



**PROYECTO:
RESCATE MINA PASTA DE CONCHOS, COAHUILA, MÉXICO.**

**INFORMACIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO:
" CONCLUSIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE LUMBRERAS Y RAMPAS DE ACCESO Y DE
VENTILACIÓN, EN LA MINA PASTA DE CONCHOS, COAHUILA."**

CONTENIDO

1	ANTECEDENTES	4
2	LOCALIZACIÓN.....	4
3	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS A REALIZAR.....	6
3.1	Trabajos por realizar.....	6
3.2	Excavación de lumbreras, rampas, túneles y galerías.	6
3.3	Datos Principales del Proyecto.....	9
3.4	Plazo de ejecución	9
4	DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES GENERALES DEL SITIO.....	10
4.1	Hidrología	10
4.2	Hidrogeología	10
4.3	Geología.....	14
4.3.1	Unidades litológicas en el área de estudio.....	15
4.3.2	Fallas y fracturas	18
4.3.3	Pruebas de permeabilidad	21
4.4	Caracterización Geofísica	22
4.4.1	Modelo Geofísico.....	22
4.4.2	Análisis e interpretación secciones.....	24
4.5	Marco Sismotectónico en torno al sitio de estudio	25
4.5.1	Sismicidad en torno al sitio de estudio	26
4.5.2	Modelos de valores de aceleración contra profundidad.....	26
4.6	Caracterización geotécnica.	27
4.6.1	Clasificación Geomecánica de los materiales	31
4.6.2	Tratamientos a la roca.....	31
5	ALCANCE	33
5.1	General.....	33
5.2	Aspectos técnicos relevantes por considerar por los Concursantes	33
5.3	Consideraciones particulares de los alcances en las excavaciones.	35

	5.3.1	Excavaciones líneas de proyecto y línea de tolerancia.....	36
	5.3.2	Soporte, tratamiento, perforaciones para inyección y drenajes.....	37
	5.3.3	Reglas para la Elaboración del Dictamen Técnico	37
	5.4	Obras civiles.....	38
	5.4.1	Lumbreras PCT-1 y PCT-2.....	38
	5.4.2	Escombrera o banco de tiro.	40
	5.4.3	Portal de entrada a rampas.....	40
	5.4.4	Rampas de Acceso (túneles de acceso y ventilación).	40
	5.5	Sistema de bombeo.....	42
	5.6	Sistema de Auscultación	42
	5.7	Obras asociadas	44
	5.7.1	Vialidades.....	44
	5.7.2	Alimentación eléctrica.....	44
	5.7.3	Sistema de bombeo en portal y túneles.	45
	5.7.4	Instalaciones definitivas	45
	5.7.5	Limpieza, drenaje y servicios	46
6		ALCANCE E INTEGRACIÓN Y FORMA DE PAGO DE PRECIOS UNITARIOS.....	46
7		INFORMACIÓN REQUERIDA DESPUÉS DE LA FIRMA DEL CONTRATO.....	47
8		SUPERVISIÓN	47
	8.1	Supervisión de obra.....	48
9		SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN Y SUS PROCESOS	48
	9.1	Documentación relativa a los Sistemas que proporcionará El Contratista a la Comisión	49
	9.2	Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo	49
	9.3	Sistema de Gestión de Calidad	51
10		PROTECCIÓN AMBIENTAL	51

1 ANTECEDENTES

El 19 de febrero del año 2006 ocurrió una explosión de metano y polvo de carbón en la Mina Pasta de Conchos, que afectó a 79 mineros de los cuales 14 fueron rescatados con vida, se recuperaron dos cadáveres y 63 quedaron sepultados en las galerías subterráneas.

Después de los intentos de rescate en 2006 y 2007, en junio de 2010, Industria Minera México (IMMSA) procedió a sellar todas las entradas a la mina conforme a la norma MSHA120-75.336.1.07.010 de la “Mine Safety and Health Administration”.

El 1° de mayo de 2019, el presidente de la República aprobó el rescate de los restos de los 63 mineros y propuso elaborar el “**Plan Integral para la Reparación y la Justicia en Pasta de Conchos**” y, para realizar este proyecto, comisionó a la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).

El 14 de septiembre de 2020, la CFE recibe indicaciones de hacerse cargo de los trabajos para el rescate de los mineros. Por lo cual, la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), firmaron el Acta de entrega de documentación y estudios técnicos relacionados con el rescate de la mina Pasta de Conchos.

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) desarrolló los estudios de la ingeniería básica y de detalle de las obras para el rescate en la Unidad Minera de Pasta de Conchos, obteniendo información con métodos de exploración directa e indirecta para la integración de un modelo geotécnico.

Como parte del proyecto integral se planteó realizar las obras para acceder a la zona de búsqueda en varias etapas. En el año 2022 se realizaron contrataciones para el inicio de estas obras, consistente en la construcción de dos lumbreras, y de dos rampas para acceso y ventilación, obras que es necesario concluir. El presente documento describe de manera general los trabajos para la conclusión de la construcción de dichas obras, objeto del presente proceso de contratación.

2 LOCALIZACIÓN

La Mina 8 de la Unidad Pasta de Conchos se ubica en el estado de Coahuila, en la porción NE, sobre la Cuenca Carbonífera de Sabinas, aproximadamente a 11.5 km al oeste del poblado de Nueva Rosita, en la jurisdicción municipal de San Juan de Sabinas (Figura 1).

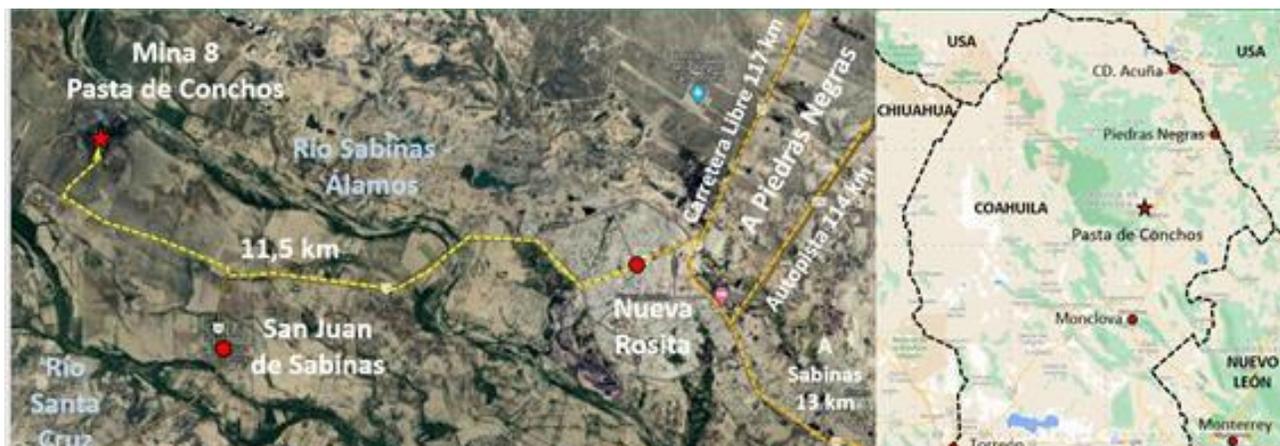


Figura 1. Localización de la mina Pasta de Conchos, Coahuila

Vías de Comunicación

Para llegar a la mina Pasta de Conchos desde la ciudad de Monclova, Coahuila, se toma la carretera federal No. 57 (Monclova – Sabinas) recorriendo 115,6 km después girar a la izquierda hacia Francisco I. Madero por 11,8 km posteriormente girar a la izquierda por el libramiento a la carretera federal No. 53 durante 11,8 km en la rotonda tomar la primera salida para incorporarse a la carretera federal No. 53 y después de 3,5 km se encuentra el acceso principal a la mina Pasta de Conchos. Otra vía de acceso a la mina es a partir de la ciudad de Piedras Negras, para lo cual se debe tomar la carretera federal No. 57 Piedras Negras – Nava por aproximadamente 52 km tomar la desviación a la carretera federal No. 57 Allende – Nueva Rosita por 7,5 km, posteriormente dirigirse por la autopista Premier Allende – Nueva Rosita por 52 km, de este punto incorporarse a la carretera federal No. 57 Nueva Rosita – Allende y después de 1,8 km se toma el libramiento de Nueva Rosita, después de 4 km en la rotonda tomar la primera salida para incorporarse a la carretera federal No. 53 y después de 3,5 km se encuentra el acceso principal a la mina Pasta de Conchos.

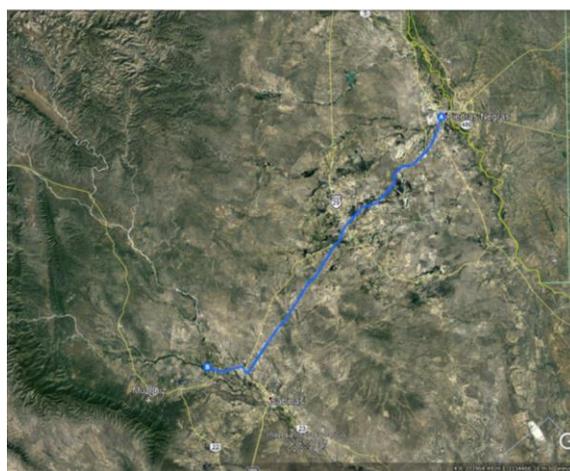
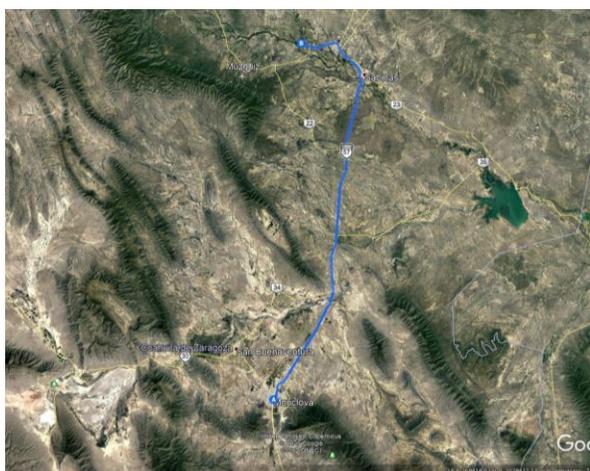


Figura 2. Vías de acceso a la mina desde las ciudades de Monclova (a) y Piedras Negras (b).

3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS OBRAS A REALIZAR

3.1 Trabajos por realizar.

El proyecto integral para realizar el rescate de los restos de los mineros se basa en un sistema de lumbreras, túneles o galerías para aproximarse a los sitios de búsqueda, en la Figura 3 se muestra como referencia un esquema general de las obras del proyecto integral. El objeto del presente proceso de contratación contempla, en términos generales, la conclusión de la construcción de rampas de acceso y ventilación hasta el cadenamiento 0+860 aproximadamente, incluyendo los túneles cruceo.

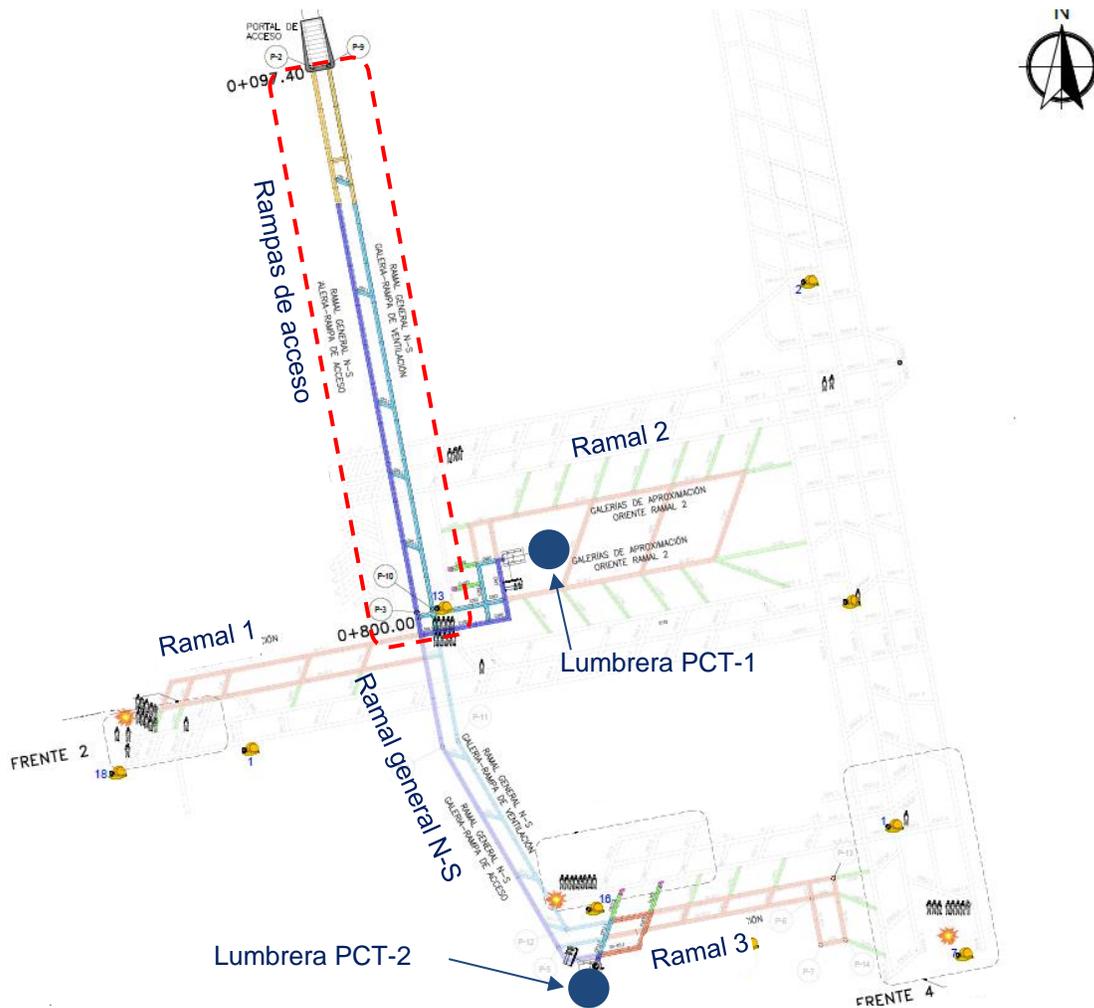


Figura 3. Esquema general de obras subterráneas. Excavación de rampas de acceso y ventilación.

3.2 Excavación de lumbreras, rampas, túneles y galerías.

Las lumbreras PCT-1 y PCT-2 tendrán funciones de acceso y ventilación necesarias para el funcionamiento del resto de obras subterráneas. En el fondo contarán con un foso para extracción de material de rezaga en la etapa de excavación de galerías. Para la construcción

de las lumbreras se tendrán que realizar tratamientos de la roca a base de concreto lanzado, anclas de acero con placa y tuerca. Ambas se equiparán con elevador, escalera, mampara para el sistema de ventilación, cableado y ductos para servicios, este equipamiento se sujetará en la excavación mediante un sistema de soporte compuesto por anillos metálicos. El detalle de estos tratamientos y demás elementos se muestra en los planos constructivos correspondientes. Actualmente se tienen excavadas las lumbreras PCT-1 y PCT-2 a una profundidad aproximada de 72.60 y 64.56m, respectivamente. En etapas posteriores (fuera del alcance del presente proceso de contratación) se tiene planeado equipar la lumbrera de las siguientes instalaciones: escalera de emergencia helicoidal, elevador para acceso de personal instalaciones eléctricas y grúa pórtico. En la Imagen Como parte de otro proceso de contratación se realizará el complemento de la construcción de las galerías de aproximación de todos los ramales las cuales tienen una sección libre de 5 m x 3.5 m, y permiten la aproximación tanto a las lumbreras de acceso y ventilación como a las galerías de conexión, así como la construcción de galerías de conexión, con una sección libre de 4 m x 3.5 m, estas galerías de conexión llegarán a una distancia aproximada de 10 m antes de conectar con las galerías siniestradas, con el fin de contar con un pilar seguro antes de esta conexión y con ello estar en condiciones de llevar a cabo tanto una exploración de las condiciones geotécnicas de este frente, así como poder definir y llevar a cabo un proceso de desgasificación, con lo cual se pueda establecer el procedimiento de acceso a las galerías siniestradas su inspección y búsqueda de restos, quedando todas estas actividades fuera del alcance de este contrato.

Con el fin de llevar un monitoreo del comportamiento geotécnico en la zona de obras, se incluye como parte de las obras la implementación de un sistema de auscultación el cual se describe en la sección de alcances del proyecto, debiéndose llevar a cabo la implementación de dicho sistema de manera oportuna para garantizar la seguridad de las obras.

La sección de construcción de las túneles y rampas, así como la ubicación, coordenadas, desarrollo, sistemas de soporte (tratamientos) deberán ser conforme a lo indicado en los planos del proyecto y/o a las indicaciones de la CFE, pudiéndose presentar modificaciones en estas geometrías conforme a las necesidades y avance del proyecto.

se muestra el arreglo general de las lumbreras en una planta y corte.

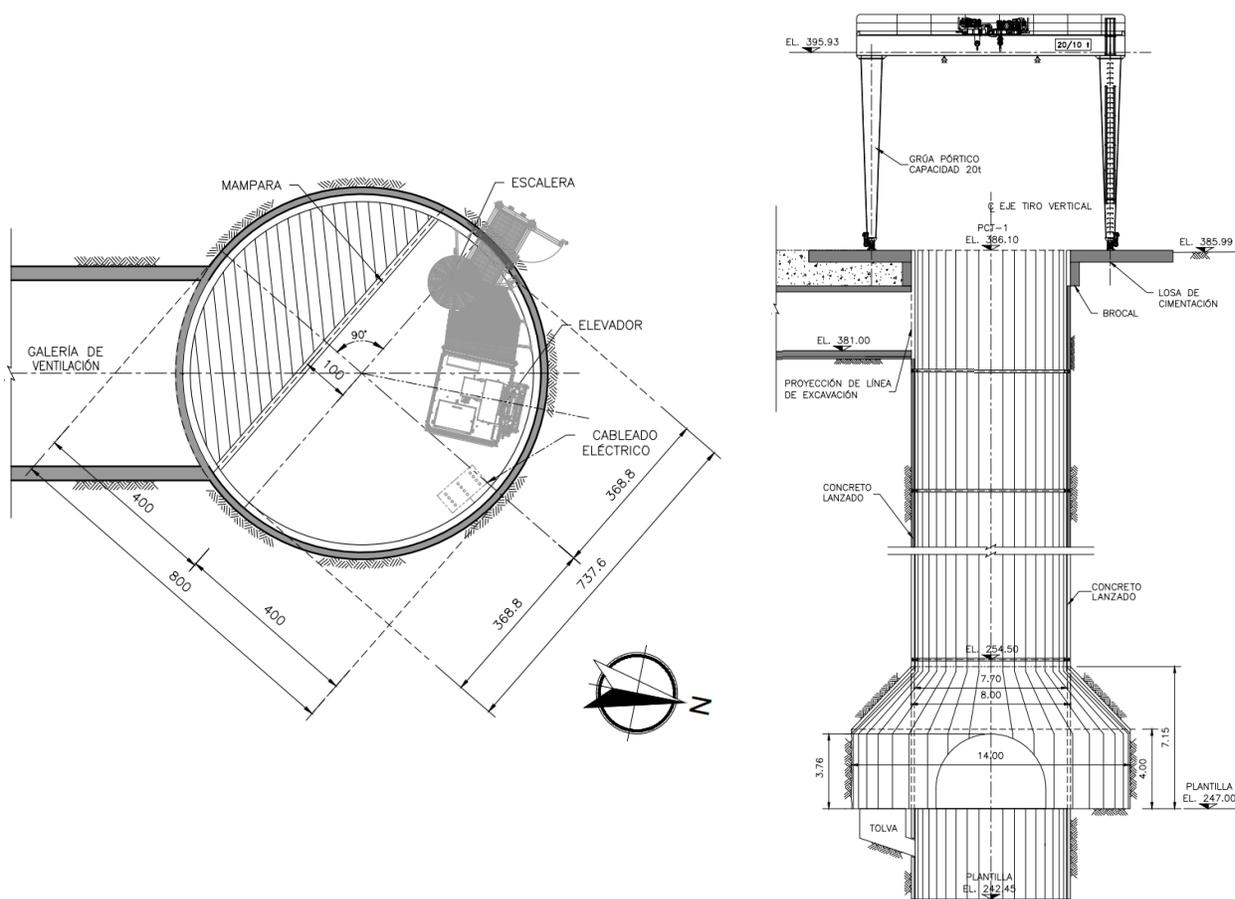


Figura 4. Sección y corte de lumbreira PCT-1.

El proyecto de excavaciones inició con la construcción de un portal de entrada con ancho de plantilla de 26.5 m y pendiente de 17.6% y un desarrollo de 60 m. Partiendo del portal se inició el desarrollo de las rampas de acceso, consistentes en dos excavaciones subterráneas paralelas (túnel de acceso y túnel de ventilación) que permiten descender hasta la elevación 255 msnm, el túnel de acceso tiene una sección libre de 5 m de ancho y una altura libre de 4.5 m, por su parte el de ventilación tiene un ancho de 4 m y 4 m de altura en su sección libre, ambos túneles con una pendiente de 17.633%, por lo cual el desarrollo total de dichas excavaciones es de aproximadamente 700 m cada uno. A lo largo de su desarrollo se construirán 5 galerías o túneles cruceo, que permiten establecer un circuito de ventilación de aire limpio al interior de las excavaciones. Actualmente se tiene un avance en la excavación de 171 m en el túnel de acceso y de 174 m en el de ventilación, y es objeto de este contrato concluir la excavación de estos túneles, incluyendo los tratamientos de soporte que se indican en los planos del proyecto.

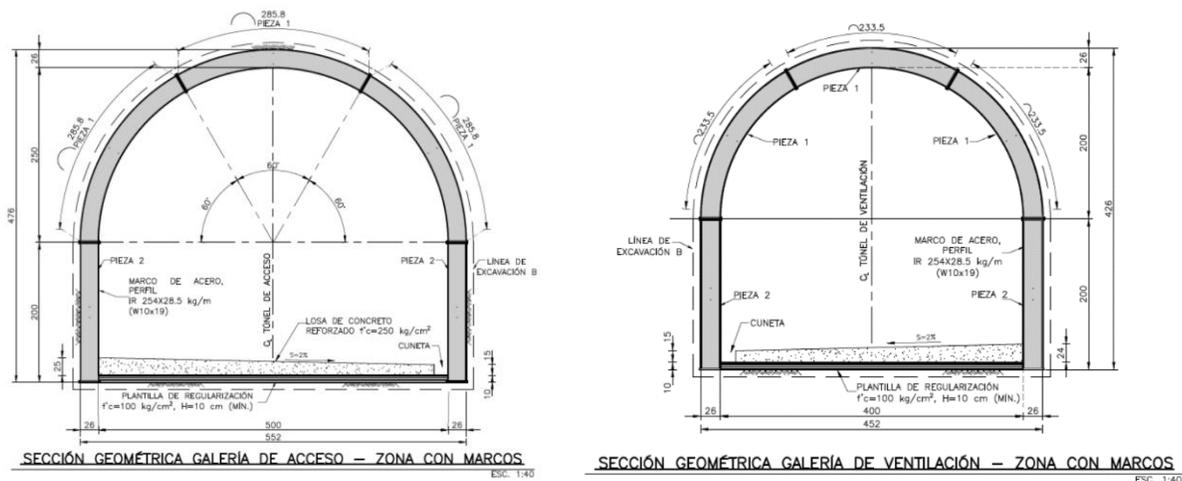


Figura 5. Secciones geométricas de rampa de acceso y de ventilación en zona con marcos de soporte.

Una vez que las rampas llegan a la elevación 255,00 msnm se continúan con las mismas secciones transversales hasta el cadenamamiento 0+860, punto en donde, en etapas posteriores, se derivarán los ramales de galerías uno y dos, así como la continuación de estos túneles de acceso y ventilación rumbo a la lumbrera PCT-2

Como parte de otro proceso de contratación se realizará el complemento de la construcción de las galerías de aproximación de todos los ramales las cuales tienen una sección libre de 5 m x 3.5 m, y permiten la aproximación tanto a las lumbreras de acceso y ventilación como a las galerías de conexión, así como la construcción de galerías de conexión, con una sección libre de 4 m x 3.5 m, estas galerías de conexión llegarán a una distancia aproximada de 10 m antes de conectar con las galerías siniestradas, con el fin de contar con un pilar seguro antes de esta conexión y con ello estar en condiciones de llevar a cabo tanto una exploración de las condiciones geotécnicas de este frente, así como poder definir y llevar a cabo un proceso de desgasificación, con lo cual se pueda establecer el procedimiento de acceso a las galerías siniestradas su inspección y búsqueda de restos, quedando todas estas actividades fuera del alcance de este contrato.

Con el fin de llevar un monitoreo del comportamiento geotécnico en la zona de obras, se incluye como parte de las obras la implementación de un sistema de auscultación el cual se describe en la sección de alcances del proyecto, debiéndose llevar a cabo la implementación de dicho sistema de manera oportuna para garantizar la seguridad de las obras.

La sección de construcción de las túneles y rampas, así como la ubicación, coordenadas, desarrollo, sistemas de soporte (tratamientos) deberán ser conforme a lo indicado en los planos del proyecto y/o a las indicaciones de la CFE, pudiéndose presentar modificaciones en estas geometrías conforme a las necesidades y avance del proyecto.

3.3 Datos Principales del Proyecto

1 LOCALIZACIÓN			
Estado	Coahuila		
Municipio	San Juan de Sabinas		
2 PORTAL DE ACCESO		DATO	UNIDAD
Altura de portal		10	m
Longitud		60	m
Ancho de excavación		26.5	msnm
Taludes de excavación		0.15	m
3 RAMPA (TÚNEL) DE ACCESO		DATO	UNIDAD
Longitud (aproximada)		693	m
Ancho libre		5	m
Altura libre		4.5	m
Pendiente		10	°
4 RAMPA (TÚNEL) DE VENTILACIÓN		DATO	UNIDAD
Longitud (aproximada)		700	m
Ancho libre		4	m
Altura libre		4	m
Pendiente		10	°
7 LUMBRERAS PCT-1 y PCT-2	LUMBRERAS PCT-1 y PCT-2	DATO	UNIDAD
	Diámetro de excavación (línea A)	8	m
	Espesor de revestimiento primario	0.15	m
	Peralte de anillo metálico	0.26	m
	Elevación Brocal PCT-1	386	msnm
	Elevación de Plancha de Maniobras PCT-1	247	msnm
	Elevación Brocal PCT-2	383.7	msnm
	Elevación de Plancha de Maniobras PCT-2	239.66	msnm

3.4 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución es de 230 días naturales para la conclusión del proyecto completo. Se requiere que la excavación de lumbreras se concluya dentro de los primeros 180 días naturales.

4 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES GENERALES DEL SITIO.

En los siguientes apartados se indican de manera resumida las condiciones del entorno, acorde a los estudios realizados por CFE. Anexo a este documento y especificaciones se anexan los informes realizados

4.1 Hidrología

Como rasgos hidrográficos de la zona de estudio, se tiene que ésta es flanqueada al norte y sur por dos corrientes de tipo perenne e intermitente; el río Álamos o mejor conocido como “El Coyote” y el río Sabinas, respectivamente. Se le refiere como río Álamos por las referencias cartográficas, sin embargo, localmente se le conoce también como El Coyote, debido a que se encuentra en el ejido del Coyote.

La zona de estudio se encuentra en la Región Hidrológica 24 Bravo-Conchos, Cuenca Presa Falcón-Río Salado y Subcuenca Río Álamos y Río Sabinas (conforme a la regionalización hidrológica definida por la Comisión Nacional del Agua, CONAGUA 2018).

Los escurrimientos superficiales (El Coyote y Sabinas) fluyen en dirección sureste y se unen a la altura del poblado de Cloete, para formar un solo escurrimiento denominado río Sabinas.

El clima que predomina en el municipio de San Juan de Sabinas y específicamente en la zona donde se localiza el área de estudio se clasifica como “Seco semicalido” (clasificación climatológica del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI).

En la zona la temperatura media anual es de 20.40 °C, la evaporación total de 1840.70 mm y una precipitación media anual de 422,70 mm, con régimen de lluvias en los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre, octubre y escasas en noviembre y diciembre. De los datos observados (estación climatológica Conchos, perteneciente a la red de observación del Servicio Meteorológico Nacional (SMN-CONAGUA), localizada en el municipio de San Juan de Sabinas, con un período de observación de 59 años (1951 a 2010)) se apreció que la precipitación registró un valor máximo mensual de 481 mm y un máximo diario de 213 mm, ambos valores en el mes de julio del año de 1976.

La temperatura mínima corresponde al mes de enero con 10,60 °C y la máxima al mes de julio con 28,4 °C. Respecto a la evaporación total, el valor máximo se registra en julio con 230,30 mm y el mínimo de 74,20 mm en el mes de diciembre. Los vientos predominantes tienen dirección noroeste con velocidad de 10 km/hr y la frecuencia de heladas es de 0 a 2 días y granizadas de uno a dos días.

4.2 Hidrogeología

Como parte de las actividades del estudio hidrogeológico, se realizó el reconocimiento del sitio (área cubierta de 25 km²), que permitió la identificación de obras hidráulicas (pozos, norias, obras de captación de agua, obras de toma en ríos, etc.) ubicadas en la zona de interés y su entorno.

El agua subterránea en la zona de reconocimiento se emplea, en mayor parte, para uso agrícola y ganadero (78 %), en menor proporción uso doméstico (10 %). El agua del río Sabinas se emplea para uso agrícola y la del río El Coyote el uso es agrícola, ganadero e industrial (Lavadora).

En la zona se identifican las Unidades Hidrogeológicas constituidas por: *Materiales Granulares de Baja permeabilidad (GBP)*. Compuesta por materiales granulares no consolidados (arcillas y limos que forman parte de los suelos residuales -Qsr-). *Materiales Granulares permeables (GP)*.- Integra los materiales granulares no consolidados compuestos por gravas y arenas (aluviales -Qal-). Fragmentos subangulosos y redondeados de tamaños variables. *Rocas Semipermeables (RSP)*.- Unidad constituida por: Conglomerado Sabinas, Lutitas, limolitas y areniscas (Formación Olmos), que presentan un fracturamiento de moderado a intenso en contacto con la Formación Sabinas a la que subyace y Roca alterada del Carbón (fracturamiento de moderado a intenso). *Rocas impermeables (RI)*.- formada por las rocas sanas y masivas de la Formación Olmos. Lutitas, limolitas y areniscas de buena calidad (son el basamento del acuífero alojado en el conglomerado Sabinas y en el aluvión). *Zonas de baja Permeabilidad (ZBP)*.- Esta unidad considera, únicamente, las zonas de la Formación Olmos, incluyendo las rocas de carbón y la lutita carbonosa, que registran o poseen permeabilidad secundaria (permeabilidad asociada a planos de fracturas, fallas o estratificación) y que permiten el almacenamiento y circulación del agua subterránea en forma puntual (zonas saturadas aisladas y en medios fracturados de bajo a nulo rendimiento).

No obstante que, las rocas de la unidad ZBP presentan cierto grado de fracturamiento, éste comúnmente se encuentra sellado, o bien no existe separación suficiente para permitir la circulación del agua con facilidad y dar a esta roca el carácter de acuífero. La distribución de esta unidad obedece al arreglo y condiciones de las discontinuidades en el sitio, en donde frecuentemente el contacto roca-roca es cerrado.

Para una mejor comprensión del funcionamiento hidrogeológico se distinguen tres zonas:

Zona del acuífero: Su comportamiento (almacenamiento hidráulico) se asocia a la variación del espesor de material granular no consolidado constituido por arcillas y limos (suelo residual, Qsr), su recarga es directa de la precipitación, la cual una vez saturado el medio genera escurrimientos superficiales que fluyen acorde al relieve topográfico y de forma significativa en dirección y descarga a los ríos El coyote (al norte) y Sabinas (al sur) contribuyendo, previamente, a la recarga del acuífero libre.

Zona del acuífero libre (Acuífero Mina Pasta de Conchos): Este acuífero se aloja en el aluvión (Qal), en el conglomerado Sabinas (TplCgo) y en la zona de contacto y alterada de la Formación Olmos (KmLu-Ar). Su recarga es producto de la combinación del flujo subterráneo que aportan los ríos (Sabinas y El Coyote) y de la precipitación (agua que cede el acuífero que lo sobreyace y la que se infiltra directamente desde la superficie).

Zonas con presencia de agua en medio fracturado: La recarga de estas zonas (de forma esbelta e irregular) se infiere, proviene de la infiltración de agua que fluye del acuífero que las sobreyace o están en contacto con las discontinuidades.

En este tipo de zonas es común que su permeabilidad se reduzca conforme se incrementa su profundidad, debido al cierre de las fracturas y/o relleno de fallas con arcilla, clorita y calcita (Barreno PC-1A¹), dando origen a zonas saturadas aisladas, en donde frecuentemente no se tiene conexión con otra discontinuidad (los materiales tienden, gradualmente, a tener un comportamiento hidráulico característico de un acuitardo y finalmente como un acuícludo). Para las zonas donde se identifica una mayor densidad de la red de fracturamiento y existe conexión hidráulica entre éstas, el movimiento local del agua subterránea es errático acorde a la orientación de las discontinuidades (medio heterogéneo). Respecto a la superficie de la fractura, en ésta existe una variación importante de la resistencia al flujo, producto de la variabilidad de la abertura y de las áreas de contacto, lo cual genera tortuosidad de las líneas de flujo sobre el plano de la fractura. En la siguiente figura se presenta un esquema del funcionamiento hidrogeológico en el sitio de estudio.

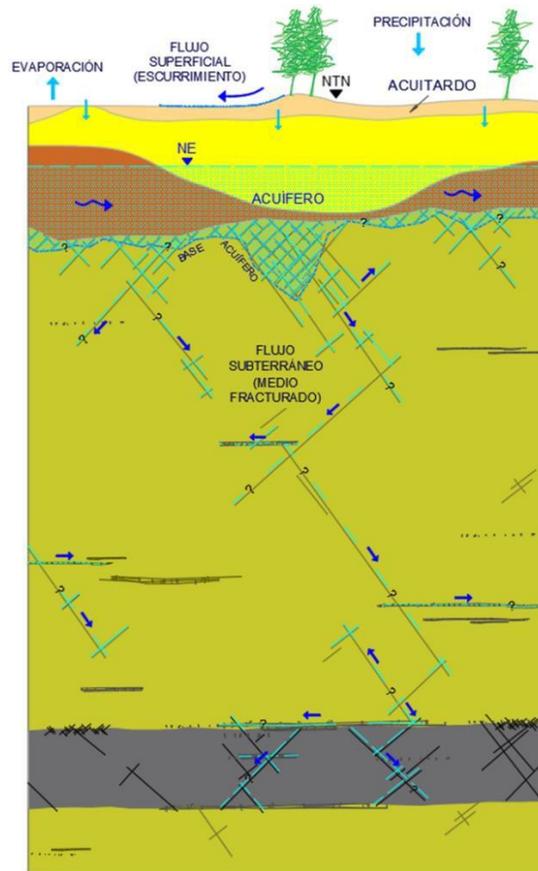


Figura 6. Esquema representativo del funcionamiento hidrogeológico en el sitio de estudio.

El acuífero Mina Pasta de Conchos se clasifica como tipo libre (sedimentario de origen detrítico, alojado en Materiales aluviales, en la Fm Sabinas constituida por un conglomerado con diferentes grados de consolidación y en la zona alterada y de contacto con la Fm Olmos, esta última conformada por lutitas y areniscas.

La extensión del acuífero se definió con base en el área donde se desarrollará la construcción

de las obras subterráneas objeto del presente estudio y su entorno; por lo que éste se encuentra acotado por las fronteras hidráulicas que son: El Coyote en la parte norte y el Sabinas al sur. De oeste a este, se extiende desde el predio de “Varios propietarios” hasta el del Sr. Raúl Wong, respectivamente, cubriendo una superficie aproximada de 15.4 Km².

Con la información generada mediante el monitoreo piezométrico en las obras hidráulicas (pozos, norias y piezómetros), se determinó la profundidad del nivel del agua subterránea. La profundidad del nivel estático (NE) en el área de estudio estuvo en el rango de 10.50 a 12.50 m (monitoreo junio 2021).

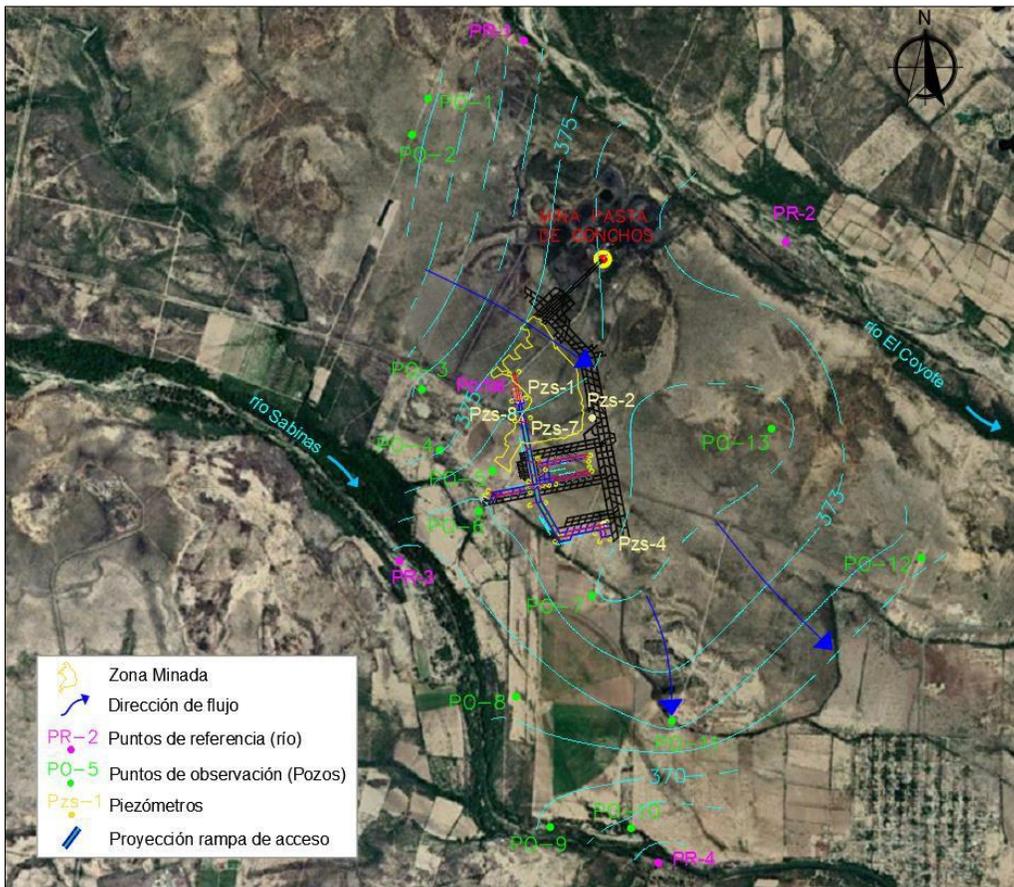


Figura 7. Configuración de la elevación del NE y dirección de flujo.

De forma general la dirección preferencial del flujo subterráneo fue al sureste; sin embargo, registra componentes acordes a las zonas de descarga, producto de la extracción (bombeo de agua para uso agrícola, ganadero y en menor proporción uso doméstico). El gradiente hidráulico (i) fue de 0.0028.

Con base en la información generada durante el periodo de monitoreo (diciembre 2020 a junio 2021) se aprecia que el patrón de la configuración de la elevación y dirección del flujo subterráneo se mantienen, sin presentar cambios extraordinarios en su comportamiento; no obstante, se deberá de continuar con su observación, para evaluar su comportamiento de

forma anual (temporadas de lluvia y estiaje) y durante el proceso constructivo de las obras subterráneas.

Mediante los resultados de los estudios de geología y geofísica (perfiles de barrenos, secciones, descripción del medio, pruebas de permeabilidad, sondeos y registros verticales, etc.) se determinó el espesor del acuífero. Se considera que la base del acuífero no es uniforme, ya que se rige por las condiciones de alteración y grado de fracturamiento de la roca en la Fm Olmos; por lo que el límite es la zona donde la roca es más densa (buena calidad) con permeabilidad más baja a nula (valores que clasifican a la roca o medio geológico como impermeable), registrándose variaciones en su espesor (en el sitio del Barreno PC-13 resultó de 4.90 m y de 32.50 m en la zona del PC-20).

En la parte inferior del acuífero, el agua satura la zona alterada de la roca, y en el caso de existir fracturas y fallas no selladas, ésta penetrará hasta donde la permeabilidad del medio disminuya y sea nula; es en estas zonas donde los materiales tienden, gradualmente, a tener un comportamiento hidráulico característico de un acuitardo y finalmente como un acuicludo. Los valores de la base del acuífero en las zonas del Portal, Rampa de acceso y Ramal principal (túneles de aproximación se presentan en el informe hidrogeológico anexo).

Respecto al nivel del agua detectado en los barrenos efectuados para el corrimiento de registro de video (PCV-1, 2, 3, 4 y 6) y a la información antecedente consultada, se asume la existencia de agua en las galerías abandonadas de la Mina Pasta de Cochos (donde ocurrió el evento en el año 2006), inundadas a partir de la zona donde se localiza el PCV-5 (elevación del fondo del barreno de 249.93 msnm), ya que en dicho barreno no se detectó un nivel de agua (seco) que fuera indicativo de la ocurrencia de esta.

En los barrenos PCV-4 y PCV-2, proyectados en la sección del ramal principal, la profundidad del agua fue de 136.97 y 136.02 m, respectivamente (monitoreo junio 2021); por lo que el nivel mencionado se ubicó por encima de la clave de las galerías. Con base en lo anterior se continuará con el monitoreo piezométrico en ambas obras, con la finalidad de verificar la presencia y comportamiento del agua en esta zona.

4.3 Geología

La geología del estado está representada principalmente por formaciones de rocas sedimentarias: calizas, lutitas, areniscas y dolomitas. Estas están presentes desde la Era Paleozoica y de una columna originada en la Era Mesozoica y en las cuales se encuentran cinco formaciones del periodo jurásico, 51 formaciones que se originaron en el cretácico, siete formaciones de la era cenozoica. Dando lugar en el terciario a dos tipos de ambientes: El marino y continental. El periodo Cuaternario o reciente comprende una sola formación.

Por otra parte, la geología estructural del estado está definida por un gran número de anticlinales y sinclinales que dan lugar a estructuras donde estos pliegues de forma cóncava tienen en su interior las capas más jóvenes.

Además, en el estado se encuentran importantes yacimientos de minerales no metálicos y en

menor cantidad de minerales metálicos, así como, yacimientos de hidrocarburos.

4.3.1 Unidades litológicas en el área de estudio

SUELO RESIDUAL (Qsr)

Esta unidad tiene una gran extensión en toda la región presenta un espesor promedio en la zona va de los 0,18 a los 2,50 m, presenta poca consolidación, está compuesto por materiales que van de arcillas hasta arenas (0,002 a 0,063 mm), con un alto grado de adherencia y consistencia plástica; con un color café pardo oscuro (10R 4/6) y en algunas zonas con presencia de materia orgánica.

ALUVIAL (Qal)

Depósitos no consolidados derivados de la transportación fluvial de la zona, está compuesta por un matriz limo arcillosa (1/250 a 1/16 mm) observado en la zona de descarga del sondeo en un color naranja amarillento pálido (10YR 8/6) y fragmentos líticos de rocas preexistentes que van desde gravas medias (16 mm) a gruesas (63 mm) y bloques (256). Su forma va de sub-redondeados a redondeados como se puede observar en la muestra del sondeo PC-20 (SEG-DGL-K1330-I-024/06-0621).

FORMACIÓN ESCONDIDO (Ksm Ar-Lu-Lm)

En esta unidad se encuentra una secuencia de rocas sedimentarias de diferente tamaño de grano, distribuidas en toda la zona de estudio con un espesor promedio de 65,00 metros, la cima de la formación presenta una zona de meteorización en los primeros metros, tiene un color característico naranja amarillento pálido (10YR 8/6), mientras que en roca fresca tiene un color gris verdoso (5G 6/1) esta particularidad se observa en los afloramientos vistos en campo (fichas: F-K1330-GEOL-F1-001, F-K1330-GEOL-F1- 002, F-K1330-GEOL-F5-007, F-K1330-GEOL-F1-004, F-K1330-GEOL-F1-005, F-K1330-GEOL-F1-006, F-K1330-GEOL-F1-007) que se presentan en las proximidades de la Mina de Pasta de conchos, cercano al río Álamos.

A continuación, la descripción de cada litología de la Formación Escondido:

Arenisca Meteorizada (KsmAr): Unidad de roca meteorizada con diferentes grados poco competente, presentando un tamaño de grano fino a medio (0,25 a 0,125 mm), con una coloración que va de gris amarillento (5Y 7/2) al amarillo moderado (5Y 7/6), esta roca está presente en los afloramientos ya mencionados, y en los primeros metros de los sondeos.

Lutita meteorizada (KsmLu): Unidad de roca con grados de meteorización IV a V, con arenas de grano muy finos (0,002 mm), se presentan horizontes más competentes por la mezcla de granos mayores como se puede observar en el sondeo PCT-1 (SEG-DGL- K1330-I-029/06-0621)

Arenisca (Ksm): Al terminar la zona meteorizada generalmente se encuentra una arenisca

sana y competente, de color gris claro (N7) y con una granulometría que va de grano fino a medio que va de 0,2 a 0,063 milímetros, que sobreyace a una intercalación de lutitas, que su tamaño de arcillas es de 0,002 mm, y un color verde grisáceo (10GY 5/2); las limolitas se presentan con una coloración gris claro verdoso (5G 8/1) y con un rango de limos que van de 0,004 a 0,008 mm, esta limolita al perder humedad se disgrega muy fácilmente.

Lutita (KsmLu): Roca compuesta por arenas de grano muy fino (0,002 mm), se observa en un color gris claro (N7) a un gris oscuro (N3), esta unidad presenta horizontes de roca disgregada, al entrar en contacto con la intemperie y al perder humedad, esta se agrieta con facilidad.

Limolita (KsmLm): Roca compuesto por limos que van de 0,004 a 0,008 mm, con un color en muestra seca que va de verde muy pálido (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2), las fracturas que se presentan en esta litología tienden a ser onduladas (rugosas y lisas), esta limolita tiene horizontes más concurridos de roca disgregada a comparación de la limolita de la Formación Olmos.

Lutita-Arenisca (KsmLu-Ar): Lutita de grano muy fino (0,002mm) con un aporte de grano fino (0,063 mm), esta unidad es más competente a comparación de una lutita pura, es de color muestra seca de gris claro (N7) en seco y en muestra húmeda es gris medio (N5).

Arenisca-Lutita (KsmAr-Lu): Se componen las arenas de materiales de grano fino a grano medio (0,063 a 0,2 mm) y las lutitas se componen de arcillas (0,002 mm). En ambos casos se tiene una mezcla de estos materiales, aunque en algunas zonas se observa estratificada la arenisca y la lutita, y en otras zonas e observan estas litologías combinadas.

Limolita-Lutita (KsmLm-Lu): Litología constituida por dos tipos de granos finos que se presenta de manera convoluta, estratificada o entremezclada indiferenciadamente, así como en intercalaciones plenamente diferenciables entre sí, en algunos horizontes se cuenta con la presencia de líticos (superiores a 2mm) y granos de tamaño correspondiente con arenas (0,063 hasta 2 mm). Presenta un ángulo de fracturamiento preferencial del orden de 11 a 30°. El color que presenta en la dominancia de limolita es azul verdoso grisáceo (5BG 5/2) en muestra húmeda y gris azulado ligero (5B 7/1) en muestra seca. En caso de presentar abundancia de lutita, su color es gris medio (N5) en muestra seca y gris oscuro medio (N4) en muestra húmeda.

Lutita-Limolita (KsmLu-Lm): Roca formada por la mezcla de dos tipos de granos finos que suele presentarse de manera estratificada y entremezclada indiferenciadamente, así como en intercalaciones diferenciables entre sí, en algunos horizontes se cuenta con la presencia de granos de tamaño de arena (0,063 hasta 2 mm). Presenta un ángulo de fracturamiento preferencial del orden de 11 a 30°. El color que presenta en la dominancia de lutita es gris medio (N5) en muestra seca y gris oscuro medio (N4) en muestra húmeda. En caso de presentar abundancia de limolita, su color es azul verdoso grisáceo (5BG 5/2) en muestra húmeda y gris azulado ligero (5B 7/1) en muestra seca, esta unidad suele disgregarse con facilidad al entrar en contacto con la intemperie.

FORMACIÓN OLMOS (Ksm Lu-LuC-Ar).

La principal diferencia de esta Formación con la Fm. Escondido es la lutita carbonosa que es la que marca el límite de estas Formaciones, dicha roca se diferencia de la lutita común por su gran aporte de materia orgánica y su color más oscuro que puede llegar a ser completamente negro.

Esta formación tiene un espesor promedio de 68,00 metros, generalmente está constituida de secuencias de lutita gris claro y lutita carbonosa con cantidad considerable de materia orgánica, en menor proporción arenisca y limolita.

Lutita (KsmLu): Roca compuesta principalmente por arcilla (0,002 mm), con un color que va gris claro (N7) en muestra seca y en muestra húmeda un gris claro verdoso (5G 8/1), Se observa una principal estratificación sub-horizontal, esta menor a 5°, aunque hay pequeños horizontes donde se observa zona de turbidez; Y un fracturamiento con un ángulo preferente que va de los 11° a 30°.

Limolita (KsmLm): Roca compuesto por limos que van de 0,004 a 0,008 mm, con un color en muestra seca que va de verde muy pálido (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2), las fracturas que se presentan en esta litología tienden a ser onduladas (rugosas y lisas) y se observan estrías, es algo común la presencia de calcita.

Arenisca (KsmAr): Roca muy competente y dura, compuesta de granos que pueden variar de fino a grueso (0,063 a 0,63 mm), con un color gris claro en muestra seca y gris medio (N5) en muestra húmeda; Se observa una estratificación sub-horizontal, hay presencia de pequeñas vetillas de carbón menores a 5 mm y de material arcilloso (0,002 mm) como la lutita y lutita carbonosa; Sus principales fracturas se deben a estos planos de debilidad por lo cual no superan los 10 grados de inclinación.

Lutita-Limolita (KsmLu-Lm): Unidad compuesta por dos litologías diferentes mezcladas entre sí, distinguidas por tamaño de grano donde predomina más la arcilla (0,002) que los limos (0,0063), su coloración va de gris claro (N7) a gris claro verdoso (5G 8/1) en seco y a verde grisáceo (10GY 5/2) a gris medio (N5) en muestra húmeda; Presenta un ángulo preferente de fracturas que va de 11° a 30° de inclinación.

Limolita-Lutita (KsmLm-Lu): Unidad compuesta por dos litologías diferentes mezcladas entre sí, distinguidas por tamaño de grano donde predomina más los limos (0,0063) que la arcilla (0,002), su coloración va de gris claro (N7) a gris claro verdoso (5G 8/1) en seco y a verde grisáceo (10GY 5/2) a gris medio (N5) en muestra húmeda. Su estratificación va de sub-horizontal a una estratificación turbia, debido a los cambios de energía en su ambiente de depositación. Por lo general, esta unidad al perder humedad se disgrega y se agrieta con facilidad.

Arenisca-Limolita (KsmAr-Lm): Unidad compuesta por granos finos a gruesos que van de 0,063 a 0,63 mm y en menor porcentaje limos de tamaño que van de 0,004 a 0,008 mm, su coloración va de coloraciones verdes muy pálidas (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2). Con una estratificación sub-horizontal debido a la baja energía en el ambiente de depósito.

Limolita-Arenisca (KsmLm-Ar): Unidad donde su principal aporte es de limos (0,002 a 0,008 mm) y en menor proporción arenas que van en un rango de 0,063 a 0,63 mm, el color de esa unidad va de coloraciones verdes muy pálidas (10G 8/2) en seco y húmedo un color azul verdoso pálido (5BG 7/2).

Limolita-Lutita Carbonosa (KsmLm-LuC): Combinación de litologías con tamaño de grano que van de 0,002 mm a 0,02 mm, esta combinación por lo general viene de forma sana, y con pocas fracturas, las pocas discontinuidades que se presentan tienen un ángulo <35 grados, se observa una coloración verde muy pálida a gris oscuro medio (N4) en seco (10G 8/2) y azul verdoso pálido (5BG 7/2) a gris oscuro (N3).

Lutita Carbonosa- Limolita(KsmLuC-Lm): Unidad de litologías combinadas donde predomina la lutita carbonosa con su tamaño de grano que la compone (0,002 mm) y en menor porcentaje están los limos de (0,0063 a 0,02), esta unidad tiene una coloración donde predomina el gris oscuro (N3) en seco y negro grisáceo (N2). Por lo general presenta una estratificación sub-horizontal, pero hay horizontes en donde se encuentra una depositación turbulenta.

Lutita Carbonosa-Arenisca (KsmLuC-Lm): Unida con un pequeño porcentaje de aporte de grano fino (0,063 mm) lo que hace que esta roca sea más competente que en su forma pura, por lo general presenta fracturas de bajo ángulo; La estratificación de esta es sub-horizontal debido a la poca energía que había en su medio de depositación, se presenta con una coloración gris oscuro (N3) en seco y negro grisáceo (N2).

Arenisca-Lutita Carbonosa (KsmAr-LuC): Unidad con una combinación de grano fino a medio (0,063 a 0,63) con un porcentaje de arcilla (0,002mm), se presenta de forma compacta donde sus principales fracturas estarían en sus zonas de debilidad que estas están en la intercalación con la lutita carbonosa.

Carbón (KsmC): Unidad compuesta principalmente de una gran materia orgánica de mediana densidad y muy frágil, se presenta con un color negro (N1) en seco y húmedo, con brillo lustroso; Esta unidad tiende a tener un espesor <3 m, pero tiene una gran extensión lateral incluso hasta las guías de carbón <5 cm pueden tener una gran extensión. Presenta emanación de gas metano.

FORMACION SAN MIGUEL (Ksc Ar).

Arenisca (KsmAr): En esta unidad se presenta una arenisca de color gris claro, con un tamaño de grano que va de fino a grueso (0,002 a 0,63 mm), muy competente, presenta un contacto grano a grano y presenta porosidad; la estratificación de esta roca se presenta sub-horizontal). En diferentes puntos de la zona un olor intenso a aceite, se presenta con una coloración gris claro (N7). Presenta pequeños horizontes de lutita que presenta un tamaño de arcilla de 0,002 mm, y una coloración gris oscuro (N3). Presenta materia fósil.

4.3.2 Fallas y fracturas

Localizada dentro de la cuenca de Sabinas, la zona de estudio los sistemas estructurales que principalmente se tienen dentro de esta zona son sinclinales limitado por el bloque Coahuila y la península Burro – Peyotes y presencia de sistema de fallas normales y cabalgaduras.

Como parte del levantamiento geológico, se midieron los rumbos y echados de los planos de fallas, fracturas y estratificación identificados en la zona de estudio dentro de los terrenos de IMMSA, del Sr. Raúl Flores y en las márgenes de los ríos Álamos y San Juan. Los datos recabados se analizaron estereográficamente. A continuación, se describen las características estructurales identificadas.

FALLAS

Solamente se pudieron reconocer dos sistemas de fallas en la zona de estudio, esto a que la morfología del lugar no da para identificar afloramientos de un gran corte, lo que limita la identificación de este tipo de estructuras.

Al norte se identificó un rasgo de falla, sobre el río Álamos cerca de los límites norte de los terrenos de IMMSA se tomó el dato de falla con un rumbo NW 60° con un echado al NE de 60° . Hacia el sur de la zona de estudio, a la cercanía del río San Juan se tomaron dos datos de falla, el primero con un rumbo de NW 46° y un echado de 78° al SW y el segundo con un rumbo de NW 42° y una inclinación al SW de 50° .

Como podemos observar no se tienen datos suficientes para realizar un análisis estereográfico y conocer las familias de fallas, pero si se puede interpretar el mecanismo estructural que se observa en el sitio de estudio y que más adelante se describe.

Las fallas observadas son principalmente de tipo normal, en la siguiente tabla, se indican las características de estas como la continuidad, espesor y material de relleno. Las fallas observadas en los dos tiros no presentan desplazamiento de consideración, pero si hay que mantener monitoreo cuando se vayan cruzando para ir realizando los tratamientos correspondientes.

Características de las fallas principales en margen derecha y en margen izquierda, y su relación con los sistemas de familias.

NOMBRE	RUMBO	LITOLÓGÍA	CONTINUIDAD	APERTURA	RUGOSIDAD	FAMILIA
Río El Coyote						
Falla Paso del Coyote	N60°W/60° NESW	Ksm Ar (Fm Escondido)	> 3 km	---	Rugosa - irregular	----
Rio San Juan						
Falla San Juan	N46 - 42°W/78 - 50° SW	Ksm Ar (Fm Escondido)	> 4 km	---	Ondulada-rugosa	---

Es posible que se trate de un sistema de cizalla simple, se limita al norte con la Falla Paso del Coyote y al sur por la Falla San Juan de limitando un bloque rotacional con ambas fallas; estos sistemas presentan un rumbo NW – SE considerándose de primer orden y en segundo orden se cuentan en rumbo N –S y NNE- SSW.

FRACTURAS

Son las discontinuidades más abundantes en el sitio de estudio, se encuentran afectando a todas las rocas expuestas y se observaron principalmente en afloramientos a piso en los ríos El Coyote y San Juan, en la excavación cerca del portal de entrada y en el cárcamo del sondeo PCT-1.

En campo se tomaron en ambas márgenes 72 datos de fracturas que se analizaron en proyección estereográfica.

Se identificaron tres familias, en primer orden la Familia 1 tiene un rumbo de fr1 = N12°W y un echado de 46° al NE, la segunda familia representada por fr2 con un rumbo de N15°W y echado de 72° al SW y la tercera familia fr3 con un rumbo de N15°W y echado de 21° al SE.

Las características físicas de las fracturas consisten en rugosos y ondulados-rugosos, en general se encuentran cerradas en contacto roca a roca; recristalizando a incipiente calcita, su espesor va de 0,001 hasta 0,03 m, presentan longitudes visibles que van de los 2,0 m hasta 10,0 m.

ESTRATIFICACIÓN

Es la discontinuidad de menor persistencia (28 datos) en las rocas del sitio de estudio, principalmente se observó sobre las zonas de contacto entre las areniscas y las lutitas de la formación Escondido. La equidistancia entre estratos es, por ejemplo, en la excavación del portal y en el cárcamo de 0,40 m hasta los 1,00 m; dando la apariencia en la arenisca de una roca masiva y en las lutitas de un material menos consolidado. El rumbo preferencial So1 es de N50°W / 08° SW.

Las tres familias de fracturamiento y la estratificación identificadas en sitio con los caminamientos geológicas y las excavaciones realizadas podemos interpretar que durante las excavaciones con respecto a la rampa de acceso y el ramal principal no tendrían afectación directa en la construcción de la tablas, ya que los inclinaciones tendrían dirección hacia la roca, pero al tener la presencia de la estratificación, se pueden formar bloques en la clave de los túneles, generando caídos y bloques de un por dos metros, hasta los tres metros se podrían generar en algunos casos como las areniscas. Para los ramales de los túneles de acercamiento favorecería a la excavación de estos, pero al igual que la rampa y el ramal principal, se tendrían las mismas condiciones en las claves.

4.3.3 Pruebas de permeabilidad

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD TIPO LEFRANC

En este trabajo fueron consideradas las pruebas de permeabilidad de 11 sondeos, con un total de 14 pruebas (ver estudio); los resultados fueron promediados metro por metro, y a pesar de que la mayoría las pruebas resultan en un comportamiento poco conductivo, se identificaron dos aumentos en el promedio, los cuales se relacionan con respecto a la profundidad; con las unidades litológicas identificadas en el sitio de estudio. La primera corresponde de la superficial y hasta un promedio de 5,00 m a el suelo residual, material aluvial y zona meteorizada de la formación Escondido, el segundo tramo corresponde a la unidad litológica de la cima de la formación Escondido, con una profundidad de 5,00 a 6,00 m, y la segunda en la transición de 13,00 a 14,00 m a zonas con baja meteorización y a rocas más sanas de la formación Escondido (Ver estudio).

PRUEBAS DE PERMEABILIDAD TIPO LUGEON

Para este ejercicio se integraron 65 pruebas de permeabilidad realizadas en 15 sondeos (Ver estudio) a diferentes profundidades, siendo más concurrentes las pruebas efectuadas en las cercanías con el manto de carbón, tanto en la parte superior como en

la inferior y en algunas profundidades coincidentes con algún cambio litológico o suceso estructural, así como en las zonas de obra.

Este análisis se basó en el empate de resultados tanto de litologías como de profundidades; el primer empate se da entre los sondeos PC-21 y PC-13B, en el intervalo de 15,00 a 20,00 m, y, aunque se trata de la misma litología, una arenisca que presenta un cambio de condición física por intemperismo, se tienen diferentes condiciones, principalmente estructurales, recuperación y RQD, logrando así, el tramo ensayado del sondeo PC-21 una absorción mayor, interpretándose como un tramo permeable; por su parte, el resultado del sondeo PC-13B indica que este tramo es poco permeable. Sin embargo, gráficamente ambos ensayos muestran un comportamiento de fracturamiento hidráulico o expansión de fracturas.

El segundo empalme a profundidad compatible entre dos pruebas de permeabilidad se dio en el tramo de 28,00 a 33,00 m por parte del sondeo PC-2, y el tramo de 30,00 a 35,00 m del sondeo PCT-1. En este tramo, se tienen condiciones similares respecto a recuperación y

RQD, litológicamente hay similitudes: ambos tramos están compuestos principalmente por areniscas y un aporte fino, el cual es más abundante en el sondeo PCT-1; mientras el sondeo PC-2 presenta una absorción de 0,72 l/min/m situando el tramo como impermeable, su contraparte presenta una absorción de 4,20 l/min/m clasificándolo así, como un tramo poco permeable. Ambos comparten la característica de presentar flujo laminar con destaponamiento (Ver estudio).

El tramo que va de los 124,00 m a 129,00 fue ensayado por 6 sondeos, de estos se destacan dos tendencias de comportamiento en absorción; en los sondeos PC-12, PC- 13B y PCV-1 se muestran, en sus respectivos tramos como permeables, en un flujo laminar que esporádicamente presenta saturación o taponamiento, ya sea en gama de ascenso o descendiente; este tramo, compuesto en su mayoría por una arenisca con intercalaciones de lutita y lutita carbonosa, tiene una recuperación superior a 85% y un RQD que va de muy bueno a excelente.

En el mismo tramo, sobre la misma litología, en los sondeos PC-3, PC-4 y PC-13 se obtuvieron resultados de absorción muy bajos, clasificando así, como tramo impermeable; de estos, el que presenta un flujo más congruente y uniforme correspondiente con un flujo turbulento capturado por el PC-3 (Ver estudio).

El último tramo presentado va de 146,00 a 150 m, en este lapso incidieron 7 pruebas en 6 sondeos, de las cuales, se consideraron 4 pruebas del mismo número de sondeos, en todas se presentaron valores de absorción bajos, lo cual indica que, en general, a estas profundidades las unidades litológicas son poco permeables, asimismo, a estas

profundidades, los cambios litológicos son más abruptos y fluctúan entre carbón, lutita carbonosa, lutita y dos areniscas, distinguibles por su origen y formación, por una parte, la arenisca de la Formación San Miguel contiene más aporte oceánico que la arenisca de la Formación Olmos (Ver estudio).

4.4 Caracterización Geofísica

Se realizaron trabajos de caracterización geofísica en los sitios donde se tiene proyectado emplazar el Portal de entrada, Rampas de acceso, túneles y galerías de aproximación a las Obras Antiguas de la Mina Pasta de Conchos. Para ello el DSyEG- GEIC aplicó las técnicas de Dispersión de Ondas Superficiales (DOS), Tomografía de Refracción Sísmica (TRS), Tomografía de Resistividad Eléctrica (TRE), Tomografía Sísmica entre Barrenos (TSB) y Sísmica de Reflexión Somera de Alta Resolución (SiRSAR), con un alcance de exploración, desde la superficie del terreno hasta 200 metros de profundidad.

4.4.1 Modelo Geofísico

Para definir el modelo, se interpretaron las unidades geofísicas a partir de las imágenes sísmicas y geoeléctricas, considerando la distribución de los valores de velocidad (V_p y V_s), resistividad eléctrica (ρ), así como los reflectores dominantes del subsuelo. A continuación, se describen las unidades referidas:

U1: Corresponde a la capa superficial del terreno, conserva valores de velocidad de onda compresional (Vp) en el rango de 0,4 a 0,8 km/s, mientras que los valores de velocidad de onda de corte (Vs) oscilan entre 0,15 a 0,25 km/s. El espesor interpretado varía entre 1 a 6 metros y se correlaciona con suelo y/o aluvión sin consolidar.

U2: La unidad U2 se dividió en tres subunidades: U2a, U2b y U2c.

U2a: subyace a la U1 y en ocasiones se ubica en la parte superficial del terreno, presenta valores de velocidad de Vp y Vs en el rango de 0.9 a 1.6 y 0.26 a 0.45 km/s respectivamente, su espesor observado varía de 0.5 a 18 metros, se correlaciona con areniscas y/o lutitas meteorizadas.

U2b: Subyace a U2a, conserva valores de Vp y Vs en el intervalo de 1.7 a 2.0 y 0.45 a

0.65 km/s respectivamente, el espesor determinado se ubica en el rango 2 a 13 metros y se correlaciona con intercalaciones de areniscas y lutitas probablemente alterado. Cabe mencionar que a partir de la aplicación de la técnica de TRE en el sitio donde se

ubica el inicio de la rampa de acceso, en esta subunidad se determinó el nivel de aguas freáticas a una profundidad de 13 metros respecto a la superficie del terreno.

U2c: Subyace a la U2b, sus valores de Vp y Vs se encuentra el rango de 2.1 a 3.5 y 0.7 a 0.9 en correspondencia, su espesor se encuentra entre 21 a 68 metros y se correlaciona con intercalaciones de arenisca, lutitas y limolitas.

U3: La cubren las unidades U1 y U2, los valores de Vp varían entre 3.6 a 4.0 km/s, mientras que los de Vs se ubican en el rango de 1.0 a 1.2 km/s, su espesor interpretado se encuentra en el intervalo de 38 a 120 metros. Los materiales que conforman esta unidad se correlacionan con intercalaciones de lutitas, areniscas, limolitas y carbón. Por sus valores de velocidad esta unidad se asocia en general con roca sana.

U4: Subyace a la U3, en esta unidad las velocidades de Vp oscilan en un rango de 4.0 a 4.5 km/s, en el caso de los valores de Vs no fue posible determinarlos debido a que el alcance de la exploración de DOS fue de 90 metros de profundidad. El espesor máximo observado conforme al alcance de la exploración geofísica fue de 80 metros. Esta unidad se correlaciona con intercalación de lutitas carbonosas, areniscas y limolitas.

En la Tabla siguiente se presenta un resumen con los parámetros geofísicos de las unidades descritas anteriormente.

Tabla de interpretación geofísica.

Unidad Geofísica	Vp (km/s)	Vs (km/s)	Espesor (m)	Tipo de Material Interpretado
-------------------------	------------------	------------------	--------------------	--------------------------------------

U1		0.4 – 0.8	0.15-0.25	1 - 6	Suelo y/o aluvi3n
U2	U2a	0.9 – 1.6	0.26- 0.45	0.5 – 18.5	Areniscas y/o lutitas meteorizadas
	U2b	1.7 – 2.0	0.45-0.65	2 – 13.6	Intercalaciones de areniscas y lutitas probablemente alteradas
	U2c	2.1 – 3.5	0.7 – 0.9	21 - 68	Intercalaci3n de areniscas, lutitas y limolitas
U3		3.6 – 4.0	1.0 – 1.2	38 - 120	Intercalaci3n de Areniscas, lutitas, limolitas y carb3n
U4		4.0 – 4.5	-	80	Intercalaci3n de areniscas y lutitas carbonosas

4.4.2 Análisis e interpretaci3n secciones

El modelo geofísico permiti3 definir la estructura del subsuelo donde se ubica el sitio de estudio, constituido por cuatro unidades geofísicas: U1; U2; U3 y U4 que en general tienen una distribuci3n homogénea en todo el predio, dispuestas en capas subhorizontales continuas con algunas variaciones en su espesor en el área de estudio.

Asimismo, se identificaron anomalías geofísicas, las cuales se refieren a los contrastes en las impedancias acústicas observadas en el medio que se asocian a cambios litol3gicos, estructuras, material fracturado y/o alterado. En este informe las anomalías geofísicas determinadas se denominaron como A1 y A2, las cuales podrían correlacionarse, de acuerdo con informaci3n proporcionada por geología, a cuerpos que, en el caso de las A1, corresponden a posibles cambios litol3gicos; mientras que, para el caso de las A2, dichos cuerpos se asocian con materiales posiblemente fracturados. De igual forma, fue posible interpretar estructuras geol3gicas relacionadas posiblemente con fallas o alguna discontinuidad en el subsuelo.

Con base en lo anterior, a continuaci3n, se describen las anomalías interpretadas y estructuras geol3gicas en las secciones integradas respecto a las Obras Antiguas y de Rescate, así como, galerías de conexi3n entre estas dos obras.

En el caso de las Obras Antiguas; estas fueron proyectadas en las secciones LG-2 y LG-4, así como, algunas anomalías geofísicas y estructuras geol3gicas cuya disposici3n se describe a continuaci3n:

1.- Con relaci3n a la LG-2, se observ3 que a lo largo de esta secci3n únicamente se identificaron dos anomalías A1 que intersecan algunas galerías antiguas en los cadenamientos 0+575 al 0+650. Dichas anomalías podrían asociarse a cambios litol3gicos en el subsuelo. De igual forma, se observaron algunas estructuras posiblemente relacionadas con fallas geol3gicas a lo largo de la secci3n, ubicadas en los cadenamientos 0+300, 0+575, 0+650 y 1+100.

2.- Referente a la LG-4, en ella fue posible identificar tres anomalías, dos de ellas A1 y una A2, asimismo, se proyectó sobre esta sección el eje principal de las Obras Antiguas de tal forma que las anomalías A1 intersecan a dicho eje en los cadenamientos 0+200 y dentro del rango de 0+850 al 0+900; mientras que, la A2 interseca al eje en el cadenamiento 0+750. Ambas anomalías nos indican probables cambios litológicos (A1) y roca fracturada (A2). Respecto a las estructuras geológicas, se identificó una en el cadenamiento 0+670 de la sección.

Por otra parte, en lo relativo a las **Obras de Rescate** se identificaron algunas anomalías que se describen a continuación:

Portal de entrada y Rampa de acceso. - Se identificaron algunas anomalías en la LG- 2 que se describen en los siguientes puntos:

1.- Anomalías A1, observadas entre las elevaciones de 245 a 300 metros y próximas a los cadenamientos 0+530; 0+550 al 0+600; 0+770; 0+890; 1+080; 0+925 a 1+040

2.- Anomalías A2, identificadas en el intervalo de elevaciones de 250 a 330 metros entre los cadenamientos 0+370; 0+380 y 0+640

3.- Estructuras geológicas probablemente relacionadas con fallas y/o discontinuidades ubicadas en las elevaciones dentro del rango de 300 a 370 metros y localizadas entre los cadenamientos 0+100, 0+150, 0+210, 0+305, 0+455, 0+480, 0+525, 0+570, 0+595 y 0+605

4.5 Marco Sismotectónico en torno al sitio de estudio

Desde el punto de vista sismotectónico regional, la mayor parte de la República Mexicana se encuentra en la placa tectónica de Norteamérica, con excepción de la península de Baja California que deriva de acuerdo al movimiento de la placa del Pacífico. En este sentido, el sitio del proyecto se encuentra en la porción noreste de México, la cual, se considera sísmicamente estable debido a su baja tasa de ocurrencia de sismicidad y que en general es de magnitudes menores a 4.8.

De manera específica, el sitio de estudio se encuentra en la provincia geológica de la Cuenca de Sabinas (CS), cuya formación se encuentra ligada al proceso de apertura del Golfo de México y de mega-suturas originadas durante el Paleozoico, dicha cuenca se caracteriza por presentar una geometría semi-circular, donde se han desarrollado principalmente anticlinales angostos con grandes valles sinclinales.

Destacan tres grandes lineamientos tectónicos con rumbos similares WNW-ESE, uno corresponde a la Falla La Babia, la cual limita en el norte a la Cuenca de Sabinas con otra provincia geológica, el Bloque Burro – Peyotes; otro lineamiento atañe a la Falla San Marcos también conocida como Lineamiento Sierra Mojada-China, la cual se ubica al sur, y delimita al Bloque de Coahuila con la CS; y el tercer lineamiento concierne a la Megacizalla Mojave-Sonora, el cual constituye el límite sur del Bloque de Coahuila con la Transversal de la Cuenca de Parras, mientras que la CS, está delimitada al este por el Arco de Tamaulipas.

4.5.1 Sismicidad en torno al sitio de estudio

Respecto a la sismicidad de importancia para el proyecto, esta ha sido escasa con magnitudes $M < 5$ y profundidades < 15 km, es decir, su foco se encuentra dentro de la corteza terrestre, con base en los catálogos de sismicidad del Departamento de Sismotectónica y Exploración Geofísica (DSYEG), del Servicio Sismológico Nacional (SSN), así como de artículos científicos, se obtuvieron los parámetros de localización de los eventos sísmicos de mayor relevancia.

En torno al sitio del proyecto se aprecia la ocurrencia de escasa sismicidad la cual se caracteriza por ser de magnitudes inferiores a 4,1. Así mismo, se identificó la existencia de temblores de magnitudes mayores a 5,3, mismos que se describen a continuación:

Sismo de Bavispe, Sonora de 1887; Magnitud 7.4: Ocurrió el 3 de mayo de 1887, su epicentro fue ubicado en las montañas de Teras, cerca del pueblo de Bavispe, Sonora. La magnitud del evento se consignó en 7,4 (Natali y Sbar, 1982) y es considerado como el temblor intraplaca cortical (16 km a profundidad) más grande que se haya registrado en Norteamérica. La distancia epicentral al sitio de estudio es de 822 km.

Sismo de Parral, Chihuahua de 1928; Magnitud 6.5: Tuvo lugar el 1 de noviembre de 1928 cerca del pueblo de Parral, Chihuahua, con una magnitud de 6,5 (Doser y Rodríguez, 1993). Este sismo ocurrió a una distancia de 447 km del proyecto.

Sismo de Valentine, Texas de 1931; Magnitud 6.4: se suscitó el 16 de agosto de 1931, próximo al pueblo de Valentine, Texas con una magnitud de 6,4 (Doser, 1987). La distancia epicentral respecto al sitio de interés es de 404 km.

Sismo de Alpine, Texas de 1995; Magnitud 5.7: Ocurrió el 14 de abril de 1995, se generó cerca del límite de la cuenca del oeste de Texas y el levantamiento del cinturón Marathon. Este temblor tuvo lugar a 324 km del sitio de la mina Pasta de Conchos.

Sismo de Vallecito, Chihuahua de 2013; Magnitud 5.4: este evento tuvo lugar el 21 de septiembre de 2013 a 54 km al suroeste de la Cd. de Delicias, en el estado de Chihuahua con magnitud 5,4. La distancia epicentral al proyecto es de 436 km.

4.5.2 Modelos de valores de aceleración contra profundidad

Para la determinación de los modelos del valor de la aceleración respecto a la profundidad (MAP's), se tomó como base el marco sismotectónico y la sismicidad histórica en torno al proyecto para, de esta manera, identificar las fuentes sísmicas de mayor importancia para el sitio de estudio, así como los parámetros que definieron las curvas de recurrencia útiles en el modelo de sismicidad Gutenberg-Richter Truncado, de acuerdo al enfoque probabilista del Peligro Sísmico, el cual permitió realizar el cálculo del Espectro de Peligro Uniforme (EPU) para un periodo de retorno de 2475 años que corresponde al 2% de probabilidad de excedencia en un periodo de exposición de 50 años, así mismo, se hizo uso del EPU obtenido mediante el programa de cómputo PRODISIS, el cual fue escalado por un factor de 1,5, de

acuerdo con el Manual de Diseño por Sismo en su versión 2015 de la CFE.

Posteriormente, se obtuvieron acelerogramas sintéticos equivalentes a una función objetivo (EPU's antes mencionados) con la finalidad de cuantificar el efecto de amplificación local debido a las condiciones geológicas en el sitio de estudio mediante la propagación unidimensional (1D) de dichos acelerogramas, a través de la estructura de velocidades del subsuelo conformada por 13 modelos de velocidad de onda de corte (Vs) respecto a la profundidad, la cual fue determinada en el Informe Geofísico realizado por el Departamento de Sismotectónica y Exploración Geofísica. Esta propagación permitió obtener los valores de aceleración versus profundidad relacionados a los EPU's correspondientes a un período de retorno de 2475 años y del PRODISIS para estructuras del Grupo A.

La distribución de los MAP's fue respecto a la infraestructura proyectada en el predio de la mina Pasta de Conchos, es decir, donde se tiene proyectada la construcción de una rampa de acceso, cuya ubicación de los modelos es coincidente con los puntos donde se hizo la adquisición de datos mediante la técnica de Dispersión de Ondas Superficiales Multicanal (DOS), de esta manera, los MAP-1 a MAP-10, se localizaron sobre la proyección de la rampa de acceso denominada Opción 4, mientras que los puntos 11, 12 y 13, encontraron al oriente de la rampa denominada Opción 3.

De los resultados obtenidos se observa que los valores de aceleración disminuyen conforme aumenta la profundidad; de esta manera, fue posible diferenciar tres rangos de profundidad, en donde se distinguieron cambios en los valores de aceleración, estos rangos son:

De 0 a 10 metros: En este rango de profundidad, los valores de aceleración presentan sus máximos valores, los cuales se encuentran en el rango que va de 0,06 (g) a 0,15 (g), lo cual está relacionado a un alto contraste de impedancias entre los materiales presentes.

De 10 a 30 metros: En este intervalo de profundidad, los valores de aceleración comienzan a presentar un ligero decremento conforme la profundidad aumenta, dichos valores oscilan de los 0,038 (g) a 0,091 (g).

De 30 a 130 metros: Este es el intervalo de profundidad más amplio y en el cual los valores de aceleración no presentan una variación significativa entre ellos, relacionado con las propiedades geomecánicas de los materiales, su rango de valores de aceleración va de 0,04 (g) a 0,057 (g).

4.6 Caracterización geotécnica.

Las unidades geotécnicas se definieron tomando en consideración el modelo geológico de referencia y con base en las propiedades y comportamiento geomecánico de los materiales en cada litología. La tabla siguiente muestra las unidades geotécnicas asignadas para el sector en estudio.

Unidades Geotécnicas, Mina Pasta de Conchos

Periodo	Unidad Geológica	Unidad Geotécnica
Fm Escondido	Suelos y Depósitos de Talud (Qsr)	UG-1
Fm Olmos	Carbón (C)	UG-2
	Lutita Carbonosa (LuC - C)	UG-3
	Lutita (Lu)	
	Lutita - Limolita (Lu - Lm)	
	Limolita - Lutita (Lm - Lu)	
	Lutita – Arenisca (Lu – Ar)	UG-4
	Limolita – Arenisca (Lm – Ar)	
	Arenisca – Lutita (Ar – Lu)	UG-5
	Arenisca – Limolita (Ar – Lm)	
Fm Olmos y San Miguel	Arenisca (Ar)	UG-6

Las unidades geotécnicas UG-3a y UG-6a forman parte de los materiales que se encuentran en la zona superficial y se encuentran por debajo de materiales de textura fina, particularmente su condición es alterada. Cabe mencionar que la estructura de la Arenisca alterada es competente ante tales condiciones.

Suelos y materiales blandos

Los materiales de textura fina identificados en el proyecto fueron caracterizados en función de los resultados obtenidos durante el levantamiento de materiales superficiales en sitio por medio de calas de excavación y sondeos de exploración, observándose espesores variables en forma de intercalaciones o lentes debido a la alteración avanzada de la roca (Ver Estudio). Estos materiales fueron caracterizados e integrados en dos unidades geotécnicas, donde, los materiales de textura arcillosa - arenosa conforman la unidad geotécnica UG-1 y la roca Lutita en condiciones alteradas forma la unidad geotécnica UG-3a; así mismo, la información se complementa con la roca arenisca en condiciones alteradas, su unidad geotécnica es UG-6a.

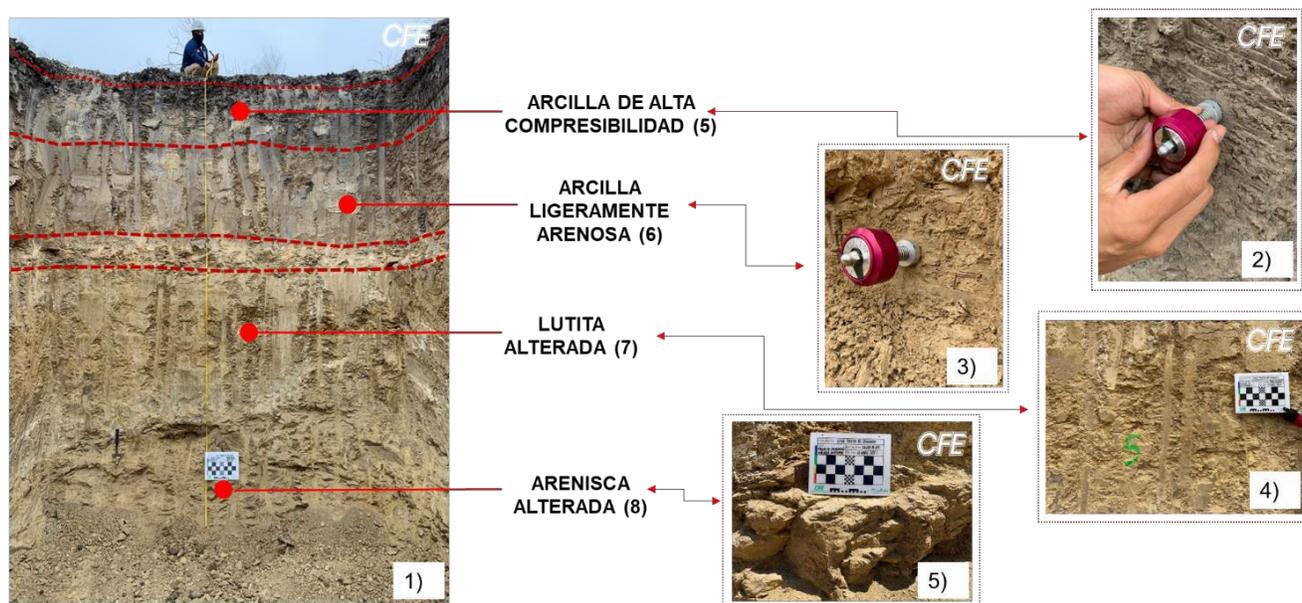


Figura 8. Levantamiento de materiales superficiales y ejecución de pruebas de resistencia al corte con herramientas manuales

Roca Intacta

Para evaluar las propiedades geomecánicas del macizo rocoso se generó una clasificación de materiales, obteniendo una integración de cinco unidades geotécnicas (UG-2, UG-3, UG-4, UG-5 y UG-6), por lo cual, se realizó una campaña de laboratorio con el objetivo de conocer las propiedades índice y mecánicas de la roca (Ver Estudio) acompañada de los parámetros obtenidos de los levantamientos de sondeos de exploración realizados en sitio (Ver Estudio). A continuación, se muestran los resultados obtenidos durante la campaña de estudio en el proyecto de Mina Pasta de Conchos.

Propiedad		UG-2 (Carbón)	UG-3a (Lutita Alterada)	UG-3 (Lutita, Limolita)	UG-4 (Lutita, Limolita-Arenisca)	UG-5 (Arenisca - Lutita, Limolita)	UG-6a (Arenisca Alterada)	UG-6 (Arenisca)
Propiedades Mecánicas								
Resistencia a la compresión simple, RCS (MPa)	fr	8.0	20.0	30.0	48.0	75.0	45.0	120.0
	Rango	3 - 15	7 - 36	10 - 56	19 - 65	60 - 130	16 - 67	75 - 185
Resistencia a la tensión, Rt (MPa)	fr	1.7	1.9	3.4	4.5	5.5	5.0	10.0
	Rango	0.30 - 3.0	0.8 - 4.1	0.7 - 6	2 - 10	1 - 9	2.0 - 7.0	4.5 - 18.9
Módulo de deformabilidad de Roca Intacta (MPa)	fr	N.D	N.D	7500	15000	22000	N.D	27000
	Rango	N.D	N.D	3328 - 8880	6400 - 28400	8400 - 38000	N.D	15473 - 47170
Constante mi (Hoek-	fr	4.0	5.0	8.5	11.0	13.5	8.0	16.0

Brown, 2002)	Rango	3 – 5	3.5 – 8	5.5 – 11	7 - 14	9.5 - 17	6 - 10	12 - 20
Propiedades Dinámicas								
Velocidad primaria Vp (m/s)	fr	N.D	N.D	2791	3107	3494	N.D	5310
Velocidad secundaria Vs (m/s)	fr	N.D	N.D	1260	1444	1681	N.D	2624
Módulo de deformabilidad dinámico roca intacta	fr	N.D	N.D	10797	14511	20749	N.D	47889
Relación de Poisson dinámico	fr	N.D	N.D	0.37	0.35 (0.32 - 0.38)	0.35 (0.32 - 0.36)	N.D	0.34 (0.31 - 0.36)

Tomado como referencia los resultados obtenidos en el laboratorio y en campo, se ordenaron los materiales con base en su resistencia a la compresión con el fin de agrupar las unidades Geotécnicas.

En la siguiente figura se muestra la clasificación de los tipos de rocas presentes en el sitio de acuerdo con su resistencia a la compresión.

Macizo Rocoso

A partir de la integración de levantamientos de discontinuidades en afloramientos y barrenos se levantaron las características y propiedades de los sistemas de discontinuidades por unidad geotécnica (Ver Estudio). Esta información fue empleada posteriormente para la definición de clasificaciones geomecánicas de la masa de roca.

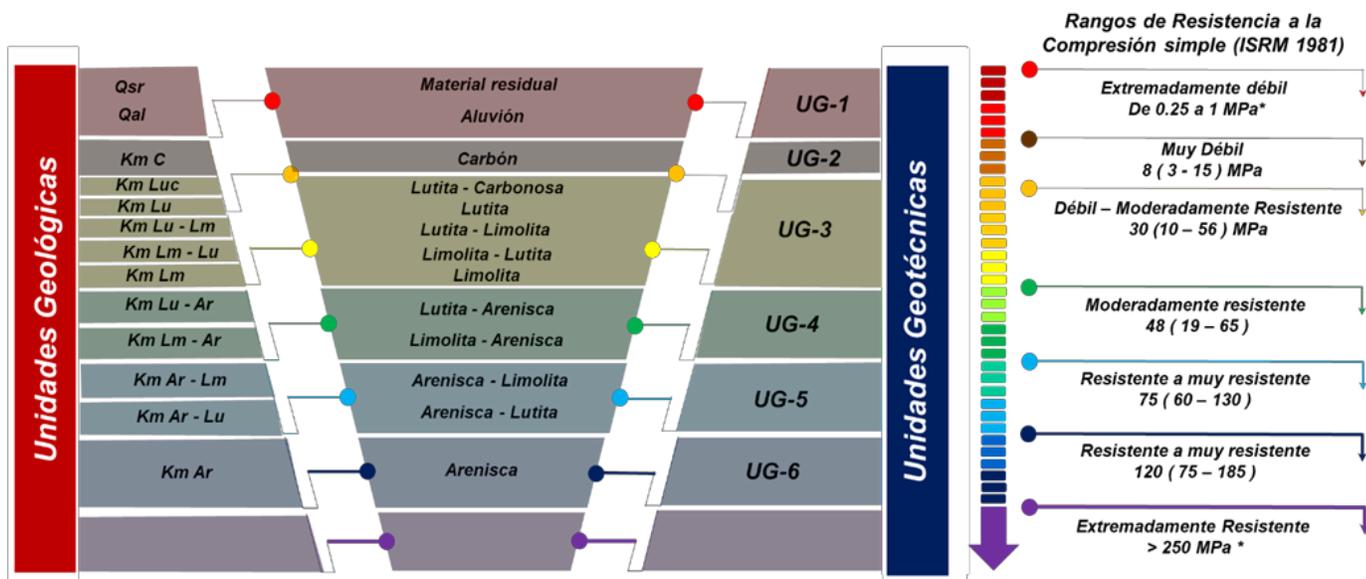


Figura 9. Agrupamiento de Unidades Geotécnicas

4.6.1 Clasificación Geomecánica de los materiales

Las clasificaciones geomecánicas, se definieron mediante la metodología RMR (Rock Mass Rating) y GSI (Geological Strength Index), para este análisis se tomaron en cuenta los valores de la resistencia a la compresión simple de la roca intacta, porcentaje de RQD, grado de meteorización de la roca y características de los sistemas de discontinuidad del macizo rocoso, (separación, continuidad, abertura, rugosidad, relleno y alteración), dicha información, se recabo a partir de los levantamientos de barrenos y afloramientos de roca, así como de los resultados de laboratorio obtenidos durante ensayos de la roca intacta y ensayos de gato Goodman ejecutados en campo; así mismo, se tomó en cuenta la condición heterogénea y la estratificación del macizo rocoso.

4.6.2 Tratamientos a la roca

Los tratamientos se definieron de acuerdo con los resultados de los análisis realizados y tomando en cuenta de manera directa las características geotécnicas de las discontinuidades levantadas en el sitio, principalmente la poca separación general que guardan las discontinuidades, la cual se liga directamente con la frecuencia de aparición de cuñas, así mismo, se consideró también la carga de roca en cada unidad geotécnica.

Las actividades que debe realizar el Contratista, de manera enunciativa y no limitativa, son las que enseguida se describen: trabajos previos de limpieza y amacice superficial del terreno; ejecución de tratamientos de estabilización y soporte (barrenación, anclajes, concreto lanzado reforzado con fibras sintéticas, parrillas de acero, drenaje); en donde lo indiquen los planos de proyecto o La Comisión durante el desarrollo de los trabajos.

El tratamiento a la roca tiene la finalidad de garantizar la estabilidad del macizo rocoso y de las obras que ahí se construyan, por lo cual el Contratista tiene la responsabilidad de conocer la naturaleza geológica de la zona de las obras, las condiciones del sitio donde se van a realizar los trabajos y los alcances del proyecto descritos en los documentos del Concurso y los planos, a partir de la información que se presenta en estas especificaciones, con la que obtenga como resultado de su visita a la obra, con la información previa del concurso y con la que obtenga por otros medios.

La Comisión Federal de Electricidad (La Comisión) ha realizado estudios geológicos y geotécnicos para el desarrollo del Proyecto, los resultados de estos estudios se entregan al Contratista como información de referencia, con la advertencia de que las conclusiones que de él obtenga serán de su exclusiva responsabilidad. La Comisión no asume compromiso alguno de las consecuencias y costos económicos que se deriven de conclusiones equivocadas de estos estudios. Por tanto, el Contratista tiene la obligación de verificar la información que se le entrega y de realizar los estudios geológico - geotécnicos complementarios, si así lo considera necesario, para garantizar la estabilidad de las excavaciones en roca con los tratamientos de la roca que así se requieran, por lo cual debe considerar en su oferta los costos que implican estos trabajos.

La responsabilidad del Contratista es la ejecución oportuna y calidad adecuadas, de las

actividades de sostenimiento primario y secundario (concreto lanzado, anclas de fricción con placa de reparto), así como la ejecución de drenajes selectivos donde La Comisión lo indique, apegándose al procedimiento constructivo y las limitaciones de claro máximo sin soporte en función del terreno.

El personal, el equipo y la maquinaria para construcción, deben ser revisados y aceptados por La Comisión antes de su uso en la obra, y deben ser mantenidos por el Contratista en condiciones óptimas de operación en todo momento durante la construcción.

El Contratista debe instalar los laboratorios de mecánica de rocas en el sitio de construcción del proyecto, independientemente de los instalados por La Comisión, para realizar todos los muestreos, pruebas o ensayos de los materiales que se emplearán en los tratamientos, para verificar el control de calidad de éstos y garantizar el aseguramiento de calidad de las estructuras, de acuerdo con las normas aplicables vigentes, de las presentes especificaciones y de acuerdo con las instrucciones de trabajo del supervisor que la Comisión designe en el frente de trabajo.

Los tratamientos están indicados en los planos de proyecto, los cuales pueden ser ajustados de acuerdo con las recomendaciones de los especialistas en mecánica de rocas de la Comisión según a las condiciones geotécnicas encontradas en la construcción, sin implicar costos adicionales ni tiempos de retraso en la ejecución de las obras.

Tratamientos en obra subterráneas.

Pre anclaje en inicio de túneles: Anclas de varilla corrugada de 1" de longitud de 6 metros con separación de 1.0 m en barrenos de 3" fijados con mortero de 20 MPa.

Tratamiento tipo A en túneles

Anclaje sistemático de 1" de 3 m de longitud con separación de 2.20 m en tresbolillo, concreto lanzado de 5 cm de espesor de 20 MPa. avance máximo de excavación sin soporte 6 m.

Tratamiento tipo B en túneles

Anclaje sistemático de 1" de 4 m de longitud con separación de 1.65 m en tresbolillo, concreto lanzado de 10 cm de espesor de 20 MPa. avance máximo de excavación sin soporte 4 m.

Tratamiento tipo C en túneles

Marcos metálicos sistemáticos con una separación de 1 m con malla. avance máximo de excavación sin soporte 3 m. Dichos marcos deberán ir empacados en concreto hidráulico.

Tratamiento tipo C-1 en túneles

Anclaje sistemático de 1" de 4 m de longitud con separación de 1.20 m en tresbolillo, concreto lanzado de 10 cm de espesor de 20 MPa. el tratamiento tipo C-1, se indicará directamente en campo por geotecnista de CFE.

Tratamiento tipo D en túneles

Anclaje sistemático de $\frac{3}{4}$ " de 2.4 m de longitud con separación de 1.20 m en tresbolillo, concreto lanzado de 10 cm de espesor de 20 MPa. Este tipo de tratamiento se indicará directamente en campo por geotecnista de CFE.

5 ALCANCE

5.1 General

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) proporciona, como parte del pliego de requisitos, los planos y las especificaciones técnicas, con la ingeniería necesaria del proyecto, que establecen las características, dimensiones y valores generales que deberán emplearse para la construcción del proyecto.

El alcance general de esta contratación consiste en:

- Conclusión de la excavación de las lumbreras PCT-1 y PCT-2 incluyendo la excavación subterránea para estos elementos, tratamientos a base de concreto lanzado y anclaje, conclusión del tratamiento de concreto lanzado en las zonas previamente excavadas, excavación subterránea para conformación de campana y plancha de maniobras al fondo de la lumbrera, instalación del sistema de auscultación, construcción de estructuras de concreto para dicha plancha, suministro e instalación de anillos estructurales a base de perfil IR.
- Conclusión de las rampas (túneles de acceso y ventilación), incluyendo la excavación subterránea por medios mecánicos y/o explosivos, tratamientos de la roca mediante concreto lanzado, anclajes, colocación de marcos de acero estructural y empaque de los mismos con concreto hidráulico, incluyendo el empaque pendiente en zonas previamente excavadas, inyecciones de contacto e inyecciones para relleno de oquedades e instalación del sistema de auscultación, así como la colocación de losas de concreto en el piso de ambas rampas
- Como obras adicionales se requiere la conclusión de la construcción de escombrera, conclusión de las obras de drenaje en escombrera y conclusión de la reforestación y mantenimiento de la misma.

En caso de que por procedimiento constructivo el Contratista requiera: modificaciones al proyecto, la ingeniería de detalle, en dichos casos, así como la seguridad y funcionalidad de las obras serán responsabilidad exclusiva del Contratista. La CFE se reserva el derecho de revisar la ingeniería y las propuestas de modificación desarrolladas o modificadas por el Contratista para aceptarla o rechazarla en caso de no convenir a los intereses de la CFE, o no cumplir con todos los aspectos técnicos establecidos en las especificaciones mencionadas, el o las revisiones en estos casos particulares no implicarán costos adicionales a la CFE.

5.2 Aspectos técnicos relevantes por considerar por los Concursantes

La Propuesta debe cumplir en todos sus aspectos con lo indicado en las Especificaciones Técnicas (civiles, eléctricas, mecánicas, calidad, seguridad física, ambientales, etc.); así como cumplir también con lo establecido en las Características Particulares y Adenda de las especificaciones técnicas de los equipos y sistemas electromecánicos.

El Concursante debe considerar en el alcance de su propuesta técnica y económica todos los trabajos y pagos adicionales que se requieran para la realización del Proyecto, incluyendo: regalías a los propietarios de los bancos de materiales, costo de suministro de electricidad y agua, costo de los derechos de paso, costos asociados a la construcción, habilitación y mantenimiento de todos los caminos provisionales que se requieran durante la construcción, asimismo, aquellos trabajos y suministros que como resultado de las características y dimensiones de las obras por ejecutar y equipos a suministrar, requieran modificaciones u obras adicionales a las que existen actualmente en el sitio del Proyecto.

El Contratista debe tomar en cuenta que el detalle técnico de cada obra o estructura, debe ser el resultado del cumplimiento de todos los requisitos especificados.

El Contratista será responsable de llevar a cabo el levantamiento topográfico de detalle (superficial y subterráneo) de todas las áreas en las que se realizarán trabajos, información que deberá entregar a la CFE en un plazo no mayor a 15 días después de la fecha de inicio de los trabajos y actualizaciones cada 15 días de acuerdo como avance la obra.

La CFE no permitirá modificaciones ni desviaciones al proyecto que pongan en riesgo la seguridad de las estructuras, fundamentalmente las que afecten la seguridad de las obras de rescate en la mina.

Para las rampas o túneles de acceso y ventilación, la dirección, profundidad, dimensión transversal deberán ser las indicadas en los planos del proyecto y/o a las indicaciones de la CFE, pudiéndose presentar modificaciones a solicitud de CFE en estas geometrías conforme a las necesidades y avance del proyecto. La CFE, con base en los resultados de las excavaciones, podrá proponer modificaciones a los tratamientos, cuidando en todo momento que se garantice la estabilidad y seguridad de sus estructuras y respetando los parámetros de funcionalidad especificados.

El Contratista deberá prever todas las obras auxiliares por procedimiento constructivo, el cual deberá ser considerado en su oferta económica, la CFE no reconocerá costos adicionales por obras no previstas.

El Contratista deberá contemplar que el producto de la excavación; deberá colocarse en la escombrera destinada para tal fin localizada en un radio menor a 800 metros de distancia del portal de acceso, acorde a los planos del proyecto.

El Contratista deberá realizar el diseño de mezclas para concreto convencional y lanzado, así como las pruebas necesarias para garantizar que los parámetros de diseño de las mezclas cumplan con lo especificado por la CFE en las especificaciones de construcción.

Las vialidades provisionales de construcción de las obras, adicionales a las existentes, deben ser propuestas por el Contratista de acuerdo con su experiencia y procedimiento constructivo, respetando la ingeniería básica establecida en los planos. El mantenimiento de las vialidades y obras provisionales que sean parte del procedimiento constructivo deberá incluirse dentro de los indirectos de la propuesta económica del Contratista, sin que éstas representen ningún costo adicional posterior para la CFE.

Es responsabilidad del contratista que de acuerdo con el programa de construcción y con su procedimiento constructivo, que no se suspendan los trabajos por falta de cualquier tipo de personal, material o equipo para la construcción de la obra.

En todas las excavaciones el Contratista deberá considerar, en sus cantidades de obra, la línea de proyecto de acuerdo con lo estipulado en los conceptos correspondientes de los catálogos de concepto de obra, especificaciones técnicas y planos.

Los Concursantes deberán considerar en su proposición que están obligados a:

- Tener disponible en el Sitio el 100 % de la maquinaria y equipo de construcción necesaria para la ejecución de la obra previamente al inicio de ésta.
- Previo al inicio de la excavación, disponer en obra del equipo propuesto y los materiales necesarios para realizar los tratamientos a dicha excavación, y en su caso, los permisos correspondientes, por ejemplo, el de uso de explosivos.

5.3 Consideraciones particulares de los alcances en las excavaciones.

Para el desarrollo de los trabajos que por su naturaleza no pueden ser previstos desde la etapa de Concurso y que pudiesen ser necesarios, como es el caso de condiciones geológicas, desprendimientos o derrumbes de paredes, caídos y tratamientos de la roca en las excavaciones, incluyendo sus respectivas obras complementarias; así como concretos adicionales y los volúmenes de material; la CFE elaborará un dictamen que defina el alcance de los trabajos a realizar debido a causas no imputables al Contratista, en la fecha en que dichos trabajos adicionales se requieran y se pagarán con la parte correspondiente a precios unitarios del Contrato.

De forma complementaria, como se indica en las especificaciones de excavación y tratamientos, así como en los planos de proyecto, deberán asegurarse de forma enunciativa y no limitativa los siguientes aspectos.

- Barrenación perimetral con técnicas de voladuras amortiguamiento (postcorte o precorte).
- Asegurar la geometría de la barrenación perimetral, de forma que se delimite el contorno de la línea de proyecto (separación adecuada, paralelismo y profundidad de barrenación).

Se deberá asegurar la colocación del espesor mínimo de proyecto, siguiendo la geometría de la excavación, recordando que la efectividad del comportamiento mecánico dependerá del cumplimiento de la geometría de proyecto.

En todo avance de la excavación El Contratista debe realizar mediciones de las concentraciones de gases (metano, monóxido de carbono, oxígeno) mediante un monitoreo continuo las 24 horas, adicional a lo anterior se deberá dotar detectores de gases portátiles (individuales) por lo menos al o los supervisores o responsables de la cuadrilla de trabajo para las mediciones de concentraciones de gases (metano, monóxido de carbono, oxígeno) y que éstas se realicen invariablemente al inicio, durante y al finalizar cada turno en todas las frentes de trabajo.

La trayectoria a excavar es la indicada en los planos de proyecto, sin embargo, la Comisión Federal de Electricidad puede realizar la modificación de la trayectoria en planta, geometría de secciones, método de excavación durante el proceso de excavación a conveniencia del proyecto.

5.3.1 Excavaciones líneas de proyecto y línea de tolerancia

La línea “A” o línea de Proyecto es aquella línea de excavación considerada en el diseño que permite cumplir con las secciones de Proyecto, por lo tanto, la excavación no deberá sobresalir de la línea “A”.

La línea “B” o línea de tolerancia para ser considerada para pago, es la línea teórica que define las áreas con que se estimarán las secciones, tanto de excavación como de los recubrimientos o espesores de concreto, siempre y cuando el Contratista ejecute la excavación hasta esta frontera o límite. La separación entre las líneas “A” y “B” será de 10 cm., únicamente para las estructuras subterráneas del Proyecto.

En las excavaciones exteriores la línea de proyecto es la línea “A” y será la línea única, es decir que no se considera línea de tolerancia, no existe la línea “B”.

No se hará ningún reconocimiento por separado por remoción de derrumbes o caídos, independientemente de las causas que lo originen siempre que el material producto del caído o derrumbe tenga como destino la producción de agregados y su volumen en todo caso sería restado de los bancos de préstamo, evitando al Contratista tener que explotarlo de las pedreras.

La excavación y los concretos ejecutados por el Contratista que rebasen la línea “B” o línea de pago, sólo serán considerados para pago previa Conciliación entre ambas partes o mediante un Dictamen Técnico emitido por la Comisión que avale o justifique que estos volúmenes de obra se deben a condiciones geológicas no imputables al Contratista, conforme a lo indicado en el punto 3.1.4. de la especificación “EXCAVACIÓN (TÚNELES)”

Para los concretos colocados en lumbreras, los Concursantes evaluarán en el precio unitario del catálogo de actividades, todos los costos en que incurra hasta la línea de tolerancia de

excavación definida en la sección referente a Excavaciones líneas de proyecto y líneas de tolerancia 5.3.1, la cual está localizada a 10 cm del paramento de la línea de proyecto. La CFE no hará ningún reconocimiento adicional por concretos colocados fuera de la línea de proyecto, excepto que la CFE ordene mediante dictamen técnico, el relleno en concreto de las oquedades causadas por caídos o derrumbes ocurridos más allá de la línea de tolerancia, no imputables al Contratista; en este caso, el volumen resultante del concreto se pagará con los precios unitarios “relleno de caídos”, así mismo, pueden requerirse rellenos para conformar y restituir niveles de piso o excavación en la proximidad de algunas Estructuras para las que haya necesidad de efectuar excavaciones, por lo que debe ponerse a consideración de la Comisión el tipo y forma de colocación, para su autorización y aceptación correspondiente. El material para realizar los rellenos podrá ser de concreto hidráulico o concreto lanzado, previo acuerdo con la Comisión.

Para los concretos colocados en túneles, los Concursantes evaluarán en el precio unitario del catálogo de actividades, todos los costos en que incurra hasta la línea de tolerancia de excavación definida en la sección referente a Excavaciones líneas de proyecto y líneas de tolerancia 5.3.1, la cual está localizada a 10 cm del paramento de la línea de proyecto. La CFE no hará ningún reconocimiento adicional por concretos colocados fuera de la línea de proyecto, excepto que la CFE ordene mediante Conciliación o Dictamen Técnico, el relleno en concreto de las oquedades causadas por caídos o derrumbes ocurridos más allá de la línea de tolerancia, no imputables al Contratista; en este caso, el volumen resultante del concreto se pagará con los precios unitarios “relleno de caídos”, así mismo, pueden requerirse rellenos para conformar y restituir niveles de piso o excavación en la proximidad de algunas Estructuras para las que haya necesidad de efectuar excavaciones, por lo que debe ponerse a consideración de la Comisión el tipo y forma de colocación, para su autorización y aceptación correspondiente. El material para realizar los rellenos podrá ser de concreto hidráulico o concreto lanzado, previo acuerdo con la Comisión.

5.3.2 Soporte, tratamiento, perforaciones para inyección y drenajes

Los tratamientos necesarios para garantizar la estabilidad de las estructuras a cielo abierto y subterráneas consisten en: colocación de anclas de fricción, aplicación de concreto lanzado, drenajes y colocación de marcos estructurales en túneles y galerías con empaque de concreto hidráulico.

La Comisión no reconocerá ningún pago del equipo que esté inactivo por motivo de los caídos o derrumbes que existan, considerando eventos que tengan hasta 5 días naturales de duración ni tampoco reconocerá el tiempo que tarden en remover el caído y el tratamiento que se realice.

5.3.3 Reglas para la Elaboración del Dictamen Técnico

En el apartado 3.1.4 de la especificación “EXCAVACIÓN (TÚNELES)”, se establece que la CFE elaborará un dictamen técnico por problemas de orden geológico no imputables al Contratista o cuando la sobreexcavación exceda un sexto del diámetro de la sección de proyecto, mediante el cual se definan trabajos a ejecutar debido a causas no imputables al

Contratista. Las reglas y condiciones para la elaboración del Dictamen Técnico, se indican en el apartado 3.1.5 de la especificación “EXCAVACIÓN (TÚNELES)”.

El Contratista deberá en todo momento aplicar la especificación de excavaciones y tratamientos, así como, la tabla de cargas máximas debe estar previamente autorizada por la CFE para su aplicación.

Es condición obligada que el Contratista dé estricto cumplimiento al diseño y procedimientos de tratamientos de estabilización de la roca durante el proceso de excavaciones, estos tratamientos deben ejecutarse oportunamente según el procedimiento de construcción aprobado, diseño, recomendación o especificación.

5.4 Obras civiles

5.4.1 Lumbreras PCT-1 y PCT-2.

Las coordenadas de ubicación y elevaciones de brocal y de la plancha de maniobras de las lumbreras de acceso y ventilación PCT-1 y PCT-2 se indican en los planos del proyecto. Las lumbreras tendrán 8 metros de diámetro de excavación, en el fondo contará con un foso para extracción de material, acorde a los planos del proyecto. Actualmente se tienen excavadas las lumbreras PCT-1 y PCT-2 a una profundidad aproximada de 73 y 65 m respectivamente.

Para la construcción de las lumbreras se tendrán que realizar tratamientos de la roca a base de concreto lanzado, anclaje y soporte mediante anillos estructurales. El detalle de estos tratamientos y demás elementos se muestra en los planos constructivos correspondientes. Como parte del alcance, además de realizar los tratamientos de las excavaciones que realice el Contratista, deberá complementar los tratamientos de la lumbrera previamente excavada, los cuales son principalmente el complemento del concreto lanzado para llegar a los espesores de proyecto.

Como parte de los trabajos se deberá contemplar que el producto de la excavación de las lumbreras; deberá cargarse y acarrear a la escombrera ubicada en el predio de CFE a una altura que no sobrepasará los 6 m de altura, por lo cual deberá considerar la conformación, manejo y mantenimiento de este banco de tiro.

Como se mencionó anteriormente en el interior de la lumbrera se deberán colocar anillos estructurales a base de perfil IR, fijados mediante anclas de 1 ½” de diámetro, con las dimensiones, geometría y fijación indicada en los planos del proyecto. Estos anillos servirán de apoyo para la fijación de instalaciones adicionales de etapas posteriores (escalera, elevador, instalación eléctrica, etc.), por lo cual, los mismos deberán contar con las preparaciones necesarias, conforme a lo indicado en los planos del proyecto.

Como parte del proceso de construcción, el espacio que se presente entre el anillo colocado y la línea de excavación y/o su recubrimiento primario deberá ser llenado con concreto lanzado o concreto hidráulico para garantizar el contacto en toda la superficie del patín exterior del anillo y el terreno.

En casos que por condiciones de sobreexcavación, el espacio entre el anillo y la excavación sea muy amplio, se deberán proponer procedimientos alternativos para rellenar los mismos y garantizar el contacto mencionado previamente, estos procedimientos deberán ser conciliados con la Residencia de Obra previo a su ejecución y la autorización de pagos adicionales estará sujeto a la imputabilidad del origen de la sobreexcavación, ya sea por condiciones geológicas o por procedimientos constructivos deficientes del contratista.

En la figura 11 se muestran dos posibles escenarios durante la colocación de los anillos metálicos, sobreexcavación y subexcavación. Con el fin de ejemplificar una posible solución se indican elementos para solución en las figuras 11a y 11b. Es alcance del Contratista definir el procedimiento y materiales para llevar a cabo esta actividad, y prever estas condiciones desde la ejecución de los trabajos de excavación.

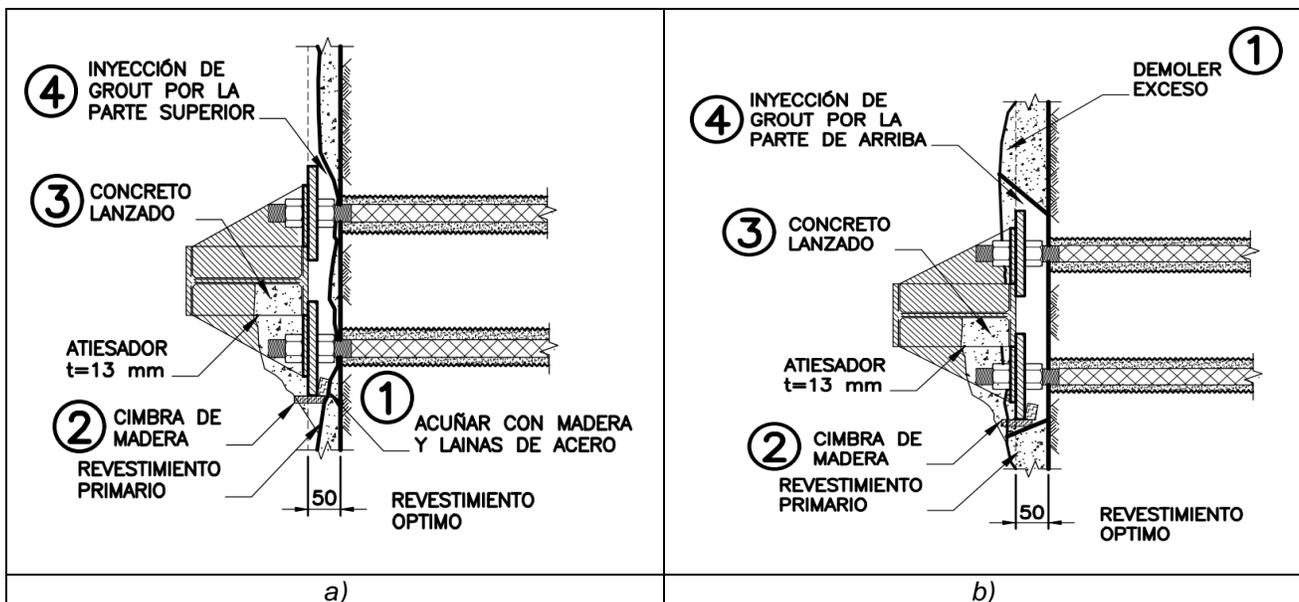


Figura 10. Escenario: a) sobreexcavación y b) subexcavación

Al fondo de la lumbrera se realizará la construcción de la campana y la plancha de maniobras, cuya geometría se conformará acorde a los planos del proyecto. Adicionalmente a las excavaciones subterráneas para conformar el fondo de la lumbrera, se deberán realizar preanclajes y anclajes en la bóveda de esta estructura para garantizar la estabilidad de éstas, conforme a lo establecido en los planos del proyecto. La plancha de maniobras incluye el revestimiento mediante concreto hidráulico reforzado con malla electrosoldada, conforme se especifica en los planos del proyecto.

El alcance requerido para la conclusión de la construcción de lumbreras incluye el acondicionamiento de la zona, excavación de la lumbrera por medios mecánicos y/o explosivos, tratamientos de soporte y estabilización de las paredes acorde a los planos del proyecto y especificaciones técnicas, así como las instalaciones requeridas de soporte durante la construcción, construcción de plancha de maniobras, suministro e instalación de anillos. Dentro del alcance de la excavación deberá considerar todas las instalaciones

necesarias para su realización, como son las instalaciones provisionales para maniobras e izajes, manejo de filtraciones, bombeo, sistema de ventilación suficiente para garantizar las condiciones de seguridad, sistema básico de monitoreo de gases, alimentación eléctrica provisional, iluminación y todo lo necesario para realizar los trabajos de excavación en las condiciones de calidad y seguridad conforme a las especificaciones y la normatividad aplicable.

5.4.2 Escombrera o banco de tiro.

El sitio considerado para la disposición del material producto de la excavación es dentro del área del predio de CFE en la cercanía del portal de entrada, el área definida propuesta es de forma rectangular con una dimensión aproximada de 300 x 150 m la cual cubre un área de 4,40 ha y una altura propuesta de hasta 6 m. La capacidad de almacenamiento de la escombrera es de 200,760 m³.

5.4.3 Portal de entrada a rampas.

El portal de entrada forma parte de la rampa general de acceso y ventilación Norte – Sur el cual conecta con los túneles de acceso y ventilación, se encuentra excavada en un conglomerado de arcillas y parte en Lutitas. La rampa del portal de acceso tiene un pendiente del 17.63 % (10 °), obteniéndose una altura máxima de excavación de aproximadamente 10 m y una longitud de desarrollo de 60 m. La sección de excavación es rectangular de 26.50 m de ancho. El talud de excavación en las paredes se estableció de 0.5 a 1. Los tratamientos establecidos corresponden a concreto lanzado y anclas de fricción.

Sobre la rampa del portal de entrada se tiene una losa de rodamiento de concreto hidráulico con un ancho de corona de 5.40 m y un bombeo a un agua del 2 %, con una cuneta al término de la losa que capta los escurrimientos y son conducidos a un cárcamo de bombeo, el cual está ubicado en la zona más baja del portal, entre el macizo de roca que forman los túneles de acceso y ventilación. El agua captada en este cárcamo se bombeará a la parte superficial para su disposición final o a la planta de tratamiento.

La losa de rodamiento se extiende hasta el nivel de terreno natural y posterior a esta se amplían en todo el ancho del portal, en donde su función principal es una zona de maniobras de equipos.

El portal de entrada en su perímetro cuenta con un sistema de captación de escurrimientos superficiales, mediante bordos y cunetas de sección trapecial de 0.70 m de ancho de plantilla y taludes de 0.5 a 1 de altura variable de acuerdo a la pendiente del ramal.

El alcance requerido de obras en el portal de la presente contratación, consiste en la conclusión de la construcción de las obras de drenaje (cunetas), así como la conclusión de la losa de rodamiento.

5.4.4 Rampas de Acceso (túneles de acceso y ventilación).

Las rampas de acceso, también identificados como túnel de acceso y túnel de ventilación son dos excavaciones en paralelo conectado mediante túneles crucero. El primero tiene una sección libre tipo portal de 5 m de ancho y 4.5 m de altura y el segundo mide 4 m de ancho por 4 m de altura. En ambos casos se construirá una plantilla de nivelación y encima una losa de concreto reforzado de 10 y 25 cm de espesor, respectivamente. La pendiente es de 17.633 % y tienen una longitud aproximada de 700 m, de los cuales se tiene excavado a la fecha aproximadamente 171 m y 174 m respectivamente.

La comunicación entre el túnel de acceso y ventilación se realiza mediante cinco cruceros con sección tipo túnel de dimensiones de 4 m de ancho por 4 m de altura, cada uno con una longitud aproximada de 23 m a eje de los túneles.

Por otra parte, las galerías de aproximación tienen una sección geométrica libre de 5 m de ancho por 3.5 m de altura en sección portal, y tienen como objetivo principal, acercarse a sitios específicos y se distribuyen de manera general en todo el proyecto.

Respecto al tratamiento de la roca, se tiene considerado emplear cuatro tipos, A, B, C y D. El tratamiento tipo A consiste en concreto lanzado de 5 cm de espesor con fibras sintéticas, más anclaje de varilla corrugada de 25.4 mm de diámetro y 3 m de longitud, pudiéndose de manera alternativa utilizar anclas de 19.1 mm de espesor colocadas con equipo anclador en la cantidad, disposición y zonas indicadas en el proyecto y/o aprobadas por la CFE (tipo D). El tipo B se compone por concreto lanzado de 10 cm de espesor en dos capas con fibras sintéticas, más anclaje de varilla corrugada de 25.4 mm y 4 m de longitud. El tipo C corresponde a marcos metálicos empacados con concreto hidráulico. Los marcos se componen por 5 piezas de perfil IR, las cuales se conectarán mediante tornillos y se sujetarán entre ellos mediante separadores de acero de perfil redondo liso, la base de estos marcos deberá fijarse en una base de concreto y en tanto se realiza el retaque con concreto, en aquellas zonas donde se requiera deberán entibarse o colocar huacaleo, temporalmente con elementos de madera para garantizar el apoyo del terreno con el marco, como tratamiento primario previo a la colocación de marcos, se colocará una capa de concreto lanzado de 5 cm de espesor únicamente en la clave de los túneles. El tratamiento tipo C-1 consiste en colocación de 10 cm de concreto lanzado con fibras sintéticas en dos capas más anclaje de varilla corrugada de 25.4 mm y 4 m de longitud espaciadas a cada 1.20 m en tresbolillo.

La elección del tipo de tratamiento será conforme a lo indicado en el proyecto, reservándose la CFE el derecho de realizar cambios del tipo de tratamiento en cada zona, acorde a las condiciones geológicas y geotécnicas que se vayan presentando en el frente de excavación, cuidando en todo momento que se garantice la estabilidad y seguridad de sus estructuras y respetando los parámetros de funcionalidad especificados. La responsabilidad del Consorcio es la ejecución oportuna y calidad adecuadas, de las actividades de sostenimiento primario y secundario (concreto lanzado, anclas de fricción con placa de reparto), así como la ejecución de drenajes selectivos donde la CFE lo indique, apegándose al procedimiento constructivo y las limitaciones de claro máximo sin soporte en función del terreno.

La secuencia de los tratamientos y su incorporación al ciclo de excavación, distancia de los tratamientos respecto al frente de excavación, deberá ser presentado por el Contratista a la

CFE como parte de su procedimiento constructivo y deberá ser aprobado por la CFE para garantizar la seguridad de los frentes de excavación.

El arreglo geométrico de túneles y galerías, su sección de construcción, así como la ubicación, coordenadas, desarrollo, sistemas de soporte (tratamientos) deberán ser conforme a lo indicado en los planos del proyecto y/o a las indicaciones de la CFE, pudiéndose presentar modificaciones en estas geometrías conforme a las necesidades y avance del proyecto.

En cuanto a las excavaciones que sobrepasen las líneas de proyecto (sobreexcavaciones), el tratamiento de las mismas y las consideraciones para su conciliación y dictaminación, será conforme a lo establecido en las secciones *Excavaciones líneas de proyecto y línea de tolerancia* y *Reglas para la elaboración del Dictamen Técnico*.

El alcance de la excavación deberá considerar todas las instalaciones necesarias para su realización, como son las instalaciones provisionales para maniobras e izajes, manejo de filtraciones, sistema de ventilación suficiente para garantizar las condiciones de seguridad, sistema básico de monitoreo de gases, alimentación eléctrica provisional, iluminación y todo lo necesario para realizar los trabajos de excavación en las condiciones de calidad y seguridad conforme a las especificaciones y la normatividad aplicable.

5.5 Sistema de bombeo

Conforme se vaya avanzando, se deberá implementar un sistema de bombeo al interior de las rampas, a base de la excavación de 6 cárcamos de bombeo, líneas de conducción de tubería PAD de 3", y el suministro e instalación de 6 bombas centrífugas de 7.5 HP con motor eléctrico, para el achique del agua tanto de las aportaciones de la roca como del proceso de perforación. Adicionalmente se deberá suministrar 2 bombas neumáticas para achicar el frente de excavación de cada una de las rampas o túneles. El alcance de este sistema incluye la conformación de los cárcamos, el suministro e instalación de tubería, suministro e instalación (incluyendo instalación eléctrica) de los equipos de bombeo y de la bomba neumática.

la excavación es dentro del área del predio de CFE en la cercanía del portal de entrada, el área definida propuesta es de forma rectangular con una dimensión aproximada de 300 x 150 m la cual cubre un área de 4,40 ha y una altura propuesta de hasta 6 m. La capacidad de almacenamiento de la escombrera es de 200,760 m³.

5.6 Sistema de Auscultación

La CFE indicará el Sistema de Auscultación del proyecto, con el objetivo de contar con información cuantitativa del comportamiento de las obras civiles durante su construcción y operación, y eventualmente introducir adecuaciones al diseño o a las especificaciones de construcción para corregir con oportunidad las anomalías o desviaciones al comportamiento esperado que permitan tener estructuras seguras.

Se prevé la instalación de sistemas de medición y monitoreo en tiempo real durante la

construcción y operación de las estructuras, particularmente en las excavaciones subterráneas y a cielo abierto, principalmente en los sitios asociados a estructuras geológicas plenamente identificadas, que además se considere que pongan en riesgo la seguridad del personal y equipo.

La cantidad, tipo, especificación y ubicación de instrumentos está indicado en los planos y especificación técnica correspondiente. Parte de los instrumentos de medición serán suministrados por la Comisión, y otra parte deberán ser suministrados por el contratista, conforme a lo indicado en el catálogo de conceptos.

En términos generales se debe contemplar la instalación de referencias topográficas, inclinómetros, inclinómetro multipunto, extensómetro multipunto, celdas de presión, piezómetros eléctricos, y clinómetros. Adicionalmente al suministro e instalación de los instrumentos, se deberán suministrar los equipos para la medición de dichos instrumentos.

La CFE indicará el Sistema de Auscultación del proyecto, con el objetivo de verificar la calidad de la construcción y asegurar el adecuado comportamiento durante la construcción y operación de la estructura, permitiendo corregir con oportunidad las anomalías o desviaciones al comportamiento esperado, contar con información cuantitativa del comportamiento estructural para eventualmente introducir adecuaciones al diseño o a las especificaciones que permitan tener una estructura segura.

Los trabajos que debe realizar el Contratista, a entera satisfacción de la CFE son:

- Proveer el personal capacitado para los trabajos de instrumentación.
- Suministro, colocación y protección de los instrumentos de medición del Sistema de Auscultación.
- Suministro de materiales, accesorios, equipo auxiliar, maquinaria, equipo de transporte y demás insumos, requeridos durante la obra, como se especifica en las especificaciones.
- Elaboración de procedimientos de instalación y medición, fichas de instalación, informes de instalación y memoria de instrumentación.
- Suministro de archivos numéricos con los resultados de las primeras mediciones y su proceso.
- Elaboración y presentación de informes para consultores y reuniones técnicas, las veces que sea necesario.
- Elaboración de las presentaciones requeridas por la CFE en obra para informar a diversas instancias sobre el proyecto de instrumentación y su avance.
- Monitoreo en tiempo real de eventos críticos de ser necesario, si así lo dispone la CFE.

El alcance general incluye la adquisición e importación (en su caso) en tiempo y forma de los instrumentos y equipos de medición, de acuerdo con las especificaciones correspondientes; y asignar los recursos necesarios para la preparación, excavación, perforación y rellenos en

los sitios donde éstos serán instalados, así como el acondicionamiento, acceso, pruebas de campo, la instalación de instrumentos y su protección durante el desarrollo de la obra, así como el suministro de los equipos de medición necesarios para la medición correspondiente, y todas las actividades de campo y gabinete que se requieran en la obra por parte de La Comisión, incluyendo la elaboración de procedimientos de instalación y medición de instrumentos, fichas de instalación de cada uno (planos As-built), y memoria de instalación del Sistema de Auscultación.

5.7 Obras asociadas

Se refiere a la infraestructura de apoyo y permanente necesaria durante la construcción, como son: las vialidades que comunican las obras principales del Proyecto, edificios auxiliares e instalaciones que se requieren para el personal que ejecuta y supervisará los trabajos, además de actividades ambientales entre las que destacan la atención a diversos condicionantes del resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y del Estudio Técnico Justificativo (ETJ), entre otros. En todos los casos, el alcance que debe considerar dentro de su oferta el contratista comprende el diseño, construcción, fabricación, suministro y montaje de maquinaria, instrumentos, equipo y herramientas, suministro de agua, drenaje sanitario, saneamiento de las aguas residuales, disposición y tratamiento de los desechos sólidos, instalaciones internas y externas (hidráulica, sanitaria, eléctrica, alumbrado, comunicaciones, red de tierras), ventilación, sistema contra incendio y catálogos e instructivos de montaje y servicios, y puesta en servicio de todas las instalaciones y equipos necesarios para su funcionamiento acorde a sus necesidades y su procedimiento constructivo.

5.7.1 Vialidades

El Contratista será responsable de la construcción y mantenimiento de todos los caminos desde el inicio hasta la culminación de las obras.

Los caminos de construcción y los accesos a campamentos y oficinas deberán conservarse en óptimas condiciones de rodamiento y con riego continuo para evitar levantamiento de polvo. El mantenimiento para todos los caminos incluye, con cargo al Contratista, el deshierbe en las zonas aledañas al camino, la limpieza preventiva de cunetas, contracunetas, obras de drenaje y superficie de rodamiento (pintura, bacheo, mantenimiento de señalamientos), reparaciones de las estructuras del camino hasta la culminación del proyecto.

En virtud que el Contratista es el responsable de ejecutar las vialidades de construcción, la CFE no reconocerá costos ni tiempos adicionales derivados por obstrucciones a las vialidades que impidan la continuidad de las obras.

5.7.2 Alimentación eléctrica.

La Comisión no suministrará energía eléctrica para la ejecución de los trabajos, el Contratista será responsable, como parte de su procedimiento constructivo, de suministrar la energía eléctrica para la operación de su equipo de construcción y sus instalaciones, por lo cual los costos, tanto de instalaciones como de operación deberá incluirlos en los costos directos de

sus precios unitarios o bien en su costo indirecto. Para este fin podrá utilizar generadores eléctricos o bien realizar una instalación eléctrica temporal a partir de las líneas eléctricas de media tensión de CFE que se ubiquen en el entorno del proyecto. En este último caso, la gestión con CFE Distribución y/o Suministro Básico, los costos de la conexión, así como el consumo será a cuenta y cargo del Contratista.

5.7.3 Sistema de bombeo en portal y túneles.

El Contratista será responsable, como parte de su procedimiento constructivo, y operar uno o el sistema de bombeo en portal, al interior de rampas y galerías, a la par del avance de los trabajos. El suministro del sistema de bombeo al interior de las rampas, está incluido como parte del catálogo de conceptos, mientras que la operación de este sistema, mas el desalojo del agua del portal y de la zona de obras queda en total responsabilidad del Contratista como parte de sus procedimientos constructivos de excavación y tratamientos, por lo cual deberá considerar el costo de la operación de este sistema en su oferta y la Comisión no se reconocerá costos adicionales por retraso en el suministro del mismo o por el fallo de este sistema de bombeo o en su operación, así como por los retrasos en la excavación derivados del mal funcionamiento del mismo.

El Contratista deberá contemplar el almacenaje del agua para los procesos de construcción, operación y mantenimiento de las obras principales y asociadas del proyecto que tienen relación con la Construcción de Túneles y Galerías. El costo del tratamiento y disposición final del agua derivada de sus procedimiento constructivo y avance deberá ser incluido en sus precios unitarios por lo que no se reconocerá ningún pago adicional por esta actividad. El contratista deberá entregar de forma mensual la evidencia documental de los trabajos que demuestren el cumplimiento de la normatividad respecto al tratamiento y disposición del agua, incluyendo la evidencia de los trabajos de campo de muestreo y los resultados de caracterización realizados en laboratorio acreditado para tal fin, lo anterior conforme a la frecuencia de muestreo indicada en la norma aplicable derivada de la disposición final del agua que elija el contratista, asimismo deberá presentar la evidencia documental de las gestiones necesarias ante la CONAGUA.

5.7.4 Instalaciones definitivas

Se consideran como instalaciones definitivas aquellas que deberán construirse bajo especificaciones definidas para que al final de las obras queden habilitadas para dar servicio al proceso de rescate, tales como:

- Caminos de acceso
- Escombreras

El Contratista será responsable y debe considerar el costo del mantenimiento de las instalaciones que se requieran para la adecuada ejecución de los trabajos.

Adicionalmente, el Contratista debe obtener la aprobación de la CFE para la localización y

disposición de todas sus instalaciones temporales tales como: campamentos, patios de almacenamiento, oficinas, bodegas, talleres, casetas de vigilancia y estructuras necesarias para el personal de seguridad de la mina, instalaciones para el suministro de energía eléctrica, polvorines, e infraestructura en general relacionada con las instalaciones mencionadas. Dichas instalaciones deberán cumplir con los requisitos de higiene y respeto a la integridad física y moral de los trabajadores en general de acuerdo con los requerimientos de la CFE de Seguridad e Higiene.

El Contratista será responsable por el abastecimiento de agua potable, alcantarillado, saneamiento y drenaje pluvial de sus instalaciones provisionales de construcción y en general de la infraestructura de servicio durante el desarrollo de las obras.

Alumbrado y señalización

Para la correcta ejecución de las obras y en todas las áreas que lo requieran, el Contratista tendrá a su cargo el suministro, instalación, operación y mantenimiento de todos los equipos y sistemas necesarios para proporcionar el alumbrado y señalización adecuada en todas las excavaciones subterráneas, acceso y tránsito peatonal, áreas de maniobra de equipo, zonas de obra, talleres, escombreras, almacenes, campamentos, oficinas y caminos y vialidades principales o secundarias, los cuales deben cumplir con las normas relativas a iluminación, y señalización, para cumplir los requerimientos de Seguridad e Higiene establecidos por la CFE, considerando la NOM-025-STPS - Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

5.7.5 Limpieza, drenaje y servicios

El Contratista será responsable de establecer y mantener los servicios de limpieza, drenaje superficial, recolección y retiro por separado de los desechos orgánicos e inorgánicos. Así mismo será responsable de la capacitación permanente de su personal para lograr el manejo sustentable de los desechos y contar con instalaciones libres de materiales sobrantes durante todo el tiempo de duración de la obra y hasta la culminación del Proyecto.

Estos servicios se realizarán en las instalaciones y campamentos del Contratista, así como en todos los sitios del proyecto.

6 ALCANCE E INTEGRACIÓN Y FORMA DE PAGO DE PRECIOS UNITARIOS.

La integración de los precios unitarios para un trabajo determinado deberá guardar concordancia con los procedimientos constructivos, con los programas de trabajo, de utilización de maquinaria y equipo, con los costos de los materiales en la época, y demás recursos necesarios todo ello de acuerdo con las normas y especificaciones de construcción de la Comisión.

Los trabajos realizados se pagarán mediante la formulación de estimaciones que abarcarán los conceptos de trabajo terminados a satisfacción de la Comisión, siendo la fecha de corte dentro de un periodo no mayor a un mes. El Contratista deberá entregar a la Comisión, la estimación acompañada de la documentación que acredite los volúmenes de obra ejecutados,

así como las conciliaciones firmadas por ambas partes (topografía y/o geología CFE y Contratista), si así lo requiere el concepto, para la validación de dichos volúmenes de obra.

7 INFORMACIÓN REQUERIDA DESPUÉS DE LA FIRMA DEL CONTRATO

El Contratista está obligado a entregar a la CFE, en forma enunciativa mas no limitativa: la información solicitada en las especificaciones. De manera principal, deberá entregar los procedimientos constructivos para la ejecución de las excavaciones y tratamientos, que deberán cumplir con lo establecido en las especificaciones y los requisitos para garantizar la seguridad de la obra. Estos procedimientos se entregarán para revisión y en su caso visto bueno de la CFE, en el plazo indicado en las especificaciones de obra.

8 SUPERVISIÓN

La CFE ejercerá principalmente funciones de supervisión con personal de sus diferentes áreas y oficinas, tal y como se establece en la presente Sección. No se descarta la posibilidad de que algunas actividades de supervisión se realicen a través de terceras personas contratadas para tal efecto por la CFE.

El Contratista otorgará a la CFE o sus representantes, oficialmente designados, todas las facilidades necesarias para llevar a cabo esta función.

Las funciones de supervisión de la CFE serán con carácter de verificación por lo que en ningún momento sustituirán a la supervisión correspondiente al Sistema de Calidad que el Contratista debe aplicar en la realización de todos los trabajos y servicios que amparan las Bases de Licitación, así como el cumplimiento de cualquier otra obligación contraída y, por tanto, en ningún momento la supervisión de la CFE relevará al Contratista de esa responsabilidad. Debe considerarse que la implementación del Sistema de Calidad no sustituye la obligación del Contratista de implementar Laboratorios de Control de Calidad certificados por organismos acreditados ante las normas mexicanas para asegurar el cumplimiento de los requisitos especificados.

En cada caso particular y con el Contratista, se establecerán los procedimientos en los que se incluyan las relaciones, la manera de llevar a cabo la supervisión, la aceptación de los trabajos, el rechazo, comentarios y solicitudes de cambio que se presenten.

Las funciones de supervisión de la CFE incluirán por lo menos lo siguiente:

Supervisión general de las obras en sus diferentes entidades, áreas, etapas y servicios, dando un seguimiento adecuado a cada uno de ellos para identificar deficiencias en los procedimientos constructivos y detectar posibles causas de atraso o problemas que surjan durante el desarrollo de las obras, así como el análisis de las propuestas del Contratista, de acciones para prevenir afectaciones de los programas contractuales o en su caso las acciones correctivas para recuperar los plazos contractuales.

La CFE tiene la facultad de realizar inspecciones para asegurarse que el Contratista

(incluyendo sus Subcontratistas, fabricantes y proveedores de equipo) cuenten con un “Sistema de Gestión de Calidad”; estas inspecciones las realizará por su cuenta o a través de otra entidad externa (debidamente acreditada por la CFE) y serán aplicadas a todos los procesos involucrados en la ejecución del Proyecto, poniéndose especial énfasis en los Equipos Principales. Para lo anterior, el Contratista se obliga a dar todas las facilidades a la CFE o sus representantes y se compromete a que los subcontratistas involucrados en el suministro del Proyecto tengan establecidos sus “Sistemas de Gestión de Calidad”.

8.1 Supervisión de obra

La comisión llevará a cabo la supervisión para constatar la aplicación de normas, procedimientos, especificaciones técnicas, atestiguar las pruebas que de acuerdo con el programa de materiales se realizarán en el sitio de los trabajos.

La supervisión de obra de CFE se encargará de la entrega física del sitio donde se realizará la obra, indicando referencias topográficas, se dará seguimiento al programa de obra convenido, revisar y validar estimaciones, llevar el control de cantidades de obra y del avance financiero de la obra.

9 SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN Y SUS PROCESOS

La Comisión con su Sistema de Gestión Integrado (Incluye a la Gestión de la Calidad, Gestión Ambiental y Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo), demuestra su capacidad para controlar sus procesos de: Estudios de Planeación, Ingeniería de Proyectos y Supervisión de la Construcción de Proyectos conforme a los requisitos del cliente, los legales, los reglamentarios y los propios, así como aumentar la satisfacción del cliente, identificar y controlar los aspectos ambientales significativos y los riesgos a los que está expuesto el personal en seguridad y salud, a través de la aplicación eficaz del Sistema de Gestión Integrado, conforme a las normas mexicanas NMX-CC-9001-IMNC-2015 (ISO 9001:2015) para la Gestión de la Calidad, NMX-SAA-14001-IMNC-2015 (ISO- 14001:2015)

para la Gestión Ambiental y NMX-SAST-001-IMNC-2008 (ISO- 45001:2015) y (OSHAS 18001: 2007) para el Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo, NMX-SAST-31000-IMNC-2016 (ISO 31000:2009) para la gestión de riesgos.

Con base en esta gestión del trabajo es estrategia de la Comisión que sus contratistas y proveedores establezcan, documenten, implementen y mantengan sus Sistemas de Gestión vinculados con el de la Comisión, es decir, buscar la correspondencia entre los sistemas de gestión del Contratista con el de la Comisión. El alcance de los Sistemas de Gestión para el proyecto consiste en establecer, documentar, implementar y mantener los Sistemas de Gestión: de la Calidad, Ambiental y de la Seguridad y Salud en el Trabajo, para gestionar todas las fases del Proyecto en las Obras Civiles, Obras Asociadas y Obras Electromecánicas, de acuerdo con las normas anteriormente citadas.

La función principal del establecimiento, documentación, implementación y mantenimiento de los Sistemas de Gestión del Contratista es, demostrar la capacidad para proporcionar

servicios confiables que cumplan con los requisitos del cliente, los legales y los reglamentarios; por ello los Sistemas de Gestión del Contratista deben estar vinculados con el Sistema de Gestión Integrado de la Comisión.

Los costos asociados al establecimiento, documentación, implementación y mantenimiento de los Sistemas de Gestión, así como las medidas de seguridad y de protección ambiental establecidas, deben estar implícitos en cada una de las actividades y procesos correspondientes. El Contratista es responsable, durante todas las fases del Proyecto en las Obras Civiles, Obras Asociadas y Obras Electromecánicas, de:

- 1) los daños y perjuicios ocasionados a terceras personas físicas o morales y las indemnizaciones que resulten.
- 2) las acciones correctivas que establezcan la Comisión y autoridades con competencia en la protección del ambiente y a la seguridad y salud en el trabajo.
- 3) las sanciones que impongan las autoridades competentes.
- 4) las repercusiones económicas que resulten a causa de retrasos en el programa general de obra.
- 5) la integridad física y salud de los trabajadores.

Los costos que se deriven de estas circunstancias deberá pagarlos el Contratista sin cargos adicionales para la CFE

El Contratista debe entregar en la Propuesta Técnica toda la documentación solicitada de los Sistemas de Gestión, en forma completa y como está establecido.

9.1 Documentación relativa a los Sistemas que proporcionará El Contratista a la Comisión

- Sistema de Gestión Ambiental
- Criterios en Materia de Protección Ambiental

9.2 Sistema de Administración de Seguridad y Salud en el Trabajo

- Reglamento de seguridad e Higiene Para contratistas

Dentro del alcance del Contrato se considera obligación del Contratista atender lo relacionado con la Seguridad y Salud en el Trabajo, higiene, medio ambiente y Protección Civil durante la ejecución de los trabajos, conforme a lo establecido por la Ley Federal del Trabajo y legislación aplicable para la protección de las Obras, la seguridad y conveniencia del personal del Contratista, Subcontratistas y proveedores, el personal de la CFE, visitantes e instalaciones.

El Contratista debe considerar la elaboración del Reglamento de Seguridad y Vigilancia en el proyecto, y apegarse a todas las leyes, reglamentos y disposiciones tanto federales como estatales relacionadas con la seguridad y salud e higiene para el proyecto. Requerimientos que deberá entregar el contratista para cumplir con todas las normas aplicables de la STPS vigentes

- Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (que incluya por lo menos)
- Protocolos de seguridad sanitaria, de acuerdo a lo establecido por la autoridad correspondiente.
- Análisis de riesgos por cada una de las actividades que se realizan, considerando cada uno de los procesos constructivos
- Medidas de seguridad
- Determinación de EPP básico y específico de acuerdo al análisis de riesgos
- Señalización
- Reportes para la estadística de HH, así como de investigación de incidentes y accidentes
- Programa de capacitación y adiestramiento
- Liberación de Permisos de trabajo para actividades de alto riesgo
- Reglamento interno de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Altas de personal ante el IMSS
- Campañas de salud y control de adicciones
- Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Plan de atención a emergencias
- Servicio médico y/o de atención de emergencias con el que contará
- Equipo y materiales de rescate en casos de emergencia
- Atención de lesionados y enfermos
- Plan de emergencias por cada situación que se pueda presentar, considerando situaciones de origen natural y antrópico.

Los requerimientos antes mencionados son enunciativos, mas no limitativos de acuerdo a lo

que consideran todas las normas aplicables de la STPS vigentes.

9.3 Sistema de Gestión de Calidad

- Procesos del Sistema de Gestión de Calidad
- Manual de Calidad
- Plan de Calidad de la Obra
- Procedimientos requeridos por normas y específicos
- Plan de Inspección y Pruebas
- Informe mensual producto de la aplicación del Plan de Inspección y Pruebas
- Programa de Supervisión

En el caso de incumplimiento a los requisitos de los Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo por parte del Contratista, la Comisión está facultada para contratar con terceros los servicios necesarios con el objeto de establecer los Sistemas de Gestión de la Calidad, Ambiental y Seguridad y Salud en el Trabajo y los costos derivados de dichos servicios serán reembolsados a la Comisión por el Contratista

10 PROTECCIÓN AMBIENTAL

El marco general de aplicación de las actividades para la protección ambiental se establece en cumplimiento de Términos y Condicionantes de los resolutivos de Impacto Ambiental y de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, mediante los Oficios SGPA/DGIRA/DG/03403 y SGPA/DGGFS/712/1447/21 respectivamente así como del Programa de Vigilancia Ambiental autorizado por la SEMARNAT mediante el Oficio SGPA/DGIRA/DG-05749-21 por lo que el Licitante deben conocer y considerar en sus propuestas técnicas y económicas las acciones que apliquen en cada actividad del proyecto durante el tiempo que dure la ejecución de los trabajos.

Es responsabilidad del Contratista definir y aplicar todos los recursos materiales, humanos y financieros necesarios para satisfacer oportunamente y con calidad técnica estas especificaciones, para ello, el Licitante debe presentar en su oferta técnica y económica la propuesta de un plan de acción para la implementación de las presentes especificaciones, el cual deberá ser congruente con el programa general de trabajo, mismo que en su momento, deberá ser aprobado por la CFE. Dicho plan deberá contener en términos enunciativos más no limitativos lo siguiente:

Objetivos y metas, deberán ser claros y concisos.

Aspectos ambientales objeto del plan de acción, debiendo cubrirse al menos los aspectos

ambientales señalados en las presentes especificaciones.

Propuesta para el Manejo y Disposición de Residuos Sólidos. La propuesta debe contener una descripción de las acciones para la separación de los residuos, tipo de contenedores, capacidad, localización, cantidad, periodicidad de la recolección, tipo de transporte recolector, localización del sitio de disposición final. En el caso de los residuos orgánicos, localización del sitio donde se producirá la composta, descripción de las instalaciones y procedimiento para la producción de la composta y características que deberá tener para ser utilizada, programa de producción, áreas donde será utilizada, programa de utilización. En el Programa General de Protección Ambiental se deben calendarizar las actividades necesarias para estudios, gestiones permisos, pagos de derechos, adquisición de equipos, obras, muestreos, monitoreos y demás acciones necesarias para esta actividad.

Propuesta para el Manejo y Disposición de Residuos Peligrosos. La propuesta deberá contener localización del almacén temporal de residuos peligrosos, un plano de al menos 0.90 x 0.60 m donde se describan las instalaciones y equipamiento del almacén temporal de residuos peligrosos, incluyendo su señalamiento; procedimiento para la recolección en los frentes de trabajo; frecuencia de recolección en los frentes y retiro del almacén temporal; tipo de empresa que será la responsable de la disposición final; acciones a realizar en caso de derrames accidentales, identificación del responsable y brigadas de apoyo, así como de equipos y herramientas con que contará; procedimiento para acciones de emergencia. En el Programa General de Protección Ambiental se deben calendarizar las actividades necesarias para estudios, gestiones permisos, pagos de derechos, adquisición de equipos, obras, muestreos, monitoreos y demás acciones necesarias para esta actividad. Propuesta para el Manejo y Disposición de Aguas Residuales Domésticas e Industriales. Debe contener: plano de localización de al menos 0.90 x 0.60 m, donde se indiquen todas las instalaciones que generen aguas residuales, identificando su tipo (doméstica o industrial), trazo propuesto para los colectores y drenes, ubicación de los sistemas de tratamiento y de los sitios de descarga de cada uno de ellos. De forma complementaria debe contener una descripción clara y concreta que señale los volúmenes de aguas residuales a ser tratadas por cada tipo; esquema y descripción del tren de tratamiento para cada tipo de descarga; características generales de la(s) planta(s) de tratamiento; tipo de elementos que removerá y estimación de las características físico-químicas de las descargas; programa de monitoreo; localización de los sistemas de tratamiento y forma de disposición final de la descarga, así como los estudios, gestiones y autorizaciones que obtendrá para su instalación.

Propuesta para el Control de Emisiones a la Atmósfera. Debe contener un cronograma de mantenimiento de cada equipo, maquinaria y vehículos, así como una descripción del control que se establecerá para la realización del mismo. Señalar la cantidad de equipos que se dispondrán para los tres riegos diarios en las vialidades y áreas de trabajo. Propuesta para las actividades de educación ambiental. Debe contener la relación los temas y materiales a desarrollar como trípticos, carteles, pláticas de inducción, cursos de capacitación, visitas técnicas, personal al que está dirigido cada medio de divulgación y la programación de la entrega de los documentos, impartición de pláticas y cursos. La calendarización debe señalar al grupo de personas y sus actividades a las que están dirigidos cada medio de

comunicación, así como los temas de que se tratan y debe contener una propuesta de evaluación de los resultados del programa.

Recursos humanos para la implementación, deberá señalar el personal técnico y de apoyo del que dispondrá, señalando los perfiles de puesto, especialización y experiencia. En todo caso, estos aspectos deberán ser acordes con los roles, actividades, y factores ambientales que se pretenda cubrir con dicho personal, debiendo tener experiencia suficiente y comprobable para la coordinación, gestión y el cumplimiento de estas especificaciones. Recursos materiales, equipos, maquinaria y vehículos, deberá listar y señalar las características, fichas técnicas y/o especificaciones de materiales y equipos principales con que contará el área ambiental (tipo y cantidad de cada uno, por ejemplo. vehículos, volteos, maquinaria, equipo de cómputo, equipos de medición, de protección y rescate de fauna silvestre, entre otros), así como su programa de utilización, cuando sea aplicable.

Diagrama específico de estructura y funciones, la propuesta debe contener al menos: organigrama del área de protección ambiental y su relación y dependencia con respecto a la autoridad máxima del Contratista dentro de la obra; indicar la cantidad de personal en cada una de las subáreas hasta las de menor nivel; nombre y experiencia del responsable del área de protección ambiental; señalar las funciones y responsabilidades de cada una de las áreas y subáreas; descripción del perfil de cada puesto y requisitos para cubrirlo. Recursos financieros necesarios para la implementación, para con ello, dar pleno cumplimiento a las disposiciones ambientales en tiempo y forma.

Programa calendarizado de trabajo, debe estar elaborado como un cronograma que señale las actividades principales y subactividades necesarias que se tienen consideradas llevar a cabo para la atención de cada uno de los aspectos señalados en las presentes especificaciones, la atención de las medidas de mitigación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R) y Estudio Técnico Justificativo (ETJ), , y las acciones que son responsabilidad del Contratista y que se encuentran contenidas en la MIA-R y ETJ, y su respectiva autorización. El desglose de las actividades, considerar los estudios previos, gestiones, permisos, pagos de derechos, obras, mantenimiento, operación, informes de la ejecución del contrato y los solicitados en las autorizaciones correspondientes, cierres de frentes, recepción de las autoridades, limpieza de las áreas, restauración y demás acciones necesarias para esta actividad, entre otras, y todo lo necesario para contar con una planeación completa y programada de las actividades que son responsabilidad del Contratista desde el inicio de la construcción hasta la entrega recepción del proyecto. Dicho programa debe incluir también la ponderación propuesta por el Licitante para cada una de las actividades que contenga el programa, de manera que se identifique claramente los recursos financieros que serán asignadas a cada una de ellas; también debe señalarse la unidad y forma de medición de los avances propuestos. Dicho programa debe ser presentado en la oferta técnica en las hojas que sean necesarias de al menos 0.90 x 0.60 m cada una. El Contratista y la Comisión, en los primeros 30 Días de iniciada la vigencia del Contrato, acordarán el programa definitivo, la ponderación y unidad de medición para el seguimiento del programa, el cual será formalizado por las partes. Indicadores de realización, deberán establecerse con base en los objetivos y metas para cada uno de los temas ambientales que

se aborden.

El plan de acción debe reflejar las actividades para responder adecuada y oportunamente a los compromisos ambientales establecidos por la SEMARNAT/DGIRA para la CFE, así como la voluntad y el compromiso del Licitante para alcanzar un sólido desempeño ambiental, sin que esto implique retrasos en las obras y/o actividades objeto del proyecto, previniendo y controlando los impactos de las actividades de construcción, que le permita, además, un equilibrio con el entorno social donde se desarrollará el proyecto.