



INTEGRACIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES & LIMPIEZA INDUSTRIAL

PROGRAMA DE REMEDIACIÓN

PETRO ASFALTOS DEL SURESTE, S.A. DE C.V.

Sin. VC00190G

Derrame de aproximadamente 62,000 L de Turbosina, en el Km. 31 de la Carretera No. 145-D Minatitlán – Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.



“Profesionales y éticos...para su tranquilidad”

Monterrey, Nuevo León, enero de 2018

ÍNDICE GENERAL

1. DATOS DE INFORMACIÓN DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN.....	1
1.1. RESUMEN EJECUTIVO.....	1
1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME.....	2
1.2.1. Derrame y diligencias	2
1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN.....	3
1.4. LABORES DE EMERGENCIA.....	4
1.4.1. Señalización del sitio.....	4
1.4.2. Limpieza de canaletas y dren pluvial de concreto.....	4
1.4.3. Construcción de Celda provisional.....	4
1.4.4. Extracción y acarreo del material edáfico afectado.....	5
1.4.5. Relleno de Fosa de Excavación perteneciente al camellón central.....	5
1.5. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN.....	6
1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE TIERRA BLANCA.....	8
1.7. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL SITIO DEL DERRAME.....	9
1.8. PROPIEDADES DE LA SUSTANCIA DERRAMADA – TURBOSINA.....	12
1.9. USO DE SUELO.....	13
1.10. EDAFOLOGÍA.....	15
1.11. CLIMA.....	17
1.12. HIDROLOGÍA.....	17
1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	19
1.13.1. Localización del área dañada.....	20
1.13.2. Cuadro de muestreo.....	20
1.13.3. Isométrico de concentraciones y migración del contaminante.....	20
1.13.4. Cuadro de construcción	20
1.13.5. Tira marginal.....	20
1.14. PLAN DE MUESTREO INICIAL.....	21

1.14.1.	Objetivo.....	21
1.14.2.	Actividades y tiempos de ejecución.....	21
1.14.3.	Personal involucrado y sus responsabilidades.....	21
1.14.4.	Sitio de muestreo.....	22
1.14.5.	Hidrocarburos a analizar.....	23
1.14.6.	Muestreo.....	23
1.14.7.	Recipientes, preservación y transporte de muestras.....	25
1.14.8.	Medidas y equipo de seguridad.....	25
1.14.9.	Aseguramiento de calidad del muestreo.....	26
1.15.	PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL.....	27
1.16.	RESULTADOS DE LABORATORIO.....	28
1.16.1.	Análisis de resultados.....	32
1.17.	CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN.....	34
2.	DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN	36

Monterrey Nuevo León, a 09 de febrero de 2018

Sin. VC00190G

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.** e informa sobre las actividades desarrolladas, las labores de emergencia, los resultados y conclusiones obtenidos en la caracterización de suelo y subsuelo dañado con hidrocarburos, debido al derrame de **Turbosina** manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 62,000 L**, consumiéndose el hidrocarburo parcialmente debido a un incendio que se produjo en el sitio a consecuencia del mismo accidente. Este derrame se originó por el accidente de una unidad propiedad de la empresa **Petro Asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.**, ocurrido el 12 de enero de 2017 en el **Km. 31 de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.**

Con el fin de dar cumplimiento a las disposiciones ambientales vigentes en materia de suelos contaminados (dañados), se ha elaborado el presente Programa de Remediación (PR). 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 señala que solo las muestras tomadas en la **Celda provisional (638.2 m³)** construida durante las labores de emergencia en el sitio del derrame superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, más no así para las muestras tomadas en la Fosa de Excavación, obteniendo valores por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs). Debido a esta razón, un **volumen estimado de 638.2 m³ (Celda provisional)** del suelo dañado con **Turbosina**, debe de ser sometido a un proceso de biorremediación mediante la técnica **Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado**, a realizarse en un plazo de **25 semanas.**

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA, ART.
116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Ingeniero de Proyectos

Lic. Diana Alicia Báez Rodríguez
ISALI, S.A. de C.V.

**CORREO ELECTRONICO DEL REPRESENTANTE LEGAL,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

1.2. ANTECEDENTES DEL DERRAME

1.2.1. Derrame y diligencias

El accidente ocurrió el día 12 de enero de 2017 en el **Km. 31 de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz**. En el sitio se derramó **Turbosina** (*Anexo I – Documento de embarque*) manifestándose la cantidad derramada de **aproximadamente 62,000 L**, la cual fue consumida parcialmente debido a un incendio en el sitio.

La empresa **Petro Asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.** dio aviso del derrame a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) mediante escrito ingresado a dicha Dependencia en fecha 13 de enero de 2017, conteniendo como anexos el formato del 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*).

Es importante mencionar que en el Aviso de derrame se plasmó que el hidrocarburo derramado fue consumido en su totalidad debido al incendio que se produjo en el sitio a consecuencia del mismo accidente, sin embargo, una vez realizados los sondeos de campo en el sitio se constató que la Turbosina había infiltrado estratos inferiores del suelo afectado.

1.3. DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DE LA CONTAMINACIÓN

El transportista responsable del derrame es la empresa **Petro Asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.**, cuya actividad es el transporte público federal de carga. Los datos generales son los siguientes:

- Representante legal: Karen Cecilia Hernández Virgen
- Domicilio para oír y recibir notificaciones: [REDACTED]
[REDACTED]
- RFC: PAS971105HB5
- Tel. [REDACTED]
- Correo: [REDACTED]

**DIRECCIÓN, TELEFONO Y CORREO
ELECTRONICO DEL REPRESENTANTE
LEGAL, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE
LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP**

1.4. 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 a 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 Turbosina y la afectación al mismo. A continuación se enlistan dichas actividades y las observaciones obtenidas en campo durante las labores de emergencia:

1.4.1. Señalización del sitio

- Personal de ISALI, S.A. de C.V. hizo acto de presencia en el lugar del siniestro.
- El sitio fue debidamente señalizado con conos naranjas y personal abanderado, delimitando el área de trabajo.

1.4.2. Limpieza de canaletas y dren pluvial de concreto

- Con apoyo de recurso humano equipado con picos y palas, se llevó a cabo la limpieza en las canaletas de concreto y en el dren pluvial de concreto, extrayendo el material edáfico afectado para posteriormente colocarlo en películas de polietileno de alta densidad para su acarreo hasta la Celda provisional.

1.4.3. Construcción de Celda provisional

- Con apoyo de maquinaria pesada como lo es la retroexcavadora se realizó la nivelación y compactación del terreno donde se construyó la Celda provisional,

posteriormente se tendió una película de polietileno de alta densidad, en el cual se depositó el suelo afectado.

- La Celda provisional tiene las siguientes dimensiones aproximadas: 60 m x 9 m x 1.3 m (lado, ancho, alto).

1.4.4. Extracción y acarreo del material edáfico afectado

- Con apoyo de la retroexcavadora, así como de un camión de volteo y recurso humano utilizando palas y picos, se realizó la extracción del material edáfico afectado, tanto en el camellón central como en el predio particular afectados, posteriormente fue transportado y colocado en la Celda provisional, para su caracterización.

1.4.5. Relleno de Fosa de Excavación perteneciente al camellón central

- Debido a solicitud por parte de personal adscrito a Caminos y Puentes Federales (CAPUFE), la Fosa de Excavación perteneciente al camellón central de la Carretera No. 145-D Minatitlán – Córdoba se relleno con material edáfico semejante al de la localidad y libre de contaminantes, esto con el fin de evitar que el talud y la carretera no sufran daños en los terraplenes o deslaves por lluvias.

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

1.5. PRE-DELIMITACIÓN DE ÁREA Y VOLUMEN

Con el objetivo de predelimitar el área a muestrear se realizó un sondeo en campo, 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 - arcillosa, con infiltración media y alta y material no consolidado).

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

Tabla No. 1.1. 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	0.30	10.0	8:20	>1200	Área Afectada "A"	4	Dentro de Norma (<1200 ppm) Fuera de Norma (>1200 ppm)	
	S-02	0.60	10.10	8:45	>1200		4		
	S-03	0.90	9.90	9:10	>1200		4		
	S-04	1.20	9.90	9:35	>1200		4		
	S-05	1.50	10.0	9:55	>1200		4		
	S-06	1.70	9.90	10:20	<1200		4		
2	S-07	0.30	9.90	10:45	>1200		4		
	S-08	0.60	10.0	11:05	>1200		4		
	S-09	0.90	9.90	11:20	>1200		4		
	S-10	1.20	10.0	11:42	>1200		4		
	S-11	1.50	10.10	11:58	>1200		4		
	S-12	1.70	9.90	12:15	<1200		4		
3	S-13	0.30	9.90	12:32	>1200		4		
	S-14	0.60	10.0	12:55	>1200		4		
	S-15	0.90	9.90	13:09	>1200		4		
	S-16	1.20	9.90	13:25	>1200		4		
	S-17	1.50	10.0	13:46	>1200		4		
	S-18	1.70	9.90	14:05	<1200		4		
4	S-19	0.30	10.0	14:20	>1200		4		
	S-20	0.60	9.90	14:38	>1200		4		
	S-21	0.90	9.90	14:41	>1200		4		
	S-22	1.20	9.90	14:59	>1200		4		
	S-23	1.50	9.90	13:20	>1200		4		
	S-24	1.70	10.10	13:41	<1200		4		
5	S-25	0.20	10.0	13:54	<1200		Periferia del área afectada A		4
	S-26	0.40	9.90	14:02	<1200				4
6	S-27	0.40	9.90	14:24	<1200				4
	S-28	0.70	10.10	14:36	<1200				4
7	S-29	0.20	9.90	14:43	>1200		Área Afectada B		4
	S-30	0.40	9.90	14:56	>1200				4
	S-31	0.60	9.90	15:05	>1200				4
	S-32	0.80	10.10	15:14	>1200				4
	S-33	1.00	9.90	15:26	<1200				4

8	S-34	0.20	9.90	15:32	>1200	Periferia del área afectada B	4
	S-35	0.40	10.10	15:46	>1200		4
	S-36	0.60	10.10	16:05	>1200		4
	S-37	0.80	9.90	16:21	>1200		4
	S-38	1.00	10.10	16:34	<1200		4
9	S-39	0.20	9.90	16:47	>1200		4
	S-40	0.40	9.90	16:59	>1200		4
	S-41	0.60	10.0	17:09	>1200		4
	S-42	0.80	10.10	17:22	>1200		4
	S-43	1.00	9.90	17:34	<1200		4
10	S-44	0.20	10.0	17:45	>1200		4
	S-45	0.40	10.0	17:59	>1200		4
	S-46	0.60	9.90	18:07	>1200		4
	S-47	0.80	9.90	18:19	>1200		4
	S-48	1.00	10.0	18:30	>1200		4
11	S-49	0.40	10.0	18:42	<1200	4	
	S-50	0.70	10.10	18:54	<1200	4	
12	S-51	0.20	9.90	19:09	<1200	4	
	S-52	0.40	10.0	19:17	<1200	4	
13	S-53	0.30	9.90	19:30	<1200	4	
	S-54	0.60	9.90	19:41	<1200	4	
14	S-55	0.30	10.0	19:52	<1200	4	
	S-56	0.60	10.10	20:01	<1200	4	
15	S-57	0.30	10.0	20:12	<1200	4	

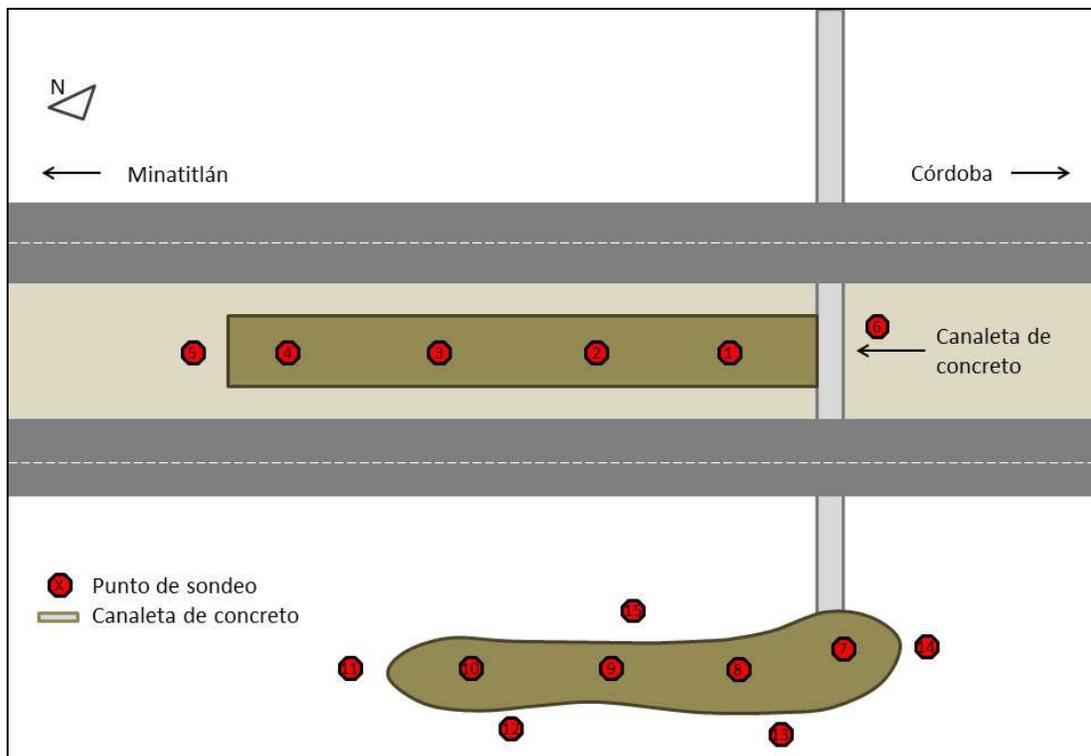


Figura Ilustrativa No. 1.1. Puntos de sondeos para predelimitación.

1.6. UBICACIÓN E INFORMACIÓN GENERAL DEL MUNICIPIO DE TIERRA BLANCA¹

El municipio de Tierra Blanca se encuentra ubicado en la zona centro del estado de Veracruz, en las coordenadas 18° 27' Latitud Norte y 96° 21' Longitud Oeste a una altura de 60 msnm. Limita al Norte con Cuitláhuac, Cotaxtla, Tlaxicoyan, al Este con Ixmiquilpan, al Sur con Cosamaloapan. Su distancia aproximada al Sureste de la capital del estado, por carretera es de 215 Km.

Tiene una superficie de 1,516.75 Km², cifra que representa un 2.19% del total del estado.

El municipio se encuentra situado en la zona central del estado dentro de la región de las llanuras del Sotavento.

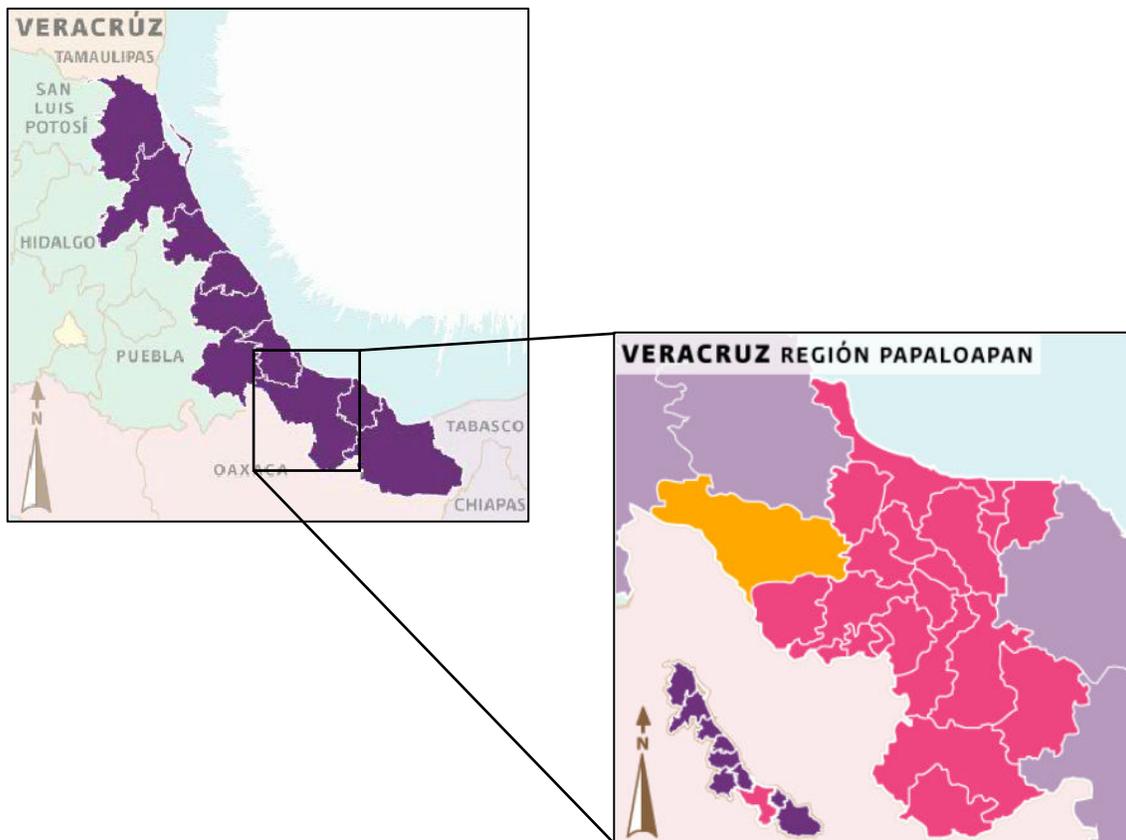


Figura Ilustrativa No. 1.2. Ubicación del municipio de Tierra Blanca.

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. 31 de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz**, donde ocurrió el accidente carretero de una unidad propiedad de la empresa **Petro Asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.** En el sitio se derramaron **aproximadamente 62,000 L de Turbosina**, la cual fue consumida parcialmente debido a un incendio que se produjo en el sitio a consecuencia del mismo accidente. Su ubicación geográfica se señala en la Tabla No. 1.2.

Tabla No. 1.2. Ubicación geográfica del sitio del accidente (Punto de impacto)	
Latitud Norte	Longitud Oeste
18° 36' 57.41"	96° 13' 36.19"
UTM²	
14Q 0792642 2060596	

El sitio del derrame se ubica sobre suelo natural ubicado en el camellón central de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba, así como también sobre suelo natural perteneciente a un predio particular, mismos que se encuentran dentro de la categoría de uso de suelo Agrícola. En los alrededores del sitio se observa vegetación de tipo agricultura de riego encontrando cultivos de maíz, así como pastizal y diferentes arbustos.

Tal como se mencionó anteriormente, el sitio en estudio se encuentra dentro del camellón central de la Carretera No. 145-D Minatitlán – Córdoba, el cual presenta una cuneta de concreto que comunica con un dren pluvial de concreto subterráneo por el cual el producto derramado se desplazó, hasta desembocar e impactar un área dentro de un predio particular ubicado de forma paralela a dicho camellón. Asimismo resulta importante mencionar que se ejecutaron labores de emergencia en el sitio, tal y como se describe en la Sección 1.4. del presente documento.

De acuerdo a la cartografía del sitio, así como las curvas de nivel y la topografía del mismo, el área afectada se encuentra dentro de las llanuras del Sotavento del estado, las cuales son generalmente planas, sin embargo el contaminante se desplazó horizontalmente hacia el Noroeste del punto de impacto, pero debido a la existencia del dren pluvial en el camellón de la multicitada carretera, el contaminante se desplazó hacia el Norte siguiendo la dirección del mismo hasta afectar un área dentro de un predio particular donde el mismo desembocaba.

Asimismo es importante considerar que de acuerdo con la Carta de Edafología 1: 1 000 000 México. INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), el suelo presente es de tipo limoso, sin embargo y de acuerdo a lo observado en campo durante la ejecución de las labores de

² Sistemas de Coordenadas Universal Transversal de Mercator.

emergencia el sitio presenta una mezcla de texturas arenoso - arcilloso, presentando un color amarillo pálido 5Y7/3 según el sistema de notación Munsell. El sitio en estudio presenta dos tipos de infiltración, en el área del camellón central de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba se observa una infiltración alta, por otro lado el resto de la mancha que se encuentra en el predio particular presenta una infiltración media, aunado a que se observa un suelo con material no consolidado además de una humedad general en promedio de 20.49% de acuerdo con los resultados de laboratorio del Muestreo Inicial.

El sitio en estudio se encuentra a aproximadamente 1.34 Km. del Poblado de Loma de los Pichones. Así mismo a aproximados 25 Km se encuentra la cabecera municipal de Tierra Blanca, Veracruz.

No se encuentran ríos o cuerpos de agua cercanos al sitio por lo que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Esta ubicación se ilustra en la Figura No. 1.3.³

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



Figura Ilustrativa No. 1.3. Ubicación local del sitio del derrame (Topografía)

● 14Q 0792642 2060596

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 mmHg.

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs) 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 **agricultura de riego**, los cuales son áreas donde el ciclo vegetativo de los cultivos está asegurado mediante el agua de riego, proporcionada por cualquier técnica. Se incluyen aquellas áreas con riegos parciales, ya sean de auxilio o de punteo⁴.

Cabe señalar que el suelo dañado por el derrame de Turbosina donde se suscitó la volcadura pertenece al camellón central de la Carretera No. 145-D Minatitlán – Córdoba, así como a un predio particular que se encuentra paralelo a dicho camellón, siendo este un **uso de suelo Agrícola**, aunado a lo anteriormente mencionado.

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

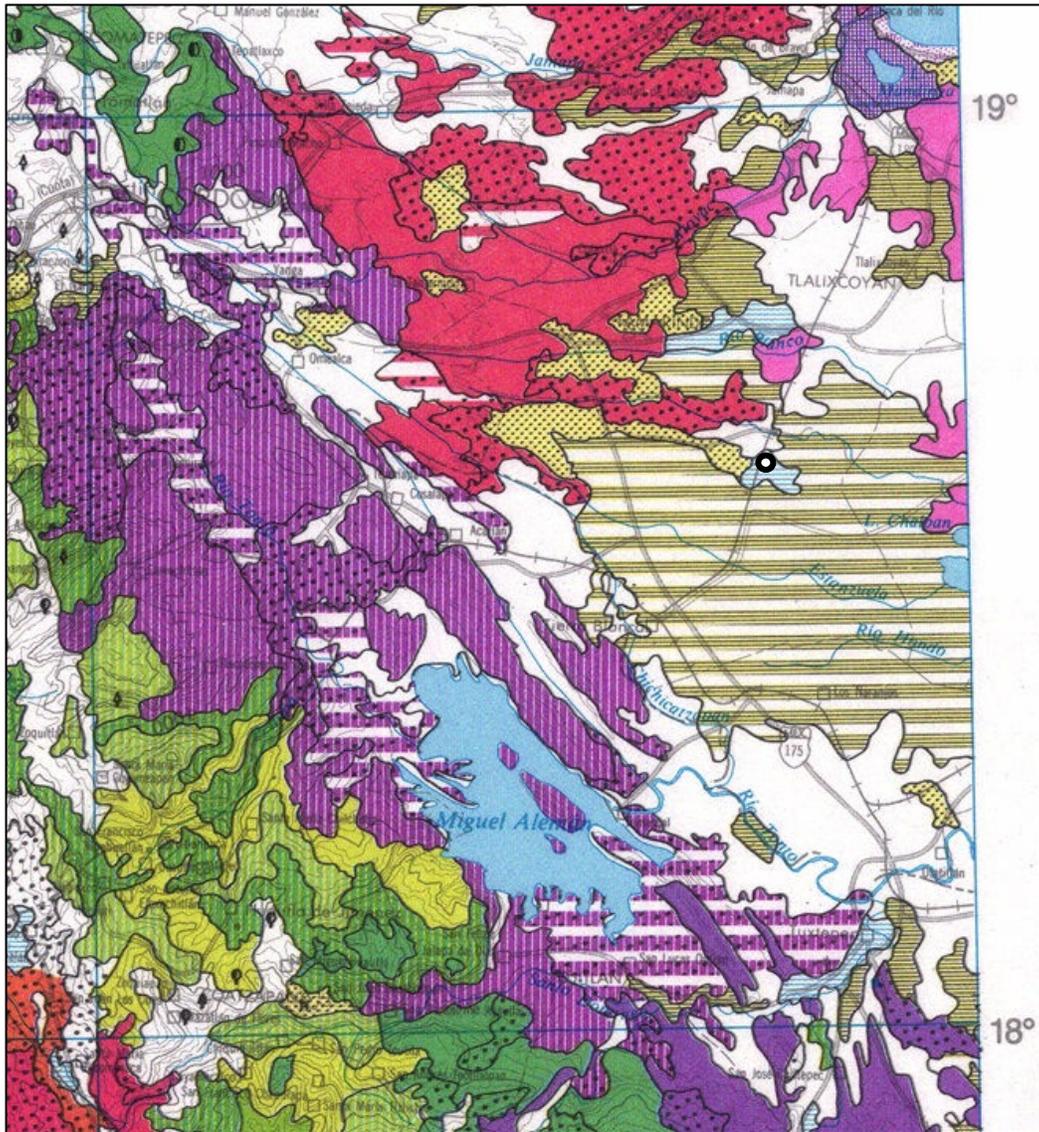


Figura Ilustrativa No. 1.4. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente uso de suelo y vegetación.

● 14Q 0792642 2060596

1.10. EDAFOLOGÍA⁵

El sitio del derrame presenta la siguiente clasificación del suelo:

HI + Re / 2

Suelo predominante: HI – Feozem lúvico

Suelo secundario: Re – Regosol eútrico

Textura del suelo⁶: 2 – Media (Limosa)

Fase física⁷: Fase física gravosa.

Fase química⁸: Sin fase química.

El término **Feozem** deriva del vocablo griego "*phaios*" que significa oscuro y del ruso "*zemlja*" que significa tierra, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido en materia orgánica. El material original lo constituye un amplio rango de materiales no consolidados; destacan los depósitos glaciares y el loess con predominio de los de carácter básico. El **Feozem lúvico** presenta subsuelo más rico en arcilla que la capa superficial.

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.

En cuanto a la textura del suelo, ésta es media (limosa⁹), cuya composición de arcilla se encuentra entre 40 y 100%, limo entre 0 y 40% y arena entre 0 y 45%¹⁰. Presenta fase física gravosa¹¹. No presenta fase química.

Sin embargo en el sitio se observa la presencia de un suelo con textura arenoso – arcilloso, esto en base a las labores de emergencia realizadas en el mismo.

⁵ Carta Edafología 1: 1 000 000 México. 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 del suelo definido de acuerdo con la presencia una capa fuertemente cementada por carbonato de calcio y magnesio dentro de los 50 y hasta 100 cm de profundidad.

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 Tamaño de partícula: entre 0.2 y 0.002 mm.

¹⁰ Base de Datos Geográficos. Diccionario de Datos Edafológicos (Alfanumérico). Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI).

¹¹ Presencia de gravas sobre la superficie, dentro de los 50 cm de profundidad o ambas en un volumen mayor del 30%. Las gravas miden de 0.2 a 7.5 cm en su parte más ancha.

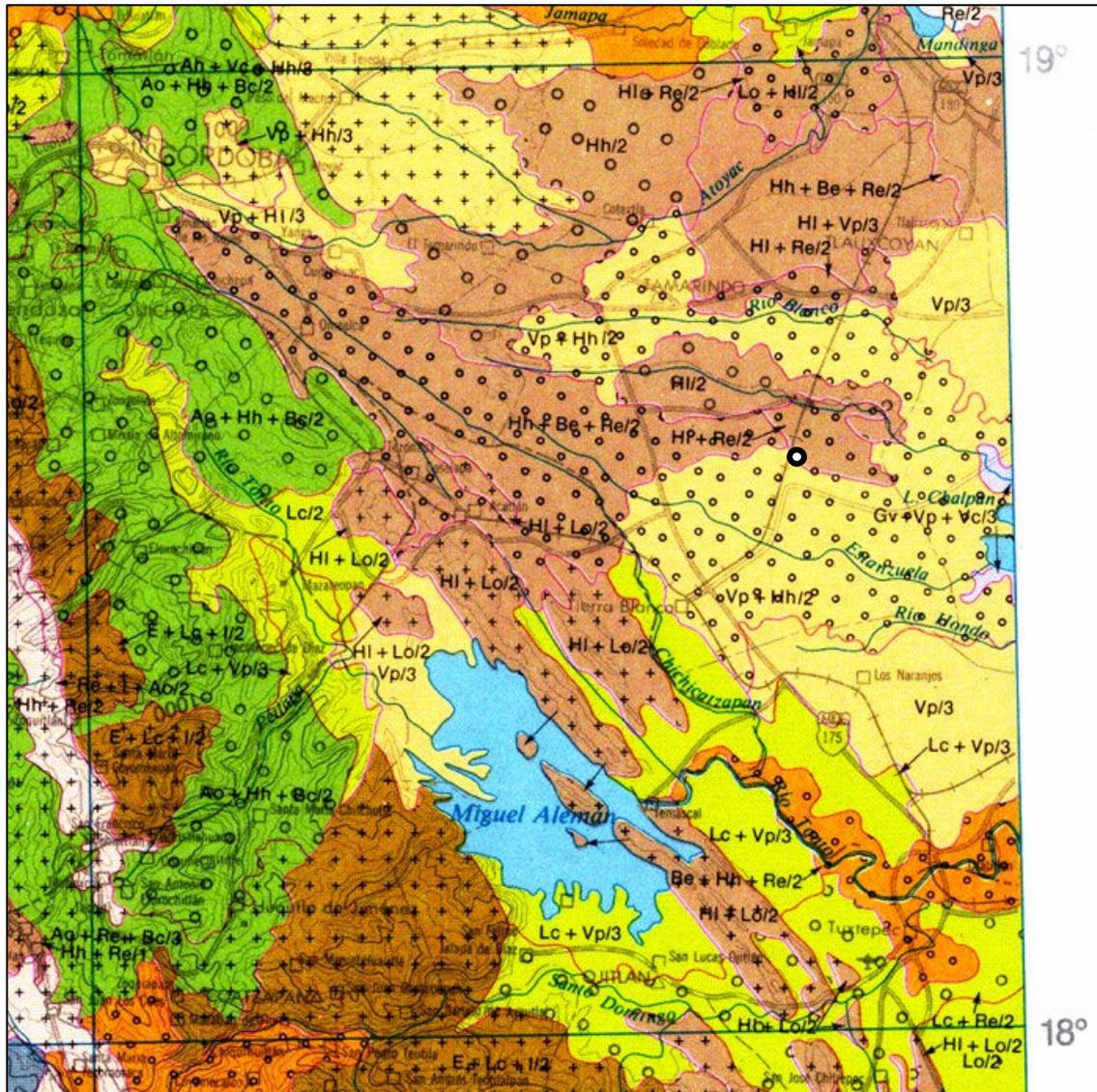


Figura Ilustrativa No. 1.5. Coordenada del sitio de derrame y su correspondiente tipo de suelo.

● 14Q 0792642 2060596

1.11. CLIMA

El clima de Tierra Blanca es cálido-regular, con una temperatura media anual de 26°C, su precipitación pluvial media anual es de 1,356.5 mm¹².

1.12. HIDROLOGÍA

El municipio de Tierra Blanca se encuentra regado por los Ríos Estanzuela, Moreno y Hondo, que son tributarios del Río Papaloapan, además de las lagunas María Lizamba, Piedras y San Marcos.

No se observaron cuerpos de agua aledaños al sitio en estudio por lo que **se descarta dar aviso** a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Según la Carta de Aguas Subterráneas 1: 1 000 000 México del INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía), la zona del derrame presenta un tipo de material no consolidado con posibilidades de infiltración alta, sin embargo y de acuerdo a lo observado en campo durante la ejecución de las labores de emergencia el sitio presenta dos tipos de infiltraciones, en el área del camellón central de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba se observa una infiltración alta, por otro lado el resto de la mancha que se encuentra en el predio particular de la Carretera mencionada presenta una infiltración media, esto de acuerdo con los resultados del Muestreo Inicial (Ver Figura 1.6.).

¹² Enciclopedia de los Municipios de México www.inafed.gob.mx

1.13. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El conjunto de operaciones necesarias para determinar la ubicación geográfica del sitio dañado, 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 18° 36' 57.41" Latitud Norte y 96° 13' 36.19" Longitud Oeste (14Q 0792642 2060596), en el **Km. 31 de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz**, 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 total afectada de 431 m²** (0.0431 ha); la cual se estableció con base a los sondeos realizados en el sitio (Ver Sección 1.5. del presente documento) y a los resultados obtenidos del Muestreo Inicial llevado en el sitio en estudio (Ver Sección 1.16 del presente documento).
- El movimiento horizontal de la sustancia derramada está determinada por lo accidentado del terreno (curvas de nivel¹³), además el comportamiento de la migración del contaminante está en función de las características del sitio, desplazándose en dirección predominante hacia el Noroeste y Norte.

El LT para este proyecto fue realizado por el Arq. [REDACTED], 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, que incluye la tira marginal, la vista en planta, el plano isométrico de concentraciones y migración del hidrocarburo y las tablas de datos, mismos que forman el *Anexo V*.

En el plano adjunto encontraremos lo siguiente:

**NOMBRE DE LA PERSONA FISICA,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA
LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA
LFTAIP**

¹³ 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 dañada

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.
- Intervalos de las curvas de nivel (elevaciones).
- Predios particulares, construcciones.
- Puntos del muestreo.

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 derramada en base a los resultados obtenidos del análisis realizado por un laboratorio de pruebas analíticas a las muestras recolectadas en el 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 georreferenciación de puntos de muestreo	15 minutos	Responsable técnico
Toma de muestras	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	10 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	50 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	50 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 es aproximado 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 la empresa Petro Asfaltos del Sureste, 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, 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 limosa con un tipo de infiltración alta y material no consolidado, sin embargo de acuerdo a lo observado en campo el sitio presenta una mezcla de suelos arenoso – arcilloso. Así mismo se observa vegetación de tipo agricultura de riego encontrando cultivos de maíz, así como pastizal y diferentes arbustos. Es importante mencionar que en el sitio en estudio se realizaron labores de emergencia. En los alrededores se observa predios particulares.

El hidrocarburo derramado (Turbosina) impactó el camellón central de la Carretera No. 145-D, desplazándose por una cuneta de concreto afectando suelo natural, donde la Turbosina continuó su recorrido hasta llegar a un dren pluvial de concreto que cruza por debajo de la carpeta asfáltica, desplazándose a través de él hasta desembocar del otro lado de la Carretera, afectando de mismo modo suelo natural perteneciente a un predio particular.

El sitio en estudio se encuentra a aproximadamente 1.34 Km. del Poblado de Loma de los Pichones. Así mismo a aproximados 25 Km se encuentra la cabecera municipal de Tierra Blanca, Veracruz.

No se encuentran ríos o cuerpos de agua cercanos al sitio por lo que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio es de un área total afectada de aproximadamente 431 m², en la cual se realizaron labores de emergencia extrayendo el material afectado y depositándolo en Celda provisional.

Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de la zona de muestreo es de 431 m² aproximadamente (Fosa de Excavación), así como en la Celda provisional.

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 afectada la cual es de aproximadamente 431 m² (Fosa de Excavación), misma que fue sometida a 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, parámetros analizados 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-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	0.30	HFM, HAP, H	235
DUPLICADO	MI-PAS-TB-30-01-D- C.EXT-P	0.30		
2	MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	0.25		
3	MI-PAS-TB-30-03- C.EXT-P	0.15		
4	MI-PAS-TB-30-04- C.EXT-P	Superficial		
5	MI-PAS-TB-30-05- C.EXT-P	0.35		
6	MI-PAS-TB-30-06- C.EXT-P	Superficial		
7	MI-PAS-TB-30-07- C.EXT-F	0.20		
8	MI-PAS-TB-30-08- C.EXT-F	0.35		
RELLENO 1	MI-PAS-TB-30-R1	0.90		

RELLENO 2	MI-PAS-TB-30-R2	0.50		
9	MI-PAS-TB-30-09- C.EXT-P	0.25		
DUPLICADO	MI-PAS-TB-30-09-D- C.EXT-P	0.25		
10	MI-PAS-TB-30-10- C.EXT-P	Superficial		
11	MI-PAS-TB-30-11- C.EXT-P	0.30		
12	MI-PAS-TB-30-12- C-EXT-P	0.35		
13	MI-PAS-TB-30-13- C-EXT-P	0.15		
14	MI-PAS-TB-30-14- C-EXT-P	0.20		
15	MI-PAS-TB-30-15- C-EXT-F	0.25		
16	MI-PAS-TB-30-16- C-EXT-F	0.50		
17	MI-PAS-TB-30-17- CEL	0.35		
18	MI-PAS-TB-30-18- CEL	0.65		
19	MI-PAS-TB-30-19- CEL	0.70		
20	MI-PAS-TB-30-20	0.40		
21	MI-PAS-TB-30-21	0.40		
22	MI-PAS-TB-30-22	0.60		
23	MI-PAS-TB-30-23	0.25		
24	MI-PAS-TB-30-24	0.80		
25	MI-PAS-TB-30-25	0.30		
TESTIGO	MI-PAS-TB-30-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 la información obtenida en campo, además de las labores de emergencia realizadas en el sitio, se determinaron 16 (dieciséis) puntos de muestreo en suelo distribuidos en las fosas de excavación, tomando en cada uno de ellos una muestra simple, adicional se tomó 01 (un) testigo fuera del área afectada, así como 02 (dos) duplicados para el aseguramiento de calidad de las muestras, además de 03 (tres) muestras en la Celda provisional. Los puntos de muestreo del 20 al 26 se tomaron para delimitar la afectación del sitio en estudio. Cabe mencionar que se tomaron 02 (dos) muestras en el relleno de la Fosa de Excavación perteneciente al camellón central de la Carretera No. 145-D.

La distribución y la profundidad de las muestras recolectadas de forma manual estuvieron basadas en función de las observaciones realizadas en campo, donde el sitio de muestreo presenta una mezcla de suelo arenoso – arcilloso, con dos tipos de infiltraciones, en el área del camellón central de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba se observó una infiltración alta, por otro lado el resto de la mancha que se encuentra en el predio particular presenta una infiltración media.

Plano georeferenciado.

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)
- Cucharón y/o Espátula
- 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 a utilizar para las muestras de suelo fueron frascos de vidrio, 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.

1.14.9. 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 22 de marzo de 2017

Nombre y firma del responsable de la elaboración: 

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA, ART.
116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

1.15. PROGRAMACIÓN Y EJECUCIÓN DEL MUESTREO INICIAL

El muestreo inicial se ejecutó el 07 de abril de 2017, dando aviso previo a la Dirección General de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la ASEA (Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente) mediante ingreso de escrito en fecha de 28 de marzo de 2017 (*Anexo VI – Invitación a Muestreo Inicial*), en el sitio estuvieron presentes las siguientes personas:

- **C. Gerardo Pérez Santamaría**, en representación de la empresa Petro Asfaltos del Sureste, S.A. de C.V. y de la empresa ISALI, S.A. de C.V.
- **C. Hugo Pérez Espinosa**, por parte de EHS Labs de México, S.A. de C.V. encargado de la toma de muestras y su respectivo análisis.

Lo ahí realizado quedó plasmado en bitácora de campo (*Anexo VII – Bitácora de Campo – Muestreo Inicial*) elaborada por personal de ISALI, S.A. de C.V., así como en memoria fotográfica (*Anexo VIII – Fotográfico – Muestreo Inicial*). El total de muestras fueron 16 (dieciséis) distribuidas en las Fosas de Excavación, así como 06 (seis) tomadas en la periferia de la misma, aunado a esto se tomaron 02 (dos) muestras duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras, además de 01 (un) testigo fuera del área afectada. Así mismo también se tomaron 03 (tres) muestras en la Celda provisional. Cabe mencionar que se tomaron 02 (dos) muestras en el relleno de la Fosa de Excavación “A” ubicada en el camellón central de la Carretera No. 145-D, esta información quedó registrada en las cadenas de custodia correspondientes, elaboradas por el personal de laboratorio al momento del muestreo. (*Anexo IX – Cadenas de custodia*).

Cabe mencionar, que debido a que no se contó con personal adscrito a la Dirección de Supervisión, Inspección y Vigilancia Comercial (DGSIVC) de la Agencia de Seguridad, Energía y Ambiente (ASEA) durante la toma de muestras, se presentaron las evidencias del muestreo inicial ante la misma mediante ingreso de escrito en fecha 20 de abril de 2017 (*Anexo X – Ingreso de Evidencias*).

1.16. RESULTADOS DE LABORATORIO

Los parámetros (hidrocarburos) que se analizaron en función del producto contaminante (Turbosina) fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), 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.¹⁴ (ema®), así como su respectiva aprobación de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente como laboratorio de pruebas (*Anexo XI – Acreditación y Aprobación EHS Labs*).

Los métodos empleados por el laboratorio para los diferentes parámetros se enlistan en la Tabla 1.3.

Tabla No. 1.3. 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 XII – Resultados de Laboratorio, Registro de suelos y Cromatogramas*).

¹⁴ www.ema.org.mx

La profundidad, características, ubicación geográfica y sitio de las muestras se describen a continuación en la Tabla No. 1.4.

Tabla No. 1.4. Profundidad, características y ubicación geográfica de las muestras tomadas				
Identificación	Profundidad (m)	Características	Coordenadas UTM	Sitio de toma de muestras
MI-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	0.30	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco ¹⁵ , sin aroma a Turbosina	14Q 0797634 2060599	Fosa de Excavación "A"
MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	0.30	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0797634 2060599	
MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	0.25	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792630 2060600	
MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	0.15	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792612 2060615	
MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	0.05	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0799523 2060631	
MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	0.35	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792612 2060618	
MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	0.05	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792623 2060610	
MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	0.20	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792622 2060609	
MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	0.35	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792590 2060628	
MI-PAS-TB-30-R1	0.90	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792629 2060603	Relleno de la Fosa de Excavación "A"
MI-PAS-TB-30-R2	0.50	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792606 2060619	
MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	0.25	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792595 2060663	Fosa de Excavación "B"
MI-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	0.25	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792595 2060663	
MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	0.05	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792597 2060664	
MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	0.30	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792601 2060666	
MI-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	0.35	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792605 2060658	

¹⁵ Estimating Soil Moisture by Feel and Appearance - Natural Resources Conservation Service, 1996

MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	0.15	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792600 2060659	Fosa de Excavación "B"
MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	0.20	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792597 2060662	
MI-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	0.25	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792603 2060658	
MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	0.50	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792595 2060664	
MI-PAS-TB-30-17-CEL	0.35	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792650 2060561	Celda de Tratamiento
MI-PAS-TB-30-18-CEL	0.65	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792636 2060575	
MI-PAS-TB-30-19-CEL	0.70	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792621 2060580	
MI-PAS-TB-30-20	0.40	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792587 2060630	Periferia de la Fosa de Excavación "A"
MI-PAS-TB-30-21	0.40	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792656 2060586	
MI-PAS-TB-30-22	0.60	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792594 2060663	Periferia de la Fosa de Excavación "B"
MI-PAS-TB-30-23	0.25	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792599 2060667	
MI-PAS-TB-30-24	0.80	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792605 2060659	
MI-PAS-TB-30-25	0.30	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792600 2060656	
MI-PAS-TB-30-T	0.05	Suelo arenoso-arcilloso, color amarillo pálido, suelo seco, sin aroma a Turbosina	14Q 0792587 2060597	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. 1.5.

Tabla No. 1.5. 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-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	<140.56	22.98	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	<140.56	23.12	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	<140.56	22.66	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	<140.56	22.15	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	<140.56	5.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	<140.56	20.76	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	<140.56	6.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	<140.56	22.81	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	<140.56	22.21	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-R1	<140.56	8.49	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-R2	<140.56	7.82	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	<140.56	23.88	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	<140.56	22.09	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	<140.56	22.92	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	<140.56	23.07	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	<140.56	21.62	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	<140.56	7.74	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	<140.56	22.85	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	<140.56	23.81	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	<140.56	23.10	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-17-CEL	12802.79	11.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-18-CEL	15719.79	13.52	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-19-CEL	15557.71	13.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-20	<140.56	21.98	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-21	<140.56	19.21	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-22	<140.56	22.91	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-23	<140.56	23.40	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-24	<140.56	21.93	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-25	<140.56	23.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-T	A.N.R.	19.43	7.98	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.

¹⁶ Benzo [a] antraceno
¹⁷ Benzo [b] fluoranteno
¹⁸ Benzo [k] fluoranteno
¹⁹ Benzo [a] pireno
²⁰ Indeno (1,2,3-cd) pireno
²¹ Dibenzo (a,h) antraceno

1.16.1. Análisis de resultados

Los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media, correspondientes a la sustancia derramada (Turbosina)²², se señalan en la Tabla No. 1.6.

Tabla No. 1.6. Límites Máximos Permisibles Hidrocarburos Fracción Media		
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)		
Agrícola²³	Residencial²⁴	Industrial²⁵
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 1.7.

Tabla No. 1.7. Límites Máximos Permisibles para hidrocarburos específicos en suelo			
Uso de suelo predominante (mg/Kg base seca)			
HAPs	Agrícola²⁶	Residencial²⁷	Industrial²⁸
Benzo [a] antraceno	2	2	10
Benzo [b] fluoranteno	2	2	10
Benzo [k] fluoranteno	8	8	80
Benzo [a] pireno	2	2	10
Indeno (1,2,3-cd pireno)	2	2	10
Dibenzo [a,h] antraceno	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. 1.5., 1.6. y 1.7., como se muestra en la siguiente tabla:

²² Tabla No. 1 de la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

²³ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁴ Incluye recreativo

²⁵ Incluye comercial

²⁶ Incluye suelo forestal, pecuario y de conservación

²⁷ Incluye recreativo

²⁸ Incluye comercial

Tabla No. 1.8. Comparativa de resultados de muestreo inicial

Denominación	HFM (mg/Kg)	Humedad (%)	pH (U)	HAPs (mg/Kg)					
				A ²⁹	B ³⁰	C ³¹	D ³²	E ³³	F ³⁴
MI-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	<140.56	22.98	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	<140.56	23.12	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	<140.56	22.66	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	<140.56	22.15	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	<140.56	5.35	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	<140.56	20.76	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	<140.56	6.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	<140.56	22.81	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	<140.56	22.21	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-R1	<140.56	8.49	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-R2	<140.56	7.82	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	<140.56	23.88	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	<140.56	22.09	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	<140.56	22.92	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	<140.56	23.07	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	<140.56	21.62	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	<140.56	7.74	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	<140.56	22.85	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	<140.56	23.81	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	<140.56	23.10	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-17-CEL	12802.79	11.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-18-CEL	15719.79	13.52	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-19-CEL	15557.71	13.06	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-20	<140.56	21.98	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-21	<140.56	13.21	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-22	<140.56	22.91	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-23	<140.56	23.40	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-24	<140.56	21.93	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-25	<140.56	23.32	A.N.R.	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26
MI-PAS-TB-30-T	<140.56	19.43	7.98	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	<0.26

Como se puede observar en la tabla anterior, solo las muestras del 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 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, considerando cualquier tipo de uso de suelo. El suelo del sitio se puede clasificar como **medianamente alcalino**³⁵, por el valor del pH.

²⁹ Benzo [a] antraceno

³⁰ Benzo [b] fluoranteno

³¹ Benzo [k] fluoranteno

³² Benzo [a] pireno

³³ Indeno (1,2,3-cd) pireno

³⁴ Dibenzo (a,h) antraceno

³⁵ Acorde a los señalado en la NOM-021-SEMARNAT-2000

1.17. CONCLUSIÓN DE LA CARACTERIZACIÓN

Con la información arrojada del levantamiento topográfico misma que indica el área dañada (Fosa de Excavación “A” y “B”) de **431 m²** perteneciente a suelo natural por donde el hidrocarburo se desplazó y se infiltró, las características del suelo natural afectado, las condiciones del sitio en estudio, la cantidad derramada, las temperaturas presentes en el mismo, las características físicas y químicas del hidrocarburo (ya que es una sustancia líquida viscosa, un poco aceitosa y con volatilidad media), las labores de emergencia (Ver sección 1.4. del presente documento) y los resultados obtenidos de los análisis de las muestras recolectadas en el sitio, las cuales superan los Límites Máximos Permisibles (LMP) de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) señalados en la Tabla No. 2 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, únicamente para las muestras tomadas en Celda provisional, haciendo efectivas las labores de emergencia realizadas; presentando una humedad promedio de 20.49%, así como el tipo de suelo presente en el sitio (arenoso - arcilloso) observándose dos tipos de infiltración, en el área del camellón central de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba (**Fosa de Excavación “A” – 296 m²**) se observa una infiltración alta (1.70 m) debido a que el punto de impacto fue sobre esta área, afectando la parte media de dicho camellón ya que en sus laterales se encuentra talud de suelo natural con una pendiente de aproximadamente 40° de inclinación sin ser afectado por el derrame, desplazándose el hidrocarburo sobre suelo natural hasta llegar a una canaleta de concreto misma que conecta con un dren pluvial subterráneo atravesando la carpeta asfáltica hasta desembocar sobre suelo natural perteneciente a un predio particular (**Fosa de Excavación “B” – 135 m²**), observándose una infiltración media (1.00 m) en dicha área, lo anterior en base a las concentraciones obtenidas en las diferentes profundidades en las cuales se tomaron las muestras durante los sondeos realizados (Ver Sección No. 1.5.), así como durante la toma de muestras iniciales (Ver Sección No. 1.16.).

En resumen de lo anteriormente expuesto se proyecta lo siguiente:

Tabla No. 1.9. Proyección de la pluma del contaminante			
Identificación de la zona	Área (m²)	Profundidad en la cual se encontraron valores por debajo de los LMP durante las labores de emergencia	Volumen (m³)
Fosa de Excavación “A”	296	1.70	503.2
Fosa de Excavación “B”	135	1.00	135
Área total dañada	431 m²	Volumen total a remediar, depositado en Celda provisional:	638.2 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 depositado en Celda provisional **si debe ser sometido a un proceso de remediación.**

2. DOCUMENTOS ANEXOS DEL ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

- **Anexo I:** Documento de embarque
- **Anexo II:** Aviso de derrame
- **Anexo III:** Fotográfico – Visita Inicial
- **Anexo IV:** Fotográfico – Labores de Emergencia
- **Anexo V:** Levantamiento Topográfico e Isométrico
- **Anexo VI:** Invitación a Muestreo Inicial
- **Anexo VII:** Bitácora de Campo – Muestreo inicial
- **Anexo VIII:** Fotográfico – Muestreo Inicial
- **Anexo IX:** Cadenas de custodia
- **Anexo X:** Ingreso de Evidencias
- **Anexo XI:** Acreditación y Aprobación EHS Labs
- **Anexo XII:** Resultados de Laboratorio, Registro de suelos 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 XIII – Escrito de asignación de responsable técnico de remediación*), cuyos datos generales son los siguientes³⁶:

- 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 XIV - 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.

³⁶ 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

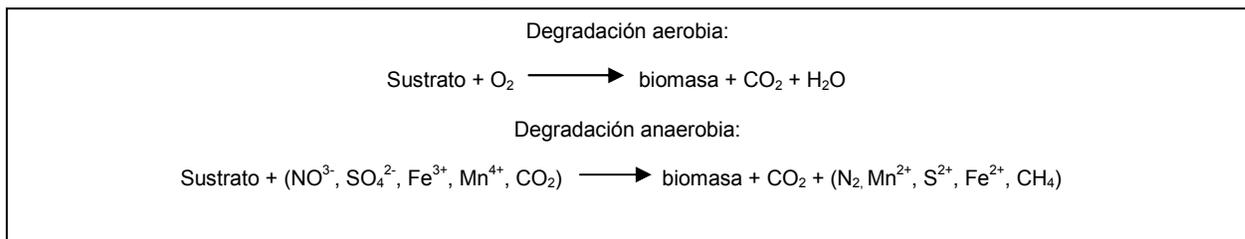
3.2.1. Remediación de suelos contaminados

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 dañado mediante procesos físicos, químicos y/o biológicos, ya sea disminuyendo la concentración o modificando su estructura química y propiedades físicas³⁷. La legislación federal la define como “...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 modificarlos³⁸...”.

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)³⁹. 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



³⁷ 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.

³⁸ Fracción XXVIII del artículo 5 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. SEMARNAT. México 2003

³⁹ 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 siguiente⁴⁰.

- *In situ*. Son las aplicaciones en las que el suelo dañado es tratado, o bien, los contaminantes son removidos del suelo dañado, 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 dañado 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*.

⁴⁰ Tecnologías de remediación... *Op. cit.*

3.3. SELECCIÓN DE LA 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 a un lado del sitio contaminado** es la adecuada en base a los siguientes argumentos:

- Las labores de emergencia realizadas en el sitio, extrayendo el material dañado depositándolo en Celda provisional.
- Las concentraciones encontradas en el suelo de Hidrocarburos Fracción Media (HFM).
- La cantidad derramada del contaminante (Turbosina) de aproximadamente 62,000 L.
- 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 media (1.00 m) y alta (1.70 m) en el subsuelo en base a los sondeos realizados en el sitio así como en la toma de muestras iniciales.
- El clima cálido - regular del sitio que presenta una temperatura media anual de 26°C.
- El suelo natural dañado se encuentra en el camellón central de la Carretera No. 145-D, Minatitlán – Córdoba, así como en un predio particular.

3.4. DESCRIPCIÓN OPERATIVA DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

Tal y como se mencionó en apartados anteriores la topografía del sitio, la accesibilidad del terreno, las labores de emergencia realizadas en el sitio, entre otros, son factores que ayudaron a determinar la técnica de remediación. Tomando en cuenta lo anterior, se procederá a desarrollar lo siguiente dentro de la Celda provisional la cual contiene un volumen de 638.2 m³ de suelo dañado 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 lo es la retroexcavadora, la cual aportará al sistema 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 Turbosina será la hidratación, labranza mecánica del suelo dañado, 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 reflujos, 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 Celda provisional directamente sobre el material edáfico dañado, 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) ⁴¹
Fertilizante (NPK) ⁴² con urea
Materia orgánica
Agua

⁴¹ Solibac IP Soil®

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 HAPs (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 **agricultura de riego**, 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	Benzo(a) pireno	Dibenzo(a,h) antraceno	Benzo(a) antraceno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo(k) fluoranteno	Indeno(1,2,3- cd) pireno
LMP ⁴⁴	1 200	2	2	2	2	8	2

Estos valores serán los límites de limpieza a los 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 será sometido al proceso de remediación biológica mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado, será utilizado para la nivelación y relleno del mismo sitio de origen, una vez que se cumplan con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAPs), señalados en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, se asegurará la funcionalidad de éste conservando su uso de suelo **Agrícola**.

⁴³ Concentración expresada en mg /Kg

⁴⁴ 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 XV - 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 XVI* 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.

Fotográfico –Visita Inicial (1/2)



1.- Sitio del accidente en el Km. 31 de la Carretera No.145-D Minatitlán - Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.



2.- Punto de impacto en el cual se derramó Turbosina sobre el camellón central de la Carretera No. 145-D Minatitlán – Córdoba.



3.- En el sitio se derramaron aproximadamente 62,000 L de Turbosina sobre suelo natural.



4.- El hidrocarburo derramado se incendió parcialmente en el sitio del siniestro.



5.- Se realizaron sondeos a diferentes profundidades en distintos puntos en las áreas afectadas.



6.- Se registraron las coordenadas de los puntos de sondeo.

Fotográfico –Visita Inicial (2/2)



7.- Se realizaron sondeos en diferentes puntos de las áreas afectadas para estimar la infiltración del contaminante.



8.- Se registraron las coordenadas de las áreas afectadas.



9.- Dren pluvial de concreto que atraviesa la Carretera No. 145-D hasta desembocar sobre el suelo natural de predio particular.



10.- La canaleta de concreto desemboca en un predio particular por lo que se realizaron sondeos para estimar la afectación en el mismo.



11.- Se determinó la extensión de las áreas afectadas.



12.- No se observó postería de infraestructura superficial o subterránea.

Fotográfico – Labores de Emergencia (1/3)



1.- Se señaló la zona como medida precautoria.



2.- Se retiró el material edáfico afectado de las canaletas y dren pluvial de concreto.



3.- Se reunió el material edáfico afectado en montículos para facilitar su extracción.



4.- Acondicionamiento del sitio para la construcción de la celda provisional.



5.- Con apoyo de la retroexcavadora se construyeron los bordos de la celda provisional.



6.- Se cubrieron los bordos de la celda con una película de polietileno de alta densidad.

Fotográfico – Labores de Emergencia (2/3)



7.- Se colocó una capa de arcilla sobre el polietileno de alta densidad.



8.- Con apoyo de maquinaria pesada se realizó la extracción del material edáfico afectado.



9.- Con apoyo de maquinaria pesada se acarreo el material edáfico afectado al camión de volteo.



10.- Con ayuda del camión de volteo, el material edáfico afectado se depositó en la celda provisional.



11.- Con ayuda de la retroexcavadora se extrajo el material edáfico afectado.



12.- Se cuantificó la profundidad de la fosa de excavación perteneciente al camellón central.

Fotográfico – Labores de Emergencia (2/3)



13.- Con ayuda de la retroexcavadora se extrajo el material edáfico afectado en el predio particular.



14.- Vista del material edáfico afectado en la celda provisional.



15.- Se realizó el cierre de la celda provisional.



16.- Se depositó material edáfico libre de contaminantes en el camellón central de la Carretera No. 145-D Minatitlán – Córdoba para su relleno.



17.- Se relleno el área afectada con material edáfico libre de contaminantes.



18.- Con ayuda de la retroexcavadora se distribuyó el material edáfico libre de contaminantes en el camellón central.

PUNTOS DEL MUESTREO	IDENTIFICACION	PROFUNDIDAD (m)	% H	U de PH	DATOS DEL MUESTREO INICIAL							COORDENADAS UTM
					HFM (mg/Kg)	HAPs (mg/Kg)						
					BENZO[A] ANTRACENO	BENZO[B] FLUORANTENO	BENZOB[K] FLUORANTENO	BENZO[A] PIRENO	INDENO(1,2,3-CD) PIRENO	DIBENZO[A,H] ANTRACENO		
M1	MI-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	0.30	22.98	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0797634 2060599	
M10	MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	0.30	23.12	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0797634 2060599	
M2	MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	0.25	22.66	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792630 2060600	
M3	MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	0.15	22.15	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792612 2060615	
M4	MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	0.05	5.35	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0799523 2060631	
M5	MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	0.35	20.76	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792612 2060618	
M6	MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	0.05	6.06	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792623 2060610	
M7	MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	0.20	22.81	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792622 2060609	
M8	MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	0.35	22.21	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792590 2060628	
R1	MI-PAS-TB-30-R1	0.90	8.49	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792629 2060603	
R2	MI-PAS-TB-30-R2	0.50	7.82	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792606 2060619	
M9	MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	0.25	23.88	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792595 2060663	
M9D	MI-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	0.25	22.09	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792595 2060663	
M10	MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	0.05	22.92	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792597 2060664	
M11	MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	0.30	23.07	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792601 2060666	
M12	MI-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	0.35	21.62	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792605 2060658	
M13	MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	0.15	7.74	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792600 2060659	
M14	MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	0.20	22.85	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792597 2060662	
M15	MI-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	0.25	23.81	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792603 2060658	
M16	MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	0.50	23.10	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792595 2060664	
M17	MI-PAS-TB-30-17-CEL	0.35	11.32	A.N.R.	12802.79	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792629 2060603	
M18	MI-PAS-TB-30-18-CEL	0.65	13.52	A.N.R.	15719.79	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792636 2060675	
M19	MI-PAS-TB-30-19-CEL	0.70	13.06	A.N.R.	15557.71	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792621 2060580	
M20	MI-PAS-TB-30-20	0.40	21.98	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792587 2060630	
M21	MI-PAS-TB-30-21	0.40	19.21	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792656 2060586	
M22	MI-PAS-TB-30-22	0.60	22.91	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792594 2060663	
M23	MI-PAS-TB-30-23	0.25	23.40	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792599 2060667	
M24	MI-PAS-TB-30-24	0.80	21.93	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792605 2060659	
M25	MI-PAS-TB-30-25	0.30	23.32	A.N.R.	<140.56	<0.27	<0.24	<0.25	<0.26	<0.27	14Q 0792600 2060656	
T	MI-PAS-TB-30-T	0.05	19.43	7.98	<140.56	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	A.N.R.	14Q 0792587 2060597	

A.N.R. ANALISIS NO REALIZADO

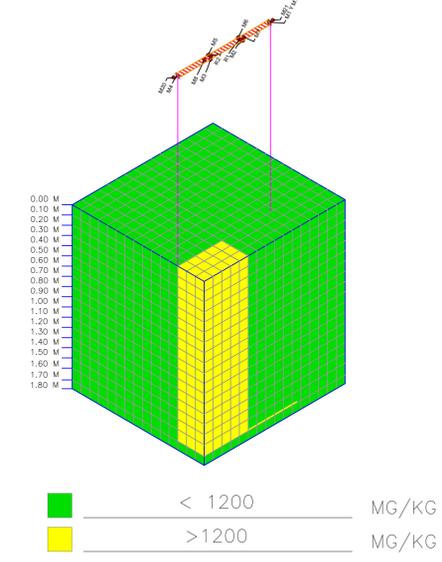
LADO	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
1 2	S 34°24'12.18" W	3.700	2	14Q 792572 2060642
2 3	S 55°35'47.82" E	80.000	3	14Q 792635 2060594
3 4	N 34°24'12.18" E	3.700	4	14Q 792638 2060597
4 1	N 55°35'47.82" W	80.000	1	14Q 792572 2060642

AREA FOSA DE EXCAVACION 'A' = 296.000 m2

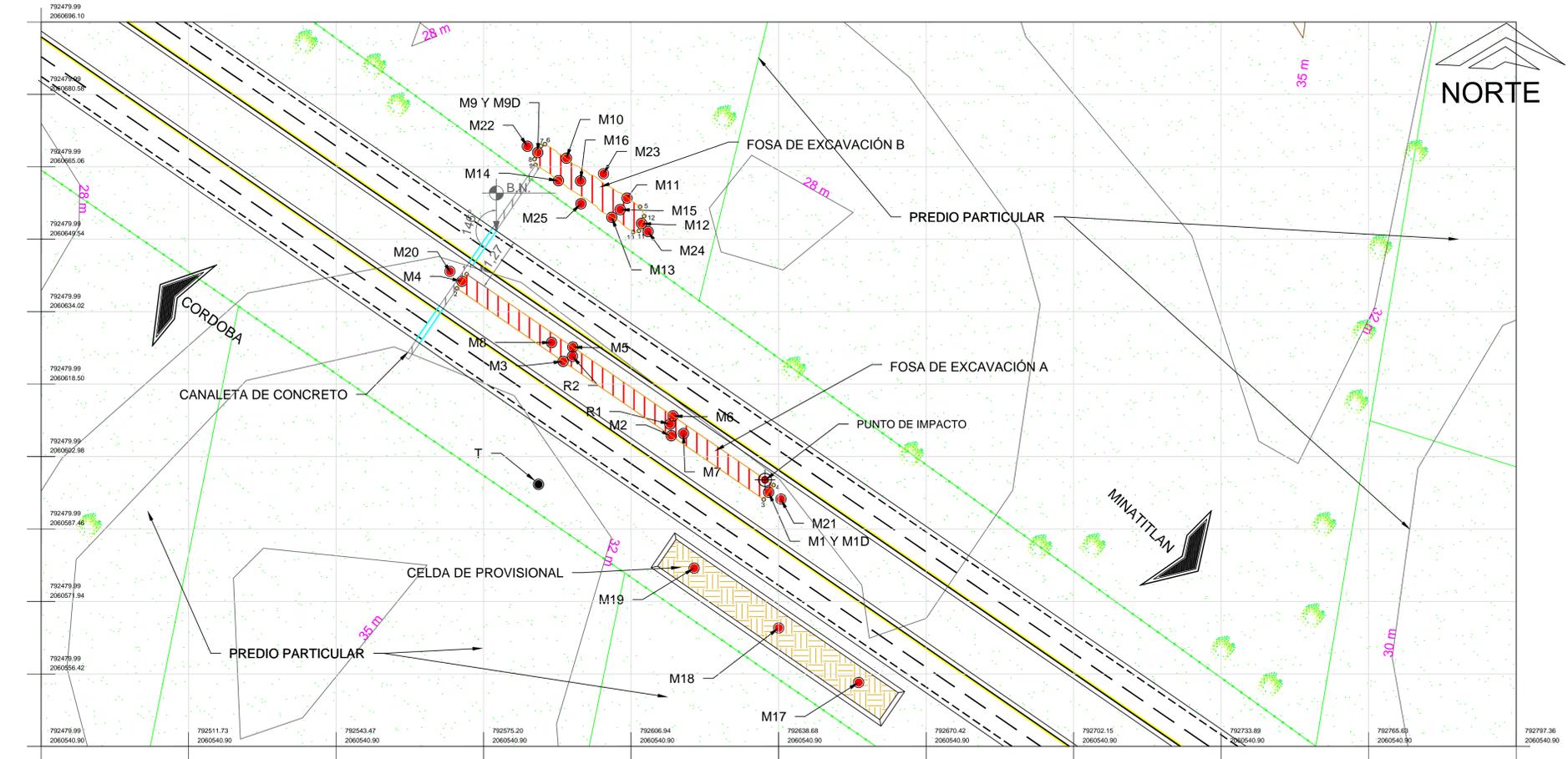
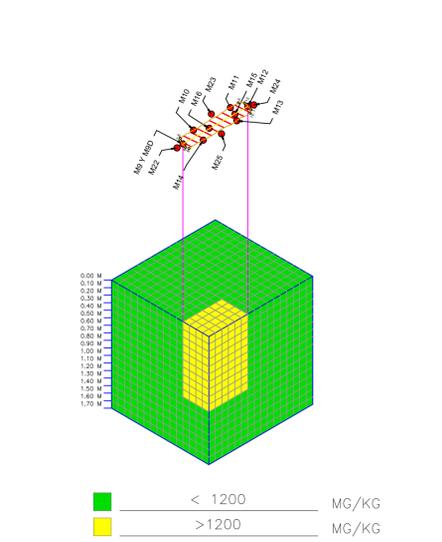
LADO	RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS UTM
5 6	N 56°44'48.53" W	24.467	6	14Q 792578 2060661
6 7	S 66°23'37.73" W	0.947	7	14Q 792577 2060660
7 8	S 25°56'32.51" W	3.151	8	14Q 792576 2060658
8 9	S 09°58'03.53" E	1.258	9	14Q 792576 2060656
9 10	S 55°35'47.82" E	25.416	10	14Q 792597 2060642
10 11	N 78°55'31.79" E	1.277	11	14Q 792598 2060642
11 12	N 19°50'36.43" E	3.360	12	14Q 792599 2060645
12 5	N 23°43'17.46" W	2.174	5	14Q 792598 2060647

AREA FOSA DE EXCAVACION 'B' = 135.000 m2

PLANO ISOMETRICO FOSA DE EXCAVACION "A" HFM (MG/KG)



PLANO ISOMETRICO FOSA DE EXCAVACION "B" HFM (MG/KG)



VISTA EN PLANTA
Escala Gráfica 1:500

- CELDA DE TRATAMIENTO
- MUESTRA SIMPLE DE SUELO
- CERCA METALICA
- TESTIGO
- DREN PLUVIAL
- BANCO DE NIVEL
- PUNTO DE IMPACTO

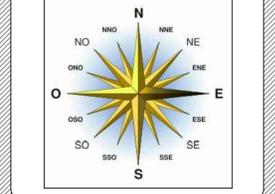
ZONA UTM : 14Q	COORDENADAS UTM
PUNTO DE IMPACTO	14Q 0792642 2060596
BANCO DE NIVEL	14Q 0792577 2060651

NOMBRE Y DIRECCIÓN DE LA PERSONA FISICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAI

NOMBRE DEL PLANO: **VC00190G**

NOTAS
1.- DIMENSIONES EN METROS.
2.- LAS COTAS RIGEN AL DIBUJO
3.- ESCALA INDICADA

LOCALIZACION



FOTOGRAFIA DEL SITIO



FOTOREFERENCIA GOOGLE EARTH

PROPUESTA DE		
AREA	NOMBRE:	FIRMA
DISENO	JULIAN BLANCO	JB

FECHA
09 DE ENERO DEL 2018

DIRECCION:
KM. 31 DE LA CARRETERA NO. 145-D, MINATITLÁN - CORDOBA, MUNICIPIO DE TIERRA BLANCA, ESTADO DE VERACRUZ.

TRANSPORTISTA:
PETRO ASFALTOS DEL SURESTE, S.A. DE C.V.

SUSTANCIA BARRAMADA
TURBOSINA

NOMBRE DEL PROYECTO: PLANO: 1
PROGRAMA DE REMEDIACION

Fotográfico – Muestreo Inicial (1/2)



1.- El personal utilizó guantes para evitar la contaminación de las muestras.



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



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



4.- Se depositaron las muestras en envases de vidrio.



5.- Toma de muestra en tubo de monitoreo colocado en la Fosa de Excavación "A" en el cual con ayuda del flexómetro se registraron las profundidades de los puntos de muestreo.



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

Fotográfico – Muestreo Inicial (2/2)



7.- Se tomaron muestras en la pared de la Fosa de Excavación perteneciente al predio particular.



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



9.- Con ayuda de Hand Auger de acero inoxidable se tomaron las muestras en la Fosa de Excavación "B".



10.- Con ayuda del Hand Auger se tomaron muestras en la Celda provisional.



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



12.- Las muestras se preservaron a 4°C para su posterior análisis.



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 3

11788

ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE: Tinaja / Petrolasfaltos del site
No. DE PROYECTO: P5599
MUESTREADOR:
RESPONSABLE DEL MUESTREO:
TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE

ANALISIS table with columns for sample analysis and client information (FOLIO, NOMBRE DEL CLIENTE, FIRMA DEL CLIENTE)

Main table with columns: IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA, FM, H, M, NR, C, P, TIPO DE MUESTRA, CM, and EHS ID*

OBSERVACIONES table with columns: ENTREGADO POR, FECHA, HORA, RECIBIDO POR, FECHA, HORA, COMENTARIOS

Fm: Fecha de muestreo (aada/mm/aa) 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.
*ÁREA PARA USO EXCLUSIVO DEL LABORATORIO



CADENA DE CUSTODIA

Pág: 2 de 3

11789

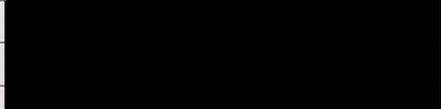
ID DEL SITIO DE MUESTREO/REF. CLIENTE:

Tinaja / Petrosaltos de 1ste.

No. DE PROYECTO: P5599

ÁREA: AL FF Ag S R

MUESTREADOR:



RESPONSABLE DEL MUESTREO:

(nombre y firma)

TIPO DE SERVICIO: NORMAL URGENTE

(días)

ANALISIS										FOLIO:		
HTM	HAP	Humedad	PH								Isali NOMBRE DEL CLIENTE	
										[Redacted Signature] FIRMA DEL CLIENTE		

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	FM	H	M	NR	C	P	TIPO DE MUESTRA		CM <input checked="" type="checkbox"/> L <input type="checkbox"/> Kg								EHS ID*
							MP	MC									
MI-PAS-TB-30-17-CEL	2017/04/07	16:02	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-21-1
MI-PAS-TB-30-18-CEL	2017/04/07	16:44	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-22-1
MI-PAS-TB-30-19-CEL	2017/04/07	16:37	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-23-1
MI-PAS-TB-30-20	2017/04/07	14:22	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-24-1
MI-PAS-TB-30-21	2017/04/07	14:31	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-25-1
MI-PAS-TB-30-22	2017/04/07	16:02	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-26-1
MI-PAS-TB-30-23	2017/04/07	16:11	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-27-1
MI-PAS-TB-30-24	2017/04/07	16:17	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-28-1
MI-PAS-TB-30-25	2017/04/07	16:24	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-29-1
MI-PAS-TB-30-T	2017/04/07	16:59	S	1	FV	7	✓		0.235	✓	✓	✓					84042-30-1

NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

OBSERVACIONES:

T°C* 4°C

ENTREGADO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	RECIBIDO POR: (nombre y firma)	FECHA:	HORA:	COMENTARIOS
[Redacted]	2017-04-08	12:30	Paquetería	2017-04-08	12:30	NON-178-JEMAR/NAI/SAI-2012
[Redacted]	2017-04-10	14:00	[Redacted]	2017-04-10	14:00	
[Redacted]	2017-04-11	12:50	[Redacted]	2017/04/11	12:50	

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

PETRO ASFALTOS DEL SURESTE, S.A. DE C.V.
Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán- Córdoba, municipio de Tierra
Blanca, estado de Veracruz.

INFORME DE RESULTADOS SUELOS
P5599

Realizado por:



EHS LABS DE MÉXICO, S. A. DE C. V.

MUESTREO REALIZADO: ABRIL, 2017



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.

DATOS DEL SOLICITANTE

Empresa:	Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.
Dirección:	Bahía San Hipólito No. 43, Colonia Anáhuac,
Entidad:	Delegación Miguel Hidalgo, Cd. de México
Atención:	[REDACTED]

NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP

DATOS DEL MUESTREO

Empresa responsable del muestreo:	EHS Labs de México, S.A. de C.V.
Dirección:	Matamoros 1441 Pte. Col. María Luisa
Nombre del sitio de muestreo:	Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán - Córdoba
Ubicación del sitio de muestreo:	Municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz
Fecha de muestreo:	2017-04-07
Número de muestras en estudio:	30
Protocolo de Muestreo Acreditado y Aprobado (Ver anexos):	Registro del Muestreo de Suelos (Acreditado y Aprobado) Cadena de Custodia Folio: 11787, 11788, 11789.

DATOS DE CONTROL

Identificación del cliente: <i>Siniestro: VC00190G</i>	Fecha de recepción de las muestras: 2017-04-11
	Fecha de inicio de análisis: 2017-04-11
Identificación EHS Labs: 84042	Fecha termino de análisis: 2017-05-24
	Descripción física de las muestras: 30 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 asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.

RESULTADOS DE LABORATORIO ANALÍTICO



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5599
 Fecha de Recepción: 2017-04-11
 Fecha de muestreo: 2017-04-07
 Folio de cadena de Custodia: 11787, 11788, 11789
 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-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	84042-1	22.98	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	84042-2	23.12	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	84042-3	22.66	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	84042-4	22.15	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	84042-5	5.35	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	84042-6	20.76	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	84042-7	6.06	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	84042-8	22.81	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	84042-9	22.21	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-R1	84042-10	8.49	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-R2	84042-11	7.82	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	84042-12	23.88	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	84042-13	22.09	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	84042-14	22.92	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	84042-15	23.07	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	84042-16	21.62	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	84042-17	7.74	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	84042-18	22.85	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	84042-19	23.81	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	84042-20	23.10	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-17-CEL	84042-21	11.32	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-18-CEL	84042-22	13.52	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-19-CEL	84042-23	13.06	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-20	84042-24	21.98	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-21	84042-25	19.21	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-22	84042-26	22.91	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-23	84042-27	23.40	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-24	84042-28	21.93	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-25	84042-29	23.32	6.00	2017-04-28	LB
MI-PAS-TB-30-T	84042-30	19.43	6.00	2017-04-28	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 SUELOS

Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5599
 Fecha de Recepción: 2017-04-11
 Fecha de muestreo: 2017-04-07
 Folio de cadena de Custodia: 11787, 11788, 11789
 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-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	84042-1	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	84042-2	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	84042-3	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	84042-4	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	84042-5	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	84042-6	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	84042-7	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	84042-8	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	84042-9	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-R1	84042-10	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-R2	84042-11	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	84042-12	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	84042-13	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	84042-14	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	84042-15	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	84042-16	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	84042-17	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	84042-18	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	84042-19	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	84042-20	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-17-CEL	84042-21	12802.79	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-18-CEL	84042-22	15719.79	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-19-CEL	84042-23	15557.71	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-20	84042-24	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-21	84042-25	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-22	84042-26	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-23	84042-27	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-24	84042-28	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB
MI-PAS-TB-30-25	84042-29	<140.56	140.56	62.10	2017-04-17	2017-04-21	LB



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5599
 Fecha de Recepción: 2017-04-11
 Fecha de muestreo: 2017-04-07
 Folio de cadena de Custodia: 11787, 11788, 11789
 Parámetro: HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICICLICOS EN SUELOS (Acreditado)
 Método analítico NMX-AA-146-SCFI-2008
 Fecha de extracción: 2017-04-17
 Fecha de análisis: 2017-04-18/2017-04-19
 Analista: JD

Cliente	MI-PAS-TB-30-01-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-01-D-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-02-C.EXT-P	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-1	84042-2	84042-3		
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

Cliente	MI-PAS-TB-30-03-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-04-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-05-C.EXT-P	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-4	84042-5	84042-6		
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

Cliente	MI-PAS-TB-30-06-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-07-C.EXT-F	MI-PAS-TB-30-08-C.EXT-F	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-7	84042-8	84042-9		
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



INFORME DE RESULTADOS SUELOS

Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.

Ciente	MI-PAS-TB-30-R1	MI-PAS-TB-30-R2	MI-PAS-TB-30-09-C.EXT-P	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-10	84042-11	84042-12		
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-PAS-TB-30-09-D-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-10-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-11-C.EXT-P	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-13	84042-14	84042-15		
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-PAS-TB-30-12-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-13-C.EXT-P	MI-PAS-TB-30-14-C.EXT-P	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-16	84042-17	84042-18		
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-PAS-TB-30-15-C.EXT-F	MI-PAS-TB-30-16-C.EXT-F	MI-PAS-TB-30-17-CEL	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-19	84042-20	84042-21		
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

Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.

Cliente	MI-PAS-TB-30-18-CEL	MI-PAS-TB-30-19-CEL	MI-PAS-TB-30-20	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-22	84042-23	84042-24		
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

Cliente	MI-PAS-TB-30-21	MI-PAS-TB-30-22	MI-PAS-TB-30-23	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-25	84042-26	84042-27		
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

Cliente	MI-PAS-TB-30-24	MI-PAS-TB-30-25	LC (mg/kgBS)	U (mg/kg BS)
ID EHS Labs	84042-28	84042-29		
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 SUELOS
Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.



INFORME DE RESULTADOS

No. De proyecto: P5599
Fecha de Recepción: 2017-04-11
Fecha de muestreo: 2017-04-07
Folio de cadena de Custodia: 11787, 11788, 11789
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-PAS-TB-30-T	84042-30	7.98	0.12	2017-04-12	AY

Este informe no podrá reproducirse total ni parcialmente sin la autorización previa de EHS LABS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.
Acreditación: R-0062-006/12



INFORME DE RESULTADOS SUELOS
Petro asfaltos del Sureste, S.A. de C.V.

Comentarios:
Ninguno

**NOMBRE Y FIRMA DE LA
PERSONA FISICA, ART. 116
PÁRRAFO PRIMERO DE LA
LGTAIP Y 113 FRACCIÓN I DE
LA LFTAIP**

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 A UN LADO DEL SITIO CONTAMINADO					
		Semana					
		1	5	9	13	17	21
I	Ubicación de cuadrilla en el sitio						
	Acondicionamiento de celda provisional						
	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
II	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
M-I	Monitoreo intermedio						
III	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
IV	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
V	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
VI	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
M-III	Monitoreo intermedio						
VII	Homogenización - Aireación						
	Bioaumentación (Aplicación de microorganismos)						
	Homogenización - Aireación						
	Aplicación de nutrientes						
	Homogenización - Aireación						
	Hidratación						
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 a un lado del sitio contaminado** se tomará 03 (tres) muestra simple a partir de un muestreo dirigido en la zona de tratamiento (638.2 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 (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 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 XV).

Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán- Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.

PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO

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.

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	15 minutos cada muestra**	Laboratorio
Lavado del equipo	10 minutos	Laboratorio
Envasado, etiquetado y sellado de muestras	25 minutos	Laboratorio
Llenado de cadena(s) de custodia y papelería de campo	30 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 es estimado y dependerá de las condiciones del sitio en el momento de la toma de muestra.

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 Asfaltos del Sureste, 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, 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).

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP
Y 113 FRACCIÓN I DE LA LETAIP**

Responsable de elaboración



Lugar y fecha de elaboración

Monterrey, N.L. a 10 de enero de 2018

Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán- Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.

4. SITIO DE MUESTREO.

4.1 Características.

De acuerdo con la cartografía del sitio afectado, éste presenta un suelo de textura limosa con un tipo de infiltración alta y material no consolidado, sin embargo de acuerdo a lo observado en campo el sitio presenta una mezcla de suelos arenoso – arcilloso. Así mismo se observa vegetación de tipo agricultura de riego encontrando cultivos de maíz, así como pastizal y diferentes arbustos. Es importante mencionar que en el sitio en estudio se realizaron labores de emergencia extrayendo el material edáfico afectado depositándolo en Celda provisional. En los alrededores se observa predios particulares.

El hidrocarburo derramado (Turbosina) impactó el camellón central de la Carretera No. 145-D, desplazándose por una cuneta de concreto afectando suelo natural, donde la Turbosina continuó su recorrido hasta llegar a un dren pluvial de concreto que cruza por debajo de la carpeta asfáltica, desplazándose a través de él hasta desembocar del otro lado de la Carretera, afectando de mismo modo suelo natural perteneciente a un predio particular.

El sitio en estudio se encuentra a aproximadamente 1.34 Km. del Poblado de Loma de los Pichones. Así mismo a aproximados 25 Km se encuentra la cabecera municipal de Tierra Blanca, Veracruz.

No se encuentran ríos o cuerpos de agua cercanos al sitio por lo que se descarta dar aviso a la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

4.2. Superficie del polígono del sitio.

La superficie del polígono del sitio corresponde a la Celda de Tratamiento con aproximadamente 638.2 m³ de material edáfico sometido a tratamiento.

4.3. Superficie de la zona o zonas de muestreo.

La superficie de muestreo corresponde a la Celda de Tratamiento con aproximadamente 638.2 m³ de material edáfico sometido a tratamiento.

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, serán los siguientes.

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP Y
113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**



Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán- Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.

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

6. MUESTREO.

6.1 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 de suelo natural sometido a tratamiento (638.2 m³) mediante la técnica Biorremediación por Landfarming a un lado del sitio contaminado. 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.

6.2 Puntos de muestreo.

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

Puntos de muestreo	Identificación	Profundidad (m)	Parámetros a analizar	Volumen (ml)
1	MF-PAS-TB-30-01-CEL(0.30m)	0.30	HFM, HAP, H, PH	235
DUPLICADO	MF-PAS-TB-30-01-D-CEL(0.30m)	0.30		
2	MF-PAS-TB-30-02-CEL(0.60m)	0.60		
3	MF-PAS-TB-30-03- CEL(0.90m)	0.90		

Superficial 0 – 0.05 m

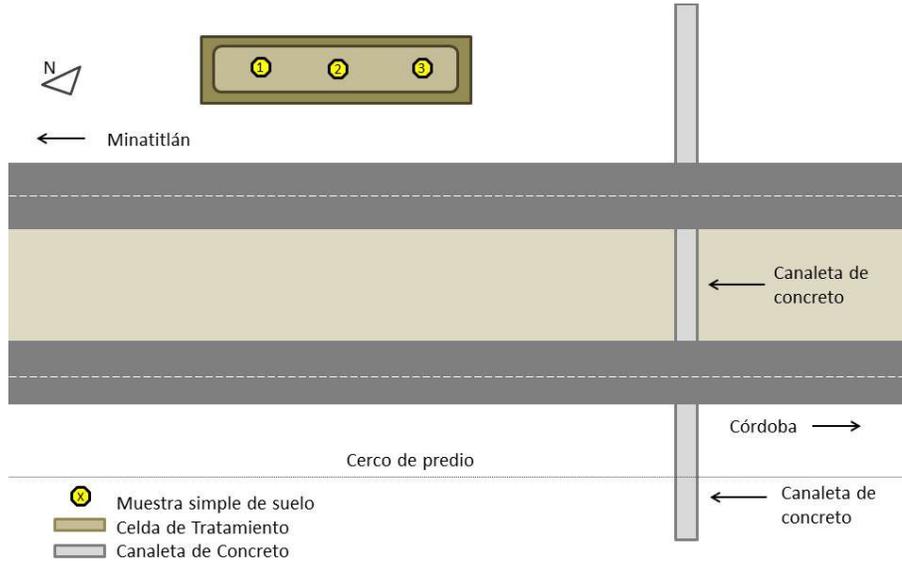
La distribución y la profundidad de la muestras a recolectar de forma manual están basadas en función a los datos recabados durante la elaboración de la caracterización de sitio y propuesta de remediación, los cuales constituyen el Programa de Remediación ingresado ante la Agencia de Seguridad, Energía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

Se tomarán tres (03) muestras en la celda de tratamiento, así como una (01) muestra duplicado para el aseguramiento de la calidad de las muestras.

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA FISICA,
ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAIP
Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán- Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.

6.3 Croquis de los puntos de muestreo.



6.4 Equipo de muestreo.

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

- Nucleador Manual (Hand auger)
- Cucharón(es) y/o espátula(s)
- Frascos de vidrio
- Hielera
- Kit de limpieza
- Guantes
- GPS

6.5 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.

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 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.

Km. 31 Carretera No.145-D Minatitlán- Córdoba, municipio de Tierra Blanca, estado de Veracruz.

8. 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.

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 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 registrarán como desviaciones de campo.

Para este muestreo se tienen los siguientes documentos:

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

**NOMBRE Y FIRMA DE LA PERSONA
FISICA, ART. 116 PÁRRAFO
PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113
FRACCIÓN I DE LA LFTAIP**

10. 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.

