogue se realizarán localmente. En cada Estación y en cada vehículo de servicio se colocarán extintores portátiles de polvo seco para usar en el caso de un incendio.

Cualquier clase de fuego en el cuarto de control, serán controlados y extinguidos mediante el uso de extintores de CO<sub>2</sub> o bien PQS.

- **Otras Medidas de Protección Contra Incendio.**

Desde el punto de vista operacional y de diseño, medidas de protección contra incendio incluyen:

- Monitoreo remoto: las Estaciones será monitoreada continuamente desde el Centro de Control de Gas Principal (CCGP) a través del Sistema SCADA.
- Respuestas a emergencias: planes y procedimientos de atención, manejo y prevención de emergencias, incluyendo ejercicios regulares con la unidad de bomberos local. Para mayor información, referirse al Plan Preliminar de Respuesta a Emergencias.
- Entrenamiento al personal: un programa de entrenamiento de seguridad para empleados y visitantes.
- Acceso limitado a las instalaciones: Las Estaciones será diseñada de forma que se evite la entrada no autorizada a las instalaciones.
- Construcción de la Estación: las Estaciones serán construidas con materiales no inflamables.
- Almacenamiento de sustancias combustibles: éstas serán almacenadas en áreas específicas alejadas de la estación.
- Zonas de amortiguamiento: las Estaciones estarán diseñadas considerando zonas de amortiguamiento alrededor de su perímetro, que proveerán una separación adecuada de propiedades de terceras partes.

#### **Protección Contra Incendios en el Gasoducto.**

Los eventos de explosión e incendio causados por fugas de Gas en la línea, serán controlados mediante el aislamiento del segmento afectado a través del cierre automático de las válvulas de seccionamiento aguas arriba y abajo del incidente y la activación del Plan de Respuesta a Emergencias.

#### **Medidas preventivas.**

Con objetivo de evitar fugas de gas, se implementarán y aplicarán medidas de seguridad y de operación para abatir el riesgo en las instalaciones de origen y destino del gasoducto y a todo lo largo del trazo, haciendo énfasis en los cruzamientos.

Algunas medidas preventivas son:

1. Sistema de cierre por caída de presión (line break) que permite el cierre automático de las válvulas de seccionamiento.
2. Utilizar los materiales adecuados al momento de cubrir el ducto considerando el tipo de suelo presente en la zona, con ello dar una mayor estabilidad al tendido del ducto y reducir el movimiento del mismo al ubicarse en suelos menos estables. Cabe mencionar que se llevarán a cabo estudios de geotecnia y geología en detalle para identificar si hay algún sitio en el trazo que sea inestable y evitarlo o diseñar medidas de estabilización.
3. En localizaciones de clase 2 y 3 se colocarán señalamientos más frecuentes, asimismo se incrementará la frecuencia de celaje, colocación de cinta plástica de peligro en zanja, contactar cada año a la comunidad para crear conciencia.
4. Realizar la determinación de las cargas expuestas para considerarlo en el diseño y construcción del Sistema de Transporte.

5. Considerar en los planes de respuesta a emergencia procedimientos y programas de capacitación para el personal.
6. Contar con grupos de brigadas que tengan la capacidad técnica para atender un posible evento en un tiempo de respuesta de 30min; además de contar con grupos de respuesta a emergencias al inicio, en algún punto intermedio y final del trayecto del ducto.
7. Establecer planes de respuesta a emergencias en conjunto con Protección Civil.
8. Construir sistemas de protección y restricción de acceso a las instalaciones en las, estaciones de medición, recepción y regulación y Trampas de Envío y Recibo y Válvulas de Seccionamiento, así como dotarlas de circuito cerrado de TV y vigilancia física permanente cuando esto sea posible.
9. Programas de mantenimiento correctivo y preventivo para válvulas, e instrumentos de medición. Capacitación y evaluación del Personal.
10. Programa de mantenimiento a sistemas e instrumentos de control, dispositivos de protección y seguridad.
11. Programar los trabajos de mantenimiento mayor mediante libranzas, para evitar tiempos innecesarios de paros.
12. Diseñar un programa de calibración y certificación de instrumentos de medición, así como tener un monitoreo constante sobre los mismos.
13. Diseñar un programa de monitoreo de los equipos y sistemas de protección contra la corrosión.
14. Diseñar un programa de inspección y limpieza interna del gasoducto con equipos instrumentados y de limpieza (Diablos). Se tiene previsto un programa de integridad el cual consistirá en hacer la evaluación, seguimiento, mantenimiento y reparaciones necesarias para evitar fugas de gas.
15. Instalar dispositivos (testigos) para el monitoreo de la velocidad de corrosión en Trampas de Envío y Recibo, y en Válvulas de Seccionamiento.
16. Instalar un sistema instrumentado de detección de fugas mediante fibra óptica a lo largo del gasoducto, para una respuesta inmediata y eficiente en la localización y control de fugas en el gasoducto. Instrumentación para paros de emergencia y by-pass.
17. Cumplir con cada una de las recomendaciones establecidas en el Hazop.
18. Instrumentación para medición de presión.
19. Monitorear la temperatura en las instalaciones de Trampas de Envío y Recibo y en las Válvulas de Seccionamiento.
20. Capacitar al personal en la operación de equipos de control de flujo y monitoreo de presión temperatura y flujo.
21. Capacitar al personal en la atención a emergencias por incendio.
22. Considerar en los planes de respuesta a emergencia procedimientos y programas de capacitación para el personal. Establecer brigadas de emergencias especializadas en combate de fugas, incendio y explosiones.
23. Diseñar programas de capacitación y entrenamiento del personal en emergencias.

24. Establecer procedimientos y planes de respuesta a emergencia en caso de fugas, incendios y explosiones.
25. Establecer y desarrollar programas de apoyo y contacto permanente con las comunidades que se encuentran cerca del derecho de vía.
26. Establecer programas de vigilancia y monitoreo permanente a lo largo de la franja de desarrollo y en las instalaciones auxiliares.
27. Realizar un simulacro antes de iniciar operaciones del gasoducto, en el cual se considera el evento más catastrófico con objetivo de comprobar que las brigadas cuentan con la suficiente capacidad técnica y que cumplan con el tiempo de respuesta establecido de 30 min para la atención de la emergencia.
28. Establecer programa anual de simulacros.
29. Realizar un simulacro anual donde se involucre la participación de la comunidad, dependencias gubernamentales federales, estatales y municipales "Gobiernos Estatales/Municipales, Policía Municipal/Estatal, Protección Civil Estatal/Municipal, Cuerpos de Auxilio Cruz Roja, etc" y participen empresa como PEMEX y CFE.
30. Establecer un Plan de Ayuda Mutua.

**Construcción.**

Si bien en el Estudio de Riesgo se estableció que no tienen fallas activas se establecerán las siguientes recomendaciones que son útiles para incrementar la resistencia estructural del gasoducto y para reducir el riesgo en los cruces entre el ducto y las fallas.

- i) Incrementar el espesor de las paredes del ducto elevará su capacidad de resistencia. Es adecuado utilizar un ducto con pared más gruesa al cruzar la falla, solamente para las fallas que se identifiquen que se identifiquen como activas y que se caractericen como peligrosas para la integridad del ducto de acuerdo a los resultados de los estudios detallados de geotecnia y geología que se llevarán a cabo.
- ii) Evitar todo anclaje en la zona de la falla, ya que, si bien es posible la mayor longitud del ducto conforme el movimiento de la falla, el nivel de deformación se reduce.
- iii) La profundidad a la que se encuentra enterrado el ducto podría reducirse en la zona de la falla para minimizar las fuerzas del suelo sobre de él (interacción del suelo-ducto) durante el movimiento de la falla.
- iv) Colocar el ducto, en la zona de la falla tanto aguas arriba como aguas abajo, en una zanja de gran tamaño con pendientes suaves donde sea necesario de acuerdo a los resultados de los estudios detallados geotécnicos y geológicos que se llevarán a cabo. Utilizando el material del relleno adecuado de la zanja en la zona de la falla.

El revestimiento será FBE en todo el ducto.

El relleno para la tubería, dentro de la zona de falla, puede realizarse con material suelto y seleccionado como capaza de minimizar las fuerzas del suelo y facilitar el acomodamiento del ducto respecto a los desplazamientos de la falla. Se puede alcanzar el objetivo utilizando suelo no cohesivo mono granular o, aún mejor, suelo

liviano (es decir, arcilla expandida) rodeado por una membrana geotextil para prevenir que se fije el relleno clasificado con el fino del suelo nativo, Lo anterior se determinará con exactitud con base en los estudios detallados de geotécnica y geología que se llevarán a cabo. Para fallas con desplazamientos horizontales, el ángulo de cruce del ducto con la falla (respecto a la línea de la falla) se deberá optimizar de tal forma que se evite (o al menos se minimice) la compresión sobre el ducto por parte de desplazamientos previstos causados por la falla.

v) Para fallas con desplazamiento normal y con desplazamiento normal-horizontal, el ducto debería estar dispuesto en dirección relativamente recta evitando cambios bruscos de dirección (codos calientes), ya que la tensión axial generada concentrará flexión en las curvas. En caso de ser necesario sólo se podrán utilizar curvas de radio amplio (coldfieldbends).

Por el contrario, en caso de fallas con desplazamiento inverso y con desplazamiento inverso-horizontal, la compresión axial del ducto necesita que se libere hacia las “doglegs” proyectadas (patas flexibles transversales realizadas con codos calientes) para evitar que aparezcan pandeos locales o trastorno de pandeo cuando se combina con la imperfección geométrica del ducto y los desplazamientos horizontales o verticales de las fallas.

Finalmente es importante señalar y como ya fue señalado previo a la construcción se llevarán a cabo estudios a detalle geotécnico, geológico, hidrológico, de socavación en cruces de cauces de agua, de estabilidad de laderas y sísmicos como parte de la etapa de diseño de ingeniería de detalle para obtener los planos, procedimientos y documentos de construcción del gasoducto.

#### **Operación y Mantenimiento.**

Para asegurar la correcta etapa de Operación y mantenimiento tanto del Gasoducto, como de las instalaciones se contará con vigilancia continua de las mismas, con la finalidad de determinar y tomar acciones apropiadas en caso de cambios en la clase de localización, fallas, historial de fugas, corrosión, cambios sustanciales en los requerimientos de protección catódica y otras condiciones no usuales en dicha etapa.

Se mantendrá un historial de los reportes de cada inspección de fugas, vigilancia de línea, fuga descubierta, reparación realizada y consecuencias de la ruptura por el tiempo que el tramo de la tubería de transporte involucrada permanezca en servicio, así como documentación relativa al diseño, Construcción, Operación y mantenimiento.

#### **Dispositivos de relevo, limitadores de presión y control de presión.**

Los dispositivos de relevo, limitadores de presión y control de presión, serán inspeccionados cuando menos una vez por año, con un intervalo máximo de 15 meses entre inspección e inspección. La inspección se realizará con el objetivo de determinar su correcta instalación y asegurar que se encuentren en condiciones óptimas para operar con seguridad.

**Tuberías**

- **Identificación de tuberías.**

Antes de realizar un mantenimiento al gasoducto, el personal se asegurará que no existan instalaciones subterráneas adicionales, para lo cual se consultarán los planos del gasoducto.

Para asegurar que la tubería expuesta sea la necesaria para perforar, el personal encargado del mantenimiento realizará el cálculo de la extensión de la excavación, el tipo de tubería, revestimiento y material base del tubo, las conexiones involucradas y las características del ducto.

- **Purgado de tuberías.**

En caso que se requiera realizar el purgado de una tubería usando gas, éste se debe liberar en un extremo de la tubería con flujo moderadamente rápido y continuo de acuerdo a los cálculos para purga y llenado de línea que típicamente se hacen. En caso que no se pueda abastecer de una cantidad suficiente de gas para desplazar el aire dentro de la tubería y así evitar la formación de una mezcla explosiva, se introducirá gas inerte dentro de la línea antes del flujo de gas natural.

En caso que se utilice aire para realizar la purga, éste se debe liberar en un extremo de la tubería un flujo moderadamente rápido y continuo. En caso de no contar con una cantidad suficiente para evitar formación de una mezcla explosiva de gas natural y aire, se debe introducir gas inerte antes del aire o se deben usar aireadores para incrementar el flujo de aire a través de tubería y desplazar el gas.

- **Condiciones no satisfactorias.**

En caso de que se determine que un tramo de la tubería se encuentre en condiciones no satisfactorias, pero no existe un riesgo inmediato, se iniciará un programa para el reacondicionamiento o eliminación del tramo involucrado.

En caso de que el tramo no se pueda eliminar o reacondicionar, se reducirá la Máxima Presión de Operación Permisible (MPOP), de acuerdo a lo establecido en la normatividad vigente.

- **Inspección de fugas.**

Se realizará en intervalos que no excedan lo requerido por la norma NOM-007-SECRE-2010, pero como mínimo una vez por año, la inspección de tubería se realizará utilizando equipo especializado como un detector de fugas por ionización de flama (FI) para muestreo de la atmósfera cerca de la superficie del suelo en la proximidad de las instalaciones enterradas de gas natural y en los orificios de la calle y otras grietas accesibles y ubicaciones en las que el gas tenga factibilidad de escaparse.

- **Vigilancia y patrullaje.**

- Vigilancia

Para determinar las condiciones operativas anormales e inusuales se realizará la vigilancia de la Operación y mantenimiento mediante los siguientes mecanismos:

- a. Inspección visual de las instalaciones en relación a los siguientes puntos:
  - a.1 Modificación en la densidad de la población y cambio de clase de localización.
  - a.2 Efecto de la exposición a la intemperie o movimiento de tuberías.
  - a.3 Cambios en la topografía que pudieran afectar a las instalaciones.
  - a.4 Posible manipulación peligrosa, vandalismo o daños o evidencia de alteraciones.
  - a.5 Acciones de terceros sobre las tuberías.
  - a.6 Posible filtración de gas natural a edificios desde los registros y fosas a través de entradas de aire.

- **Revisión y análisis periódicos de documentación que incluye:**

- Inspección de fugas
- Inspección de válvulas
- Inspección de equipos de regulación, alivio y limitación de presión
- Inspección de control de corrosión
- Investigación de fallas en las instalaciones en general

- **Patrullaje**

Se establecerá un programa de patrullaje de acuerdo a lo requerido a por la norma NOM-007-SECRE-2010 y mejores prácticas de la industria. Con la finalidad de observar las condiciones superficiales adyacentes a las tuberías de transporte en la franja de desarrollo en busca de indicios de fugas, condiciones inseguras del ducto, actividades de Construcción, excavaciones, sustracción de dispositivos de protección catódica, toma clandestina, perforaciones de ductos y cualquier otro factor que pueda afectar la seguridad y Operación y mantenimiento del sistema.

En particular se pondrá atención a las áreas pobladas, carreteras y cruces de ríos. El personal estará al pendiente de cualquier cambio de coloración del suelo o detección de vegetación muerta, que pueda indicar posibles fugas. La frecuencia de los patrullajes se determinará una vez que se implemente el programa de mantenimiento; sin embargo; los intervalos entre los celajes serán como mínimo 1 vez al mes.

- **Mantenimiento a señalización.**

Se realizará el mantenimiento a la señalización colocada en ambos lados de la franja de desarrollo, en cada cruce de una carretera y camino público.

**Control de vegetación.**

Se redactarán procedimientos con el fin de controlar la vegetación a lo largo de la franja de desarrollo y alrededor de las instalaciones construidas en la superficie, con el fin de que éstas puedan distinguirse claramente y también con el propósito de mantenerlas libres de obstáculos para permitir el acceso fácil de las cuadrillas de mantenimiento. En términos

generales, se permitirá que vuelva a crecer vegetación a lo largo del derecho de vía, salvo indicación contraria del propietario del terreno.

**Sensibilización.**

Sensibilizar a la gente que transita cerca de las instalaciones, sobre los peligros que implica la invasión a la instalación y la realización de trabajos en forma irresponsable. Es necesario informar a estas personas mediante pláticas, señalamientos y boletines, sobre qué hacer en caso de que se presente un accidente y cómo actuar con prontitud de acuerdo al Plan de Emergencia.

**Medidas de seguridad.**

Durante la etapa de preparación del sitio y construcción es de primordial importancia el vigilar que se respete el ancho de la franja de desarrollo, dando especial importancia a la colocación de señales de seguridad en las áreas de trabajo. Asimismo, es importante que el personal que labore en el sitio utilice correctamente el equipo de seguridad de acuerdo a la actividad que esté realizando.

Para el uso de explosivos es de suma importancia que se consideren las siguientes precauciones de seguridad para evitar accidentes o lesiones:

- En caso de utilizar explosivos únicamente participará personal autorizado, calificado y con experiencia.
- Todo el personal que se involucre en las voladuras, barrenaciones y excavaciones deberá asistir a un curso relacionado con seguridad, que también debe incluir todas las especificaciones regulatorias requeridas.
- No se permitirá el manejo o uso de explosivos en el área de trabajo a la persona que se encuentre bajo la influencia del alcohol o drogas, o que se sospeche de ello.
- No se permitirán aparatos o equipos que produzcan flama, calor o chispas en las cercanías de las áreas de manejo, transporte o uso de explosivos.
- Únicamente se emplearán los contenedores o depósitos originales para el transporte de los detonadores y los explosivos desde el almacén o depósito de explosivos hasta los sitios de voladuras. Los explosivos y los detonadores se transportarán separados.
- Se realizarán todos los esfuerzos posibles para dar aviso de las voladuras a los propietarios de los terrenos adyacentes o propietarios de instalaciones adyacentes (otros gasoductos, líneas de energía o cableados, etc.), a los habitantes en las zonas aledañas, a las autoridades y a todo el personal involucrado en las operaciones relacionadas con las voladuras, por lo menos con 24 horas de anticipación y se volverá a notificar justo antes de comenzarlas.

Los procedimientos de soldadura empleada para la instalación de la estación se calificarán de acuerdo con el estándar API 1104 y ASME V y IX de acuerdo a lo que establece la norma NOM-007-SECRE-2010.

Es importante mencionar que durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contará con servicio de ambulancia contratado para atender cualquier emergencia médica. Los caminos de acceso se irán actualizando conforme avanza el frente de trabajo.

**Procedimientos de Prevención y Atención de Accidentes.** Se contará con los siguientes procedimientos de operación, mantenimiento y seguridad, incluyendo interrupción del servicio, accionamiento de válvulas y abandono de líneas de tuberías.

**Capacitación de Personal.** Se realizarán todos los esfuerzos para proporcionar la capacitación a través de los recursos en México, aunque el solicitante reconoce que debido a la naturaleza específica del gas natural y a los requerimientos de capacitación especializada, pudiera ser que esto no siempre sea posible.

Los empleados tomarán un curso detallado de trabajo que sea específico para sus funciones de trabajo. Se desarrollará un programa completo de capacitación para empleados y se pondrá en práctica dentro de tres meses.

Este programa tendrá una descripción del curso, objetivo, metodología, frecuencia, y planes de puesta en práctica para cada curso. Adicionalmente, cada curso se acompañará de los procedimientos asociados, reglamentos gubernamentales, así como de códigos y otros materiales de apoyo.

- **Objetivo de los Cursos de Capacitación de personal.**

El objetivo general de los cursos de capacitación al personal es incrementar el conocimiento y concientización del empleado sobre el gas natural y proporcionarle las herramientas, material y directrices necesarios para operar el Gasoducto en forma segura y confiable.

Además, este entrenamiento dará a los empleados las herramientas que necesitan para saber qué hacer si sospechan de un acontecimiento que no sea seguro o que sea inusual y el cual involucre o llegue a sospecharse que involucre gas natural. Este objetivo se adecuará al empleado en forma individual dependiendo de sus responsabilidades y experiencia laboral.

- **Metodología de los Cursos de Capacitación al Personal.**

Se utilizará una amplia variedad de herramientas educativas para proporcionar al personal de la compañía la organización, material y ejemplos adecuados para alcanzar el objetivo del curso. Estos cursos pueden impartirse en aulas o en el lugar de trabajo utilizando videos, en sesiones de persona a persona y/o apoyándose en material impreso.

- **Frecuencia de los Cursos de Capacitación al Personal.**

Los cursos de capacitación para empleados se impartirán con la frecuencia que lo requieran los reglamentos aplicables. Como mínimo, inicialmente se impartirá a todos los empleados que ocupen un nuevo puesto con capacitación periódica de actualización de acuerdo a necesidades.

- **Plan de Puesta en Práctica para Cursos de Capacitación al Personal.**

Es importante impartir este entrenamiento al personal tan pronto como sea posible y antes de que el empleado comience a trabajar. El Solicitante asegurará que se impartan los cursos de capacitación necesarios a todo el personal de operaciones y mantenimiento de la compañía.

- **Contenido de los Cursos de Capacitación al Personal.**

Estos cursos de capacitación incluirán, pero no estarán limitados a los siguientes temas/cursos:

- Medidores de gas.
- Módulo de Capacitación Básica sobre recepción/entrega.
- Módulo de Capacitación Básica sobre medición.
- Módulo de Capacitación sobre Medidores y Reguladores Comerciales / Industriales.
- Módulo de Capacitación Básica sobre Compresión.
- Construcción y Mantenimiento de Líneas de Tubería
- Módulo de Capacitación sobre tubería de Acero.
- Módulo de Capacitación sobre la Excavación.
- Módulo de Capacitación sobre Soldadura.
- Módulo de Capacitación sobre Métodos para Purga.
- Válvulas.
- Módulo de Capacitación sobre Mantenimiento.
- Módulo de Capacitación sobre Prevención de Accidentes y Daños.
- Procedimiento para Detección y Reporte de Fugas.
- Módulo de Capacitación sobre Clasificación de Fugas.
- Módulo de Capacitación sobre Reconocimientos de Fuga de Gas.
- Módulo de Capacitación sobre Fugas Subterráneas.
- Módulo de Capacitación sobre Válvulas de Apoyo al gasoducto.
- Módulo de Capacitación sobre Protección Catódica.
- Las Propiedades del Gas Natural.
- Mantenimiento, Calibración y Reparación del Instrumental.
- Reparación de Fugas de Líneas de Tubería.
- Localización y Guardia.
- Procedimientos de Seguridad y Equipo.
- Respuesta a Emergencias.
- Manejo de Crisis.

**Capacitación y Concientización del Público.**

Se ofrecerá entrenamiento especializado a los Departamentos de Bomberos y de Policía, a otros departamentos de auxilio inmediato y a personal de mantenimiento de clientes industriales.

- **Objetivo de los Cursos de Capacitación al Público.**

El objetivo general de los cursos de capacitación al público es incrementar el conocimiento y concientización de la población sobre el gas natural y que hacer o no hacer si se sospecha de un acontecimiento peligroso o inusual el cual involucre, o se sospeche que pueda involucrar gas natural.

Este objetivo se adecuará al grupo en particular que esté atendiendo el curso dependiendo de sus antecedentes y responsabilidades. Por ejemplo, el departamento de policía y de bomberos requerirá de una capacitación mucho más a fondo que aquella que necesitará el público en general.

- **Metodología de los Cursos de Capacitación al Público.**

Se utilizará una amplia variedad de herramientas educativas para proporcionar a los asistentes la organización, material y ejemplos para lograr el objetivo del curso. Estos cursos pueden impartirse en aulas o el lugar de trabajo utilizando videos, sesiones de persona a persona y/o apoyándose en material impreso.

- **Frecuencia de los Cursos de Capacitación al Público**

Los cursos al público se impartirán con la frecuencia que sea necesaria.

- **Plan de Puesta en Práctica para los Cursos de Capacitación al Público.**

El plan es proporcionar esta capacitación tan pronto como sea posible y en el orden de responsabilidad correspondiente para garantizarla seguridad pública. Como mínimo, los cursos se ofrecerán a los siguientes grupos:

- a. Departamentos de Bomberos
- b. Departamentos de Policía
- c. Otros Departamentos que prestan auxilio inmediato
- d. Contratistas Generales de la Localidad
- e. Personal de Mantenimiento de Clientes Industriales

- **Contenido de los Cursos de Capacitación al Público.**

Los temas de capacitación incluirán, pero no se limitaran a los siguientes:

- a. Propiedades del gas natural
- b. Olor del gas natural
- c. Regulación
- d. Ventilación

- e. Gas en espacios confinados
- f. Seguridad
- g. Prácticas seguras

#### **4. Impactos del proyecto**

##### **4.1. Identificación de los impactos ambientales**

Con base en el análisis que se realizó para el proyecto, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), los eventos de cambio en el mismo, su caracterización y análisis, en este apartado se identifican los impactos ambientales adversos y benéficos **de carácter significativo** que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto, su área de influencia y sus efectos en el Sistema Ambiental.

El proceso de identificación de impactos que se aborda en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto, se inicia con la identificación de los componentes y de las acciones del proyecto potencialmente propiciadores de impactos al ambiente y por la identificación de los factores y sub factores del ambiente que pueden recibir el efecto de los componentes y de las acciones del proyecto; así, se llega a un nivel prospectivo que inició a partir del conocimiento de la estructura y del funcionamiento del sistema ambiental para concluir con la determinación de las interacciones (impactos) entre los componentes del proyecto y los factores del ambiente para lograr concretar algún proceso que permita determinar su significancia, en el contexto de la definición que al respecto ofrece el Reglamento de la LEGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA).

##### **Impactos identificados**

Se identificaron 48 impactos (tabla 12), cabe mencionar que solo serán evaluados los impactos negativos en cuanto su incidencia, magnitud y valor, ya que la finalidad es evaluar los efectos que causan al ambiente, así como su posible mitigación, reducción o compensación, en tanto que, en estricto sentido, para los impactos positivos debe propiciarse su magnificación.

**Tabla 12. Impactos ambientales identificados para el proyecto**

<b>N°</b>	<b>Impacto</b>	<b>Factor</b>	<b>Signo</b>
1	Incremento en los niveles de concentración de contaminantes y partículas suspendidas en el aire	Atmosfera	-
2	Incremento de los niveles de ruido durante el día	Atmosfera	-
3	Incremento de los niveles de ruido durante la noche	Atmosfera	-
4	Modificación del relieve original para conformar sitios planos	Suelo	-
5	Alteración de la calidad del suelo por derrames accidentales de grasas, lubricantes y otros líquidos	Suelo	-
6	Incremento en los niveles de erosión	Suelo	-
7	Incremento en la compactación del suelo	Suelo	-
8	Modificación del uso de suelo	Suelo	-
9	Afectación marginal de la capacidad de carga por modificar el uso de suelo en el área	Suelo	-
10	Modificación a la calidad fisicoquímica del suelo por residuos de cortes de tubos y escoria de soldadura	Suelo	-
11	Incremento en los niveles de disturbio ocasionados por el aumento de la presencia humana	Uso de suelo	-
12	Alteración de la calidad del agua pluvial por incremento de concentración de grasas, aceites y otras sustancias en el suelo	Hidrología	-
13	Alteración marginal de los niveles de recarga de aguas pluviales por modificaciones al suelo	Hidrología	-
14	Modificación negativa de las escorrentías y cauces que conducen aguas pluviales por excavaciones	Hidrología	-
15	Decremento marginal de los patrones de cobertura de la vegetación	Vegetación	-
16	Reducción de los niveles de diversidad de la vegetación	Vegetación	-
17	Alteración negativa y marginal de los patrones de abundancia de la vegetación	Vegetación	-
18	Alteración negativa y marginal de los patrones de riqueza de la vegetación	Vegetación	-
19	Disminución del número de individuos de las especies vegetales con estatus en la NOM-059 que habitan el área	Vegetación	-
20	Disminución del número de individuos de las especies vegetales de lento crecimiento que habitan el área	Vegetación	-
21	Disminución del número de individuos de las especies vegetales de alto valor que habitan el área	Vegetación	-
22	Disminución de los índices de diversidad de la fauna en el AeP	Fauna	-
23	Disminución del número de individuos de las especies faunísticas de alto valor que habitan el área	Fauna	-
24	Disminución de los índices de abundancia de la fauna en el AeP	Fauna	-
25	Disminución de los índices de riqueza de la fauna en el AeP	Fauna	-
26	Alteración de rutas de tránsito de reptiles y mamíferos menores	Fauna	-
27	Afectación del hábitat (madrigueras) por construcción de obras	Fauna	-
28	Disminución del número de individuos de especies de la fauna con estatus de riesgo en la NOM-059 que habiten en el área	Fauna	-
29	Alteración marginal a los patrones de movilidad de la fauna terrestre	Fauna	-

30	Alteración marginal del hábitat de las especies de la fauna de lento desplazamiento	Fauna	-
31	Modificación negativa de las pautas de comportamiento de la fauna (desplazamientos inducidos)	Fauna	-
32	Incidencia negativa marginal sobre los patrones remanentes de la integridad funcional de los ecosistemas naturales	Ecosistema	-
33	Afectación a algún nivel de la cadena trófica en el ecosistema	Ecosistema	-
34	Disminución de los valores de la calidad paisajística	Paisaje	-
35	Incremento en la tendencia de afectación a la fragilidad del paisaje	Paisaje	-
36	Alteración visual del escenario propio del paisaje	Paisaje	-
37	Afectación al paisaje por posibles explosiones y/o incendios	Paisaje	-
38	Reducción de la tasa de empleo por mecanización de actividades	Indicadores económicos	-
39	Abandono de vías de acceso tradicionales a la red viaria del SAR	Infraestructura	-
40	Afectación a la infraestructura de poblados y rancherías cercanos al gasoducto por posibles incendios y/o explosiones (dentro del radio máximo descrito en el ERA)	Infraestructura	-
41	Incremento en la tasa de abandono de caminos existentes	Infraestructura	-
42	Disminución de la aceptabilidad social del proyecto por riesgo de incendios y/o explosiones	Población	-
43	Afectación a la población del rancherías y poblados por incendios y/o explosiones	Población	-
44	Aumento en la tasa de empleo por requerimiento de mano de obra en actividades específicas	Indicadores económicos	+
45	Aumento en los niveles de ingreso de pequeños comerciantes y empresarios de las zonas	Indicadores económicos	+
46	Apertura de nuevos caminos, debido a las necesidades de transporte de material y equipo para la construcción	Infraestructura	+
47	Mejora de caminos existentes, para el transporte de material y equipo necesario para la construcción	Infraestructura	+
48	Alteración positiva de la calidad del suelo por la distribución del material vegetal triturado, extraído del desmonte y despalle	Suelo	+

### Medidas para prevención y mitigación de impactos

Prevenir el impacto ambiental significa introducir medidas protectoras, correctoras o compensatorias, que consisten en modificaciones de localización, tecnología, tamaño, diseño, materiales, etc., que se hacen al diseño del proyecto o en la incorporación de elementos nuevos. En todo caso su objetivo consiste en:

- Evitar, disminuir, modificar, curar o compensar el efecto del proyecto en el medio ambiente.
- Aprovechamiento y optimización de las oportunidades que brinda el medio para el mejor éxito del proyecto, de acuerdo con el principio de integración ambiental.

Las medidas que se incorporan a este documento, se integran a un conjunto de estrategias concebidas como el conjunto de acciones que deben aplicarse para lograr concretar el objetivo de prevenir el impacto ambiental destacable, identificado para este proyecto.

El resultado de la valoración realizada a cada una de las medidas de las tres alternativas consideradas permitió arribar al conjunto de 55 medidas las cuales se relacionan en la tabla 13.

**Tabla 13. Medidas de reducción, mitigación y/o compensación de los impactos ambientales**

<b>Impacto No.</b>	<b>Medidas seleccionadas</b>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar mantenimiento de maquinaria, equipo y vehículos.</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No se rebasarán los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994</li> <li>▪ Ajustar a lo establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Los niveles de ruido serán registrados en bitácoras en los diferentes frentes de trabajo.</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ajustar el desarrollo de las obras, únicamente a las áreas de proyecto.</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ En los campamentos existirán almacenes de residuos peligrosos, donde se dispondrá temporalmente de forma clasificada cada uno de los residuos generados.</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se utilizará vegetación cortada para cubrir el suelo en el área propensa a la erosión en la periferia del sitio de desarrollo.</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecutar programa de conservación de suelos</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El material producto de la excavación será almacenado y reutilizado en el cierre de las zanjas, excepto por la presencia de rocas</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cumplir con normas sobre manejo de aceites.</li> </ul>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Deberán localizarse previamente las fuentes de suministro de agua para las obras del proyecto</li> </ul>
11	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando sea posible, se mantendrán los escurrimientos y pendientes naturales de los terrenos para evitar daños potenciales por erosión pluvial al suelo desprovisto de cobertura vegetal.</li> </ul>
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reforestación y compensación en ANP's.</li> </ul>
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Impacto residual (Compensación)</li> </ul>
14	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Solo se construirán el mínimo de caminos nuevos requeridos para los accesos a las obras del proyecto.</li> <li>▪ Se prohibirá la circulación fuera de la pista o caminos preexistentes para evitar nuevos accesos.</li> </ul>
15	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se realizaran los trabajos en base a una excavación direccional que no afecte la dinámica de cauces de ríos, arroyos y cuerpos de agua.</li> <li>▪ Cuando sea posible, se mantendrán los escurrimientos y pendientes naturales</li> </ul>
16	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecución de un Programa de rescate y reubicación de vegetación.</li> <li>▪ Realizar un programa de restauración al término de la vida útil del proyecto</li> </ul>
17	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecución de un Programa de Reforestación</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ El retiro de la vegetación será controlada conforme al avance de obra, para evitar riesgos al personal y la afectación de los terrenos inmediatos.</li> </ul>
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecución de un Programa de compensación forestal.</li> <li>▪ En la etapa de desmonte (solo donde exista vegetación natural) y apertura de del Derecho de Vía y AeP durante la construcción (10 m permanentes + 15 m temporales), se removerá la capa vegetal de aproximadamente 15 cm. Este suelo será separado y reutilizado durante la restitución del DDV instalada la tubería y desalojada el área de construcción</li> </ul>
19	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se delimitará el área del desmonte y despalme previo al inicio de actividades, con el objetivo de solo afectar los sitios destinados al AeP</li> <li>▪ Realizar un programa de restauración al término de la vida útil del proyecto</li> </ul>
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Las especies factibles de trasplantarse (catalogadas dentro de NOM-059-SEMARNAT-2010) que se encuentren en AeP, deberán ubicarse en zonas con características similares a los sitios de las que fueron extraídas</li> </ul>
21	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar un rescate y reubicación de especies de alto valor ecológico.</li> </ul>
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reforestación de zonas con individuos de especies afectadas</li> </ul>
24	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecutar un programa de rescate y reubicación de fauna.</li> <li>▪ Evitar la caza furtiva</li> </ul>
25	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecutar un programa de rescate y reubicación de fauna</li> </ul>
26	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se prohibirán las actividades de caza, colecta, pesca, tráfico de especies y/o cualquier otra actividad que perjudique de manera directa a las especies de fauna silvestre de la zona</li> </ul>
27	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Previo a las actividades de desmonte y despalme, se identificarán nidos y madrigueras</li> </ul>
28	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar el desmonte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna</li> </ul>
29	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Queda estrictamente prohibido todo acto de crueldad en contra de la fauna silvestre, en los términos de esta la Ley general de Vida Silvestre.</li> </ul>
30	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se contará con una brigada de especialistas capacitados para capturar anfibios y reptiles.</li> <li>▪ En caso de localización de nidos o puntos de reproducción, se atenderá a las indicaciones de la autoridad competente</li> <li>▪ Restituir la vegetación como medida compensatoria en la etapa de abandono para crear nuevamente un hábitat</li> </ul>
31	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Realizar la liberación en sitios seleccionados con anterioridad comprobando que cumplan con las características técnico biológicas muy similares al lugar de donde se rescataron los especímenes,</li> </ul>
32	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Prospección general de la franja de afección y sus inmediaciones para detectar la posible presencia de ejemplares</li> </ul>
33	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se realizará la compensación ambiental que corresponda a través de un programa de reforestación.</li> </ul>
34	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se ejecutará un Programa de Educación Ambiental dirigido a los trabajadores de la empresa, con el fin de prevenir malas prácticas que puedan afectar a la fauna.</li> </ul>
35	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Al término de los trabajos de construcción se permitirá la regeneración de las especies herbáceas y de las especies arbustivas de raíz superficial, dentro del AeP.</li> <li>▪ Aprovechar el material excedente de la excavación para reincorporarlo al terreno una vez concluida la fase de construcción.</li> </ul>
36	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ejecutar un Programa de Manejo de residuos y de Educación Ambiental.</li> <li>▪ Realizar un Programa de Restauración ambiental, en donde se consideren los aspectos propios del paisaje a fin de mantener una armonía en el</li> </ul>

	ambiente.
37	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se buscara mantener una perspectiva armónica entre el ambiente que rodeara a todos los componentes del proyecto, para evitar impactos adicionales al paisaje.</li> <li>▪ Se mantendrá una completa limpieza de la zona de obras y su entorno inmediato</li> </ul>
38	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se colocaran postes de color amarillo que identifican el trazado. Son visibles únicamente a corta y media distancia, pasando desapercibidos por sus reducidas dimensiones</li> </ul>
39	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se permitirá la continuidad de las actividades agrícolas y ganaderas dentro del SAR.</li> </ul>
40	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Manejo adecuado de residuos.</li> </ul>
41	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer una campaña permanente de información</li> </ul>
42	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer una campaña permanente de información</li> </ul>
43	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Establecer una campaña permanente de información</li> </ul>

#### 4.2. Impacto económico del proyecto

Para el presente proyecto se han identificado varios impactos positivos de índole económicos por el establecimiento de las obras, esto durante las diferentes etapas del proyecto.

##### **Impactos o estímulos a la economía local**

Se prevé que habrá **cambios en la estructura de la economía local**, entre ellos apertura de nuevos mercados para productos y servicios, mayor demanda de bienes de consumo y en atención a esto se generará empleo con mano de obra de las comunidades aledañas al proyecto y se favorece el consumo de productos alimenticios y servicios de proveedores locales, además de la contratación de proveedores locales (hotelería, restaurant, abarrotes, agua embotellada, acarreo de agua en pipas).

**Plan de Inversión y Beneficio Social.-** Se cuenta con un procedimiento de Inversión Social de la Empresa para las áreas de salud, educación, actividades cívicas comunitarias, Deportes, cuidado y conservación al Medio Ambiente así como el fortalecimiento de tradiciones culturales.

Otra impacto en el sector económico es la implementación de obras de apoyo social se realizan mayoritariamente con recursos y empresas ubicadas en las comunidades locales.

Otra fuente de ingreso es de índole tributario derivado de la adquisición de los permisos que generan un **pago por licencias o autorizaciones** en cada municipio.

Otro beneficio es precisamente las **indemnizaciones** por superficies de terreno para el desarrollo de las obras del proyecto, pagos por bienes distintos a la tierra y pagos por **compensaciones ambientales** que pudiera generar recursos para proyectos de restauración en principalmente en los municipios donde se establece el proyecto, así como el **aprovechamiento de los materiales forestales** producto del desmonte que son donados a las comunidades con la finalidad de que los comercialicen obteniendo así un beneficio extra.

La **generación de empleos** directos e indirectos es uno de los impactos económicos más fuertes en este proyecto, sobre todo para la etapa de construcción en donde se requiere la contratación de personal para las diferentes actividades descritas en el apartado de requerimientos de personal para el proyecto.

### 4.3. Impacto socio cultural del proyecto

#### Impacto sobre la inmigración

- Tráfico constante de vehículos, camiones de carga, camiones con maquinaria pesada durante el periodo que dura el proceso constructivo.
- Instalación de 7 Campamentos a lo largo del trazo del proyecto (Carichi, San Rafael, Bahuichivo, Temoris, Santa Matilde, El Descanso y Choix); de estos sólo Temoris se ubicará cercano a un centro poblacional.
- Alteraciones en el tamaño o la composición de la población de la zona de influencia del proyecto.

En atención a estos impactos se tienen definidas las siguientes medidas de mitigación:

- **Plan de tráfico de Vehículos.** Se contará con un control estricto del personal, el debido uso de los vehículos y una política estricta de control de velocidad.

- **Mecanismo de Quejas.** Se establece una estrategia de atención directa con los grupos de interés donde se le da atención adecuada y pronta a sus quejas y reclamos.
- **Política de Flotilla Vehicula y Procedimiento de implementación de GPS.** Monitoreo GPS, etiquetas en los vehículos, señalización en cada acceso al DDV sobre los límites de velocidad y áreas de estacionamiento.
- **Sistema de Gestión Ambiental, Higiene y Seguridad Laboral.** Se tendrá un control sobre la salud de los empleados para evitar contagios a la población circunvecinas.
- Se mantendrán todas las medidas ambientales y de seguridad para el funcionamiento del campamento y seguridad de la empresa y de la población.
- **Sistema de Gestión Ambiental, Higiene y Seguridad Laboral.** El Agua de campamentos se extrae mediante convenios con la comunidad más cercana y con la autoridad competente en la materia, bajo un uso controlado del recurso y un manejo adecuado de los residuos.
- **Plan de Comunicación con los Grupos de Interés.** Se establecen pláticas informativas regulares con los grupos de interés para informarles de todas las fases del proyecto, respondiendo cualquier duda y/o pregunta.

#### **Impacto sobre la salud**

- Incremento en los niveles de concentración de contaminantes y partículas suspendidas en el aire.
- Alteración de la calidad del agua por incremento de concentración de grasas, aceites y otras sustancias en el suelo

Para los impactos socio económicos identificados en materia de salud se prevén las siguientes medidas de mitigación:

- **Sistema de Gestión Ambiental, Higiene y Seguridad Laboral.** Se implementaran acciones de mitigación del polvo generado con las actividades propias de la construcción.
- Monitoreo continuo de agua residuales de plantas de tratamiento de oficinas en campo, se utiliza riego de caminos para mitigación del polvo.

### **Impacto en la infraestructura de carreteras**

- Afectación a caminos y accesos de la población dentro del área de afectación del proyecto.

Para lo cual se tiene una medida compensatoria de apertura, mejoramiento y/o rehabilitación los caminos vecinales que son utilizados por la actividad de la construcción.

### **Impacto sobre grupos indígenas**

- Afectación a las actividades rituales o ceremoniales tradicionales, rutas ceremoniales con el desarrollo del proyecto

Para este tema se tiene contemplado llevar a cabo las siguientes acciones con la finalidad de mitigar los impactos:

- **Procedimiento de Atención a Comunidades Indígenas.** Si bien no se han detectado actividades, rutas culturales de peregrinación y/o actividades propias de la cultura Rarámuri, se mantendrá una comunicación continua con las comunidades indígenas en la zona durante todas las fases del proyecto.
- **Procedimiento de Atención a Grupos de Interés en Oficina de Campo.** Se instalará una oficina en Creel donde se dará atención a los grupos de Interés, especialmente a grupos indígenas de la zona, para despejar cualquier duda al respecto del proyecto, brindando información en su lengua.
- **Plan de Comunicación con los Grupos de Interés.** Se establecen pláticas informativas regulares con los grupos de interés para informarles de todas las fases del proyecto, respondiendo cualquier duda y/o pregunta.
- **Monitoreo al proceso constructivo y mecanismo de quejas o alertas.** Se establece una estrategia de atención directa con los grupos de interés donde se le da atención oportuna a las quejas o alertas.
- 

### **Impacto sobre cultura o cosmovisión**

- Afectación del proyecto a zonas, estructuras o recursos de valor arqueológico.

Para evitar este tipo de afectaciones se llevan a cabo actividades de Salvamento Arqueológico ejecutado por el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH).

#### **4.4. Identificación de riesgos asociados al proyecto**

La instalación del ducto para el transporte de gas natural, conlleva riesgos inherentes a la operación del mismo, bajo el contexto de la sustancia que se pretende transportar, la cual por sus propiedades físico químicas, pudiese generar afectaciones a lo largo de la trayectoria del mismo, no obstante, se deben considerar todas aquellas medidas que pretendan el dar un manejo adecuado y seguro del gas natural, si bien no se puede eliminar el riesgo a un punto de asegurar que nunca se presentaría una fuga, también es cierto que el empleo de diversos sistemas y protecciones, permiten reducir la posibilidad de que se presente un evento no deseado, dando una mayor confiabilidad dentro de la operación del sistema de transporte.

Existen algunos asentamientos humanos cercanos a la trayectoria del proyecto y vegetación que pudiese verse afectada en caso de la ocurrencia de uno de los eventos identificados a través del análisis de riesgo, asimismo, fueron señaladas las medidas tendientes a reducir la posibilidad de que se presente un evento.

En el punto 2.2 del presente documento se presenta la información detallada al respecto.

#### **4.5. Estudios de Impacto social o cultural realizados por la empresa**

Una vez que se cuenta con la información acerca de las comunidades existentes en el área y la relación que pueden llegar a desarrollar con el Proyecto, dicha información se somete a un análisis para conocer el nivel de impacto que el Proyecto podría tener en las diferentes dimensiones de la vida diaria de las comunidades. A fin de tener un diagnóstico lo más detallado posible, se evalúan las posibles afectaciones en tres principales dimensiones (Socio-Cultural; Económico y Socio-ambiental), cada uno de ellos determinado por un índice de variables a evaluar para definir el nivel de impacto que se puede generar en cada comunidad.

En el Anexo 8 se incluye un estudio de impacto socio cultural realizado por la empresa.

### **5. Legislación y normativa**

#### **5.1. Legislación y normativa aplicable**

La obligación jurídica, en Derecho, es el vínculo mediante el cual dos partes, en éste caso el proyecto y las disposiciones de la Ley, quedan ligadas, debiendo, la parte primera (el proyecto), cumplir con las disposiciones aplicables de la segunda (la Ley y otros

instrumentos aplicables), de lo que constituye el conjunto de obligaciones que regulan el futuro del proyecto.

En éste sentido, el Derecho de obligaciones es la rama del Derecho que se ocupa de todo lo relacionado con las obligaciones jurídicas; por ello es fundamental identificar con toda precisión cuáles son los ordenamientos jurídicos con los que el proyecto debe vincularse y, precisar de cada uno de ellos cuáles son los lineamientos concretos cuyo contenido ambiental establece una obligación a satisfacer por parte del proyecto.

**Para el rubro social se identifican los instrumentos jurídicos que contienen disposiciones vinculantes al proyecto, estos son:**

- Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT)
- Art. 2, apartado B, Fracción IX, Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos
- Art. 119 al 121, Ley de Hidrocarburos
- Art. 78 al 87, Reglamento de la Ley de Hidrocarburos
- Ley de la Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas
- Protocolo para la implementación de la Consulta a Pueblos Indígenas
- Ley de Derechos de los Pueblos Indígenas del Estado de Chihuahua

**Para el rubro ambiental se identifican los instrumentos jurídicos que contienen disposiciones vinculantes al proyecto, estos son:**

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental;
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas;
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento;
- Ley General de Vida Silvestre (LGVSV) y su Reglamento y la
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

Este conjunto de instrumentos conforman la normatividad ambiental de aplicación directa y obligatoria para el proyecto y, en cada uno de ellos existen disposiciones jurídicamente vinculantes, cuya satisfacción de los alcances correspondientes, pondrá en evidencia la forma como esta iniciativa se ajusta a tales disposiciones.

### **Normas Oficiales Mexicanas**

Las normas oficiales mexicanas son instrumentos para garantizar la sustentabilidad de las actividades económicas y sus objetivos son:

- I. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;
- II. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;
- III. Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;
- IV. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y
- V. Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

Con base en lo anterior, las acciones que conlleva la instrumentación de un proyecto de la naturaleza y alcances como el aquí propuesto, hace necesario su análisis a partir de la normatividad aplicable, así, el conjunto de NOM's aplicables se presenta a continuación:

#### **SEMARNAT:**

- Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- Norma oficial mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- Norma Oficial Mexicana NOM-044- SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011 Contaminación atmosférica niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

- Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-1993 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos, como combustible.
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de residuos peligrosos.
- Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.
- NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.
- Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
- Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección Ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna -Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio -Lista de especies en riesgo.
- NOM-117-SEMARNAT-2006 Que establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

**STPS:**

- NOM-001-STPS-2008 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los edificios, locales, instalaciones y área en los centros de trabajo.
- NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad—Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.
- NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.
- NOM-005-STPS-1998 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

- NOM-010-STPS-1999 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.
- NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido
- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal- Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- NOM-018-STPS-2000 Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo
- NOM-022-STPS-2008 Electricidad estática en los centros de trabajo – Condiciones de seguridad.
- NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de los riesgos de fluidos conducidos en tuberías
- NOM-027-STPS-2008 Actividades de soldadura y corte- Condiciones de seguridad e higiene
- NOM-028- STPS-2004 Organización del Trabajo-Seguridad en los Procesos de sustancias químicas.

Se destaca además que, existen otras diferentes disposiciones normativas que inciden sobre las particularidades de diseño del proyecto, mismas que son emitidas por otras entidades, dependencias y organismos que funcionan como “normas de referencia” La relación que se cita a continuación es solamente indicativa no exhaustiva:

**Petróleos Mexicanos (PEMEX):**

- NRF-001-2007 Tubería de acero para recolección y transporte de hidrocarburos no amargos. Establece los requisitos de calidad que debe cumplir el proveedor en la fabricación, inspección y pruebas de tubería de acero micro aleado para la recolección y transporte de hidrocarburos.
- NRF-005-PEMEX-2009 Protección interior de ductos con inhibidores.
- NRF-020-PEMEX-2005 Calificación y Certificación de Soldadores y Soldadura.
- NRF-026-2001 Protección con recubrimientos anticorrosivos para tuberías enterradas y/o sumergidas.
- NRF-030-PEMEX-2009 Diseño, construcción, inspección y mantenimiento de ductos terrestres para transporte y recolección de hidrocarburos.
- NRF-033-PEMEX-2010 Lastre de Concreto para tuberías de Conducción. (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-033-PEMEX-2003 del 17 de mayo de 2003).
- NRF-047-PEMEX-2007 Diseño, instalación y mantenimiento de los sistemas de protección catódica. “Esta Norma cancela y sustituye a la NRF-014-PEMEX-2002 de fecha 26 de agosto de 2002.

- NRF-070-PEMEX-2011 Sistemas de Protección a Tierra para Instalaciones Petroleras (Esta norma cancela y sustituye a la NRF-070-PEMEX-2004 del 16 de enero de 2005).
- NRF-096-PEMEX-2010 Conexiones y Accesorios para Ductos de Recolección y Transporte de Hidrocarburos.
- NRF-150-PEMEX-2011 Pruebas hidrostáticas de tubería y equipos (Esta Norma de Referencia, cancela y sustituye a la NRF-150-PEMEX-2005, del 17 de sept. De 2005).

#### **Secretaría de Energía:**

- **NOM-003-SECRE-2002** Distribución de gas natural.
- **NOM-007-SECRE-2010** Transporte de gas natural.
- **NOM-008-SECRE-1999** Control de la corrosión externa en tuberías de acero enterradas y/o sumergidas.
- **NOM-009-SECRE-2002** Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P., en ductos.

En el rubro que se aborda en éste apartado, las normas de la Secretaría de Energía, cobran mayor relevancia para el proyecto dada su naturaleza, por lo que cabe destacar que en su desarrollo, el promovente compromete el apego estricto de cada una de las normas que se enlistan así como de aquellas otras que resulten aplicables por la ejecución del mismo. En relación a lo antes expuesto se detallan las normas de referencia de organismos internacionales que podrán ser asumidas por el promovente para garantizar la calidad de las instalaciones:

#### **Instituto Americano del Petróleo (API):**

- API 5L Especificaciones para líneas de tuberías.
- API-STD-6D Especificaciones para válvulas de tuberías, tapas, conectores y pivotes.
- API-RP-521 Guías para sistemas de alivio de presión y despresurización.
- API-RP-554 Instrumentación y control de procesos.
- API-1104 Normas para soldadura de tuberías e instalaciones afines.

#### **Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME):**

- ASME-B31.3 Sistema de tuberías para el transporte de productos químicos o petroquímicos.
- ASME-B31.8 Sistema de tuberías para el transporte y distribución de gas

- ASME-Secc. IX Calificaciones de soldadura y soldadura de protección.

**Instituto Americano de Estándares Nacionales (ANSI):**

- ANSI B16.20 Empaquetaduras y ranuras de junta de anillo para bridas de tubería de acero
- ANSI B36.10 Tubo de acero forjado, soldado y sin costura Sociedad Americana de Instrumentos (ISA)
- ISA-S5.1 Símbolos e identificación de instrumentos.
- ISA-S20 Formas para especificación de cálculo de procesos e instrumentos de control. Elementos primarios y válvulas de control.

**Sociedad de Estandarización de Fabricantes (MSS):**

- MSS-SP-75 Conexiones para tuberías de líneas.

**Asociación Nacional de Ingenieros de Corrosión (NACE):**

- NACE-MRTM-01-77 Pruebas de agrietamiento por corrosión bajo esfuerzo

**Regulación sobre zonas arqueológicas, sitios de valor histórico, centros ceremoniales indígenas y similares.**

La proporción más importante del trazo del gasoducto ocurrirá por el Estado de Chihuahua, en porciones de su territorio caracterizadas por una diversidad paisajística, económica y social importante; dentro de este último rubro se destaca que el 85 por ciento de la población indígena de la entidad se localiza en 23 municipios de la Sierra Madre Occidental, de ellos Bocoyna, Uruachi, Guazapares, Carichi y Morelos forman parte de ese total que alberga a grupos étnicos importantes como los Rarámuris o Tarahumaras.

Conscientes de la importancia de salvaguardar el legado étnico de estas comunidades, el desarrollo del proyecto se estableció asumiendo como premisa evitar incidir en espacios importantes desde el punto de vista cultural, religioso o ceremonial de estos grupos, así por ejemplo, en espacios en los cuales se registraba la presencia de cementerios, capillas u otro tipo de instalaciones con importancia, se modificó el trazo para evitar incidir en los mismos, en consecuencia y hasta donde el desarrollo de los trabajos de definición del proyecto lo permite, se establece que el proyecto no incide sobre zonas arqueológicas, sitios de valor histórico, centros ceremoniales indígenas y similares. En la eventualidad remota de que en su momento, durante el transcurso de las obras, se reconociera algún espacio con estas características, se procederá, de inmediato, de acuerdo a lo que establezca la normatividad aplicable.

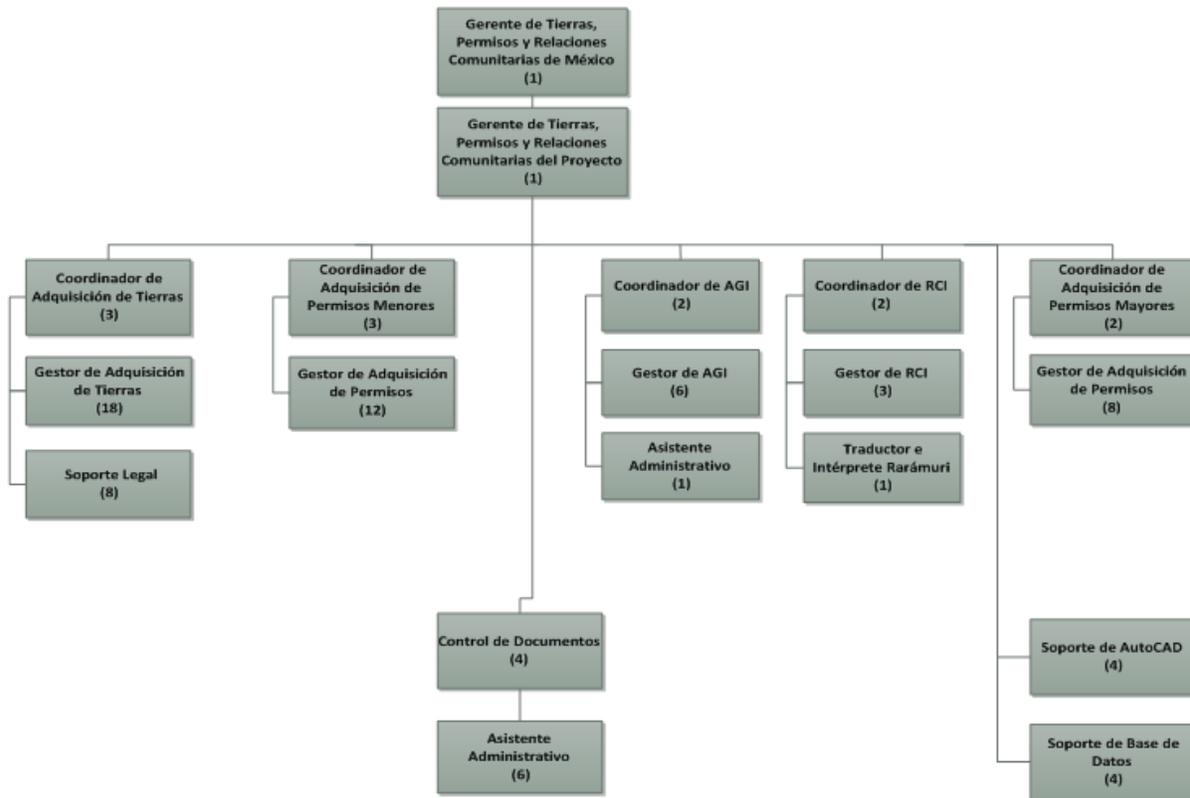
**5.2. Personal involucrado en el proyecto****Personal involucrado en la etapa de liberación del derecho de vía**

Se estima que para la etapa de liberación del derecho de vía incluyendo las actividades de adquisición de tierras y permisos, así como la relación con los grupos de interés se requerirá un total de 96 personas, incluyendo gestores, supervisores, coordinadores, gerentes, personal administrativo, cadistas, controladores de documentos y bases de datos, entre otros. En la tabla 14 se muestra un desglose del personal requerido para esta etapa y en la figura 7 se muestra el organigrama para este equipo de trabajo.

**Tabla 14. Desglose de personal requerido para la etapa de liberación del derecho de vía.**

Puesto	Cantidad
Gerente de tierras, permisos y atención a grupos de interés México	1
Gerente de tierras, permisos y atención a grupos de interés proyecto	1
Coordinador de adquisición de tierras	3
Coordinador de adquisición de permisos	5
Coordinador de atención a grupos de interés	4
Gestores de adquisición de tierras	18
Gestores de adquisición de permisos	20
Gestores de atención a grupos de interés	9
Soporte de AutoCAD	4
Control de documentos	4
Soporte de bases de datos	4
Personal administrativo	6
Soporte legal	8

**Figura 7. Organigramas del personal de la etapa de liberación del derecho de vía.**



NOTA: El personal indicado incluye el del transportista, sus contratistas y sub contratistas.

### Personal involucrado en la etapa de preparación del sitio y construcción

Se estima que para la preparación del sitio y construcción se requieren aproximadamente 3347 personas, incluyendo, contratistas y sub contratistas, en la tabla 15 se pueden observar los diferentes puestos definidos para esta etapa y en la tabla 16 se muestra un desglose de las cantidades de personal dividido por TGNN y SAIPEM, el cual es contratado por “tiempo determinado”, y se distribuirán en las diferentes actividades (desmonte, despalme, excavaciones, etc.) y obras del proyecto (construcción del gasoducto, estaciones de recepción, entrega, medición y compresión, obras de cimentación, mecánicas, eléctricas y de tuberías para las estaciones antes citadas, entre otras más), a lo largo de todo la franja de desarrollo.

El personal requerido para dichas etapas serán ingenieros, topógrafos, superintendentes de obra, supervisores, operarios calificados en tuberías, instalaciones eléctricas, instrumentistas, mecánicos, especialistas en pruebas neumáticas e hidrostáticas, etcétera; así como oficiales de segunda, ayudantes generales, Soldadores, choferes, secretarias, etcétera.

**Tabla 15. Puestos definidos para las etapas de preparación del sitio y construcción.**

Personal	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo	Área de trabajo
Ingeniero	Calificado	Permanente (8h/día)	Administrativa
Supervisor			Supervisión
Ingeniero residente			Operativa
Almacenista	No calificado		Administrativa
Secretaria			Operativa
Chofer			
Obreros			
Ayudante (Peones)			
Operador de maquinaria			
Topógrafo	Calificado		
Soldador			
Mecánico			

Tabla 16. Personal TGNN y SAIPEM

	TGNN	SAIPEM	Total
<b>Empleados</b>	285	3062	3347

#### Personal involucrado en la etapa de operación y mantenimiento

El personal requerido para esta etapa estarán distribuidos en las diferentes estaciones de compresión, estaciones de regulación y medición así como en la supervisión del ducto operarán con tres turnos consecutivos de ocho horas diarias laborales, dos turnos de día (matutino/vespertino) y uno nocturno. Aparte estará el personal del turno diurno o turno mixto.

El personal antes referido desempeñará diferentes funciones (Tabla 17). Es importante señalar que estos datos son preliminares, ya que el personal definitivo quedará definido una vez que se determine de acuerdo a los manuales de mantenimiento y de operación y de las recomendaciones que indiquen los proveedores de los equipos.

Tabla 17. Personal requerido para la etapa de operación y mantenimiento

Personal	Cantidad
Superintendente	1
Oficinista	1
Chofer	1
Administración y finanzas	1
Ayudante	1
Gestor	1
Oficinista	1

Jefe de operación	1
Ing. De Operación	1
Operario especialista en medición	1
Operario especialista de operación	1
Ayudante de operario de medición	1
Ayudante de operario de operación	1
Jefe de mantenimiento	1
Ing. De mantenimiento	1
Almacenista	1
Operario especialista	2
Ayudante de operario especialista	2
Obrero general	3
Jefe de Seguridad Industrial y Protección Ambiental (SIPA)	1
Ing. De SIPA	1
Celador	2
Operador Contra incendio	1
Ayudante de operador contra incendio	1
Obrero	1
Residente Cangrejera	1
Ing. De Operación	1
Operario Especialista de medición	1
Operario especialista de operación	1
Ayudante de operario especialista de medición	1
Ayudante de operario especialista de operación	1
Ing. De Mantenimiento	1
Operario especialista	2
Ayudante de operario especialista	2
Obrero general	3
Ing. De SIPA	1
Celador	2
Operador Contra incendio	1
Ayudante de operador contra incendio	1
Obrero	1
<b>Total</b>	<b>50</b>