

Monterrey Nuevo León, a 04 de diciembre de 2017

Sin. 13293-17

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

1.1. RESUMEN EJECUTIVO

El presente **Programa de Remediación (PR)** fue elaborado por **ISALI, S.A. de C.V. (ISALI)** e informa sobre las actividades desarrolladas, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo contaminado con hidrocarburos, debido al derrame de **Diésel** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 30,000 L.** Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.**, ocurrido el 04 de enero de 2017 en el **Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora, estado de Sonora.**

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos contaminados, se ha elaborado el presente Programa de Remediación (PR). En él se detallan las características del sitio del accidente, los procedimientos empleados para su caracterización, las labores de emergencia, los resultados de los estudios y análisis realizados, el diagnóstico y las conclusiones correspondientes conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como la propuesta de remediación adecuada.

El resultado de los análisis señala que las muestras tomadas en el **área dañada (710 m²)** del sitio del derrame superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Debido a esta razón, un **volumen total de 568 m³** de suelo dañado con **Diésel** debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**, esto a realizarse en un plazo de **25 semanas.**

Nombre de la Persona física y
Correo Electrónico del Responsable
del muestreo Artículo 113
fracción I de la LFTAIP y 116
primer párrafo de la LGTAIP

Lic. Diana Alicia Báez Rodríguez
ISALI, S.A. de C.V.
juridico@isali.mx

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 04 de enero de 2017 en el **Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora, estado de Sonora**, manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 30,000 L de Diésel** (*Anexo I – Carta Porte*).

En fecha 23 de enero de 2017, la empresa **LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.**, dio aviso formal de derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente), conteniendo como anexos el formato de Aviso Inmediato P-ASEA-USIVI-004 y la Formalización de Aviso P-ASEA-USIVI-005 (*Anexo II – Aviso de derrame*).

Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el sitio de derrame capturando exposiciones digitales del mismo (*Anexo III – Fotográfico – Visita inicial*).

1.3. LABORES DE EMERGENCIA

Acorde a lo establecido en el artículo 130 fracción I del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, mismo que a la letra dice:

Artículo 130.- Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales peligrosos o residuos peligrosos, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material peligroso o el generador del residuo peligroso y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá:

- I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio;*
- II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales peligrosos o residuos peligrosos;*
- III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto las autoridades competentes conforme a lo previsto en el artículo 72 de la Ley, y*
- IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.*

En el sitio se llevaron a cabo diversas actividades, con el objetivo de contener el derrame de Diésel y la afectación al sitio.

- **Levantamiento de datos:** Se cuantificó la superficie horizontal, y la migración vertical del contaminante en el suelo natural.
- **Contención del derrame:** Se construyó una barrera de contención con material edáfico de la zona (libre de contaminantes) para mitigar el desplazamiento horizontal del hidrocarburo (Diésel), misma que se cubrió con una película de polietileno de alta densidad.

Se realizó un compendio fotográfico de las labores anteriormente descritas (*Anexo IV – Fotográfico – Labores de Emergencia*).

1.4. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA AFECTADA

Con el objetivo de predelimitar el área y el volumen a extraer, se realizó un sondeo en campo durante las Labores de Emergencia, analizando las muestras con equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-448-DRAFT METHOD 9074, sumando a esto el conocimiento y la experiencia técnica de nuestro personal, así como las características del suelo en estudio (textura limosa y arcillosa, con infiltración media y material consolidado).

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el sondeo mencionado anteriormente, así como el croquis del sitio en estudio:

Resultados de Sondeo								
Puntos de sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Peso (g)	Hora	Lectura (ppm)	Sitio de toma de muestra	Factor de Respuesta	Comentarios
1	S-01	Superficial	10.0	09:20	<1200	Periferia del Área afectada	5	
	S-02	0.30	10.1	09:42	<1200		5	
2	S-03	0.50	9.80	10:04	<1200		5	
	S-04	0.90	10.0	10:26	<1200		5	
3	S-05	Superficial	9.90	10:48	<1200		5	
	S-06	0.40	10.0	11:10	<1200		5	
4	S-07	0.70	10.0	11:32	<1200		5	
5	S-08	Superficial	9.90	11:54	<1200		5	
6	S-09	0.40	10.1	12:16	<1200		5	
7	S-10	0.80	10.1	12:38	<1200		5	
8	S-11	0.30	10.0	13:00	<1200	5		
	S-12	0.60	9.90	13:22	<1200	5		
9	S-13	0.20	10.0	13:44	>1200	Área afectada	5	Dentro de Norma (<1200 ppm)
	S-14	0.50	9.90	14:06	>1200		5	
	S-15	0.80	10.0	14:28	<1200		5	
10	S-16	Superficial	9.80	14:50	>1200		5	Fuera de Norma (>1200 ppm)
	S-17	0.50	10.0	15:12	>1200		5	
	S-18	0.80	9.90	15:34	<1200		5	
11	S-19	0.30	9.9	15:56	>1200		5	
	S-20	0.60	10.1	16:18	>1200		5	
	S-21	0.80	10.0	16:34	<1200		5	
12	S-22	0.40	9.90	16:58	>1200		5	
	S-23	0.60	10.0	17:10	>1200	5		
	S-24	0.80	9.80	17:35	<1200	5		
13	S-25	0.30	10.0	17:57	>1200	5		
	S-26	0.50	9.90	18:17	>1200	5		
	S-27	0.80	10.0	18:38	<1200	5		

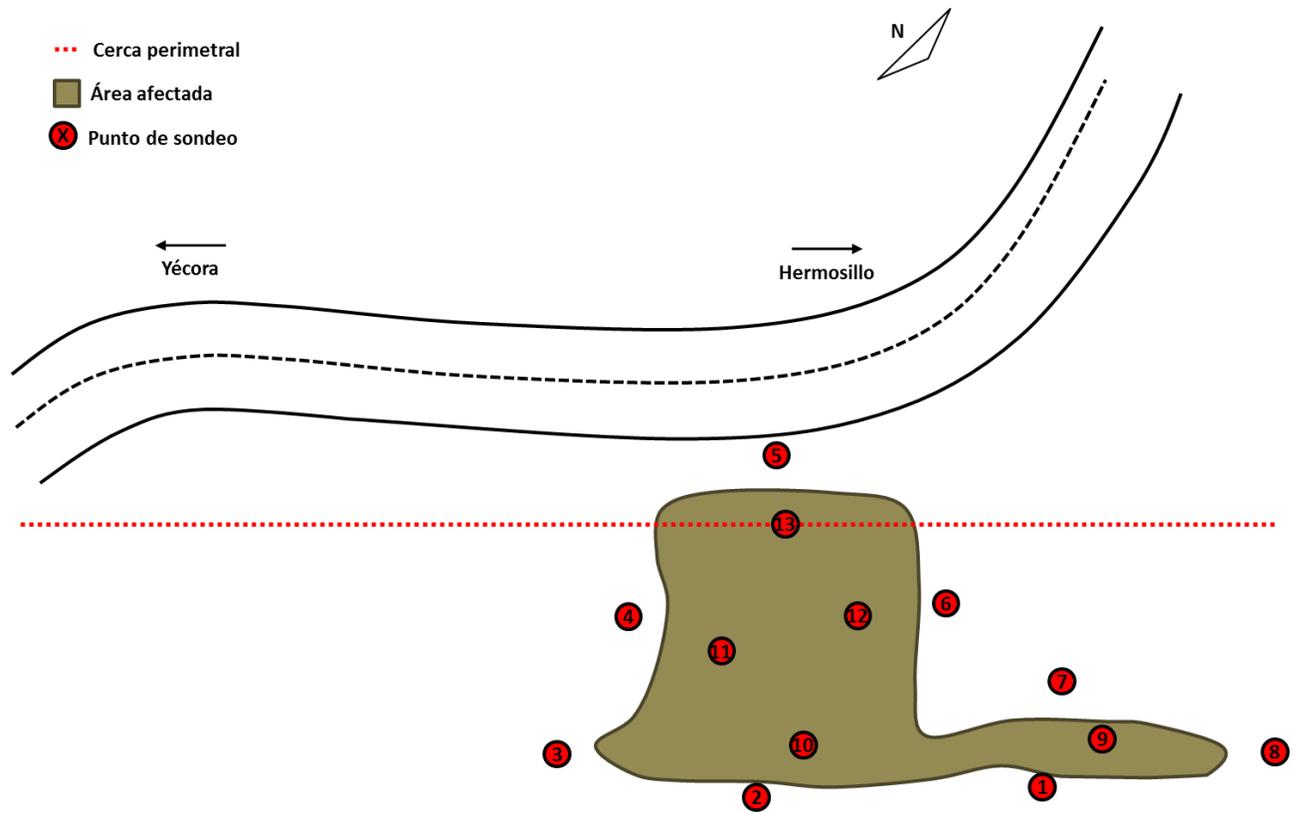


Figura No. 1.1. Puntos de sondeo para Predelimitación del área afectada.

1.5. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.** cuya actividad es el transporte federal de carga especializado (Clave CMAP 711203, Servicios de autotransporte de carga especializado). Los datos generales son los siguientes:

- Representante legal: Oralia Osuna Valdez

Dirección, Teléfono, RFC y Correo electrónico del Representante Legal Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE YÉCORA¹

El municipio de Yécora está ubicado en el Este del estado de Sonora, siendo su cabecera y se localiza en el paralelo 28° 22' de Latitud Norte y a los 108° 55' de Longitud al Oeste del meridiano de Greenwich, a una altura de 1250 msnm.

Colinda al Este con el estado de Chihuahua y limita con los municipios siguientes: al Norte con Sahuaripa, al Este con el estado de Chihuahua, al Suroeste con Rosario, y al Noroeste con Onavas y Soyapa².

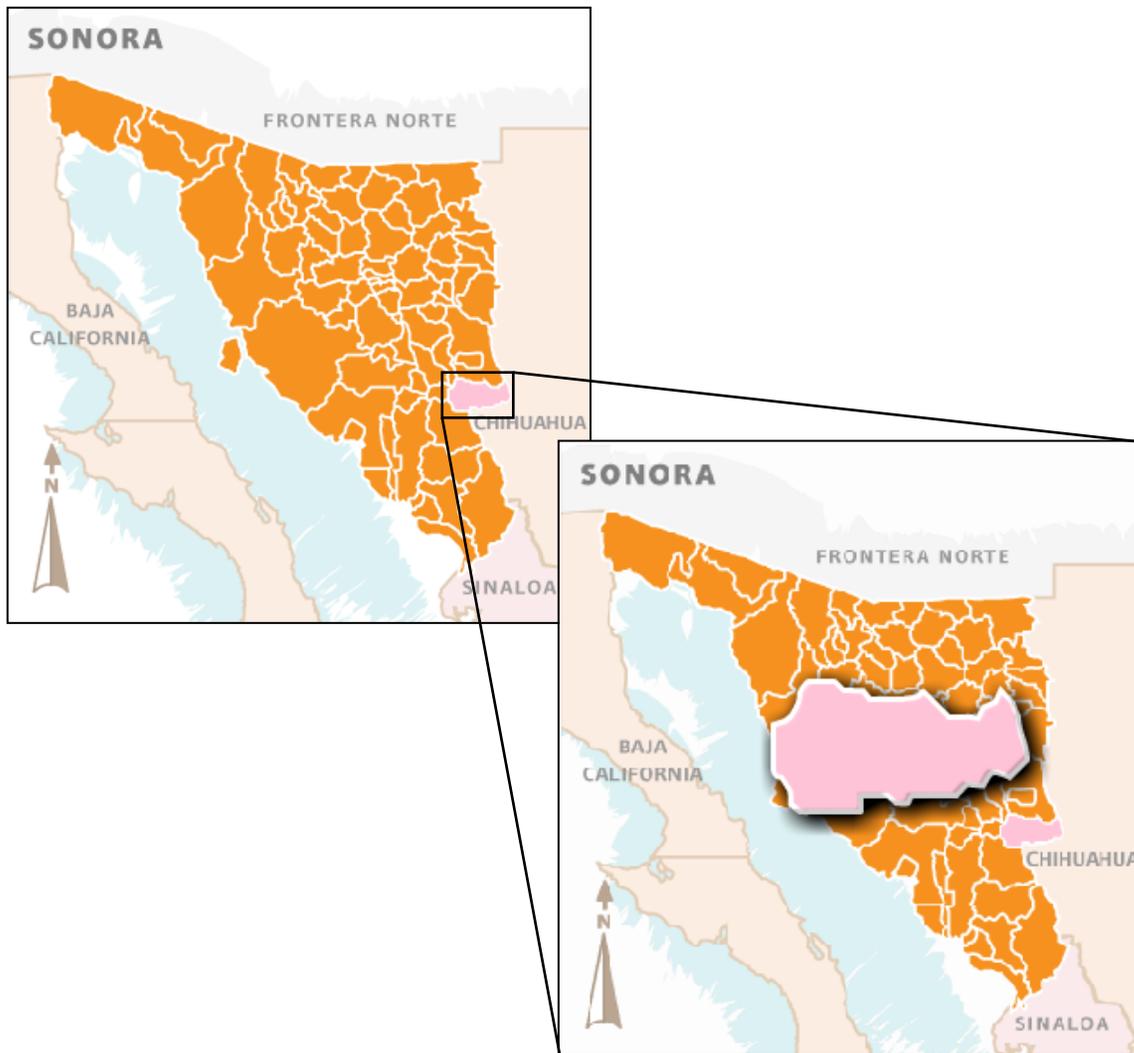


Figura No. 1.2. Ubicación del municipio de Yécora (Sonora).

¹ www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM30Veracruz/index.html

² www.inegi.org.mx/geo/contenidos/topografia/compendio.aspx

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el **Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora, estado de Sonora**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa **LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.** En el sitio se derramaron **aproximadamente 30,000 L de Diésel**, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.1.

Tabla No. 1.1 Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de impacto)	
Latitud Norte	Longitud Oeste
28° 22' 20.4"	109° 4' 16.18"
UTM³	
12R 0689012 3139960	

El sitio del derrame se ubica sobre el derecho de vía de la Carretera Federal No. 16 y parte de un predio particular, el cual tiene un uso de suelo Agrícola. En los alrededores del sitio se observa vegetación de tipo selva baja caducifolia, existiendo en el sitio especies de encino, palo blanco y matorrales secos.

El hidrocarburo se desplazó de manera horizontal hacia el Este, Noreste y Norte, cayendo por una pequeña pendiente de aproximadamente 20° de inclinación, para luego infiltrarse verticalmente en suelo natural. No se observan cuerpos de agua, por lo cual no fue necesario dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

A aproximadamente 23.17 Km del punto de impacto se encuentra la cabecera municipal del poblado de Yécora, en el estado de Sonora.

Asimismo es importante considerar que de acuerdo con la Carta de Edafología 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), este presenta un suelo de textura arcillosa, aunado a esto y en base a lo observado en campo el sitio también presenta un tipo de suelo limoso en los estratos superiores, además de tener diversos colores como pardo oscuro (Sistema de color Munsell 7.5YR3/2) y amarillo (Sistema de color Munsell 2.5Y8/6), así como abundante roca de diversos tamaños. Este tipo de suelo presenta una infiltración baja media con material consolidado según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 Hermosillo, INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), sin embargo y de acuerdo a lo observado en el sitio, el suelo presenta una infiltración media además de tener una humedad general de 11.47% en el área afectada de acuerdo con los resultados de laboratorio de Muestreo Inicial.

³ Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.3.⁴

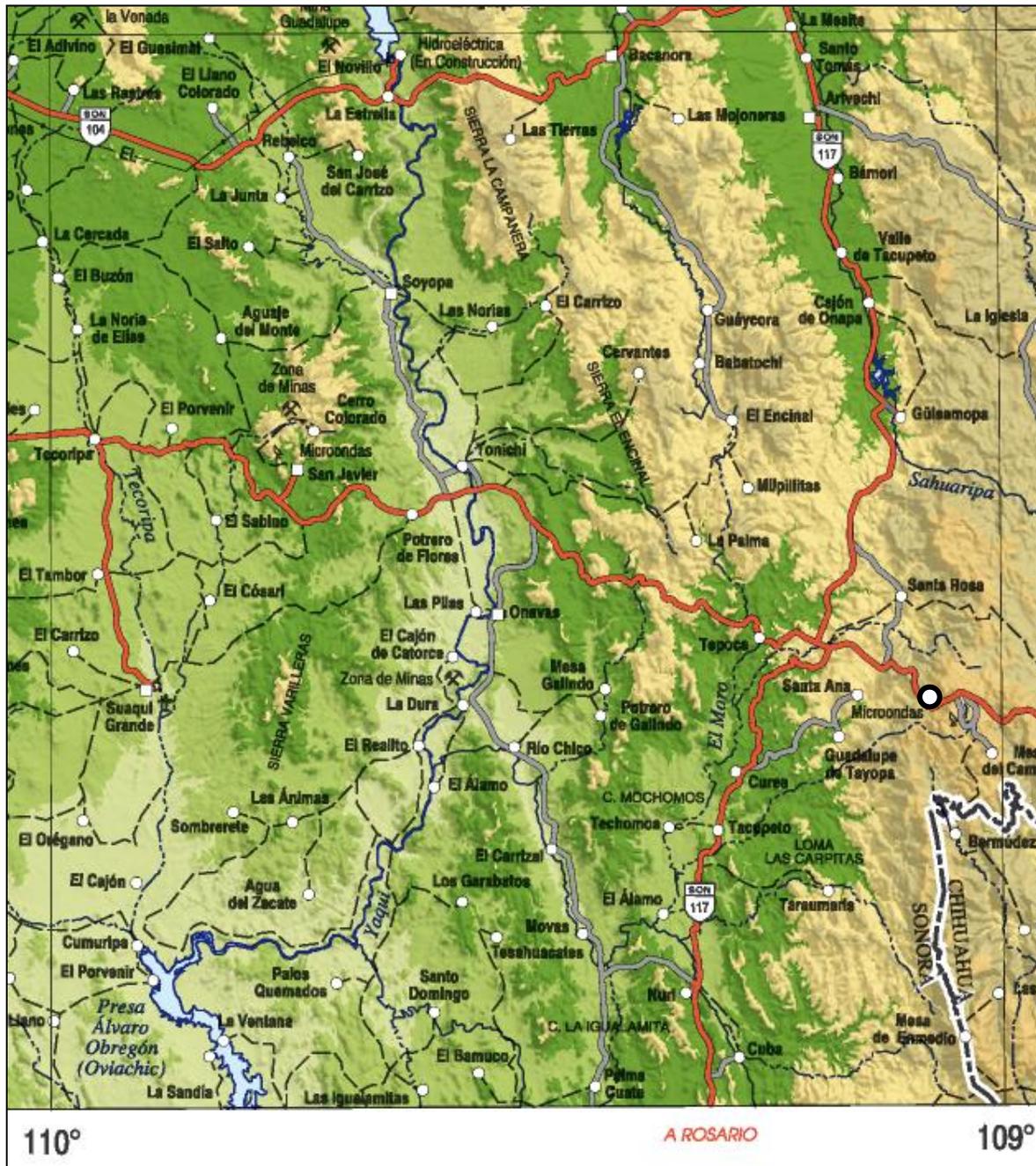


Figura Ilustrativa No. 1.3. Ubicación local del sitio del derrame

● 12R 0689012 3139960

⁴ Carta Topográfica 1: 1 000 000 México. INEGI. México.

1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – DIÉSEL

El Diésel es un derivado del petróleo que está formado principalmente por compuestos parafínicos, naftalénicos y aromáticos. El número de carbonos es bastante fijo y se encuentra entre el C10 y C22. Tiene una densidad de 0.865 Kg. / L a 15.5 ° C & 760 mm Hg.

Al igual que el petróleo crudo, el Diésel, es una mezcla de numerosos hidrocarburos parafínicos, aromáticos y compuestos heterocíclicos que contienen azufre, nitrógeno y oxígeno; casi en su totalidad solubles en sulfuro de carbono¹². Dentro de los compuestos cíclicos que contiene el asfalto son los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs).

Los hidrocarburos aromáticos policíclicos o polinucleares (HAPs) son un conjunto de productos químicos hidrocarbonados que se encuentran en gran cantidad como componentes naturales del petróleo, debido a su formación anaerobia y por lo tanto a la tendencia a formar moléculas que solamente contienen átomos de carbono e hidrógeno que consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas. Los HAPs constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas.

1.9. USO DE SUELO

De acuerdo a la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 100 000 Tijuana. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), en el sitio del derrame existe la presencia de **bosque de encino-pino**, Comunidad de árboles de los géneros *Quercus* y *Pinus* con dominancia del primero. Se desarrolla en diferentes condiciones ecológicas, siendo frecuente en áreas forestales muy explotadas o en condiciones de disturbio del bosque de Pino o de Pino-Encino⁵.

Sin embargo, en el sitio afectado por el derrame de Diésel, presenta vegetación de tipo selva baja caducifolia, existiendo en el sitio especies de encino, palo blanco y matorrales secos, siendo esto un uso de suelo Agrícola.

⁵ Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI. México.

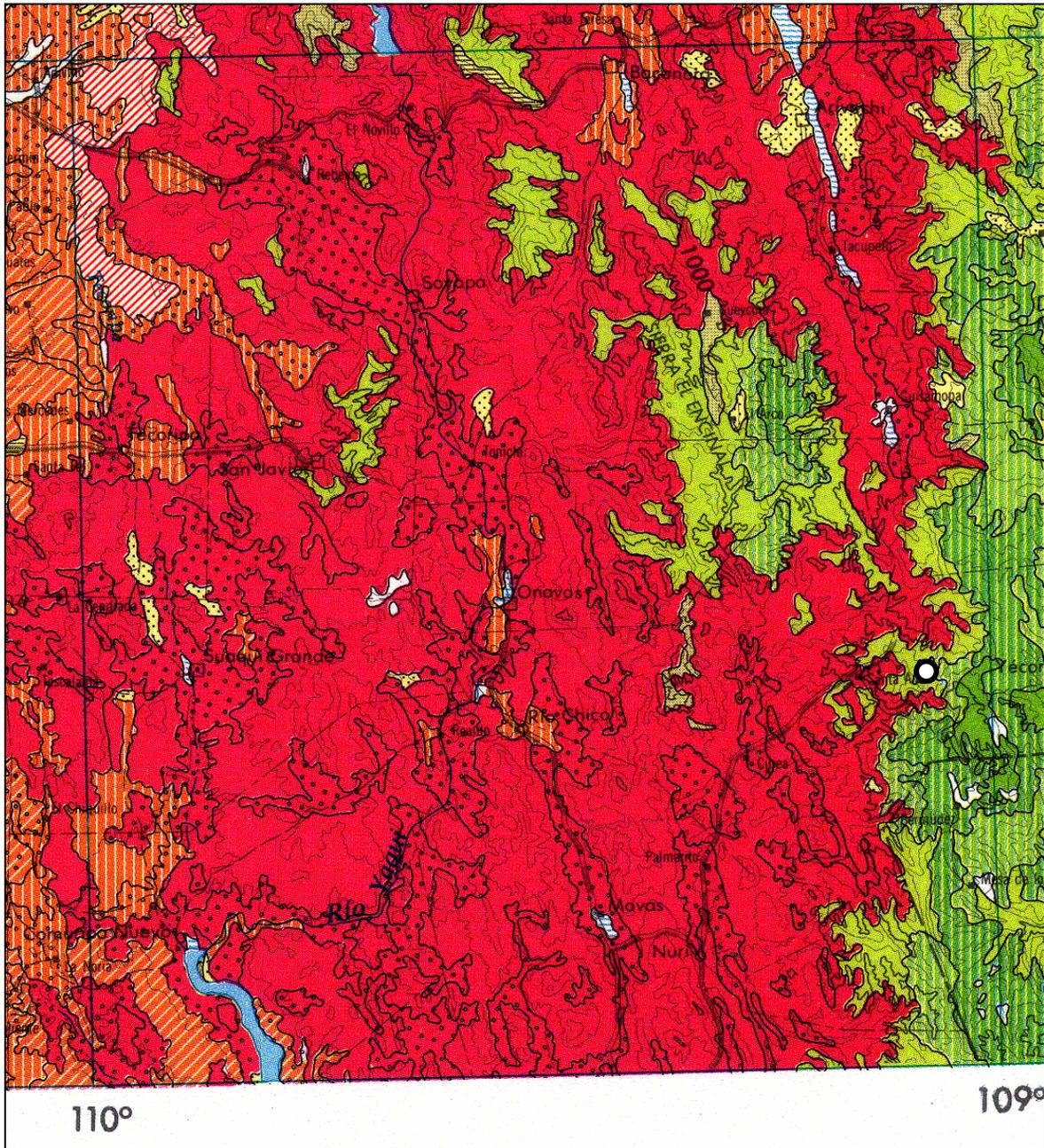


Figura Ilustrativa No. 1.4. Ubicación local del sitio del derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 12R 0689012 3139960

1.10. EDAFOLOGÍA⁶

De acuerdo con la Carta Edafología 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI. México, el sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

Vc + Lc + I / 3

Suelo predominante: Vc – Vertisol cromico

Suelo secundario: Lc – Luvisol cromico

Suelo terciario: I – Litosol

Textura del suelo⁷: 3 – Fina (Arcillosa)

Fase física⁸: Lítica

Fase química⁹: Sin fase química

El término **Vertisol** deriva del vocablo latino "*vertere*" que significa verter o revolver, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. El material original lo constituyen sedimentos con una elevada proporción de arcillas esmectíticas, o productos de alteración de rocas que las generen

El término **Luvisol** deriva del vocablo latino "*luere*" que significa lavar, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los luvisoles se desarrollan principalmente sobre una gran variedad de materiales no consolidados como depósitos glaciares, eólicos, aluviales y coluviales.

El **Litosol** es un suelo de distribución muy amplia, se encuentra en todos los climas y con diversos tipos de vegetación, son suelos sin desarrollo, con profundidad menor de 10 cm, tienen características muy variables; según el material que los forma, pues pueden ser fértiles o infértiles, arenosos o arcillosos. Su susceptibilidad a la erosión depende de la zona donde se encuentren, pudiendo ser desde moderada a alta.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es fina (arcillosa¹⁰), textura cuyo contenido de arcilla se encuentra entre 40 y 100%, limo entre 0 y 40% y arena entre 0 y 45%. Presenta fase física Lítica¹¹. No presenta fase química¹².

⁶ Carta Edafología 1: 1 000 000 Tijuana. INEGI. México.

⁷ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

⁸ Característica del suelo definido de acuerdo con la presencia una capa fuertemente cementada por carbonato de calcio y magnesio los 50 y hasta 100 cm de profundidad.

⁹ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

¹⁰ Tamaño de partícula: <0.002 mm.

¹¹ Roca continua dentro de los 50 cm de profundidad.

¹² Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

Aunado a esto y en base a lo observado en campo el sitio también presenta un tipo de suelo limoso en los estratos superiores con diversos colores como pardo oscuro (Sistema de color Munsell 7.5YR3/2) y amarillo (Sistema de color Munsell 2.5Y8/6), además de observarse abundante roca.

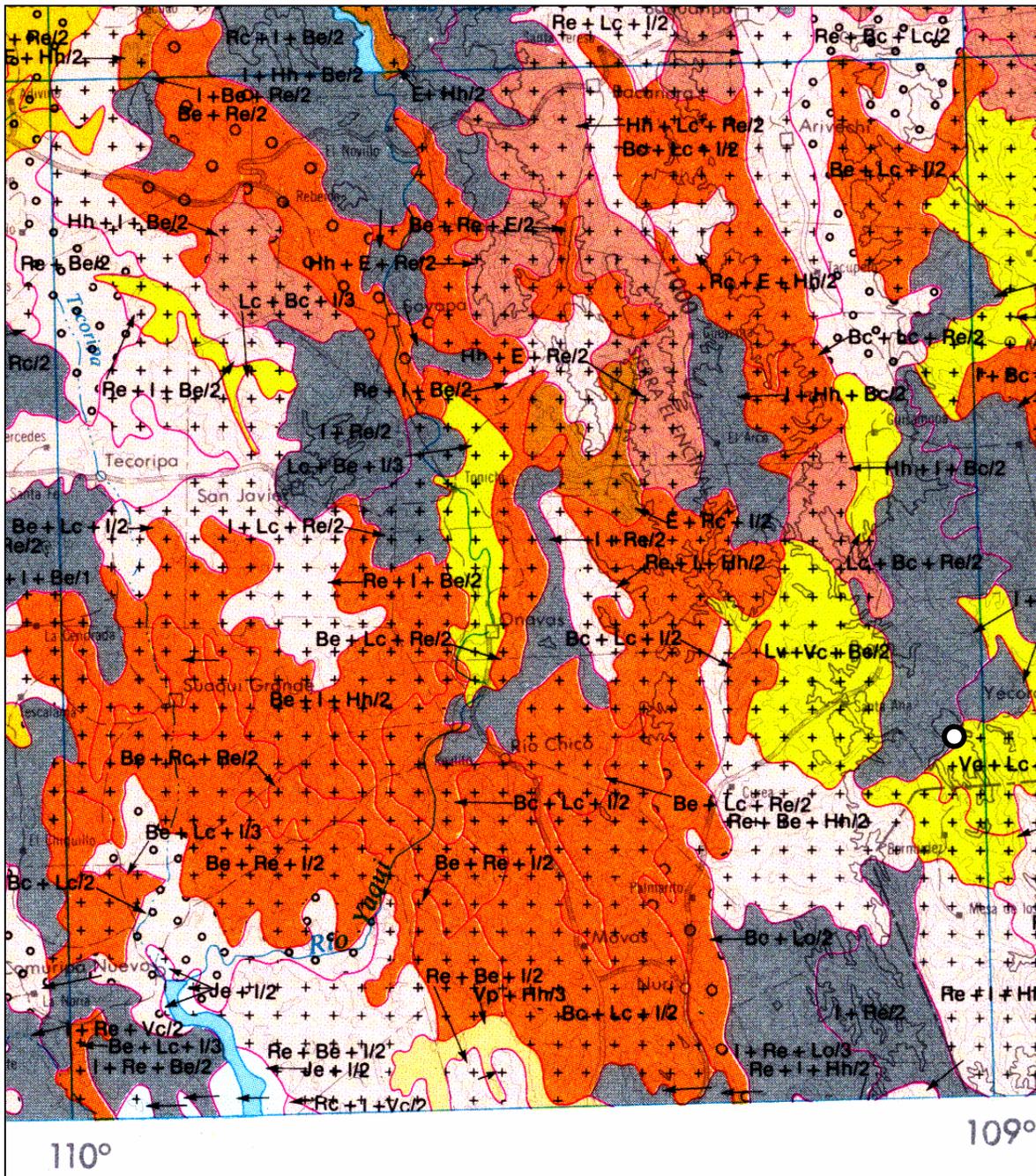


Figura Ilustrativa No. 1.5. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

● 12R 0689012 3139960

1.11. CLIMA

El clima en el municipio de Yécora es de tipo subhúmedo, con una temperatura media máxima de 19.9° C en los meses de julio y agosto, una media mínima de 7.7° C en diciembre, el promedio anual de temperatura de 14.4° C; las lluvias se presentan en el verano en los meses de julio y agosto, teniendo una precipitación media anual promedio de 1,023 mm, en el invierno el clima es extremoso, con mucho frío en la sierra, nevadas ocasionales y fuertes heladas de febrero a marzo; anotándose como la localidad donde la temperatura ha tenido medidas extremas.

1.12. HIDROLOGÍA

En el municipio de Yécora la fuente hidrológica más importante es el Río Mulatos, que atraviesa el municipio de Sur a Norte, procedente de Chihuahua y después se dirige al municipio de Sahuaripa; existen dos arroyos de caudal permanente: Del Toro y La Tinaja, destacándose el Maycoba que se une al Río Yepáchic y éste a su vez al Mulatos. Además en tiempo de lluvias corre el arroyo que baja del Campanero a Yécora llamado Santa Rosa.

Según la Carta Hidrológica 1: 1 000 000 Hermosillo del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de material consolidado con posibilidades de infiltración baja media¹³ (Ver Figura 1.6.). Sin embargo y en base a lo observado en campo el sitio presenta una **infiltración media y material consolidado**, además de una humedad general de entre 11.47% de acuerdo con los resultados de laboratorio del Muestreo Inicial.

¹³ Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 Hermosillo. INEGI, México

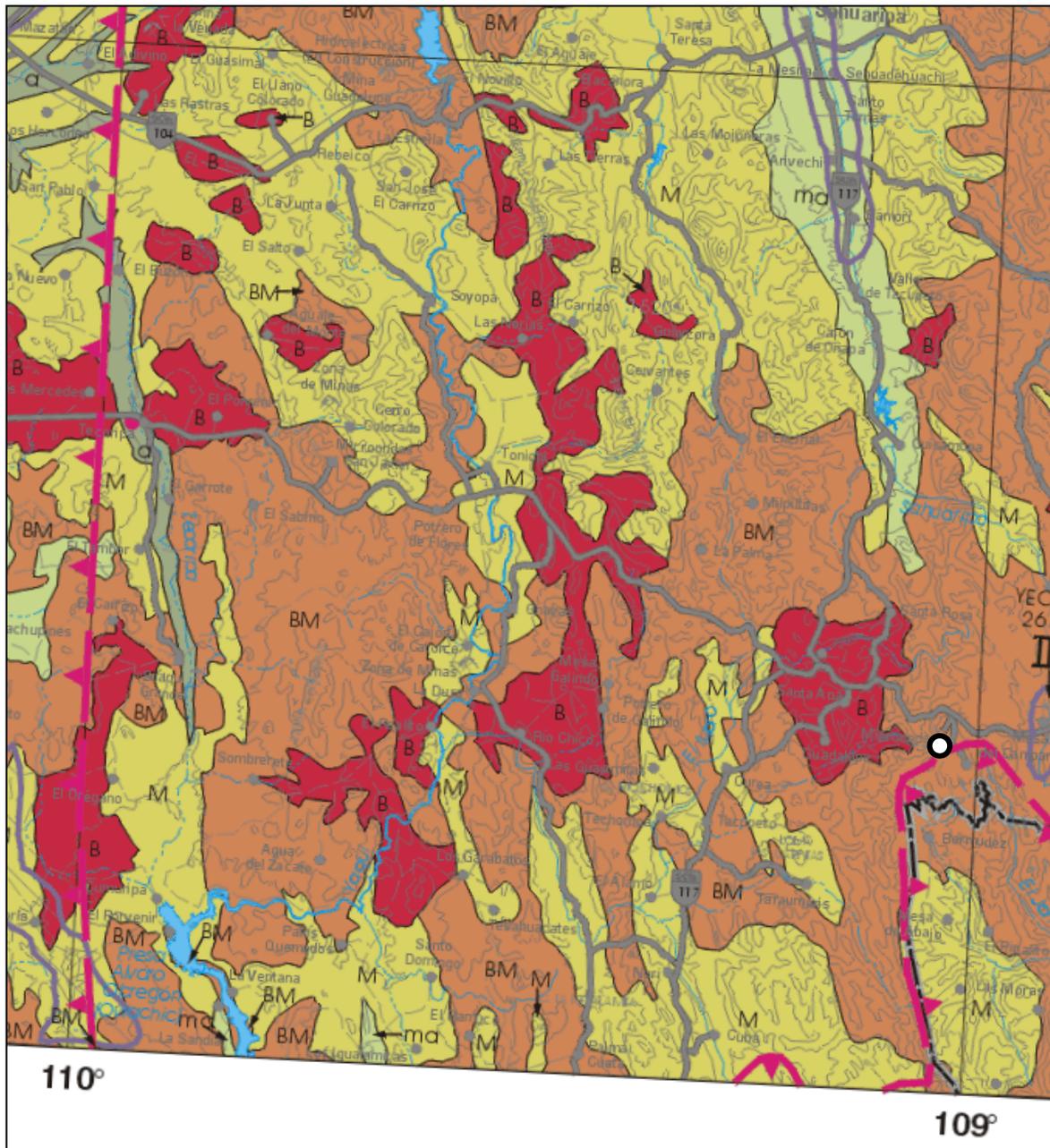


Figura Ilustrativa No. 1.6. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente hidrología superficial y subterránea.

● 12R 0689012 3139960

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio contaminado, la superficie de la mancha originada por el derrame y los niveles de la superficie de dicho lugar, se conoce como Levantamiento Topográfico (LT). La utilidad de la información proporcionada por el LT en la caracterización del sitio afectado es fundamental, del levantamiento topográfico podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 28° 22' 20.4" Latitud Norte y 109° 4' 16.18" Longitud Oeste (UTM 12R 0689012 3139960), en el **Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora, estado de Sonora**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie de suelo natural con un **área dañada de 710 m²** (0.0710 ha), la cual se estableció en base a los resultados obtenidos del muestreo inicial llevado en el sitio en estudio (*Ver Sección 1.15. Resultados de Laboratorio del presente documento*).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel¹⁴), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Este, Noreste y Norte.

El LT para este proyecto fue realizado por el Arq. Julián Blanco, quien tiene experiencia en Topografía. La información obtenida en el LT en campo, es procesada en gabinete mediante el software denominado AutoCAD, para así obtener el plano correspondiente.

El plano del Levantamiento Topográfico, incluye la tira marginal, la vista en planta, el plano isométrico de concentraciones y migración del hidrocarburo y las tablas de datos, forman el *Anexo V*.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

¹⁴ Una curva de nivel es aquella línea que en un mapa une todos los puntos que tienen igualdad de condiciones y de altura o cota.

1.13.1. Localización del área en estudio

Vista en planta, la cual es una representación gráfica bidimensional de un proyecto, ubicación y dimensiones, o partes del mismo sobre un plano horizontal visto desde arriba. También llamada planta y proyección horizontal. Proyecta la siguiente información:

- Nombre y Escala de la figura representada en la ventana.
- Avenidas, Carreteras y/o Autopistas que cruzan por el sitio, con divisiones de carril, acotamientos, sentido en el que circulan y próximo destino.
- Predios particulares.
- Casas.
- Construcciones.
- Puntos del muestreo.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).

1.13.2. Cuadro de muestreo

Contiene los puntos de muestreo en el sitio con las denominaciones, referencias y valores que se den en los resultados de los análisis químicos del contaminante.

1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante.

Proyecta una simulación del comportamiento vertical y horizontal de la pluma del contaminante derramado en base a los resultados obtenidos del análisis realizado por un laboratorio de pruebas analíticas a las muestras recolectadas en sitio afectado.

1.13.4. Cuadro de construcción

Tabla que contiene los datos geográficos para la construcción y ubicación de un polígono en un espacio determinado.

1.13.5. Tira marginal

Contiene la siguiente información técnica:

- Nombre de proyecto
- Autor
- Escala del plano
- Tipo del plano
- Disciplina
- Ubicación
- Empresa responsable de la contaminación
- Sustancia derramada
- Orientación geográfica
- Georreferenciado con coordenadas UTM
- Firma

1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL

1.14.1. Objetivo

El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1.14.2. Actividades y tiempos de ejecución

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	15 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	20 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	30 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	35 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	35 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	20 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total aproximado que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

**Este tiempo es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

1.14.3. Personal involucrado y sus responsabilidades

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Diésel, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (ema®) para muestreo de suelo, así como su

respectiva aprobación ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

1.14.4. Sitio de muestreo

Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio afectado, éste presenta un suelo de textura arcillosa aunado a esto y en base a lo observado en campo el sitio también presenta un tipo de suelo limoso en los estratos superiores, con una infiltración media y material consolidado, así como abundante roca.

En el sitio predomina la selva baja caducifolia, existiendo en el sitio especies de encino, palo blanco y matorrales secos. El hidrocarburo afectó suelo natural correspondiente a derecho de vía, así como a un predio particular de la Carretera Federal No. 16. No se observaron cuerpos de agua cercanos al sitio, por lo cual no fue necesario dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

El punto de impacto se encuentra a 23.17 Km de la cabecera municipal del poblado de Yécora, en el estado de Sonora.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada de aproximadamente 710 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 710 m².

1.14.5. Hidrocarburos a analizar

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Diésel, y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, fueron los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

1.14.6. Muestreo

Método de Muestreo.

El método de muestreo fue dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado y se conoce el área total afectada, la cual es de aproximadamente 710 m². Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo fue aleatorio simple. Las muestras a tomar fueron simples.

Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, profundidad, parámetros a analizar y volumen, así como las muestras para el aseguramiento de la calidad.

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-LI-YEC-26-01	0.25	HFM, HAP, H	235
DUPLICADO	MI-LI-YEC-26-01-D	0.25		
2	MI-LI-YEC-26-02	Superficial		
	MI-LI-YEC-26-03	0.40		
3	MI-LI-YEC-26-04	0.30		
4	MI-LI-YEC-26-05	Superficial		
5	MI-LI-YEC-26-06	Superficial		
6	MI-LI-YEC-26-07	0.30		
7	MI-LI-YEC-26-08	0.20		
8	MI-LI-YEC-26-09	0.45		
9	MI-LI-YEC-26-10	Superficial		
TESTIGO	MI-LI-YEC-26-T	Superficial	PH, H	

Superficial 0 – 0.05 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y a las condiciones del sitio en estudio, se determinaron 04 (cuatro) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área afectada, tomando en cada uno de ellos una muestra simple a excepción del punto de muestreo número 2 en el cual se tomaron 02 (dos) muestras a diferentes, además de 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras y 01 (un) testigo fuera del área afectada. Los puntos de muestreo del 5 al 9 se tomaron para delimitar la afectación del sitio en estudio.

La distribución y la profundidad de las muestras a recolectar de forma manual estuvieron basadas en función a las observaciones realizadas en campo durante el levantamiento de datos en el sitio.

Plano georreferenciado.

Ver Anexo V del presente documento.

Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizó para efectuar el muestreo por parte del laboratorio fue:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Espátulas
- Frascos de vidrio con contratapa de teflón
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS
- Viales

Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependió del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

1.14.7. Recipientes, preservación y transporte de muestras

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes a utilizar para las muestras de suelo fueron frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos eran nuevos, y se preservaron en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio corrió a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportaron en hieleras plásticas.

Cada muestra fue sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y fue entregada para su análisis, todos los sellos contaron con el número o clave única de la muestra.

Todas las etiquetas llevaron la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales deben coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

1.14.8. Medidas y equipo de seguridad

El personal de laboratorio utilizó el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requirieron en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participó en la toma y manejo de las muestras.

1.13.9. Aseguramiento de calidad del muestreo

Además de la toma de muestra del duplicado, y con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo utilizado en este muestreo fue lavado entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras fueran recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicara los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas fueron de suma importancia. De forma general, los criterios que se tomaron en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizó son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas fueron apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo

Lugar y fecha de elaboración: Monterrey, N.

Nombre y firma del responsable de la elaboración:

Nombre y Firma de la
persona responsable de la
elaboración Artículo 113
fracción I de la LFTAIP y
116 primer párrafo de la
LGTAIP

1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 06 de abril del 2017, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) mediante ingreso de escrito en fecha 28 de marzo de 2017 (*Anexo VI – Aviso de Muestreo Inicial*).

En fecha de 31 de marzo de 2017, la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) emitió oficio No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/0883/2017 en el cual señala que no les fue posible acudir a la toma de muestras iniciales llevada a cabo en el sitio (*Anexo VII – Oficio ASEA*).

Por otro lado y debido a que la autoridad no estuvo presente en la toma de muestras, en fecha 27 de abril de 2017 se ingresaron las evidencias del muestreo inicial a dicha Dirección (*Anexo VIII – Ingreso de Evidencias*).

Asimismo es importante mencionar que personal de ISALI, S.A. de C.V., plasmó las actividades realizadas en Bitácora de campo (*Anexo IX – Bitácora de campo - Muestreo inicial*) así como en memoria fotográfica (*Anexo X – Fotográfico – Muestreo inicial*). El total de muestras fueron 04 (cuatro) distribuidas en el área afectada, aunado a esto se tomó 01 (una) muestra duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras, además de 01 (un) testigo fuera del área afectada, esta información quedó registrada en las cadenas de custodia (*Anexo XI – Cadenas de custodia*) correspondientes, elaborada por el personal de laboratorio al momento del muestreo.

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto contaminante (Diésel) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAPs (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), lo anterior en base a la composición del petroquímico. Y dado que estos resultados se deben reportar en base seca, se determinó el porcentaje de humedad, además se analizó el pH para la muestra testigo.

EHS Labs de México, S.A. de C.V. (EHS Labs) fue el encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio y el análisis químico a dichas muestras, contando con acreditación **No. R-0062-006/12** por parte de la Entidad Mexicana de Acreditación A.C.¹⁵ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente como laboratorio de pruebas (*Anexo XII – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.2.

Tabla No. 1.2. Métodos utilizados por EHS Labs de México, S.A. de C.V.	
Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAPs	NMX-AA-146-SCFI-2008
% Humedad	Anexo AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000
pH	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

Tal como lo indica el reporte emitido por el Laboratorio (*Anexo XIII – Resultados de Laboratorio, Registro de muestreo y Cromatogramas*).

La profundidad, características, ubicación geográfica y sitio de toma de las muestras, se describe a continuación en la Tabla No. 1.3.

¹⁵ www.ema.org.mx

Tabla No. 1.3. Profundidad, características, ubicación geográfica y sitio de toma de las muestras				
Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM	Sitio de toma de muestras
MI-LI-YEC-26-01	0.25	Suelo limoso, color amarillo, alta humedad, olor a Diésel	12R 0689014 3139363	Área afectada
MI-LI-YEC-26-01-D	0.25	Suelo limoso, color amarillo, alta humedad, olor a Diésel	12R 0689014 3139363	
MI-LI-YEC-26-02	0.05	Suelo limoso, color amarillo, baja humedad, olor a Diésel	12R 0689022 3139365	
MI-LI-YEC-26-03	0.40	Suelo arcilloso, color pardo oscuro, alta humedad, olor a Diésel	12R 0689022 3139365	
MI-LI-YEC-26-04	0.30	Suelo arcilloso, color pardo oscuro, alta humedad, olor a Diésel	12R 0689028 3139368	
MI-LI-YEC-26-05	0.05	Suelo limoso, color amarillo, baja humedad, olor a Diésel	12R 0689029 3139372	
MI-LI-YEC-26-06	0.05	Suelo limoso, color amarillo, baja humedad, sin olor a Diésel	12R 0689020 3139403	Periferia del área afectada
MI-LI-YEC-26-07	0.30	Suelo arcilloso, color pardo oscuro, baja humedad, sin olor a Diésel	12R 0689018 31319384	
MI-LI-YEC-26-08	0.20	Suelo limoso, color amarillo, baja humedad, sin olor a Diésel	12R 0689009 3139352	
MI-LI-YEC-26-09	0.45	Suelo arcilloso, color pardo oscuro, alta humedad, sin olor a Diésel	12R 0689035 3139355	
MI-LI-YEC-26-10	0.05	Suelo limoso, color amarillo, baja humedad, sin olor a Diésel	12R 0689040 3139356	
MI-LI-YEC-26-T	0.05	Suelo limoso, color amarillo, baja humedad, sin olor a Diésel	12R 0689060 3139331	Fuera del área afectada

*Superficial 0 – 0.05 m

Los resultados obtenidos por EHS Labs de México, S.A. de C.V. se ilustran en la Tabla No. 1.4.

Tabla No. 1.4. Resultados de muestreo inicial									
Identificación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A¹⁶	B¹⁷	C¹⁸	D¹⁹	E²⁰	F²¹
MI-LI-YEC-26-01	5504.93	18.95	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-01-D	13049.84	21.23	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-02	84587.22	7.82	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-03	27606.82	13.29	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-04	61564.87	15.80	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-05	71393.64	9.81	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-06	<140.56	2.59	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-07	<140.56	2.59	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-08	<140.56	3.64	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-09	<140.56	27.29	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-10	<140.56	3.18	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-T	ANR ²²	10.53	7.49	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR

¹⁶ Benzo [a] antraceno¹⁷ Benzo [b] fluoranteno¹⁸ Benzo [k] fluoranteno¹⁹ Benzo [a] pireno²⁰ Indeno (1,2,3-cd) pireno²¹ Dibenzo[a,h] antraceno²² Análisis No Realizado

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Diésel)²³, se señalan en la Tabla No. 1.5

Tabla No. 1.5. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola²⁴	Residencial²⁵	Industrial²⁶
1 200	1 200	5 000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), se indican en la Tabla 1.6.

Tabla No. 1.6. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAPs	Agrícola²⁷	Residencial²⁸	Industrial
Benzo [a] pireno	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	2	2	10
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Indeno (1,2,3-cd) pireno	2	2	10

Para determinar si las concentraciones de hidrocarburos en suelo superan los Límites Máximos Permisibles, debe hacerse una comparación entre las Tablas Nos. 1.4., 1.5. y 1.6., como se muestra en la siguiente tabla:

²³ Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

²⁴ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁵ Incluye suelo recreativo

²⁶ Incluye suelo comercial

²⁷ Incluye suelo forestal, recreativo y de conservación

²⁸ Incluye comercial

Tabla No. 1.7. Tabla Comparativa									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ²⁹	B ³⁰	C ³¹	D ³²	E ³³	F ³⁴
MI-LI-YEC-26-01	5504.93	18.95	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-01-D	13049.84	21.23	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-02	84587.22	7.82	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-03	27606.82	13.29	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-04	61564.87	15.80	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-05	71393.64	9.81	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-06	<140.56	2.59	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-07	<140.56	2.59	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-08	<140.56	3.64	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-09	<140.56	27.29	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-10	<140.56	3.18	ANR	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-LI-YEC-26-T	ANR ³⁵	10.53	7.49	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR

Como se puede observar en la anterior tabla, el suelo dañado por el hidrocarburo presenta concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media), **superando** los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **moderadamente alcalino**³⁶, por el valor del pH.

²⁹ Benzo [a] pireno

³⁰ Dibenzo [a,h] antraceno

³¹ Benzo [a] antraceno

³² Benzo [b] fluoranteno

³³ Benzo [k] fluoranteno

³⁴ Indeno (1,2,3-cd pireno)

³⁵ Análisis No Realizado

³⁶ Acorde a los señalado en la NOM-021-RECNAT-2000

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Con la información arrojada del levantamiento topográfico misma que indica el área dañada de 710 m² perteneciente a suelo natural por donde el hidrocarburo se desplazó y se infiltró, las características del suelo natural dañado, las condiciones del sitio en estudio, las Labores de Emergencia (*Ver Sección 1.3. del presente documento*) y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, los cuales señalan que existen concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) superando los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, observándose una infiltración media en suelo y subsuelo en base a las concentraciones obtenidas en las diferentes profundidades en las cuales se tomaron las muestras, aunado a lo anteriormente mencionado.

Resulta importante mencionar que en el área dañada de acuerdo con los resultados obtenidos de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), la humedad que presenta la zona (en promedio de 11.47%), así como el tipo de suelo que presenta el sitio (limoso y arcilloso) el cual posee un tamaño de partícula entre 0.2 mm – 0.002 mm y <0.002 mm, respectivamente, con infiltración media y material consolidado; sumando a esto la cantidad derramada, las temperaturas presentes en el sitio, las concentraciones obtenidas de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, las características físicas y químicas del hidrocarburo (ya que es una sustancia líquida viscosa, un poco aceitosa y con volatilidad media), las condiciones del sitio el cual presenta una pendiente con una inclinación de 20° y analizando el comportamiento del contaminante, se puede concluir que el desplazamiento vertical es evidente a una profundidad de 0.40 m (27606.82 mg/Kg), deduciendo y proyectando que el hidrocarburo se infiltró verticalmente de manera uniforme por los diferentes estratos del subsuelo hasta llegar a una profundidad de **0.80 m**, profundidad a la cual se encontrarán concentraciones menores a los límites de limpieza para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 (*Ver Sección 1.4. del presente documento*), resultando un volumen total a remediar de **568 m³** de suelo dañado con Diésel; todo esto aunado a la topografía del sitio con sus respectivas curvas de nivel (*Ver Anexo V del presente documento*) las cuales indican que el hidrocarburo se desplazó en dirección al Este, Noreste y Norte del punto de impacto.

Tabla No. 1.8. Proyección de la pluma del contaminante

Identificación	Muestras tomadas	Área (m ²)	Profundidad en la cual se encontrarán valores por debajo de los LMP	Volumen (m ³)
Área dañada	MI-LI-YEC-26-01	710	0.80	568
	MI-LI-YEC-26-01-D			
	MI-LI-YEC-26-02			
	MI-LI-YEC-26-03			
	MI-LI-YEC-26-04			
	MI-LI-YEC-26-05			
Área total dañada:		710 m²	Volumen total a remediar:	568 m³

Dada esta situación, y en base a lo señalado en el punto 8.2 de la norma en mención, que a la letra dice: *“Todo aquel suelo que durante la caracterización haya presentado concentraciones de hidrocarburos por arriba de los límites máximos permisibles de contaminación establecidos en las TABLAS 2 y 3 del capítulo 6 de esta norma, debe ser remediado”*, concluyendo que el suelo del área dañada **si debe ser sometido a un proceso de remediación.**

2. DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

- **Anexo I:** Carta Porte
- **Anexo II:** Aviso de derrame
- **Anexo III:** Fotográfico – Visita inicial
- **Anexo IV:** Fotográfico – Labores de Emergencia
- **Anexo V:** Levantamiento Topográfico e Isométrico
- **Anexo VI:** Aviso de Muestreo Inicial
- **Anexo VII:** Oficio ASEA
- **Anexo VIII:** Ingreso de Evidencias
- **Anexo IX:** Bitácora de campo – Muestreo inicial
- **Anexo X:** Fotográfico – Muestreo inicial
- **Anexo XI:** Cadenas de custodia
- **Anexo XII:** Acreditación y Aprobación EHS Labs
- **Anexo XIII:** Resultados de Laboratorio, Registro de muestreo y Cromatogramas

3. DATOS DE INFORMACIÓN DE LA PROPUESTA DE REMEDIACIÓN

3.1. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE TÉCNICO DE LA REMEDIACIÓN

ISALI, S.A. de C.V. fue designada como responsable técnico de la remediación (RTR) mediante escrito (*Anexo XIV – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes³⁷:

- a) Razón social: ISALI, S.A. de C.V.
- b) Domicilio: León Guzmán 1308-B, Col. Nuevo Repueblo, Monterrey, Nuevo León.
C.P. 64700
- c) Registro Federal de Causantes (R.F.C.): ISA 080822 QS1
- d) Número de Registro Ambiental (NRA): ISABB1903911
- e) No. de autorización para el tratamiento de suelos contaminados: 19-V-57-09 (*Anexo XV – Autorización ISALI, S.A. de C.V.*).
- f) Fecha de expedición: 29 de junio del 2009
- g) Número de oficio: DGGIMAR.710/005172
- h) Vigencia: Diez años a partir de la fecha de expedición

Las técnicas autorizadas son las siguientes:

- **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado**
- **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**

En ocasiones y en función de varios factores, se puede seleccionar el envío a disposición final con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

³⁷ Ver tabla No. 3.1, Vinculación jurídica, Asignación de Responsable Técnico. Se cumple con la fracción II del artículo 137 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

3.2. MARCO TEÓRICO

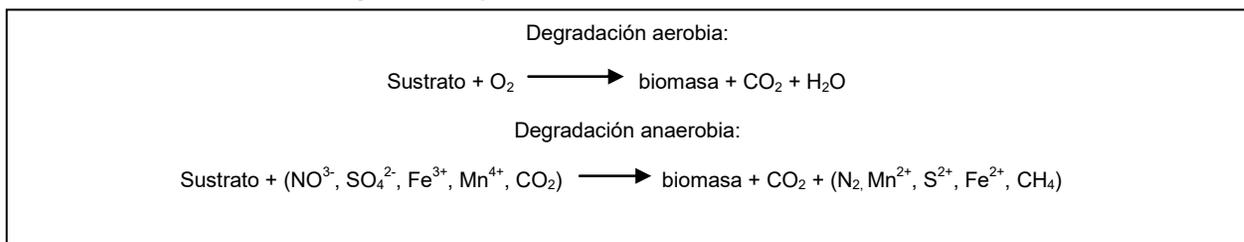
3.2.1. Remediación de suelos contaminados

El mecanismo mediante el cual se restablecen las condiciones originales del suelo se conoce con el nombre de remediación. La remediación se refiere a cualquier operación unitaria o serie de ellas, que tiene como objetivo modificar las condiciones del suelo contaminado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas³⁸. La legislación federal la define como el "...conjunto de medidas a las que se someten los sitios contaminados para eliminar o reducir los contaminantes hasta un nivel seguro para la salud y el ambiente o prevenir su dispersión en el ambiente sin modificarlos³⁹ ...".

Para la remediación de los sitios contaminados se utilizan diferentes técnicas que incluyen métodos físicos (lavado de suelos, separación física, desorción térmica, incineración, inmovilización, venteo, entre otras), químicos (oxidación con diversas sustancias químicas) y/o biológicos (bioventeo, bioaumentación, composteo, biolabranza, fitorremediación, entre otras)

Para el caso de suelos contaminados con hidrocarburos, la tecnología usada en la actualidad es la biorremediación. Las medidas biocorrectoras o los sistemas de biorremediación consisten principalmente en el uso de microorganismos naturales (levaduras, hongos o bacterias) existentes en el medio para descomponer o degradar sustancias de carácter menos tóxico o bien inocuas para el medio ambiente y la salud humana. Estas técnicas biológicas pueden ser de tipo aerobio (presencia de un medio oxidante), o bien de tipo anaerobio (presencia de un medio reductor)⁴⁰. En la figura No. 3.1 se ilustran las posibles reacciones para un medio y otro.

Figura 3.1. Esquema de reacciones en la biorremediación



³⁸ Volke, T.; Velasco, J.A.; de la Rosa, D.A. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides: muestreo y alternativas para su remediación. Capítulo cuarto. 1a Edición. México. Pp. 57-115.

³⁹ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

⁴⁰ Maroto, M.E.; Rogel, J.M. (2004). Aplicación de sistemas de biorremediación de suelos y aguas contaminadas por hidrocarburos. Geocisa. Div. Protección Ambiental. Pp. 297-305.

Una clasificación general las técnicas de biorremediación, en cuanto al sitio donde estas se realizan, es la siguiente⁴¹.

- *In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo contaminado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo contaminado, sin necesidad de excavar el sitio. Es decir, se realizan en el mismo sitio en donde se encuentra la contaminación. La técnica de biorremediación por Landfarming autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es de este tipo.
- *Ex situ*. La realización de este tipo de tecnologías, requiere de excavación, dragado o cualquier otro proceso para remover el suelo contaminado antes de su tratamiento que puede realizarse en el mismo sitio (*on site*) o fuera de él (*off site*). La técnica de biorremediación por Landfarming a un lado del sitio autorizada a ISALI, S.A. de C.V. es del tipo *ex situ on site*.

⁴¹ Tecnologías de remediación... *Op. cit.*

3.3. SELECCIÓN DE TÉCNICA DE REMEDIACIÓN

3.3.1. Criterios de selección

En base a la metodología interna de ISALI, S.A. de C.V. para seleccionar una u otra técnica de remediación, se tiene que **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las concentraciones encontradas en el suelo de Hidrocarburos Fracción Media (HFM).
- La cantidad derramada del contaminante (Diésel) de aproximadamente 30,000 L.
- El sitio de tratamiento es viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc.).
- Las características y composición del hidrocarburo derramado, observándose una infiltración media en el subsuelo en base a los resultados de laboratorio de las muestras tomadas en el sitio.
- La humedad de las muestras, las cuales se encuentran aproximadamente en un 11.47%.
- La profundidad a la cual se proyecta que se encontrarán concentraciones menores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, es de 0.80 m.

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, entre otros, son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente dentro del área dañada la cual es de 710 m², resultando un volumen de 568 m³ de suelo dañado con Diésel:

Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas con apoyo de maquinaria pesada tal como lo es la retroexcavadora, lo cual aportará al sistema de ayuda mecánica para la homogeneización y remoción del material en tratamiento.

En términos generales las actividades en cada una de las fases de tratamiento del suelo natural dañado con Diésel será la labranza manual y mecánica del suelo dañado, aplicación de microorganismos, nutrientes, hidratación, aireación; cuidando los factores de humedad, temperatura y pH del suelo en tratamiento. Mediante ayuda de bombas mecánicas autocebantes se dosificará en fase acuosa los microorganismos previamente bioaumentados por reflujo, manualmente se aplicarán los insumos con ayuda de herramienta manual utilizando un tanque pipa se hidratará la zona en tratamiento y por último, manual y mecánicamente se inducirá la aeración al suelo en tratamiento.

Todas las actividades anteriormente mencionadas se realizaran dentro de la zona en tratamiento directamente sobre el material edáfico contaminado, esto en las fases proyectadas en el cronograma adjunto al presente Programa de Remediación.

Tabla No. 3.1. Insumos
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria) ⁴²
Fertilizante (NPK) ⁴³ con urea
Materia orgánica
Agua

⁴² Solibac IP Soil®

⁴³ Nitrógeno, Fósforo, Potasio, Cobre, Hierro, Magnesio, Zinc, Boro y Ácidos Húmicos-Fúlvico.

3.5. LÍMITES DE LIMPIEZA

Como se ha mencionado en el presente documento, la sustancia derramada (Diésel) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), señalados en la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Por otra parte, y de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación 1: 100 000 Tijuana INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), se señaló que el tipo de suelo del sitio presenta bosque de encino-pino, sin embargo en el sitio afectado por el derrame de Diésel donde se suscitó la volcadura presenta vegetación de tipo selva baja caducifolia, existiendo en el sitio especies de encino, palo blanco y matorrales secos, lo cual en términos de la Norma citada es un tipo de suelo **Agrícola**.

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para el tipo de sustancia derramada y el tipo de suelo se señalan en la siguiente tabla:

Tabla 3.2. Límites Máximos Permisibles para limpieza ⁴⁴							
Parámetro	HFM	Benzo(a) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno	Benzo(a) antraceno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo(k) fluoranteno	Indeno(1,2,3-cd) pireno
LMP ⁴⁵	1 200	2	2	2	2	8	2

Estos valores serán los límites de limpieza a las cuales se llevará el suelo a remediar. Para que el sitio se considere como remediado, las concentraciones de las muestras que se tomen al final del proceso de remediación en presencia de la autoridad ambiental competente, deben ser igual o menor a estos valores.

3.6. USO FUTURO DEL SITIO REMEDIADO

El volumen de suelo que será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado, la vocación del suelo no será modificada debido a que es una técnica *in-situ*, conservando su uso de suelo Agrícola.

⁴⁴ Concentración expresada en mg /Kg

⁴⁵ Límite Máximo permisible, expresado en mg / Kg base seca

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los Trabajos de Remediación propuestos en este documento, se iniciarán toda vez que esa H. Dirección emita la Aprobación del presente Programa de Remediación, dando aviso correspondiente a la Autoridad ambiental competente para que dé fe del inicio de los Trabajos de Remediación presentando copia del ingreso del Programa de Remediación (PR) que nos ocupa.

Los trabajos de remediación estarán sujetos al calendario propuesto (*Anexo XVI - Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*), mismo que será vigilado por personal de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

De éste, es pertinente hacer algunas aclaraciones.

1. Entre cada una de las fases habrá un periodo de tres semanas, esto tiene como objeto que el proceso de biorremediación se lleve a cabo y los microorganismos degraden el contaminante.
2. Los monitoreos intermedios se realizarán como se describe en el *Anexo XVII* del presente Programa de Remediación.
3. Una vez que los monitoreos intermedios arrojen concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a programar la toma de muestras finales comprobatorias en presencia de la autoridad ambiental competente, y de acuerdo a la disponibilidad de los laboratorios de prueba.
4. En caso de que los resultados que arroje el análisis de las muestras tomadas en el Muestreo Final Comprobatorio superen los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la Norma, se volverá al proceso descrito en las fases hasta que se alcancen los resultados deseados.
5. Una vez que las concentraciones de hidrocarburos se lleven por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se procederá a solicitar la resolución del sitio a la autoridad ambiental competente.
6. Los trabajos finales (restablecer las condiciones originales del sitio) estarán en función de la fecha de emisión de la Aprobación de la Conclusión del Programa de Remediación por parte de esa H. Dirección.

Los residuos generados en esta etapa serán manejados conforme a la legislación ambiental vigente.



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 1 de 2

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
Matamoros 1441 Pte, Col. María Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
ehs@ehslabs.com

12718

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Lco Logistica Internacional

No. DE PROY Nombre y Firma de la Persona Física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

MUESTREAD RESPONSAB

TIPO DE SERVICIO: NORMAL [x] URGENTE [] (días)

ANALISIS table with columns for sample types (HFM, HAP, H) and analysis results.

Nombre y Firma de la persona Física Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Main table with columns: IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA, FM, H, M, NR, C, P, TIPO DE MUESTRA (MP, MC), CM (L, Kg), and EHS ID*. Contains 10 rows of sample data.

T°C* 40c

Nombre y Firma de la Persona Física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Table with columns: FECHA, HORA. Contains two entries: 2017-04-10 10:00 and 2017-04-11 12:55.

Nombre y Firma de la Persona Física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Table with columns: FECHA, HORA, COMENTARIOS. Contains two entries with dates and times, and a comment: 'Nom - 138 - SEMANAL / SDA1 - 2017-04-10'.

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) M: Matriz (S: Sólido, L: Líquido, G: Gas, O: Otro) NR: Número de recipientes
C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros)
P: Preservador (1: HCl, 2: HNO3, 3: H2SO4, 4: NaOH, 5: Na2S2O3, 6: H2SO4-CuSO4, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA 11: Buffer/NaOH) M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta
CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar) T°C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras.
EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.
(4-SCA-018-2A / 08)
Derechos Reservados. EHS labs
*ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 2

EHS Labs® de México, S. A. de C. V.
Matamoros 1441 Pte, Col. Maria Luisa, Monterrey, N. L. C. P. 64040
R.F.C. ELM030924-R93; Tel.: (81) 8047-6480
ehs@ehslabs.com

12719

Nombre y Firma de la persona Física Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: LCO Logística Internacional
No. DE PROYECTO: D 55 01 ÁREA: AN EE AP MS EP
MUESTREADOR: **Nombre y Firma de la Persona Física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP**
RESPONSABLE D:
TIPO DE SERVICIO: NORMALE URGENTE

ANALISIS			
HFM	HAP	H	PH

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM		EHS ID*	
							MP	MC	L	Kg		
ML-LI-YEC-26-10	2017-04-06	14:08	S	1	FV	7	✓	-	.235	✓	11	89091-11-1
ML-LI-YEC-26-T	2017-04-06	12:51	S	1	FV	7	✓	-	.235		11	89041-12-1

Nombre y Firma de la Persona Física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Nombre y Firma de la Persona Física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

RECIBIDO POR:	HORA:	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
	10:00	2017-04-10	10:00	Com-138-SEMARNAT/SSA1-206
	12:55	2017/04/11	12:55	

FM: Fecha de muestreo (aaaa/mm/dd) H: Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00) O: Otro) NR: Número de recipientes
 C: Contenedor (B: Bolsa Teldar, C: Caja Petri, T: Tubos, FV: Frasco Vidrio, FP: Frasco Plástico, BE: Bolsa Esteril, V: Vial, FVO: Frasco de Vidro Oscuro, CA: Cartucho, O: Otros) (4-SCA-018-2A / 08)
 P: Preservador (1 HCl, 2: HNO3, 3: H2SO4, 4: NaOH, 5: Na2S2O3, 6: H2SO4-CuSO4, 7: ≤ 4°C, 8: Acetato de Zinc, 9: Otro, 10: NA 11: Buffer/NaOH) M.P. Muestra Puntual MC: Muestra Compuesta Derechos Reservados. EHS labs
 CM: Cantidad de Muestra (L: Litros, Kg: Kilogramos, NA: No aplica, para filtros, TCA y Bolsa Tedlar) T °C* Temperatura de la preservación en las que se reciben las muestras. EHS ID*: Identificación interna de cada muestra.
 *ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO

Inicial Intermedio Final

Siniestro: 13293-17 Fecha: 06-abr-17

Ubicación: Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo - Chihuahua,
tramo La Colorada - Yécora, municipio de Yécora, estado de Sonora.

Empresa: LCO Logística Internacional S.A. de C.V.

Material derramado: Diesel Gasolina Turbosina Combustóleo Otro: _____

Laboratorio asignado: EHS Labs de México, S.A. de C.V.

HTP's Fracción: Ligera Media Pesada No aplica

PUNTOS DE MUESTREO

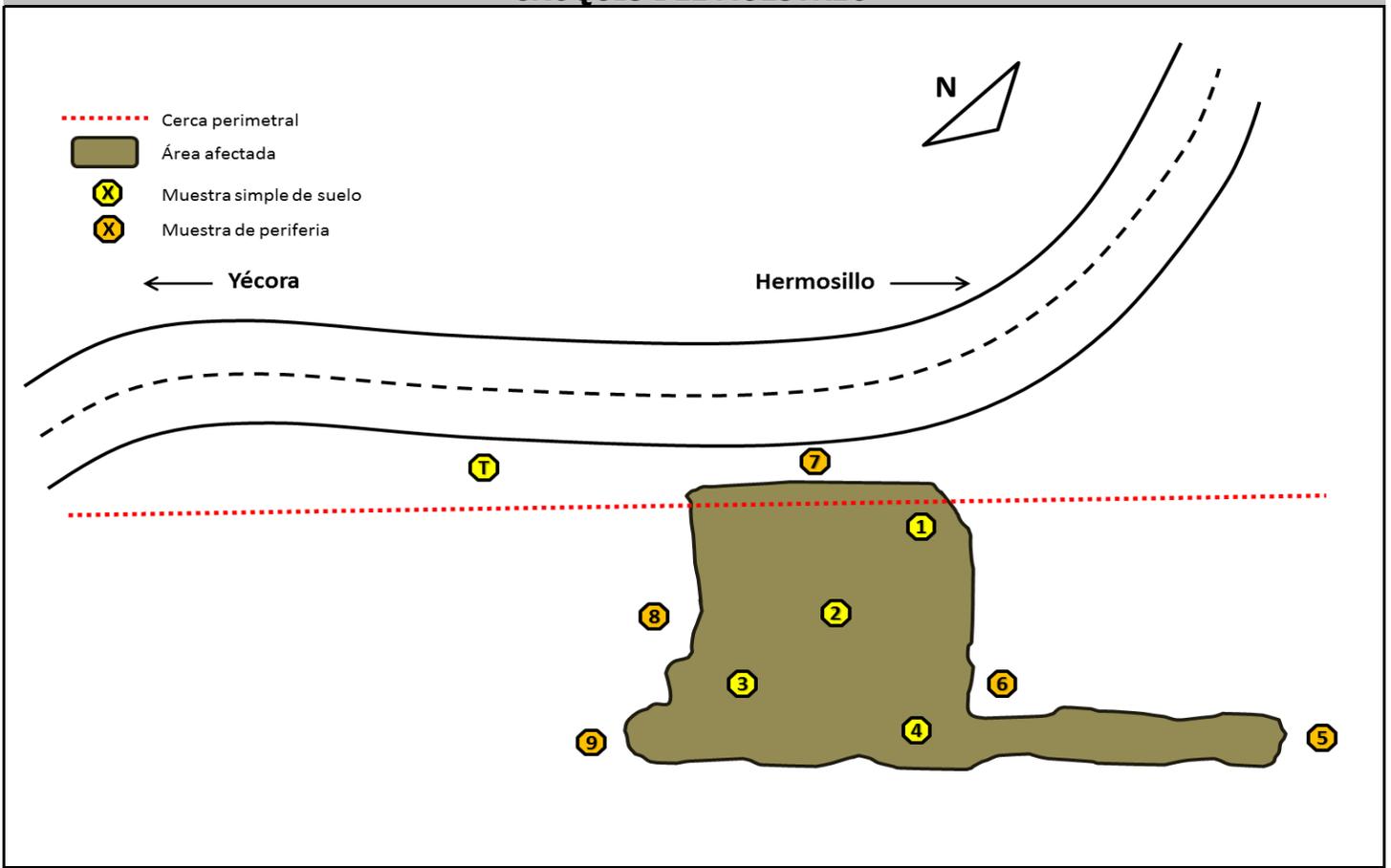
No.	Identificación	Profundidad (m)	Ubicación geográfica	Parámetros a analizar
1	MI-LI-YEC-26-01	0.25	12R 0689014 3139363	HFM, HAPs y H
2	MI-LI-YEC-26-01-D	0.25	12R 0689014 3139363	
3	MI-LI-YEC-26-02	Superficial	12R 0689022 3139365	
4	MI-LI-YEC-26-03	0.40	12R 0689022 3139365	
5	MI-LI-YEC-26-04	0.30	12R 0689028 3139368	
6	MI-LI-YEC-26-05	Superficial	12R 0689029 3139372	
7	MI-LI-YEC-26-06	Superficial	12R 0689020 3139403	
8	MI-LI-YEC-26-07	0.30	12R 0689018 3319384	
9	MI-LI-YEC-26-08	0.20	12R 0689009 3139352	
10	MI-LI-YEC-26-09	0.45	12R 0689035 3139355	
11	MI-LI-YEC-26-10	Superficial	12R 0689040 3139356	
T	MI-LI-YEC-26-T	Superficial	12R 0689060 3139331	PH, H

Se determinaron 04 (cuatro) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área afectada, adicional se tomó 01 (un) testigo fuera del área afectada, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

Además se tomaron 05 (cinco) muestras para la delimitación del área.

**Superficial 0 - 0.05 m

CROQUIS DEL MUESTREO



OBSERVACIONES

A la toma de muestras no asistió personal adscrito a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

El muestreo se realizó con la ayuda de un nucleador manual de acero inoxidable, así como palas de acero inoxidable.

Entre cada toma de muestra el equipo se lavó con agua destilada y jabón libre de fosfatos.

Cada muestra fue envasada en frascos de vidrio, nuevos, con tapa roscada y contratapa de teflón.

Las muestras se preservaron en hielo para su traslado al laboratorio.

Nombre y Firma de la persona Física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP
y 116 primer párrafo de la LGTAIP

* Artículo 71 Fracción III del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.
Dirección:	Av. De Anza 306, Col. Pitic,
Entidad:	Municipio de Hermosillo, estado de Sonora
Atención:	Oralia Osuna

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. Maria Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora,
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de Yécora, estado de Sonora,
Fecha de muestreo:	2017-04-06
Número de muestras en estudio:	12
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 12718, 12719

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Siniestro: 13293-17</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2017-04-11
	Fecha de inicio de análisis: 2017-04-11
Identificación EHS Labs: 84041	Fecha termino de análisis: 2017-05-18
	Descripción física de las muestras: 12 muestras matriz suelo
Empresa responsable del análisis:	EHS Labs de México, S. A. de C. V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa Monterrey, N. L.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5581
Fecha de Recepción: 2017-04-11
Fecha de muestreo: 2017-04-06
Folio de cadena de Custodia: 12718, 12719
Parámetro: HUMEDAD EN SUELO (Acreditado)
Método analítico ANEXO AS-05 NOM-021-SEMARNAT-2000

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (%)	U (%)	Fecha de análisis	Analista
MI-LI-YEC-26-01	84041-1	18.95	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-01-D	84041-2	21.23	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-02	84041-3	7.82	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-03	84041-4	13.29	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-04	84041-5	15.80	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-05	84041-6	9.81	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-06	84041-7	2.59	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-07	84041-8	2.59	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-08	84041-9	3.64	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-09	84041-10	27.29	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-10	84041-11	3.18	6.00	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-T	84041-12	10.53	6.00	2017-04-21	LB

Nota: El % de humedad es calculado con una fórmula diferente a la norma ya que la ecuación mencionada se encuentra errónea.



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5581

Fecha de Recepción: 2017-04-11

Fecha de muestreo: 2017-04-06

Folio de cadena de Custodia: 12718, 12719

Parámetro: HIDROCARBUROS FRACCIÓN MEDIA EN SUELOS (Acreditado)

Método analítico NMX-AA-145-SCFI-2008

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (mg/kg BS)	LC (mg/kg BS)	U (mg/kg BS)	Fecha de extracción	Fecha de análisis	Analista
MI-LI-YEC-26-01	84041-1	5504.93	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-01-D	84041-2	13049.84	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-02	84041-3	84587.22	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-03	84041-4	27606.82	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-04	84041-5	61564.87	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-05	84041-6	71393.64	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-06	84041-7	<140.56	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-07	84041-8	<140.56	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-08	84041-9	<140.56	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-09	84041-10	<140.56	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB
MI-LI-YEC-26-10	84041-11	<140.56	140.56	62.10	2017-04-12	2017-04-21	LB

Informe: P5581
Fecha de Emisión: 2017-05-23

Acreditación: R-0062-006/12 vigente a partir del: 2012-08-09
Aprobación: PEPA-APR-LP-RS-007A/2014
PEPA-APR-LP-RS-007MS/2015

Página: 3
No. de Hojas: 14 (incluye portada)

*Este documento no deberá reproducirse total ni parcialmente sin la aprobación por escrito de EHS Labs de México.
Los resultados de este informe solo afectan a la muestra sometida a ensayo.*



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5581
 Fecha de Recepción: 2017-04-11
 Fecha de muestreo: 2017-04-06
 Folio de cadena de Custodia: 12718, 12719
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2017-04-12
 Fecha de análisis: 2017-04-18
 Analista: JD

Ciente	MI-LI-YEC-26-01	MI-LI-YEC-26-01-D	MI-LI-YEC-26-02	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84041-1	84041-2	84041-3		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Ciente	MI-LI-YEC-26-03	MI-LI-YEC-26-04	MI-LI-YEC-26-05	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84041-4	84041-5	84041-6		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.

Ciente	MI-LI-YEC-26-06	MI-LI-YEC-26-07	MI-LI-YEC-26-08	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84041-7	84041-8	84041-9		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	<0.26	0.26	0.03

Ciente	MI-LI-YEC-26-09	MI-LI-YEC-26-10	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84041-10	84041-11		
Parámetro	RESULTADOS (mg/kg BS)	RESULTADOS (mg/kg BS)		
Benzo(a) antraceno	<0.27	<0.27	0.27	0.02
Benzo(b) fluoranteno	<0.24	<0.24	0.24	0.03
Benzo(k) fluoranteno	<0.25	<0.25	0.25	0.03
Benzo(a) pireno	<0.26	<0.26	0.26	0.02
Indeno(1,2,3-cd) pireno	<0.27	<0.27	0.27	0.03
Dibenzo(a,h) antraceno	<0.26	<0.26	0.26	0.03



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5581
 Fecha de Recepción: 2017-04-11
 Fecha de muestreo: 2017-04-06
 Folio de cadena de Custodia: 12718, 12719
 Parámetro: pH EN SUELO (Acreditado)
 Método analítico NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Anexo B.1

ID del cliente	ID EHS Labs	RESULTADOS (U de pH)	U (U de pH)	Fecha de análisis	Analista
MI-LI-YEC-26-T	84041-12	7.49	0.12	2017-04-12	AH



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.

Comentarios:
Ninguno

Nombre y Firma de la persona Física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP
y 116 primer párrafo de la LGTAIP

SIMBOLOGÍA:

- LC Límite de Cuantificación, concentración mínima del analito que puede determinarse con un nivel de confianza predeterminado en condiciones rutinarias de operación.
- <LC Menor al Límite de Cuantificación.
- %U Porcentaje de incertidumbre estimada con un factor de cobertura igual a 2, que representa un intervalo de confianza de aproximadamente 95%. Para su aplicación, la incertidumbre se divide entre 100 y se multiplica por el resultado reportado, el valor obtenido representará el rango de incertidumbre expandida +/- en cada parámetro.
- mg/kg BS Concentración expresada en miligramos por kilogramo en Base Seca.

Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación									
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING EN EL SITIO CONTAMINADO							
		Semana							
		1	2	5	9	13	17	21	25
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio	█							
	Limpieza de área de tratamiento	█							
	Acondicionamiento de área de tratamiento	█							
	Remoción del material		█						
	Aireación		█						
	Aplicación de nutrientes		█						
	Homogenización		█						
	Hidratación		█						
	Homogenización		█						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)		█						
	Homogenización		█						
Aireación		█							
II	Remoción del material			█					
	Aireación			█					
	Aplicación de nutrientes			█					
	Homogenización			█					
	Hidratación			█					
	Homogenización			█					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)			█					
	Homogenización			█					
Aireación			█						
M-I	Monitoreo intermedio			█					
III	Remoción del material				█				
	Aireación				█				
	Aplicación de nutrientes				█				
	Homogenización				█				
	Hidratación				█				
	Homogenización				█				
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)				█				
	Homogenización				█				
Aireación				█					
IV	Remoción del material					█			
	Aireación					█			
	Aplicación de nutrientes					█			
	Homogenización					█			
	Hidratación					█			
	Homogenización					█			
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					█			
	Homogenización					█			
Aireación					█				
M-II	Monitoreo intermedio					█			
V	Remoción del material						█		
	Aireación						█		
	Aplicación de nutrientes						█		
	Homogenización						█		
	Hidratación						█		
	Homogenización						█		
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						█		
	Homogenización						█		
Aireación						█			
VI	Remoción del material							█	
	Aireación							█	
	Aplicación de nutrientes							█	
	Homogenización							█	
	Hidratación							█	
	Homogenización							█	
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							█	
	Homogenización							█	
Aireación							█		
M-III	Monitoreo intermedio							█	
VII	Remoción del material							█	
	Aireación							█	
	Aplicación de nutrientes							█	
	Homogenización							█	
	Hidratación							█	
	Homogenización							█	
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							█	
	Homogenización							█	
Aireación							█		
M-IV	Monitoreo intermedio							█	

Plan de monitoreo del seguimiento de la remediación del sitio

- **Método de muestreo, número de muestras, profundidad y parámetros a medir**

En el sitio del material tratado mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado** se tomará 03 (tres) muestras simples a partir de un muestreo dirigido en la zona de tratamiento (568 m³).

Las especificaciones para la toma de muestras puntuales son las siguientes:

- **Equipo y materiales para el muestreo**

Los instrumentos de muestreo adecuados son esenciales para realizar un buen muestreo. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes instrumentos y materiales:

- Pala pocera o gafas
- Espátulas planas con lados paralelos
- Frascos de vidrio (ferrados con papel para impedir el paso de la luz)

- **Recipientes, preservación y transporte de muestras**

Las especificaciones de los recipientes y su preservación serán los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para los parámetros correspondientes, y su transportación del sitio de la toma de muestras a Oficina Matriz correrá a cargo del personal de ISALI, S.A. de C.V.

- **Medidas de seguridad para el personal**

Esto tiene como fin proporcionar las condiciones necesarias al personal en la toma y manejo de las muestras. Personal de Campo de ISALI, S.A. de C.V. usará los siguientes aditamentos:

- Zapatos de seguridad industrial
- Guantes de látex desechables

- **Control documental**

Las actividades realizadas deben ser registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho.

- **Método análisis**

El análisis de la muestras tomadas para el plan de monitoreo se realizará mediante el equipo Petroflag Hydrocarbon Test Kit For Soil, bajo el método EPA-SW-846-DRAFT METHOD 9074.

- **Periodicidad**

La periodicidad de la toma de muestras y su análisis se realizará conforme en lo establecido en el programa calendarizado de actividades de remediación (Anexo XVI).

Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora.

PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO

OBJETIVO: El presente plan tiene como objetivo referenciar las actividades y requerimientos de la norma aplicable y/o lo establecido por las autoridades ambientales, para este caso en particular se cumplirá lo señalado en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

1. ACTIVIDADES Y TIEMPOS DE EJECUCIÓN

ACTIVIDAD	TIEMPO DE EJECUCIÓN*	RESPONSABLE
Ubicación en sitio de muestreo	Dependerá de la distancia y punto de partida del personal involucrado	Todos los involucrados
Ubicación y georeferenciación de puntos de muestreo	15 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo (entre cada toma de muestra)	45 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	45 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena de custodia y papelería de campo	40 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	15 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total aproximado que se destinará a cada actividad durante todo el proceso de ejecución de la toma de muestras.

**Este tiempo dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

2. PERSONAL INVOLUCRADO Y SUS RESPONSABILIDADES.

- **Inspector (es) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente):** Dar fe de los hechos u omisiones sobre la toma de muestras.
- **Representante Legal de la empresa LCO Logística Internacional, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Diésel, o en su defecto el representante de la empresa.
- **Personal de ISALI, S.A. de C.V. (ISALI):** Dirigir la toma de muestras en base al presente plan y hacer cumplir las actividades de muestreo establecidas en la Normatividad vigente.
- **Personal de Laboratorio:** Realizar la toma de muestras bajo las especificaciones del presente plan y de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, así como de las recomendaciones de ASEA e ISALI. El laboratorio cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA), así como su respectiva aprobación de PROFEPA para muestreo de suelo y como laboratorio de pruebas.

Nombre y Firma de la persona responsable de la elaboración
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP
y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 08 de diciembre de 2017

Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora.

3. SITIO DE MUESTREO

3.1 Características.

El sitio presenta un tipo de suelo limoso y arcilloso, con una infiltración media y material consolidado, en el sitio predomina la selva baja caducifolia, existiendo en el sitio especies de encino, palo blanco y matorrales secos. El punto de impacto se encuentra a 23.17 Km de la cabecera municipal del poblado de Yécora, en el estado de Sonora.

3.2 Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada de aproximadamente 710 m².

3.3 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie correspondiente a la zona de tratamiento es de aproximadamente **710 m²** en donde se llevó a cabo el tratamiento de aproximadamente **568 m³** mediante la técnica de Biorremediación por Landfarming en el sitio contaminado.

4. HIDROCARBUROS A ANALIZAR

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Diésel, y en base a la Tabla No. 1 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, serán los siguientes.

Hidrocarburos Fracción Ligera	Hidrocarburos Fracción Media	Hidrocarburos Fracción Pesada	BTEX (Benceno, Tolueno, Etilbenceno, Xilenos)	HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares)	Humedad	PH
	X			X	X	X

5. MUESTREO

5.1 Método de Muestreo.

El método de muestreo será dirigido, debido a que se cuenta con información previa del sitio, se conoce el producto derramado, el área afectada y se conoce el volumen del material edáfico en tratamiento en el sitio (568 m³). Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. El tipo de muestreo será aleatorio simple. Las muestras a tomar serán simples.

5.2 Puntos de muestreo.

En la siguiente tabla se resumen los puntos de muestreo, la identificación de las muestras, superficie o sitio de muestreo, profundidad, parámetros a analizar y volumen.

Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora.

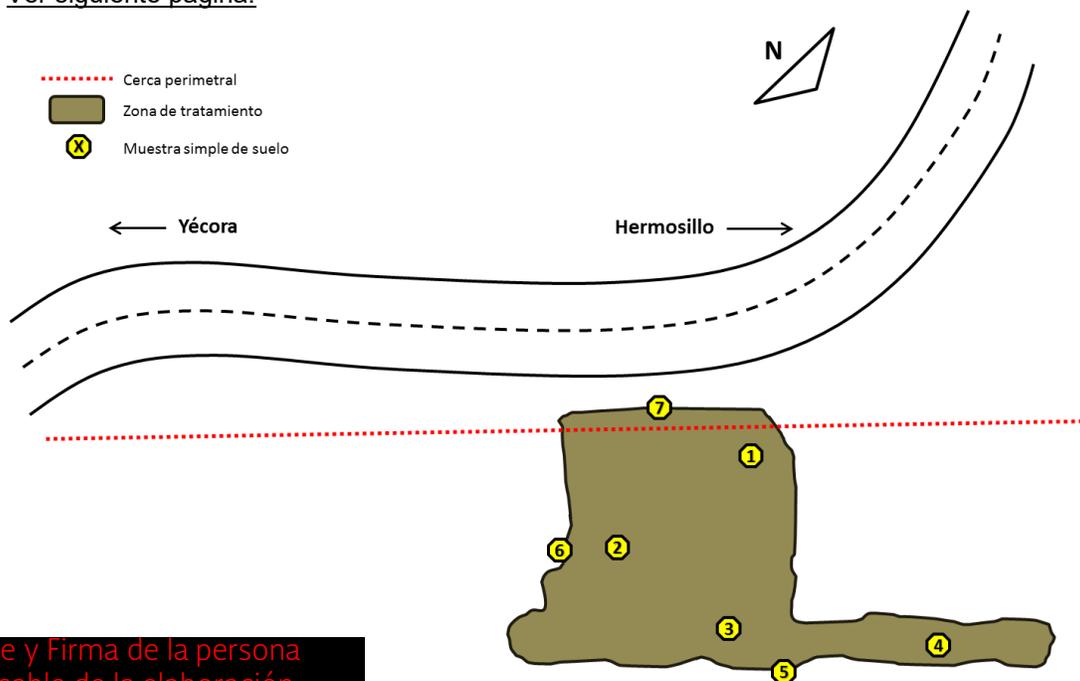
Puntos de muestreo	Identificación	Superficie de muestreo	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-LI-YEC-01-P1(0.30 M)	Zona de Tratamiento	HFM, HAP, H, PH	235
DUPLICADO	MF-LI-YEC-01D-P1(0.30 M)			
2	MF-LI-YEC-02-P2(0.50 M)			
	MF-LI-YEC-03-P2(0.90 M)			
3	MF-LI-YEC-04-P3(0.70 M)			
	MF-LI-YEC-05-P3(1.0 M)			
4	MF-LI-YEC-06-P4(0.20 M)			
5	MF-LI-YEC-07-P5(0.60 M)			
6	MF-LI-YEC-08-P6(0.40 M)			
7	MF-LI-YEC-09-P7(SUP)			

La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar de forma manual está basada en función a los datos recabados durante la elaboración de la caracterización de sitio y propuesta de remediación, los cuales constituyen el Programa de Remediación, ingresado ante la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

Se determinaron siete (07) puntos de muestreo en la zona de tratamiento, además de 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras.

5.3 Ubicación de los puntos de muestreo (Croquis)

Ver siguiente página:



Nombre y Firma de la persona responsable de la elaboración
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 08 de diciembre de 2017

Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora.

5.4 Equipo de muestreo.

El equipo que se utilizará para efectuar el muestreo por parte del laboratorio será:

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón(es)
- Frascos de vidrio con contratapa de teflón
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

5.5 Lavado de equipo.

El lavado del equipo dependerá del procedimiento interno del laboratorio encargado de llevar a cabo la toma de muestras en el sitio.

6. RECIPIENTES, PRESERVACIÓN Y TRANSPORTE DE MUESTRAS

Las especificaciones de los recipientes y su preservación son los señalados en la Tabla No. 5 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Los recipientes a utilizar para las muestras de suelo son frascos de vidrio con contratapa de teflón, dichos frascos son nuevos, y se preservarán en hielo (4° C).

La transportación desde el sitio de la toma de muestras al laboratorio correrá a cargo del personal del Laboratorio, las muestras se transportarán en hieleras plásticas.

Cada muestra será sellada y etiquetada inmediatamente después de ser tomada y debe ser entregada para su análisis, todos los sellos contarán con el número o clave única de la muestra. Todas las etiquetas llevarán la siguiente información: iniciales de la persona que tomó la muestra las cuales deben coincidir con los datos asentados en la cadena de custodia, fecha y hora en que se tomó la muestra, y número o clave única misma que la del sello.

7. MEDIDAS Y EQUIPO DE SEGURIDAD

El personal de laboratorio utilizará el equipo de protección personal adecuado según las condiciones que se requieran en el sitio, con el fin de proporcionar las condiciones básicas de seguridad necesarias al personal que participará en la toma y manejo de las muestras.

8. ASEGURAMIENTO DE CALIDAD DEL MUESTREO

Con el fin de evitar contaminación cruzada en las muestras, el equipo a utilizar en este muestreo serán lavados entre cada toma de muestras con los siguientes aditamentos:

Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo – Chihuahua, tramo La Colorada – Yécora, municipio de Yécora.

- Agua destilada y/o purificada
- Jabón libre de fosfatos
- Cepillo de nylon
- Papel de secado

Con el objetivo de que las muestras sean recibidas de forma íntegra por el laboratorio que les practicará los ensayos químicos correspondientes, las medidas de seguridad en la calidad en la toma de ellas es de suma importancia. De forma general, los criterios que se toman en el aseguramiento de calidad y que el personal del laboratorio realizará son los siguientes:

- **Control documental:** Cada una de las actividades realizadas deben ser apegadas al presente plan y registradas con el objetivo de tener la documentación probatoria de lo que se ha hecho, en caso de que exista alguna variación de las actividades mencionadas en el presente plan se registraran como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

- Cadena(s) de custodia
- Hoja(s) de campo

9. DESVIACIONES DE CAMPO¹

Actividad a realizar según Plan de Muestreo	Desviación de la actividad según Plan de Muestreo

Motivo:

¹ Este módulo solo será llenado en caso de que exista una desviación de campo al presente Plan de Muestreo, en caso contrario queda sin efecto dicho módulo.

Fotográfico –Visita Inicial (1/1)



1.- Sitio del accidente en el Km. 260 de la Carretera Federal No. 16, Hermosillo - Chihuahua, tramo La Colorada - Yécora, municipio de Yécora, estado de Sonora.



2.- Derecho de vía de la Carretera Federal No. 16 y predio particular, afectados por el derrame de Diésel.



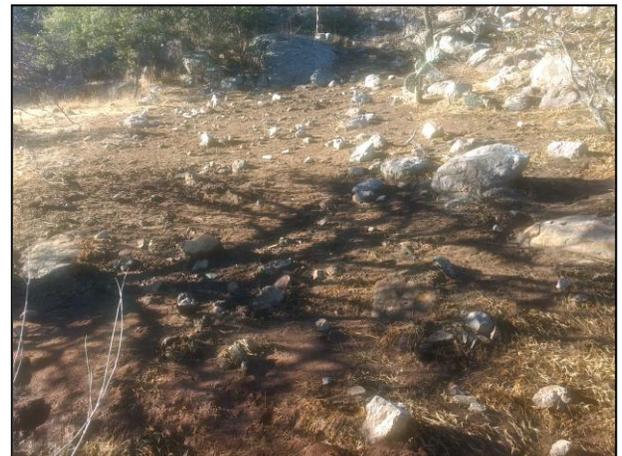
3.- En el sitio se derramaron aproximadamente 30,000 L de Diésel sobre suelo natural.



4.- Se cuantificó la superficie horizontal y superficial de la pluma del contaminante.



5.- Predio particular afectado por el derrame de Diésel.



6.- El sitio presenta un suelo de textura limosa y arcillosa de color amarillo y pardo oscuro así como abundante presencia de rocas.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/1)



1.- Con apoyo de la retroexcavadora se inicia la construcción del borde de contención.



2.- Se construyó una zanja para delimitar el área afectada.



3.- Con ayuda de la retroexcavadora se construyó la zanja.



4.- Se construyó el borde de contención en el área afectada.



5.- Se usó material edáfico libre de contaminantes para la construcción del borde de contención.



6.- Se cubrió el borde con una película de polietileno de alta densidad.

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/2)



1.- Se lavó el equipo con agua y jabón para evitar la contaminación de las muestras.



2.- Se depositaron las muestras en envases de vidrio para su posterior análisis.



3.- Se tomaron muestras a diferentes profundidades con ayuda del Hand Auger.



4.- Con ayuda de la espátula se tomaron las muestras.



5.- Con la ayuda de la pocera se obtuvieron las profundidades deseadas para la toma de muestras.



6.- Con ayuda del Hand Auger se tomaron muestras a diferentes profundidades.

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/2)



7.- Se registraron las profundidades de los puntos de muestreo.



8.- Las muestras fueron depositadas en frascos de vidrio para su posterior análisis.



9.- Con ayuda de espátula se tomaron las muestras.



10.- Con ayuda del Hand Auger se tomaron muestras en el área afectada.



11.- Las muestras fueron envasadas, etiquetadas y selladas, durante la ejecución del muestreo.



12.- Las muestras se guardaron para su posterior análisis.

RESULTADOS DE MUESTREO INICIAL												
PUNTOS DE MUESTREO	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (M)	%H	U DE PH	HFM (MG/KG)	HAPs (MG/KG)						COORDENADAS UTM
						BENZO (A) ANTRACENO	BENZO (B) FLUORANTENO	BENZO (K) FLUORANTENO	BENZO (A) PIRENO	DIBENZO (A,H) ANTRACENO	INDENO (1,2,3-CD) PIRENO	
M1	MI-LI-YEC-26-01	0.25	27.88	ANR	5504.93	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689014 3139363
M1D	MI-LI-YEC-26-01-D	0.25	28.33	ANR	13049.84	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689014 3139363
M2	MI-LI-YEC-26-02	0.05	25.72	ANR	84587.22	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689022 3139365
	MI-LI-YEC-26-03	0.40	12.06	ANR	27606.82	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689022 3139365
M3	MI-LI-YEC-26-04	0.30	23.98	ANR	61564.87	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689028 3139368
M4	MI-LI-YEC-26-05	0.05	22.43	ANR	71393.64	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689029 3139372
M5	MI-LI-YEC-26-06	0.05	19.25	ANR	<274.47	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689020 3139403
M6	MI-LI-YEC-26-07	0.30	20.19	ANR	<274.47	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689018 3139384
M7	MI-LI-YEC-26-08	0.20	19.46	ANR	<274.47	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689009 3139352
M8	MI-LI-YEC-26-09	0.45	19.32	ANR	<274.47	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689035 3139355
M9	MI-LI-YEC-26-10	0.05	27.88	ANR	<274.47	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26	12R 0689040 3139356
T	MI-LI-YEC-26-T	0.05	28.33	7.06	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	ANR	12R 0689060 3139331

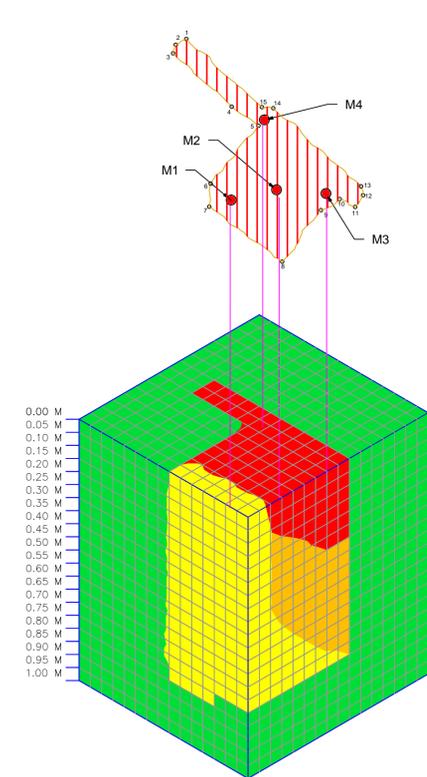
DATOS DEL POLIGONO

LADO	EST	PV	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM	
						X	Y
					1	12R 689004	3139399
1	2		S 61°13'31.49" W	2.695	2	12R 689002	3139398
2	3		S 17°10'17.60" W	1.984	3	12R 689001	3139396
3	4		S 47°44'57.05" E	17.691	4	12R 689014	3139384
4	5		S 54°35'01.56" E	7.325	5	12R 689020	3139380
5	6		S 39°40'24.30" W	16.713	6	12R 689009	3139367
6	7		S 03°25'10.67" W	5.142	7	12R 689009	3139362
7	8		S 53°07'14.61" E	20.365	8	12R 689025	3139349
8	9		N 37°05'12.67" E	14.357	9	12R 689034	3139361
9	10		N 59°30'29.06" E	4.883	10	12R 689038	3139363
10	11		S 62°53'01.04" E	3.869	11	12R 689042	3139361
11	12		N 34°25'27.93" E	3.141	12	12R 689043	3139364
12	13		N 12°46'20.34" W	2.049	13	12R 689043	3139366
13	14		N 48°27'45.60" W	26.218	14	12R 689023	3139383
14	15		N 84°56'56.10" W	2.550	15	12R 689021	3139384
15	1		N 48°03'10.91" W	22.717	1	12R 689004	3139399

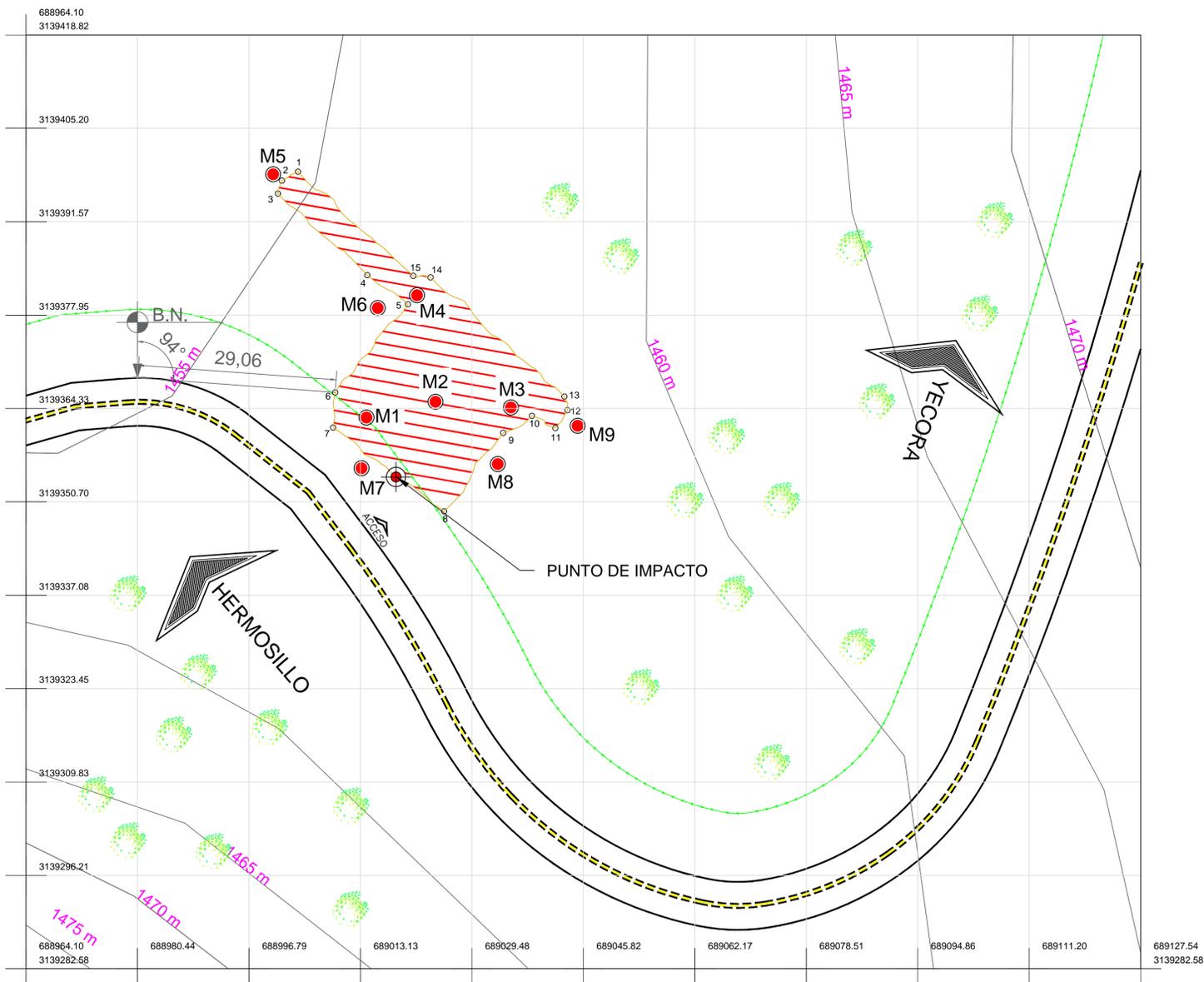
AREA AFECTADA = 710.00 M2

ZONA UTM :	12R	COORDENADAS UTM
PUNTO DE IMPACTO	12R 0689012 3139960	
BANCO DE NIVEL	12R 0688980 3139368	

PLANO ISOMETRICO DE CONCENTRACION HFM (MG/KG)



Green	<1200	MG/KG
Yellow	5000 - 15000	MG/KG
Orange	15001 - 30000	MG/KG
Red	60001 - 90000	MG/KG



VISTA EN PLANTA

Escala Gráfica 1:350

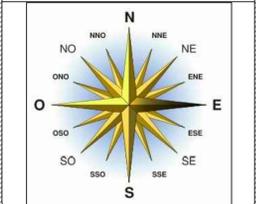
- TESTIGO
- MUESTRA SIMPLE DE SUELO
- BANCO DE NIVEL
- ▨ AREA AFECTADA
- PUNTO DE IMPACTO
- CERCA PERIMETRAL

NOMBRE DEL PLANO: 13293-17

NOTAS

- DIMENSIONES EN METROS.
- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
- ESCALA INDICADA

LOCALIZACION



FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPIEDAD DE:
Nombre y Firma de la persona física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP
y 116 primer párrafo de la LGTAIP

FECHA

11 DE DICIEMBRE DEL 2017

DIRECCION:

KM. 260 DE LA CARRETERA FEDERAL NO. 16, HERMOSILLO - CHIHUAHUA, TRAMO LA COLORADA - YECORA, MUNICIPIO DE YECORA, ESTADO DE SONORA.

DISEÑO POR:
Nombre, Teléfono y Dirección de la persona Física Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

TRANSPORTISTA:

LCO LOGÍSTICA INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.

SUSTANCIA DERRAMADA:

DIÉSEL

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO:

PROGRAMA DE REMEDIACION