

Monterrey Nuevo León, a 14 de octubre de 2016

Sin. 304109-16

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, las labores de emergencia, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo contaminado con hidrocarburos, debido al derrame de **Turbosina** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 31,000 L.** Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Petro Transportes, S.A. de C.V.**, ocurrido el 06 de abril de 2016 en el **Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado Baja California Sur.**

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos contaminados, se ha elaborado el presente Programa de Remediación. En éste 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 indica que las muestras tomadas en el material edáfico extraído 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 1215 m³** de material edáfico contaminado con **Turbosina** debe ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado.**

Por otra parte y en virtud, de que el presente caso que nos ocupa se trata de una emergencia ambiental, tal y como lo establece el artículo 132 del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, los trabajos de remediación propuestos en el presente programa darán inicio el próximo **22-veintidós de noviembre de 2016-dos mil dieciséis,** atento a lo dispuesto en el artículo 135 del mismo ordenamiento legal.

Nombre y firma de la
persona física
Artículo 113 fracción I de la
LFTAIP y 116 primer
párrafo de la LGTAIP

Nombre y firma de la persona
física
Artículo 113 fracción I de la
LFTAIP y 116 primer párrafo de la
LGTAIP

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 06 de abril de 2016 en el **Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19 San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado Baja California Sur** (*Anexo I – Dictamen Técnico de Hechos de Tránsito 011/2016*). En el sitio se derramó **Turbosina** (*Anexo II – Documento de Embarque por Autotanque*) manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 31,000 L.**

La empresa **Petro Transportes, S.A. de C.V.** dio aviso formal del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) ingresando escrito ante dicha Dependencia en fecha 11-once de abril de 2016-dos mil dieciséis conteniendo como anexos el formato de Aviso Inmediato PROFEPA-03-017-A y la Formalización de Aviso PROFEPA-03-017-B (*Anexo III – Acuse de 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 IV – Fotográfico – Visita inicial*).

Personal adscrito a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) realizó una visita de inspección en el sitio en fecha 19-diecinueve de abril de 2016-dos mil dieciséis, plasmando lo ahí observado en Acta de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-1055-AI/2016 de misma fecha, en cumplimiento a la Orden de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-1055-OI/2016 (*Anexo V – Acta de Inspección ASEA 1055*), estando presente las siguientes personas:

- **C. Jorge Antonio Álvarez Hernández**, Inspector Federal adscrito a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).
- **Nombre de la Persona física**, en representación de la empresa Petro Transportes, S.A. de C.V.
- **Nombre de la Persona física**, como testigo.

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

1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **PETRO TRANSPORTES, 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:

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

1.4. LABORES DE EMERGENCIA

1.4.1. Objetivos

- Detener la migración del contaminante en el medio ambiente.
- Evitar que se sigan ocasionando afectaciones al ambiente.
- Generar un efecto positivo alternativo y equivalente a los efectos adversos en el ambiente.
- Subsanan los daños ambientales ocasionados por el derrame.

Con el afán de llevar a cabo el cumplimiento de los objetivos planteados y siendo ISALI, S.A. de C.V. una empresa que cuenta con Autorización de SEMARNAT No. 19-V-57-09 para el tratamiento de suelos contaminados se procedió a iniciar las actividades de inspección del sitio contaminado a causa de la volcadura y derrame de una unidad de transporte de la empresa **Petro Transportes, S.A. de C.V.**, así como de acciones correctivas de urgente aplicación (Labores de Emergencia) para reducir la propagación del producto derramado y la contaminación del suelo natural.

A continuación se enlistan las actividades efectuadas y las observaciones obtenidas en campo:

1.4.1.1. Señalización y Contención

- Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el lugar del siniestro.
- Se instaló la correcta señalización preventiva de la zona afectada y del área de trabajo.
- Se cuantificó la superficie horizontal y el corte vertical de la afectación en suelo natural.
- Protección Civil y Bomberos, hizo acto de presencia debido a que el producto derramado se incendió, por lo que se aplicó espuma supresora de flamabilidad.
- Como resultado de las medidas correctivas de contención se generaron 10, 000 L de Agua Contaminada con Hidrocarburos (en este caso Turbosina), misma que fue recuperada para su posterior envío a Centro de Acopio de Residuos Peligrosos autorizado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) con el número 03-PS-II-02D-2015 a nombre del Biól. Gerardo Maciel Vargas (BGMV) (*Anexo VI – Autorización Acopio BGMV*).
- La unidad que transportó el Agua Contaminada con Hidrocarburos al Centro de Acopio antes mencionado, cuenta con autorización por parte de la SEMARNAT No. 03-PS-I-01D-2014 a nombre del Biól. Gerardo Maciel Vargas (BGMV) para Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos (*Anexo VII – Autorización Transporte BGMV*)

- Para efectos de comprobar el correcto destino, se generó el Manifiesto de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos No. PT-LP-BCS-001/2016 (*Anexo VIII – Copia Certificada de Manifiesto No. PT-LP-BCS-001/2016*)

1.4.1.2. Construcción de Celda Provisional

- Con la ayuda de maquinaria pesada, tal como lo es la retroexcavadora, se construyó una celda provisional con cárcamo de material edáfico libre de contaminantes previamente compactado y cubierto con una película de polietileno de alta densidad.

1.4.1.3. Extracción del Material Contaminado

- Con ayuda de maquinaria pesada como la retroexcavadora, se realizó la extracción del material edáfico contaminado con Turbosina, así como con apoyo de recurso humano utilizando palas y picos, especialmente en el área afectada debajo del puente carretero.

1.4.1.4. Acarreo y Depósito del Material Edáfico Contaminado a Celda Provisional

- El material edáfico extraído del sitio, fue transportado mediante la empresa Proyectos Nacionales ISA, S.A. de C.V. (PNI) autorizada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), misma que cuenta con Autorización No. 19-I-0014D-15 (*Anexo IX – Autorización PNI*)
- Para efecto de comprobar lo anterior, se generaron los Manifiestos de Entrega, Transporte y Recepción de Residuos Peligrosos (*Anexo X – Copias Simples de Manifiestos para Cotejo*), mismos que se pueden apreciar en la siguiente tabla:

<i>Tabla No. 1.1. Resumen de información Manifiestos de Residuos Peligrosos</i>	
Número de Manifiesto	Cantidad Total de Residuo (Volumen en m ³)
PT-LP-BCS-002/2016	30
PT-LP-BCS-003/2016	30
PT-LP-BCS-004/2016	30
PT-LP-BCS-005/2016	30
PT-LP-BCS-006/2016	30
PT-LP-BCS-007/2016	30
PT-LP-BCS-008/2016	30
PT-LP-BCS-009/2016	30
PT-LP-BCS-010/2016	30
PT-LP-BCS-011/2016	30
PT-LP-BCS-012/2016	30

PT-LP-BCS-013/2016	30
PT-LP-BCS-014/2016	30
PT-LP-BCS-015/2016	30
PT-LP-BCS-016/2016	30
PT-LP-BCS-017/2016	30
PT-LP-BCS-018/2016	30
PT-LP-BCS-019/2016	30
PT-LP-BCS-020/2016	30
PT-LP-BCS-021/2016	30
PT-LP-BCS-022/2016	30
PT-LP-BCS-023/2016	30
PT-LP-BCS-024/2016	30
PT-LP-BCS-025/2016	30
PT-LP-BCS-026/2016	30
PT-LP-BCS-027/2016	30
PT-LP-BCS-028/2016	30
PT-LP-BCS-029/2016	30
PT-LP-BCS-030/2016	30
PT-LP-BCS-031/2016	30
PT-LP-BCS-032/2016	30
PT-LP-BCS-033/2016	30
PT-LP-BCS-034/2016	30
PT-LP-BCS-035/2016	30
PT-LP-BCS-036/2016	30
PT-LP-BCS-037/2016	30
PT-LP-BCS-038/2016	30
PT-LP-BCS-039/2016	30
PT-LP-BCS-040/2016	30
PT-LP-BCS-041/2016	30
PT-LP-BCS-042/2016	15

1.4.1.5. Relleno de Zona o Caja de Extracción

- El área de suelo impactada con Turbosina (zona o caja de extracción), fue rellenada con material edáfico libre de contaminantes, mismo que fue extraído de un terreno ejidal cercano al sitio para después transportarlo hasta dicha caja o zona de extracción; durante las actividades de relleno de la misma se procedió a la compactación del material edáfico utilizado para restaurar las condiciones originales del sitio.

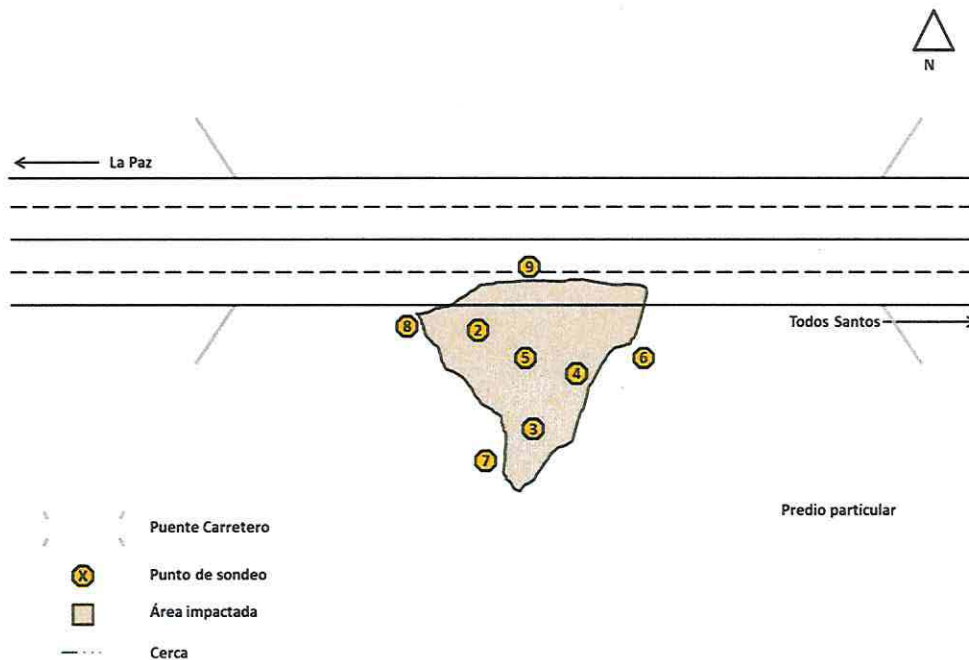
Estos trabajos se plasmaron en exposiciones digitales tomadas por personal de ISALI, S.A. de C.V.
(Anexo XI – Fotográfico – Labores de Emergencia)

1.5. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN

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 arenosa, con infiltración baja 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	Resultados
1	S-01	0.25	9.9	08:05	>1200	Área Impactada	4	Dentro de Norma (<1200 ppm)
2	S-02	0.75	9.9	08:20	>1200		4	
3	S-03	1.75	9.9	08:48	>1200		4	
4	S-04	2.75	10.1	09:15	>1200		4	
5	S-05	3.75	10.1	09:50	>1200		4	
5	S-06	4.00	10.0	10:03	<1200	Fondo del Área Impactada	4	Fuera de Norma (>1200 ppm)
6	S-07	3.00	9.9	10:31	<1200	Periferia del Área Impactada	4	
7	S-08	2.00	10.0	10:49	<1200		4	
8	S-09	1.00	10.0	11:10	<1200		4	
9	S-10	2.50	10.0	11:27	<1200		4	



1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DE LA PAZ¹

La cabecera municipal de La Paz se localiza en los 24° 09' Latitud Norte y en los 110° 19' Longitud Oeste, a una altura de 30 msnm; Limita al Norte con el municipio de Comondú; al Sur con el municipio de Los Cabos; al Oeste con el Océano Pacífico y al Este con el Golfo de California. Sus litorales alcanzan el 26 % del total de Baja California Sur donde se ubican las islas de San José, San Francisco, Los Islotes, Partida, Espíritu Santo y Cerralvo. Dentro de la bahía de La Paz se localiza la península llamada "El Mogote" que casi se cierra y forma lo que es la ensenada de La Paz.

La superficie total del municipio es de 15,397.3 Km², que representan el 21.1 % del total del Estado de Baja California Sur.



Figura No. 1.1. Ubicación del municipio de La Paz.

¹ Enciclopedia de los Municipios de México, www.inafed.gob.mx

1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME

La ubicación del sitio de derrame es en el Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur. En el sitio se derramaron aproximadamente 31,000 L de Turbosina, su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.1.

Tabla No. 1.1. Ubicación geográfica del sitio del accidente	
Latitud Norte	Longitud Oeste
23° 31' 46.22"	110° 11' 56.53"
UTM ²	
12N 581777 2602374	

El sitio del derrame se ubica en el derecho de vía de la Carretera No.19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, así como una pequeña parte de un predio particular. En los alrededores se observa vegetación típica de la región. La zona donde ocurrió el derrame es un puente carretero. Es importante mencionar que el contaminante (Turbosina) se incendió después de ocurrido el derrame, mismo que fue controlado con el apoyo de Protección Civil y Bomberos, tal y como se describe en la Sección 1.4. Labores de Emergencia del presente escrito. Asimismo resulta importante mencionar que derivado de dichas labores de emergencia el material edáfico contaminado fue extraído y depositado en celda provisional aproximadamente a 2 Km del sitio de derrame.

No se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame.

Aproximadamente a 10.08 Km del punto de impacto se encuentra el poblado de Todos Santos, así como también aproximadamente a 71.17 Km se encuentra la cabecera municipal de La Paz, capital del estado de Baja California Sur.

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.2.³

² Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

³ Carta Topográfica 1: 1 000 000 La Paz. INEGI. México.



Figura No. 1.2. Ubicación local del sitio del derrame (Topografía)

● 12 N 581777 2602374

1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA

La Turbosina 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.

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) constituyen un grupo de contaminantes considerado de estudio prioritario debido a sus propiedades mutagénicas, tóxicas y cancerígenas. Una gran variedad de estos compuestos orgánicos no volátiles pueden ser encontrados en el petróleo contaminante de suelo en donde los niveles de estos varían, pero generalmente altas concentraciones pueden ser encontradas en los derrames de hidrocarburos. Los HAPs consisten en 2 o más anillos bencénicos ya sean en forma simple o múltiple formando cadenas.

1.9. USO DE SUELO

En el sitio del derrame existe la presencia de **matorral sarcocaulé**, el cual es un tipo de comunidad vegetal caracterizada por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, gruesos, frecuentemente retorcidos y algunos con corteza papirácea. Se presenta generalmente sobre terrenos rocosos y suelos someros en regiones costeras de Sonora y la península de Baja California. Las especies más características son: *Bursera hindsiana* (Copal), *Bursera microphylla* (Torote colorado), *Bursera odorata* (Torote blanco), *Jatropha cinérea* (Lomboy), *Jatrophacuneata* (Matacora), *Ambrosia dumosa* (Hierba del burro), *Cercidium floridum* (Palo verde), *Encelia farinosa* (Incienso), *Fouquieria spp.* (Ocotillo, Palo Adán), *Larrea tridentata* (Gobernadora), *Olneya tesota* (Palo fierro), *Opuntia chola* (Cholla), *Pachycereus pringlei* (Cardón), etc. Esta zona presenta erosión: Desgaste del suelo causado por la acción del agua o viento⁴.

Cabe señalar que el suelo contaminado por el derrame de Turbosina donde se suscitó la volcadura pertenece al derecho de vía de la Carretera No.19, por otro lado, el suelo contaminado producto del derrame del hidrocarburo tiene un uso de suelo **Agrícola** de tipo **matorral sarcocaulé** de acuerdo a la Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 La Paz. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

⁴ Carta de uso de suelo y vegetación 1: 1 000 000 La Paz. INEGI. México.

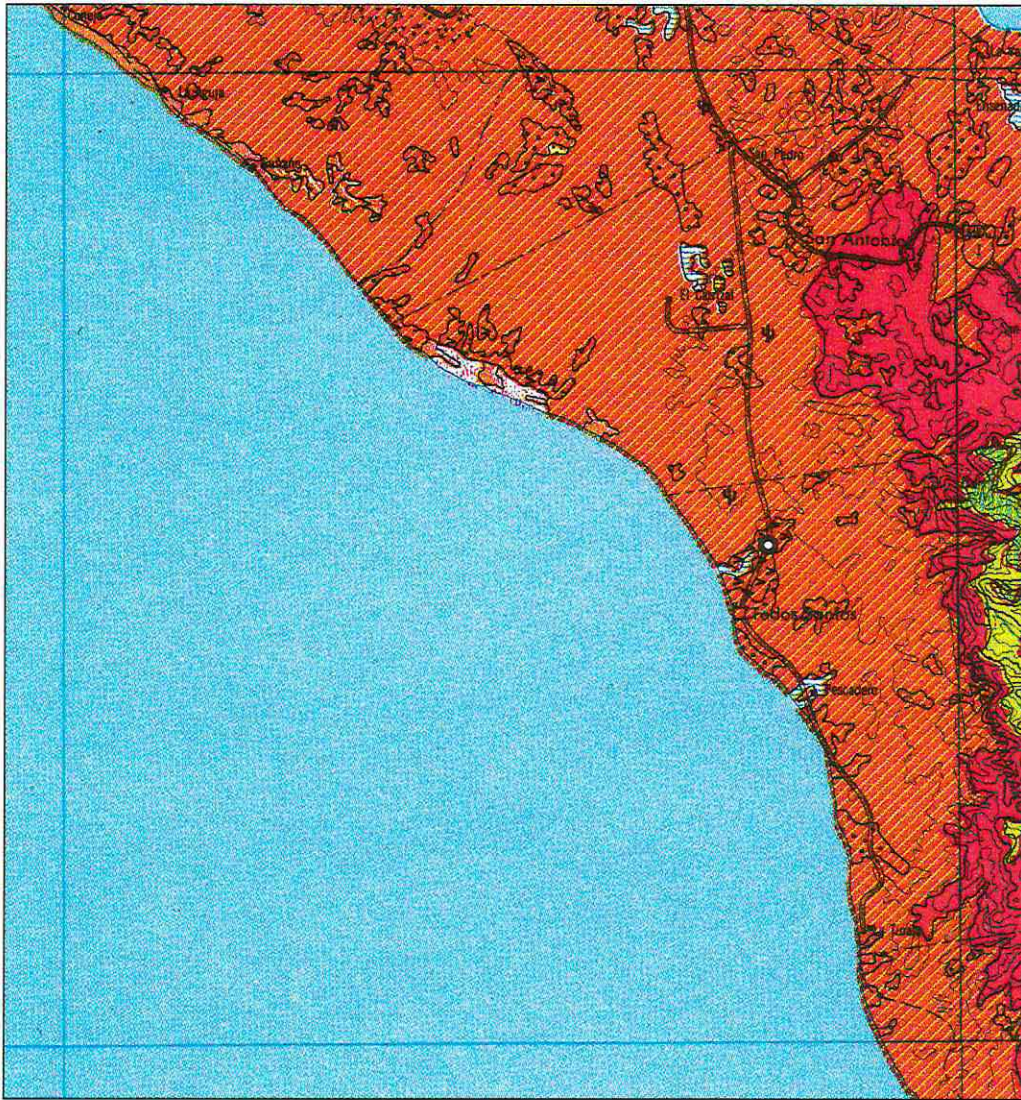


Figura No. 1.3. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 12 N 581777 2602374

1.10. EDAFOLOGÍA⁵

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

Re + Je / 1

Suelo predominante: Re – Regosol eútrico

Suelo secundario: Je – Fluvisol eutricto

Textura del suelo⁶: 1 – Gruesa (Arenosa)

Fase física⁷: Lítica

Fase química⁸: No presenta fase química

El término **Regosol** deriva del vocablo griego "*rhegos*" que significa sábana, haciendo alusión al manto de alteración que cubre la tierra. Se desarrollan sobre materiales no consolidados, alterados y de textura fina. Aparecen en cualquier zona climática sin permafrost y a cualquier altitud. Son muy comunes en zonas áridas, en los trópicos secos y en las regiones montañosas. El regosol eútrico es rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), dentro de 50 cm de profundidad.

El término **Fluvisol** deriva del vocablo latino "*fluvius*" que significa río, haciendo alusión a que estos suelos están desarrollados sobre depósitos aluviales. El material original lo constituyen depósitos, predominantemente recientes, de origen fluvial, lacustre o marino. Se encuentran en áreas periódicamente inundadas, a menos que estén protegidas por diques, de llanuras aluviales, abanicos fluviales y valles pantanosos. Aparecen sobre todos los continentes y cualquier zona climática. El fluvisol eútrico es rico o muy rico en nutrientes o bases (Ca, Mg, K, Na), dentro de 50 cm de profundidad⁹.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es gruesa (arenosa¹⁰), cuyo contenido de arcilla se encuentra en menos de 18% y arena en más de 65%. Presenta fase física Lítica¹¹. No presenta fase química¹².

⁵ Carta Edafología 1: 1 000 000 La Paz. INEGI. México.

⁶ Proporción porcentual de las partículas minerales (arena, limo y arcilla) que constituyen el suelo, en los 30 cm. de profundidad.

⁷ Característica de suelo definida de acuerdo con la presencia y abundancia de grava, piedra o capas fuertemente cementadas, que impiden o limitan el uso agrícola del suelo. Se presentan a profundidades variables, siempre menores a 100 cm.

⁸ Presencia de sales solubles, sodio intercambiable o ambas por lo menos en una parte del suelo, a menos de 125 cm de profundidad.

⁹ Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)

¹⁰ Tamaño de partícula: entre 2 mm y 0.2 mm

¹¹ Roca continua dentro de los 50cm de profundidad, de acuerdo con la Carta Edafología 1:1 000 000 La Paz, México del INEGI; sin embargo en el sitio no se observó la presencia de roca continua.

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

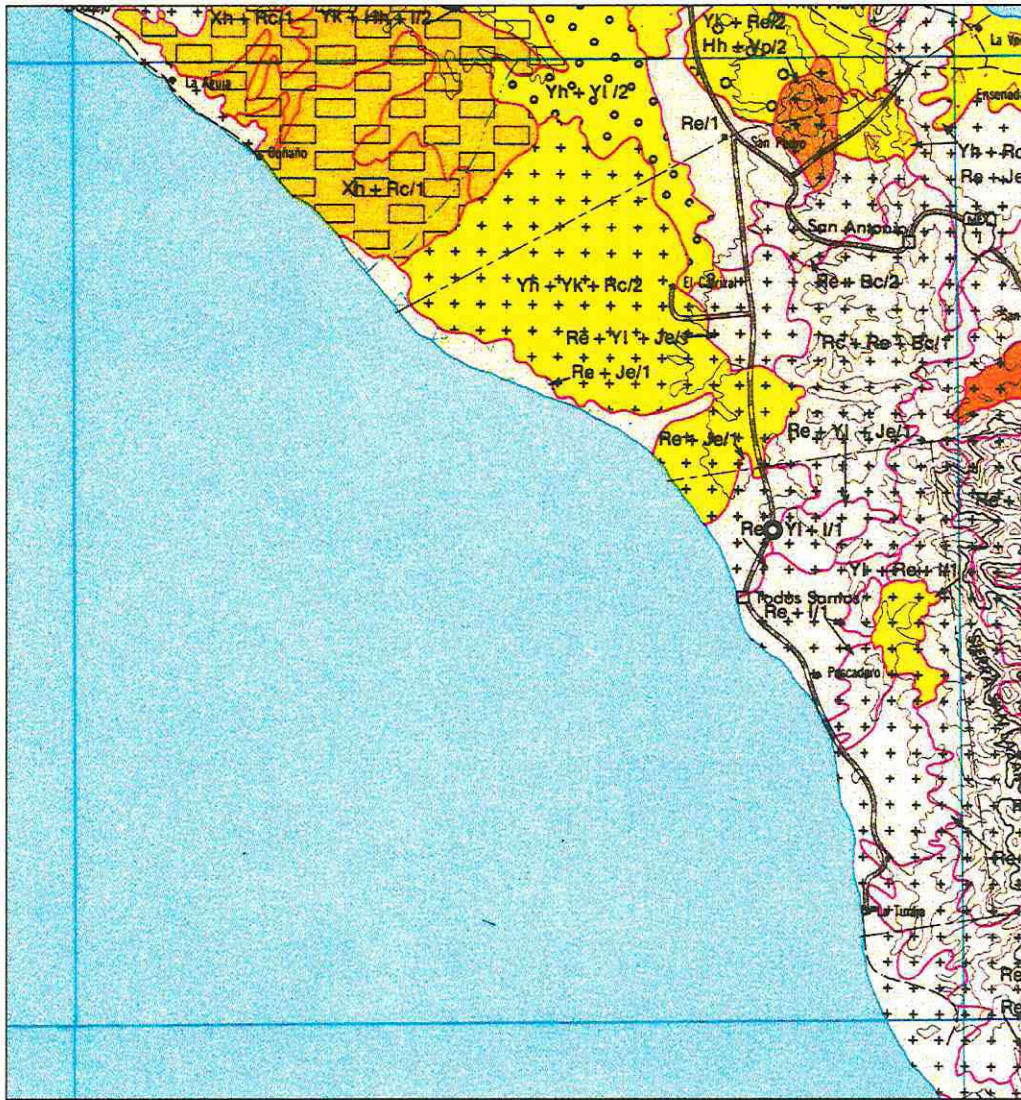


Figura No. 1.4. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

● 12 N 581777 2602374

1.11. CLIMA

El hecho de que el estado de Baja California Sur sea atravesado por una serranía, determina que en el municipio de La Paz se presenten climas diferentes entre la Costa del Golfo y la del Océano, clasificándose, principalmente, en tres tipos seco-semicálidos, muy secos-semicálidos, muy secos-cálidos y cálidos. La temperatura mínima en el municipio de La Paz se registra en la zona Pacífico con 13.6° C, la máxima en la bahía de La Paz que ha alcanzado hasta 40° C, y la media de 22° C.

1.12. HIDROLOGÍA

El municipio de La Paz, al igual que el resto del estado de Baja California Sur, se caracteriza generalmente por la escasez de precipitación, con temporada de lluvias en los meses de julio, agosto, septiembre y, en mucho menos escala, en diciembre y enero. Debido a la falta de recursos, en el municipio de La Paz funcionan dos plantas desaladoras a base de energía solar, ubicadas en La Paz y Pichilingue. Con el propósito de alcanzar un equilibrio entre la explotación y las recargas de los mantos acuíferos, así como preservar la disponibilidad de las aguas subterráneas y superficiales, se construyeron por parte de la Federación y del gobierno del estado de Baja California Sur, dos grandes presas, "Santa Inés" al pie de la Sierra de la Laguna y "Buena Mujer" en la Sierra de la Cacachia.

En la zona del Pacífico las corrientes superficiales son: Arroyo Santa Inés y el Carrizal; subterráneas: subcuenca San Bartolo y un manto acuífero con una descarga de 0.29 millones de m³ por año. La parte norte del municipio de La Paz concentra los arroyos: El Salado, El Caracol, Guadalupe, Datilar y Los Inocentes. La zona de La Paz cuenta con los arroyos superficiales de San José y El Datilar.

Tal como se mencionó anteriormente, no se observan cuerpos de agua superficiales ni subterráneos cerca del sitio de derrame, por lo que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 La Paz del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de **material consolidado** con posibilidades de infiltración **baja media**¹³ (Ver Figura 1.5.).

¹³ Carta Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 La Paz. INEGI. México.

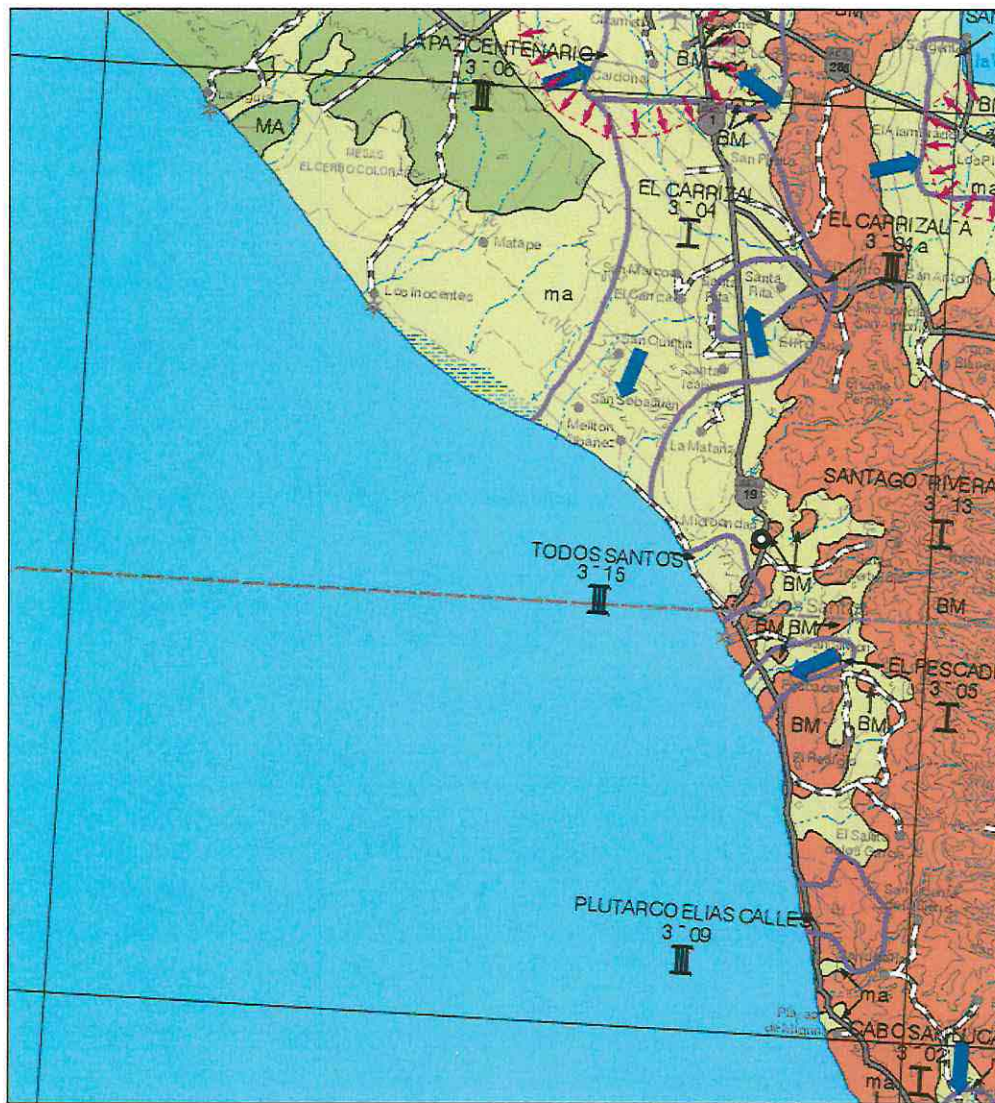


Figura No. 1.5. Coordenadas del sitio de derrame y su correspondiente hidrología subterránea.

● 12 N 581777 2602374

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 impactado es fundamental, del levantamiento topográfico podemos resaltar:

- Establece de forma precisa la ubicación del sitio del derrame la cual tiene como coordenadas de referencia 23° 31' 46.22" Latitud Norte y 110° 11' 56.53" Longitud Oeste, en el **Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur**, con la finalidad de que éste sea localizado por cualquier persona involucrada o interesada en la caracterización y/o remediación.
- Determina la superficie total impactada de suelo natural con un área de 324 m².
- 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 Norte y Oeste.

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

El plano del Levantamiento Topográfico, incluye proyección de concentraciones del hidrocarburo, y tabla de datos, éstos forman el *Anexo XII*.

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.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

1.13.1. Localización del área impactada

Vista en planta y segunda planta, las cuales son 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.
- Puntos de 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. Proyección de concentraciones

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 el sitio contaminado.

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. Cuadro de datos

Contiene la siguiente información técnica:

- | | |
|-----------------------|--------------------------------------------|
| • nombre de proyecto, | • empresa responsable de la contaminación, |
| • autor, | • sustancia derramada, |
| • escala del plano, | • orientación geográfica, |
| • tipo de plano, | • georreferenciado con coordenadas UTM |
| • disciplina, | • firma |
| • ubicación, | |

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	24 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	25 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	40 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 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 Petro Transportes, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Turbosina, 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®) y su aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) para muestreo de suelo.

1.14.4. Sitio de muestreo

Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio impactado, éste presenta un suelo de textura arenosa con un tipo de infiltración baja media y material consolidado. El sitio se encuentra ubicado sobre el derecho de vía de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, cabe mencionar que el lugar donde ocurrió el accidente forma parte de un puente carretero.

El punto de impacto se encuentra aproximadamente a 10.08 Km del poblado de Todos Santos, asimismo se encuentra aproximadamente a 71.17 Km de la cabecera municipal de La Paz, capital del estado de Baja California. En los alrededores del sitio se observa vegetación típica de la región, así como el puente antes mencionado.

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total impactada de aproximadamente 324 m².

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 324 m² correspondiente al área impactada; además de la celda provisional construida durante las labores de emergencia.

1.14.5. Hidrocarburos a analizar

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Turbosina, 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 impactada la cual es de aproximadamente 324 m², además de la celda provisional construida durante las labores de emergencia. Los puntos fueron determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar fueron simples. El tipo de muestreo fue aleatorio simple.

Puntos de muestreo.

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

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MI-PT-LP-03-01-CEXT-P	Superficial	HFM, HAP, H	235
DUPLICADO	MI-PT-LP-03-01-D-CEXT-P	Superficial		
2	MI-PT-LP-03-02-CEXT-F	Superficial		
3	MI-PT-LP-03-03-CEXT-P	Superficial		
4	MI-PT-LP-03-04-CEXT-F	Superficial		
5	MI-PT-LP-03-05-CELDA	0.25		
6	MI-PT-LP-03-06-CELDA	0.50		
7	MI-PT-LP-03-07-CELDA	0.40		
8	MI-PT-LP-03-08-CELDA	0.30		
9	MI-PT-LP-03-09-CELDA	0.10		
RELLENO	MI-PT-LP-03-R	0.40	PH, H	
TESTIGO	MI-PT-LP-03-T	Superficial		

Superficial 0 – 0.05 m

En base a la Tabla No. 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se determinaron 04 (cuatro) puntos de muestreo en suelo distribuidos en el área impactada (zona o caja de extracción), adicional se tomará 01 (un) testigo fuera del área impactada, así como 01 (un) duplicado para el aseguramiento de calidad de las muestras, asimismo se tomará 01 (una) muestra simple en el material de relleno de la caja o zona de extracción, así como 05 (cinco) muestras simples en el material edáfico depositado en la celda provisional construida durante las labores de emergencia.

La distribución y la profundidad de las muestras a recolectar de forma manual estuvo basada en función a las observaciones realizadas en campo, lo cual indica presencia de textura arenosa, infiltración baja media y material consolidado***.

*** Carta Edafológica e Hidrológica de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 La Paz. INEGI. México

Plano georeferenciado.

Ver *Anexo XII* del presente escrito.

Equipo de muestreo.

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

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

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 utilizados 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 debieron 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.

1.14.9. 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.L. a 01 de julio de 2016

Nombre y firma del responsable de la elaboración:

Nombre y firma de la persona física
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 13 de julio de 2016, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) en fecha 05 de julio de 2016 (*Anexo XIII – Acuse de Invitación a Muestreo Inicial*), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

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

- C. Jorge Antonio Alvarez Hernandez, Inspector Federal adscrito a la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente)
- **Nombre de la Persona física**, en representación de la empresa Petro Transportes, S.A. de C.V. (*Anexo XIV – Acuse de Oficio de Autorización*)
- **Nombre de la Persona física** por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras y su respectivo análisis.

Lo ahí observado quedó plasmado Acta de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-2342-AI/2016 de fecha 13 de julio de 2016, en cumplimiento a la Orden de Inspección No. ASEA/UGSIVC/DGSIVC/5S.2.1/VE-2342-OI/2016 (*Anexo XV – Orden y Acta de Inspección ASEA*), además personal de ISALI, S.A. de C.V. plasmó las actividades realizadas en bitácora de campo (*Anexo XVI – Bitácora de Campo – Muestreo Inicial*) así como en memoria fotográfica (*Anexo XVII – Fotográfico – Muestreo Inicial*). El total de muestras fueron 10 (diez) de las cuales, 04 (cuatro) se tomaron en las paredes y fondo de la caja o zona de extracción, 01 (una) muestra se tomó en el material de relleno de la fosa de excavación (caja o zona de extracción) y las 05 (cinco) muestras restantes se tomaron en el material edáfico contaminado depositado en celda provisional; además un (01) duplicado y un (01) testigo, esta información quedó registrada en las cadenas de custodia (*Anexo XVIII – Cadenas de Custodia*) correspondientes, elaboradas 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 (Turbosina) 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 (PROFEPA) como laboratorio de pruebas (*Anexo XIX – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

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

Parámetros	Métodos
HFM	NMX-AA-145-SCFI-2008
HAP	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 XX – Resultados de Laboratorio, Hojas de campo y Cromatogramas*).

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

¹⁵ www.ema.org.mx

Tabla No. 1.3. Profundidad, características y ubicación geográfica de las muestras tomadas			
Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM
MI-PT-LP-03-01-CEXT-P	Superficial	Seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581769 2602376
MI-PT-LP-03-01-D-CEXT-P	Superficial	Seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581769 2602376
MI-PT-LP-03-02-CEXT-F	Superficial	Seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581773 2602371
MI-PT-LP-03-03-CEXT-P	Superficial	Húmeda, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581783 2602352
MI-PT-LP-03-04-CEXT-F	Superficial	Seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581777 2602368
MI-PT-LP-03-05-CELDA	0.25	Ligeramente seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0582267 2604133
MI-PT-LP-03-06-CELDA	0.50	Ligeramente húmeda, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0582265 2604143
MI-PT-LP-03-07-CELDA	0.40	Húmeda, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0582270 2604143
MI-PT-LP-03-08-CELDA	0.30	Húmeda, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0582278 2604152
MI-PT-LP-03-09-CELDA	0.10	Ligeramente húmeda, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0582278 2604158
MI-PT-LP-03-R	0.40	Seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581775 2602375
MI-PT-LP-03-T	Superficial	Seca, color pardo, suelo arenoso sin materia orgánica	12Q 0581748 2602422

*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									
Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ¹⁶	B ¹⁷	C ¹⁸	D ¹⁹	E ²⁰	F ²¹
MI-PT-LP-03-01-CEXT-P	<140.56	2.67	A.N.R. ²²	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-01-D-CEXT-P	<140.56	3.92	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-02-CEXT-F	<140.56	2.57	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-03-CEXT-P	<140.56	8.58	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-04-CEXT-F	<140.56	3.88	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-05-CELDA	19494.39	4.73	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-06-CELDA	23243.72	5.28	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-07-CELDA	20602.39	6.03	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-08-CELDA	25083.12	6.24	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-09-CELDA	29601.7	4.42	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-R	210.93	1.45	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-T	A.N.R.	1.52	7.06	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

¹⁶ Benzo [a] pireno

¹⁷ Dibenzo [a,h] antraceno

¹⁸ Benzo [a] antraceno

¹⁹ Benzo [b] fluoranteno

²⁰ Benzo [k] fluoranteno

²¹ Indeno (1,2,3-cd) pireno

²² Análisis No Realizado

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Turbosina)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
1200	1200	5000

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) para hidrocarburos específicos en el suelo, en este caso HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), 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)			
HAP	Agrícola²⁷	Residencial²⁸	Industrial²⁹
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

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 comercial

²⁷ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁸ Incluye recreativo

²⁹ Incluye comercial

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:

Tabla No. 1.7. Tabla comparativa

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ³⁰	B ³¹	C ³²	D ³³	E ³⁴	F ³⁵
MI-PT-LP-03-01-CEXT-P	<140.56	2.67	A.N.R. ³⁶	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-01-D-CEXT-P	<140.56	3.92	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-02-CEXT-F	<140.56	2.57	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-03-CEXT-P	<140.56	8.58	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-04-CEXT-F	<140.56	3.88	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-05-CELDA	19494.39	4.73	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-06-CELDA	23243.72	5.28	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-07-CELDA	20602.39	6.03	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-08-CELDA	25083.12	6.24	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-09-CELDA	29601.7	4.42	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-R	210.93	1.45	A.N.R.	<0.26	<0.26	<0.27	<0.24	<0.25	<0.27
MI-PT-LP-03-T	A.N.R.	1.52	7.06	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

Como se puede observar en la tabla anterior, las muestras de suelo tomadas en la celda provisional presentan concentraciones de HFM (Hidrocarburos Fracción Media) **superando** los Límites Máximos Permisibles (LMP) señalados en la Tabla No. 2 y 3 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **neutro**³⁷, por el valor del pH.

³⁰ Benzo [a] pireno

³¹ Dibenzo [a,h] antraceno

³² Benzo [a] antraceno

³³ Benzo [b] fluoranteno

³⁴ Benzo [k] fluoranteno

³⁵ Indeno (1,2,3-cd) pireno)

³⁶ Análisis No Realizado

³⁷ Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 1 de 2

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Petro Transportes SA de CV (Todos Sinter) BC.

No. DE PROYECTO: P3921 ÁREA: AL EE Ag MS R

MUESTREADOR: **Nombre de las Personas físicas Responsables del muestreo**
RESPONSABLE DEL: **Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP**

TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE _____ (días)

ANALISIS										FOLIO: 9179
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HFM</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">HAP</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">H</div> <div style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">PH</div> </div>										ZSALI NOMBRE DEL CLIENTE Firma de la Persona física Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM	EHS ID*			
							MP	MC			<input checked="" type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> Kg		
MI-PT-LP-03-01-CEXT-P	2016-07-13	16:21	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-1-1
MI-PT-LP-03-01-D-CEXT-P	2016-07-13	16:21	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-2-1
MI-PT-LP-03-02-CEXT-F	2016-07-13	16:35	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-3-1
MI-PT-LP-03-03-CEXT-P	2016-07-13	17:13	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-4-1
MI-PT-LP-03-04-CEXT-F	2016-07-13	17:04	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-5-1
MI-PT-LP-03-05-CEL	2016-07-13	18:23	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-6-1
MI-PT-LP-03-06-CEL	2016-07-13	18:36	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-7-1
MI-PT-LP-03-07-CEL	2016-07-13	18:56	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-8-1
MI-PT-LP-03-08-CEL	2016-07-13	19:05	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-9-1
MI-PT-LP-03-9-CEL	2016-07-13	19:17	S	1	FV	7	✓	-	0.235	✓	✓	✓	82064-10-1

OBSERVACIONES: NOM-138-SEMIARNAT/SSA1-2012 Nombre y Firma de las Personas físicas Responsables del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP T°C* 4°C

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR:	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
Nombre y Firma de las Personas físicas Responsables del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP	<u>2016-07-18</u>	<u>14:52</u>	Nombre y Firma de las Personas físicas Responsables del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP	<u>2016/07/18</u>	<u>14h52</u>	

Hora de la toma de muestra (00:00 a 24:00h) 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



Nombre y Firma de las
Personas físicas Responsables
del muestreo
Artículo 113 fracción I de la
LFTAIP y 116 primer párrafo
de la LGTAIP

CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 2

EHS Labs® de México, 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

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Petro Transportes s.a. de c.a. (Cittadas Sante) S.C.
No. DE PROYECTO: P3921 ÁREA: AL FF Ag S R
MUESTREADOR: [Redacted] Nombre de la Persona física
RESPONSABLE DEL MUESTREO: [Redacted] Nombre de la Persona física
TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE _____ (días)

ANALISIS										FOLIO: 9180
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> HFFMHAPHPH </div>										<u>TSALI</u> NOMBRE DEL CLIENTE

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM						EHS ID*
							MP	MC							
M-PT-LP-03-R	2016-07-13	17:33	S	1	FV	7	<input checked="" type="checkbox"/>	-	0.235	<input checked="" type="checkbox"/>	/	/			82064-11-1
M-PT-LP-03-T	2016-07-13	17:42	S	1	FV	7	<input checked="" type="checkbox"/>	-	0.235		/	/			82064-12-1
[Redacted]															

OBSERVACIONES: NOM-138-SEMARNAT/ISSA-2017 Nombre y Firma de las Personas físicas Responsables del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

ENTREGADO POR: (nombre y firma) [Redacted] FECHA: 07-13 HORA: 14:52 Nombre y Firma de las Persona física Responsable del muestreo Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

FECHA: 2016/07/13 HORA: 16:52 T°C* 40c COMENTARIOS

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) (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



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Petro Transportes, S.A. de C.V.

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Petro Transportes, S.A. de C.V.
Dirección:	C.J.F. Brittingham No. 184, colonia Ciudad Industrial
Entidad:	Municipio de Torreón, estado de Coahuila
Atención:	Nombre de la Persona física

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. 041 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro - Todos Santos - Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de La Paz, estado de Baja California Sur.
Fecha de muestreo:	2016-07-13
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: 9179, 9180

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Numero de Siniestro: 304109-16</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2016-07-18
	Fecha de inicio de análisis: 2016-07-18
Identificación EHS Labs: 82064	Fecha termino de análisis: 2016-08-10
	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
Petro Transportes, S.A. de C.V.

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3921
 Fecha de Recepción: 2016-07-18
 Fecha de muestreo: 2016-07-13
 Folio de cadena de Custodia: 9179, 9180
 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-PT-LP-03-01-C.EXT-P	82064-1	2.67	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-01-D-C.EXT-P	82064-2	3.92	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-02-C.EXT-F	82064-3	2.57	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-03-C.EXT-P	82064-4	8.58	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-04-C.EXT-F	82064-5	3.88	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-05-CEL	82064-6	4.73	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-06-CEL	82064-7	5.28	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-07-CEL	82064-8	6.03	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-08-CEL	82064-9	6.24	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-09-CEL	82064-10	4.42	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-R	82064-11	1.45	6.00	2016-07-22	LB
MI-PT-LP-03-T	82064-12	1.52	6.00	2016-07-22	LB

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



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3921
 Fecha de Recepción: 2016-07-18
 Fecha de muestreo: 2016-07-13
 Folio de cadena de Custodia: 9179, 9180
 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-PT-LP-03-01-C.EXT-P	82064-1	<140.56	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-23	LB
MI-PT-LP-03-01-D-C.EXT-P	82064-2	<140.56	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-23	LB
MI-PT-LP-03-02-C.EXT-F	82064-3	<140.56	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-23	LB
MI-PT-LP-03-03-C.EXT-P	82064-4	<140.56	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-23	LB
MI-PT-LP-03-04-C.EXT-F	82064-5	<140.56	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-23	LB
MI-PT-LP-03-05-CEL	82064-6	19494.39	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-25	LB
MI-PT-LP-03-06-CEL	82064-7	23243.72	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-25	LB
MI-PT-LP-03-07-CEL	82064-8	20602.39	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-25	LB
MI-PT-LP-03-08-CEL	82064-9	25083.12	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-25	LB
MI-PT-LP-03-09-CEL	82064-10	29601.7	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-25	LB
MI-PT-LP-03-R	82064-11	210.93	140.56	62.10	2016-07-22	2016-07-25	LB

Informe: P3921
 Fecha de Emisión: 2016-08-10

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

Página: 2
 No. de Hojas: 13 (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

Petro Transportes, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3921
 Fecha de Recepción: 2016-07-18
 Fecha de muestreo: 2016-07-13
 Folio de cadena de Custodia: 9179, 9180
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico: NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2016-07-22
 Fecha de análisis: 2016-07-30
 Analista: OG

Cliente	MI-PT-LP-03-01-C.EXT-P	MI-PT-LP-03-01-D-C.EXT-P	MI-PT-LP-03-02-C.EXT-F	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	82064-1	82064-2	82064-3		
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	0.02

Cliente	MI-PT-LP-03-03-C.EXT-P	MI-PT-LP-03-04-C.EXT-F	MI-PT-LP-03-05-CEL	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	82064-4	82064-5	82064-6		
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	0.02

Cliente	MI-PT-LP-03-06-CEL	MI-PT-LP-03-07-CEL	MI-PT-LP-03-08-CEL	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	82064-7	82064-8	82064-9		
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	0.02

Cliente	MI-PT-LP-03-09-CEL	MI-PT-LP-03-R	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	82064-10	82064-11		
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	0.02



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Petro Transportes, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P3921
Fecha de Recepción: 2016-07-18
Fecha de muestreo: 2016-07-13
Folio de cadena de Custodia: 9179, 9180
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-PT-LP-03-T	82064-12	7.06	0.12	2016-07-19	AY



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Petro Transportes, S.A. de C.V.

Comentarios:
Ninguno

**Responsables autorizados que firman
los informes de resultados
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.

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 XXI – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes:

- 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 XXII - 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 manejo con empresa autorizada por SEMARNAT, o inclusive, la combinación de las técnicas autorizadas en los párrafos anteriores.

3.2. MARCO TEÓRICO

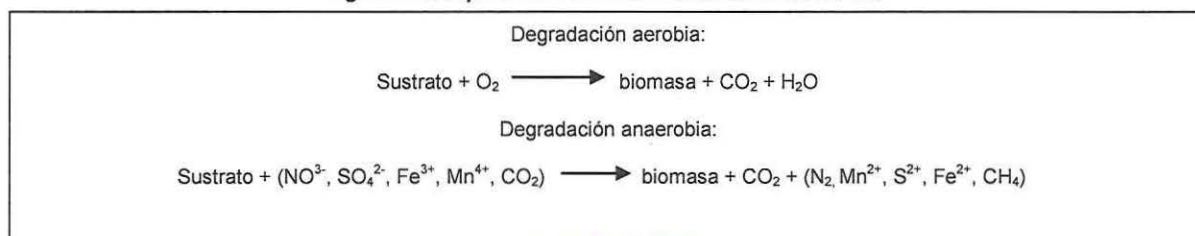
3.2.1. Remediación de suelos contaminados

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, bioaugmentación, 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. 6.1 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 BIORREMEDIACIÓN

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 a un lado del sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las altas concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) encontradas en el suelo depositado en la celda provisional.
- El sitio de tratamiento es potencialmente viable para acoplar las condiciones de un tratamiento biológico (temperatura, humedad, etc).
- Las características y composición del hidrocarburo derramado, observándose una infiltración muy alta en el subsuelo en base a los sondeos realizados en el sitio.
- El clima templado del sitio que oscila entre los 14 – 26 °C.
- La humedad relativa de las muestras tomadas en el material depositado en la celda provisional, las cuales se encuentran aproximadamente en 6% en comparación con la muestra testigo misma que muestra un valor de 1% de humedad.
- El suelo natural contaminado se encuentra en derecho de vía, por debajo y a un lado de un puente carretero.
- La profundidad a la cual se encontraron concentraciones menores a los Límites Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, es de 4.00 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 son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente dentro del área contaminada la cual es de 324 m², resultando un volumen de 1215 m³ de material edáfico contaminado con Turbosina:

Se acondicionará la celda provisional construida durante las Labores de Emergencia (Ver Sección 1.4. del presente documento). Los trabajos se realizarán con técnicas mecánicas, con maquinaria pesada tal como es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema homogenización y remoción del material en tratamiento.

En términos generales las actividades en cada una de sus fases de tratamiento del suelo natural contaminado con Turbosina será la hidratación, labranza mecánica del suelo contaminado, aplicación de nutrientes, microorganismos, y 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, mecánicamente se inducirá la aeración al suelo en tratamiento.

Todas las actividades anteriormente mencionadas se realizarán 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.

<i>Tabla No. 3.1. Insumos</i>
Agente Biodegradador de Hidrocarburos (ABH) (Bacteria)
Fertilizante (NPK) ⁴²
Agua

⁴² 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 (Turbosina) tiene como productos asociados a los Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Por otra parte, en el presente Programa de Remediación se señaló que el tipo de suelo presenta **matorral sarcocaulé**, 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 ⁴³							
Parámetro	HFM	A ⁴⁴	B ⁴⁵	C ⁴⁶	D ⁴⁷	E ⁴⁸	F ⁴⁹
LMP ⁵⁰	1200	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 SUELO

El volumen de suelo que será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado, será utilizado para relleno y nivelación del terreno circundante⁴⁵ al sitio de impacto en el derecho de vía de la Carretera No. 19, una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP (Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

⁴³ Concentración expresada en mg /Kg

⁴⁴ Benzo [a] pireno

⁴⁵ Dibenzo [a,h] antraceno

⁴⁶ Benzo [a] antraceno

⁴⁷ Benzo [b] fluoranteno

⁴⁸ Benzo [k] fluoranteno

⁴⁹ Indeno (1,2,3-cd) pireno)

⁵⁰ Límite Máximo Permisible, expresado en mg / Kg base seca

3.7. PROGRAMA CALENDARIZADO DE ACTIVIDADES

Los trabajos de remediación propuestos en este documento, podrán iniciarse posterior a la entrega del Programa de Remediación ante esa H. Dirección, dando aviso por escrito 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 XXIII – Programa Calendarizado de Actividades de Remediación*).

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 XXIV* 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 Liberación por parte de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente).

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



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 a un lado del sitio contaminado** se tomarán 05 (cinco) muestras simples a partir de un muestreo dirigido en la zona de tratamiento (1215 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 y gafas
- Espátulas planas con lados paralelos
- Frascos de vidrio (forrados 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 las 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 XXIII).



Anexo XXV

INTEGRACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES & LIMPIEZA INDUSTRIAL
"Profesionales y éticos...para su tranquilidad"

Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur.

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	10 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	25 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo (entre cada toma de muestra)	15 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	20 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena de custodia y papelería de campo	30 minutos	Laboratorio
Toma de evidencia fotográfica	18 minutos	Responsable técnico
Elaboración de documento oficial (acta, minuta, etc.)	Dependerá del tipo de documento y de personal de cada Dependencia	ASEA

*Tiempo total 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 Petro Transportes, S.A. de C.V.:** Fungir como representante y primer interesado de la atención al derrame de Turbosina, 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 física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 14 de octubre de 2016



Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur.

3. SITIO DE MUESTREO

3.1 Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio impactado, éste presenta un suelo de textura arenosa con un tipo de infiltración baja media y material consolidado. En el sitio existe la presencia de vegetación típica de la región.

Aproximadamente a 10.08 Km del sitio de impacto se encuentra la localidad de Todos Santos, asimismo aproximadamente a 71.17 Km se encuentra la cabecera municipal de La Paz, capital del estado de Baja California Sur.

Es importante mencionar que la celda de tratamiento se ubica aproximadamente a 2 Km de distancia del sitio de derrame hacia la cabecera municipal de La Paz, en el Km. 39 + 590 de la Carretera No. 19.

3.2 Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie correspondiente a la celda de tratamiento.

4. HIDROCARBUROS A ANALIZAR

Los parámetros a analizar en función del producto derramado, siendo Turbosina, 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 y se conoce el volumen del material edáfico en donde se tomarán las muestras (1215 m³). Los puntos serán determinados por el personal de ISALI, S.A. de C.V. Las muestras a tomar serán simples. El tipo de muestreo será aleatorio simple.

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.

Nombre y firma de la persona física
Artículo 113 fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP

Lugar y fecha de elaboración
Monterrey, N.L. a 14 de octubre de 2016

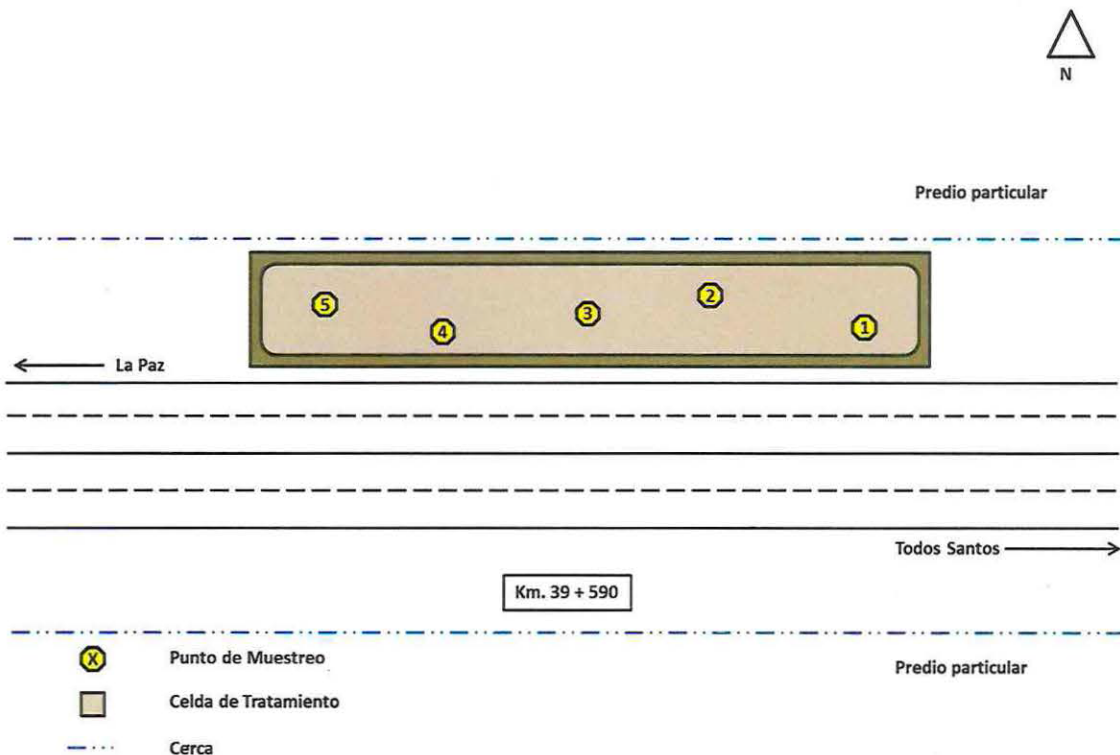
Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur.

Puntos de muestreo ¹	Identificación	Superficie de muestreo	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-PT-LP-02-01-CEL	Celda de tratamiento	0.25	HFM, HAP, H, PH	235
DUPLICADO	MF-PT-LP-02-01-CEL-D		0.25		
2	MF-PT-LP-02-02-CEL		1.00		
3	MF-PT-LP-02-03-CEL		0.60		
4	MF-PT-LP-02-04-CEL		0.50		
5	MF-PT-LP-02-05-CEL	0.80			

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 tomarán cinco (05) muestras en la celda o zona de tratamiento, así como una (01) muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad.

5.3 Representación Gráfica de Puntos de Muestreo.



¹ "Por regla general se debe requerir que se aplique una muestra simple por cada 250 – 300 m³"... Criterio establecido en la Guía Técnica de Orientación para la Planeación y Realización de Muestreos Finales Comprobatorios. SEMARNAT 2012.

Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur.

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.

Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19, San Pedro – Todos Santos – Cabo San Lucas, localidad de Todos Santos, municipio de La Paz, estado de Baja California Sur.

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:

- 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 CAMPO²

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

Motivo:

² 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.



Programa Calendarizado de Actividades de Remediación (1/1)

Diagrama de Gantt para las Actividades de Remediación								
Fase	Actividad	BIORREMEDIACIÓN POR LANDFARMING A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO						
		Semana						
		1	5	9	13	17	21	25
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio	■						
	Acondicionamiento de celda provisional	■						
	Hidratación	■						
	Homogenización - Aireación	■						
	Aplicación de nutrientes	■						
	Homogenización - Aireación	■						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)	■						
	Homogenización - Aireación	■						
II	Hidratación		■					
	Homogenización - Aireación		■					
	Aplicación de nutrientes		■					
	Homogenización - Aireación		■					
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)		■					
	Homogenización - Aireación		■					
III	Hidratación			■				
	Homogenización - Aireación			■				
	Aplicación de nutrientes			■				
	Homogenización - Aireación			■				
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)			■				
	Homogenización - Aireación			■				
M-I	Monitoreo intermedio			■				
IV	Hidratación				■			
	Homogenización - Aireación				■			
	Aplicación de nutrientes				■			
	Homogenización - Aireación				■			
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)				■			
	Homogenización - Aireación				■			
V	Hidratación					■		
	Homogenización - Aireación					■		
	Aplicación de nutrientes					■		
	Homogenización - Aireación					■		
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)					■		
	Homogenización - Aireación					■		
M-II	Monitoreo intermedio					■		
VI	Hidratación						■	
	Homogenización - Aireación						■	
	Aplicación de nutrientes						■	
	Homogenización - Aireación						■	
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						■	
	Homogenización - Aireación						■	
VII	Hidratación							■
	Homogenización - Aireación							■
	Aplicación de nutrientes							■
	Homogenización - Aireación							■
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)							■
	Homogenización - Aireación							■
M-III	Monitoreo intermedio							■

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/4)



Ubicación del punto de impacto en el Km. 41 + 590 de la Carretera No. 19.



Señalización preventiva en el sitio del accidente.



Se colocó la señalización adecuada durante la ejecución de las Labores de Emergencia.



Personal humano abanderando la zona cercana al área de trabajo, como medida preventiva.



Maquinaria pesada utilizada para la ejecución de las Labores de Emergencia en el sitio del derrame.



Afectación a suelo natural por el derrame de Turbosina y su posterior incendio en la zona.

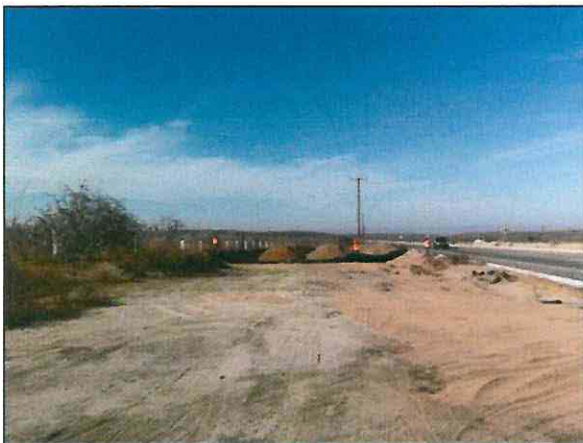
Fotográfico – Labores de Emergencia (2/4)



Construcción de la celda provisional.



Colocación de liner.



Construcción de los bordos de la celda provisional.



Se observa un lado de la celda provisional con la membrana de polietileno de alta densidad.

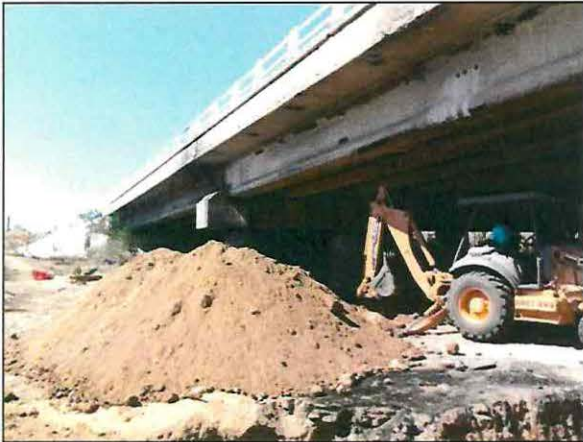


Extracción del material edáfico contaminado con Turbosina en la zona contaminada.



Con apoyo de retroexcavadora se extrajo el suelo natural contaminado con hidrocarburos (Turbosina).

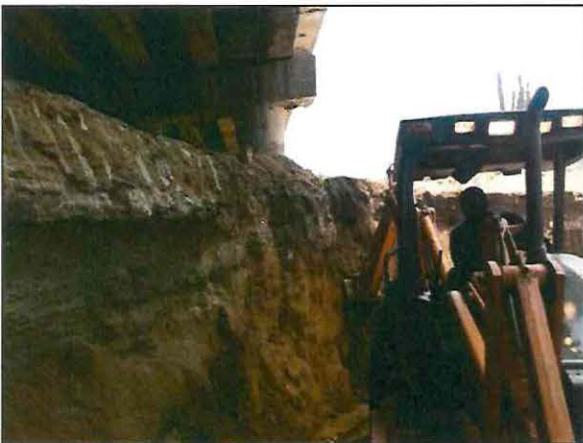
Fotográfico – Labores de Emergencia (3/4)



Retiro cuidadoso del material edáfico contaminado, debido a la cimentación del puente carretero.



Personal de ISALI, S.A. de C.V. fue el encargado de ejecutar las Labores de Emergencia en el sitio de derrame.



Fosa de excavación (Caja o zona de extracción), donde es evidente una profundidad de alrededor de 4.00 m.



Depósito de material edáfico contaminado en la celda provisional.



Con apoyo de recurso humano se acomodó el material edáfico contaminado dentro de la celda provisional.



Vista de la celda provisional donde se colocó el material edáfico contaminado con Turbosina.

Fotográfico – Labores de Emergencia (4/4)



Con apoyo de recurso humano se detalló la fosa de excavación (caja o zona de extracción).



La fosa de excavación fue acondicionada para la entrada de maquinaria pesada con el material de relleno.



Extracción de material edáfico libre de contaminantes de un terreno ejidal, que fue utilizado como relleno para la fosa de excavación (Caja o zona de extracción).



Colocación del material de relleno dentro de la fosa de excavación (caja o zona de extracción).



Dispersión del material edáfico utilizado como relleno para su posterior compactación.



Durante las actividades de relleno, se procedió a la compactación del material edáfico utilizado como relleno, para restaurar las condiciones originales del sitio.

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/2)



Se tomó la muestra testigo con cucharón de teflón fuera del área impactada.



Con ayuda de hand auger se tomó la muestra en el material de relleno.



Las muestras se envasaron, etiquetaron y sellaron en el sitio de muestreo.



Se tomaron muestras en las paredes de la fosa de excavación (caja o zona de extracción).



Se tomaron muestras en el fondo de la fosa de excavación (caja o zona de extracción).

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/2)



Se realizó el lavado de equipo entre cada toma de muestras.



Con ayuda de hand auger se tomaron muestras en el material de la celda provisional.



Las muestras se etiquetaron y sellaron para su correcta identificación.



Las muestras fueron envasadas en frascos de vidrio, recubiertos con papel aluminio.



Se utilizó agua destilada y jabón libre de fosfatos para realizar el lavado de equipo de muestreo.