



# TRANSPORTES JSV

## S.A DE C.V.

### RESUMEN EJECUTIVO

**ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PARA  
EVALUAR CONTAMINACIÓN DE SUELO POR  
DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE  
UN AUTOTANQUE EN EL KM 183 + 500 DE  
LA AUTOPISTA POZA RICA–VERACRUZ,  
TRAMO TIHUATLÁN - EL PALMAR,  
MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE  
VERACRUZ.**

ABRIL DEL 2021



**CONSULTORIA AMBIENTAL, ESTUDIOS Y PROYECTOS  
S.A. DE C.V.**

## **RESUMEN EJECUTIVO**

### **ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PARA EVALUAR CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE UN AUTOTANQUE EN EL KM 183 + 500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA–VERACRUZ, TRAMO TIHUATLÁN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ**

- **Descripción del Accidente y Áreas Afectadas**

El 30 de enero del 2021, un Tractocamión con 2 tanques perteneciente la empresa Transportes JSV S.A de C.V., sufrió un accidente mientras transitaba por el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica–Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz. El accidente se origina cuando el operador al realizar una maniobra para evitar colisionar con otra unidad que invadió su carril, circula sobre el acotamiento y pierde el control de la unidad, que se impacta contra el muro del talud del cerro, dañándose uno de los tanques y derramando el combustible, el cual salpica el muro del talud y escurre por la cuneta de concreto a lo largo de 50 metros y desemboca hacia el cauce de un arroyo de escorrentía pluvial, el cual descarga directamente hacia una parcela agrícola con siembra de maíz. A causa de este accidente, se originó el derrame de 33,000 litros de Diesel.

En la evaluación inicial para identificar las áreas afectadas, realizada en la visita al sitio el 4 de febrero de 2021, se realizaron varios sondeos que permitieron identificar los límites de las zonas afectadas por el diesel, así como la profundidad hasta donde penetra el hidrocarburo. Se identificaron 3 áreas afectadas, las que corresponde, la primera a la zona del talud y la cuneta, la segunda al canal de escurrimiento de tierra natural y la tercera a la parcela agrícola adonde llegó el diesel.

- **Estudio de Caracterización.**

Para la realización del Estudio de Caracterización, se llevó a cabo trabajo de campo y gabinete. Como parte del trabajo de campo se realizó la ubicación de 15 puntos de muestreo dentro de las Áreas Afectadas donde se tomaron 29 muestras de suelo para analizar en el laboratorio y 14 puntos de muestreo para delimitar el Área Perimetral, para



la toma de 1 muestra en cada punto. En total se tomaron 43 muestras simples y adicionalmente se tomaron 5 muestras duplicadas para un gran total de 48 muestras para determinarles en el laboratorio los análisis de Hidrocarburos Fracción Media (HFM), HAP's, pH y Humedad.

- **Resultados de los Análisis de Laboratorio.**

De los resultados de los análisis de laboratorio se identificó que en los 15 puntos de muestreo dentro de las áreas identificadas como afectadas (Parcela Agrícola, Cauce del Arroyo y Talud), donde se analizaron 33 muestras de suelo (29 simples y 3 duplicadas), se observó que en las muestras de primer nivel de cada pozo, los análisis reportan Hidrocarburos Fracción Media (HFM) en concentraciones que van desde 2,874.65 mg/kg hasta 15,347.54 mg/kg, los cuales sobrepasan de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de 1,200 mg/kg. Y las muestras de fondo para cada punto de muestreo, en todos los casos se reportan concentraciones de HFM menores a los LMP.

De las 15 muestras de suelo analizadas provenientes de los puntos de muestreo en las zonas para delimitar, se reporta en 6 de las 15 muestras se reporta presencia de Hidrocarburos Fracción Media en concentraciones que se encuentran en el rango de 22.21 mg/kg hasta 57.84 mg/kg, valores que se encuentran por debajo de los LMP de 1,200 mg/kg establecidos por la normatividad.

En ninguna de las 48 muestras analizadas, se reportó presencia de compuestos poliaromaticos HAP's.

- **Cuantificación de la Pluma Contaminante.**

Con base en el análisis de la información recopilada en campo y gabinete, así como con los resultados de los análisis de laboratorio, se procedió a realizar el cálculo de la Pluma Contaminante, para lo cual se utilizó el software Surface Mapping System (SURFER), versión 12.0, de Golden Software Inc.

Para el cálculo de las Plumas de Contaminación se consideró las 3 Áreas que se identificaron como afectadas y a donde se realizó la toma de muestras de suelo para su análisis en laboratorio y las cuales fueron:

- Parcela Agrícola
- Cauce del Arroyo
- Talud del Cerro

En la elaboración de la pluma de contaminación, además de basarse en los resultados de los análisis de laboratorio, también se considera usar los datos obtenidos en campo, tales como:

- La estratigrafía del suelo
- Las características físicas del sitio
- La infraestructura
- La zona visible de contaminación
- La topografía del lugar
- Las pruebas de campo y sondeos realizados

Para el cálculo del volumen total se consideró el área contaminada en cada una de las zonas identificadas y la profundidad establecida previamente de acuerdo a los sondeos iniciales y confirmada con los resultados de los análisis de laboratorio. Obteniendo que la superficie de suelo contaminado (considerando el cauce del arroyo y la parcela agrícola) es de  **$1,058.93 \text{ m}^2$**  y el volumen total de suelo contaminado es de  **$528.92 \text{ m}^3$** , sumando a este valor el volumen de material contaminado obtenido del Talud del cerro y del sedimento de la cuneta de concreto en la zona del Talud del cerro.

En la siguiente Tabla, se muestra un resumen de las áreas y volúmenes por estrato de suelo obtenidos de la sobre posición de las plumas contaminantes para el cálculo del volumen.

**Tabla 1.** Área y volumen total de suelo contaminado obtenido de las plumas contaminantes.

| Zona                                           | Profundidad del estrato afectado con HFM(m) | Área Afectada (m <sup>2</sup> ) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Cauce del Arroyo                               | 0.27                                        | 105.68                          | 28.53                     |
| Parcela Agrícola Área 1                        | 0.42                                        | 229.14                          | 96.24                     |
| Parcela Agrícola Área 2                        | 0.58                                        | 512.76                          | 297.40                    |
| Parcela Agrícola Área 3                        | 0.48                                        | 211.35                          | 101.45                    |
| Talud del Cerro                                | 0.08                                        | 60.00                           | 4.80                      |
| Sedimento Cuneta                               | 0.05                                        | 10.00                           | 0.50                      |
| <b>Área de Suelo Contaminado</b>               |                                             | <b>1,058.93</b>                 |                           |
| <b>Área Total de Suelo y Muro Contaminados</b> |                                             | <b>1,128.93</b>                 |                           |
| <b>Volumen Total de Suelo Contaminado</b>      |                                             |                                 | <b>528.92</b>             |

- **Propuesta de Saneamiento del Suelo Contaminado.**

Se establece que para realizar el saneamiento del suelo contaminado con hidrocarburos, se tiene que considerar las características del producto a eliminar, en este caso Diesel, y que por las condiciones del sitio, el tipo de tratamiento recomendable es "Ex Situ" (a un lado del sitio contaminado).

Una de las tecnologías comúnmente utilizadas para el saneamiento de suelos contaminados con Diésel es la Biorremediación mediante Biopilas, las cuales se colocan a un lado del sitio contaminado.

Para el desarrollo de los trabajos de biorremediación, se considera la realización de las siguientes actividades:

- Construcción de biocelda.
- Excavación del suelo contaminado y colocación en la biocelda
- Tratamiento del Suelo Contaminado en la Biocelda
- Control del Proceso
- Evaluación final
- Informe final y reintegración de material a su lugar de origen

**Tiempo requerido para el tratamiento.**

Se estima que para la restauración del suelo mediante el sistema de Biorremediación "On Site", el tiempo requerido es de 3.5 meses.

## **INDICE GENERAL**

| <b>No.</b> | <b>Capitulo</b>                                                 | <b>Pagina</b> |
|------------|-----------------------------------------------------------------|---------------|
| 1.-        | ANTECEDENTES                                                    | 1             |
| 1.1.-      | Descripción del Accidente y Áreas Afectadas                     | 1             |
| 1.2.-      | Trabajos de Atención a la Emergencia                            | 6             |
| 1.3.-      | Características del Diesel                                      | 6             |
| 2.-        | MARCO LEGAL APLICABLE                                           | 8             |
| 3.-        | ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN                                      | 9             |
| 3.1.-      | OBJETIVO                                                        | 10            |
| 3.1.1.-    | Objetivo General                                                | 10            |
| 3.1.2.-    | Objetivos específicos                                           | 11            |
| 4.-        | CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO CONTAMINADO                 | 13            |
| 4.1.-      | Localización del sitio                                          | 13            |
| 4.2.-      | Características ambientales de la zona                          | 15            |
| 4.2.1.-    | Orografía                                                       | 15            |
| 4.2.2.-    | Hidrografía                                                     | 15            |
| 4.2.3.-    | Clima                                                           | 16            |
| 4.2.4.-    | Flora                                                           | 16            |
| 4.2.5.-    | Fauna                                                           | 16            |
| 4.2.6.-    | Clasificación y Uso del Suelo                                   | 16            |
| 4.2.7.-    | Población e Infraestructura                                     | 17            |
| 4.2.8.-    | Cultura indígena en Papantla                                    | 17            |
| 4.2.9.-    | Desempleo y economía en Papantla                                | 17            |
| 4.2.10.-   | Viviendas e infraestructuras en Papantla                        | 17            |
| 4.2.11.-   | Vías de Comunicación                                            | 17            |
| 4.2.12.-   | Vía de acceso al sitio de estudio                               | 17            |
| 5.-        | METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE CAMPO                                 | 18            |
| 5.1.-      | Aviso a la ASEA                                                 | 18            |
| 5.2.-      | Etapas de Planeación                                            | 18            |
| 5.3.-      | Etapas de Trabajos de Campo                                     | 18            |
| 5.4.-      | Etapas de Gabinete                                              | 19            |
| 5.5.-      | Recopilación de información                                     | 19            |
| 5.6.-      | Localización del sitio                                          | 19            |
| 5.7.-      | Determinación del área afectada                                 | 20            |
| 5.8.-      | Levantamiento topográfico                                       | 20            |
| 5.9.-      | Planeación de la Toma de Muestras                               | 21            |
| 5.9.1.-    | Plan para la toma de Muestras                                   | 22            |
| 5.9.2.-    | Parámetros a Analizar                                           | 23            |
| 5.9.3.-    | Laboratorio para toma de Muestras y Análisis                    | 24            |
| 5.10.-     | Toma de Muestras                                                | 24            |
| 5.11.-     | Aspectos Técnicos                                               | 26            |
| 6.-        | RESULTADOS                                                      | 27            |
| 6.1.-      | Trabajos de campo realizados y análisis de resultados           | 27            |
| 6.2.-      | Ubicación de los puntos de muestreo                             | 27            |
| 6.3.-      | Perforación de pozos de muestreo con extracción de núcleos para | 28            |

| No.       | Capitulo                                                                                                                                                   | Pagina |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
|           | determinar perfil estratigráfico                                                                                                                           |        |
| 6.4.-     | Toma de muestras de suelo dentro y fuera de la zona identificada como afectada y resultados de análisis de laboratorio de la determinación de HFM y HAP's  | 29     |
| 6.5.-     | Resultados de laboratorio para determinar Hidrocarburos Fracción Media                                                                                     | 34     |
| 6.5.1.-   | Resultados de análisis a muestras tomadas en la Zona de la Parcela Agrícola                                                                                | 34     |
| 6.5.1.1.- | Resultados en el Área 1 de la Parcela Agrícola                                                                                                             | 34     |
| 6.5.1.2.- | Resultados en el Área 2 de la Parcela Agrícola                                                                                                             | 35     |
| 6.5.1.3.- | Resultados en el Área 3 de la Parcela Agrícola                                                                                                             | 36     |
| 6.5.2.-   | Resultados de análisis a muestras tomadas en la zona del Cauce del Arroyo                                                                                  | 37     |
| 6.5.3.-   | Resultados de análisis a muestras tomadas en el Talud del cerro                                                                                            | 39     |
| 6.5.4.-   | Resultados de análisis a muestras tomadas en Puntos de Muestreo para Delimitación.                                                                         | 40     |
| 6.5.5.-   | Resultados de Laboratorio para determinar Hidrocarburos Poliaromaticos (HAP's)                                                                             | 42     |
| 6.6.-     | Integración y análisis de los resultados de laboratorio                                                                                                    | 44     |
| 7.-       | IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA PLUMA CONTAMINANTE                                                                                                   | 47     |
| 7.1.-     | Modelo de Simulación                                                                                                                                       | 47     |
| 7.2.-     | Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.20 m de profundidad en el Cauce del Arroyo.                   | 48     |
| 7.3.-     | Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.35 m de profundidad en la zona de la Parcela Agrícola Área 1. | 50     |
| 7.4.-     | Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.50 m de profundidad en la zona de la Parcela Agrícola Área 2. | 52     |
| 7.5.-     | Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.50 m de profundidad en la zona de la Parcela Agrícola Área 3. | 54     |
| 7.6.-     | Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.05 m de profundidad en la Zona del Talud.                     | 56     |
| 7.7.-     | Determinación del área y volumen total de contaminación                                                                                                    | 58     |
| 8.-       | IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE                                                                                                           | 60     |
| 8.1.-     | Estimación de Daños al Ambiente                                                                                                                            | 60     |
| 8.2.-     | Estimación de Daños Materiales                                                                                                                             | 62     |
| 9.-       | EVALUACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO Y A LA SALUD HUMANA                                                                                                        | 63     |
| 9.1.-     | Riesgo a la Salud Humana                                                                                                                                   | 63     |
| 9.2.-     | Evaluación de Riesgo Ecológico                                                                                                                             | 63     |
| 10.-      | ANÁLISIS Y CONCLUSIONES                                                                                                                                    | 65     |
| 11.-      | PLAN DE SANEAMIENTO                                                                                                                                        | 67     |

| <b>No.</b> | <b>Capítulo</b>                                                | <b>Página</b> |
|------------|----------------------------------------------------------------|---------------|
| 11.1.-     | Propuesta de Saneamiento para suelo contaminado con HFM        | 68            |
| 11.2.-     | Instalación de la biocelda                                     | 69            |
| 11.3.-     | Excavación del suelo contaminado y colocación en la biocelda   | 71            |
| 11.4.-     | Tratamiento del Suelo Contaminado en la Biocelda               | 72            |
| 11.5.-     | Control del Proceso                                            | 73            |
| 11.6.-     | Evaluación final                                               | 74            |
| 11.7.-     | Informe final y reintegración de material a su lugar de origen | 77            |
| 11.8.-     | Tiempo requerido para el tratamiento.                          | 78            |

## **INDICE DE FIGURAS**

| <b>Figura</b> | <b>Título</b>                                                                                                                            | <b>Página</b> |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1             | Trayectoria del escurrimiento del Diesel derramado                                                                                       | 3             |
| 2             | Dimensiones de las áreas afectadas por el siniestro                                                                                      | 4             |
| 3             | Ubicación de las áreas afectadas según su profundidad en la Parcela Agrícola.                                                            | 5             |
| 4             | Ubicación a nivel nacional del sitio afectado por el derrame de Diesel                                                                   | 14            |
| 5             | Ubicación regional del sitio afectado por el derrame de Diesel                                                                           | 14            |
| 6             | Ubicación local del sitio afectado por el derrame de Diesel                                                                              | 15            |
| 7             | Levantamiento topográfico en el área afectada por el derrame de Diesel                                                                   | 21            |
| 8             | Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas afectadas por el derrame de Diesel                                                      | 22            |
| 9             | Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas afectadas por el derrame de Diesel                                                      | 28            |
| 10            | Perfil estratigráfico de las zonas de estudio.                                                                                           | 29            |
| 11            | Ubicación de Puntos de Muestreo en Parcela Agrícola Afectada                                                                             | 37            |
| 12            | Ubicación de Puntos de Muestreo en Cauce del Arroyo Afectado                                                                             | 38            |
| 13            | Ubicación de Puntos de Muestreo en Talud del Cerro Afectado                                                                              | 40            |
| 14            | Identificación de los Puntos de Muestreo ubicados para Delimitar el área afectada por el derrame de Diesel.                              | 42            |
| 15            | Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.20 m, en la zona del Cauce del Arroyo.         | 49            |
| 16            | Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.35 m, en la zona de la Parcela Área 1.         | 51            |
| 17            | Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.50 m, en la zona de la Parcela Área 2.         | 53            |
| 18            | Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.40 m, en la zona de la Parcela Área 3.         | 55            |
| 19            | Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media en la zona del Talud del cerro.                                      | 57            |
| 20            | Integración de las Plumas Contaminantes determinadas por el modelo de simulación para Hidrocarburos Fracción Ligera                      | 58            |
| 21            | Vista de la vegetación afectada por derrame de Diesel en la zona de la Parcela Agrícola a 3 días del derrame y a 4 semanas del siniestro | 61            |
| 22            | Vista de la vegetación afectada por derrame de Diesel en la zona del Cauce del Arroyo a 3 días del derrame y a 4 semanas del siniestro   | 62            |
| 23            | Características de la celda de tratamiento                                                                                               | 71            |
| 24            | División de la celda de tratamiento para la toma de muestras puntuales                                                                   | 74            |
| 25            | Puntos de muestreo en la celda de tratamiento para la toma de                                                                            | 76            |



| <b>Figura</b> | <b>Título</b>                                                 | <b>Página</b> |
|---------------|---------------------------------------------------------------|---------------|
|               | muestras finales                                              |               |
| 26            | Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas excavadas    | 77            |
| 27            | Tiempo requerido para Biorremediación por Biopilas "On Site". | 78            |

## **INDICE DE TABLAS**

| <b>Tabla</b> | <b>Título</b>                                                                                                                                                                                   | <b>Página</b> |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1            | Superficies de las Áreas afectadas por el derrame de Diesel.                                                                                                                                    | 4             |
| 2            | Superficies de las Áreas afectadas por el derrame de Diesel.                                                                                                                                    | 5             |
| 3            | Parámetros a analizar y Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012                                                                                               | 8             |
| 4            | Límites máximos permisibles de Hidrocarburos Fracción Media y HAP's para Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)                               | 11            |
| 5            | Puntos de Muestreo, profundidad de las muestras y parámetros a analizar                                                                                                                         | 23            |
| 6            | Ubicación de los puntos de muestreo en coordenadas UTM.                                                                                                                                         | 25            |
| 7            | Resultados de los análisis de laboratorio de HFML y HAP's en muestras de suelo tomadas a 0.05, 0.10, 0.015, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.55 y 0.65 m.                                              | 31            |
| 8            | Profundidad promedio de penetración del Hidrocarburos Fracción Media en las áreas afectadas de la Parcela Agrícola.                                                                             | 34            |
| 9            | Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 1.                                                   | 35            |
| 10           | Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 2.                                                   | 35            |
| 11           | Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.                                                   | 36            |
| 12           | Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a 0.20 y 0.50 m de profundidad en la Zona del Cauce del Arroyo.                             | 38            |
| 13           | Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas en el Talud del Cerro en el punto de impacto.                                               | 39            |
| 14           | Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Ligera a muestras de suelo tomadas a 1.50 m de profundidad.                                                                   | 41            |
| 15           | Resultados de análisis de laboratorio para HAP's a 0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m, 0.40 m, 0.50 m, 0.55 m y 0.65 m de profundidad.                                                              | 43            |
| 16           | Resultados de análisis de laboratorio a muestras de suelo tomadas a 0.20 m de profundidad en la Zona del Cauce del Arroyo que presentaron Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma.          | 48            |
| 17           | Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona del Cauce del Arroyo.                                                                                                                    | 49            |
| 18           | Resultados de análisis de laboratorio a muestras de suelo tomadas en la zona de la Parcela Agrícola Área 1 a 0.35 m de Profundidad. que presentaron Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma | 50            |
| 19           | Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona de la Parcela Agrícola Área 1.                                                                                                           | 51            |

| <b>Tabla</b> | <b>Título</b>                                                                                                                                                                                  | <b>Página</b> |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 20           | Resultados de análisis de laboratorio a muestras de suelo tomadas en la zona de la Parcela Agrícola Área 2 a 0.5 m de Profundidad. que presentaron Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma | 52            |
| 21           | Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona de la Parcela Agrícola Área 2.                                                                                                          | 53            |
| 22           | Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.                                                  | 54            |
| 23           | Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.                                                                                                          | 55            |
| 24           | Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona del Muro del Talud.                                                             | 56            |
| 25           | Área y volumen de suelo contaminado HFM en Talud del Cerro.                                                                                                                                    | 57            |
| 26           | Área y volumen total de suelo contaminado obtenido de las plumas contaminantes.                                                                                                                | 59            |
| 27           | Resumen de las zonas contaminadas con HFM.                                                                                                                                                     | 67            |
| 28           | Resumen de las zonas contaminadas por zonas                                                                                                                                                    | 69            |
| 29           | Muestras Finales a Tomar, Punto de Muestreo y Cantidad.                                                                                                                                        |               |

## **ANEXOS**

| <b>No.</b> | <b>Título</b>                                                                                                                                                                                                             |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | Memoria Fotográfica                                                                                                                                                                                                       |
| 2          | Carta Porte                                                                                                                                                                                                               |
| 3          | Hoja de seguridad del Diesel                                                                                                                                                                                              |
| 4          | Oficio a la ASEA de entrega de Formatos de Aviso Inmediato y Formalización de Aviso.                                                                                                                                      |
| 5          | Oficio de Entrega de Protocolo de Muestreo                                                                                                                                                                                |
| 6          | Resultados de laboratorio y Acreditaciones del laboratorio                                                                                                                                                                |
| 7          | Oficio de entrega de Cadenas de Custodia a la ASEA                                                                                                                                                                        |
| 8          | Autorización para el Tratamiento de Suelos Contaminados. Emitida a Consultoría Ambiental, Estudios y Proyectos por la Agencia Nacional de Seguridad Industrial y de Protección al Medio Ambiente del Sector Hidrocarburos |
| 9          | Planos                                                                                                                                                                                                                    |

## **INFORME FINAL**

# **ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN PARA EVALUAR CONTAMINACIÓN DE SUELO POR DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE UN AUTOTANQUE EN EL KM 183 + 500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA-VERACRUZ, TRAMO TIHUATLÁN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ**

## **1.- ANTECEDENTES**

### **1.1.-Descripción del Accidente y Áreas Afectadas**

El 30 de enero del 2021, un Tractocamión con 2 tanques perteneciente la empresa Transportes JSV S.A de C.V., sufrió un accidente mientras transitaba por el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz.

El accidente se origina cuando el operador al realizar una maniobra para evitar colisionar con otra unidad que invadió su carril, circula sobre el acotamiento y pierde el control de la unidad, que se impacta contra el muro del talud del cerro, dañándose uno de los tanques y derramando el combustible, el cual salpica el muro del talud y escurre por la cuneta de concreto a lo largo de 50 metros y desemboca hacia el cauce de un arroyo de escorrentía pluvial, el cual descarga directamente hacia una parcela agrícola con siembra de maíz. A causa de este accidente, se originó el derrame de 33,000 litros de Diesel.

Bajo la política de cumplir con lo dispuesto por la Ley ambiental del país, se realizaron los trámites pertinentes para dar aviso a la autoridad ambiental implicada, Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA), estableciendo el compromiso de realizar los trabajos necesarios para reparar los daños a la salud de la población, al ambiente y los bienes materiales que se hubieren afectado. Lo anterior lo realiza con la participación de Quálitas Seguros S.A. con quien tiene contratada la Póliza 3200288486 para dar seguimiento al trámite conducente para la reparación de los daños.

Por ese motivo, se designó a la empresa Consultoría Ambiental Estudios y Proyectos S.A. de C.V. (CAEPSA), para realizar los trabajos de evaluación de los daños ambientales que se pudieron ocasionar, así como de todos aquellos trámites ambientales que se generen con la autoridad competente.

Para evaluar los daños ambientales ocasionados por el derrame de Diesel en la zona, el personal de Consultoría Ambiental Estudios y Proyectos S.A. de C.V. realizó una visita inicial al sitio del siniestro el día 4 de febrero de 2021, que la zona donde ocurrió el siniestro, la autopista presenta una topografía semiplana y posteriormente hacia el Derecho de Vía tiene una zona de desnivel de aproximadamente 8 m, donde se tiene una superficie con inclinación hacia un terreno utilizado como parcela agrícola, con una pendiente menor a 8°, y corresponde a una zona donde el Uso del Suelo es Agrícola y Forestal.

De acuerdo a las Cartas Porte CA-29079 y CA-29080, de fecha 28 de enero del 2021, el lugar de origen del hidrocarburo es "*Estrategias y Distribuciones de Hidrocarburos S.A de C.V.*", con domicilio en Hacienda 480, carretera pesquería Colonia La Arena Municipio Apodaca Nuevo León y destinatario "*Estrategias-Dos Oceanos Ver.*", con domicilio en Carretera Federal Veracruz-Córdoba Km 18 s/n, Paso del Toro, Municipio : Municipio de Medellín, Veracruz.

De acuerdo a los reportes, cada uno de los 2 tanques transportaban 33,000 litros de Diesel. El segundo tanque fue el dañado y de él se derramo todo el diesel que contenía (los 33,000 lts.).

Como anteriormente se mencionó, la afectación por el derrame del diesel se dio de la siguiente manera:

Al impactarse el autotanque contra el muro del talud del cerro, se desgarró la lámina del segundo tanque, derramando el combustible, el cual salpica el muro del talud y escurre por la cuneta de concreto a lo largo de 50 metros y desemboca hacia el cauce de un



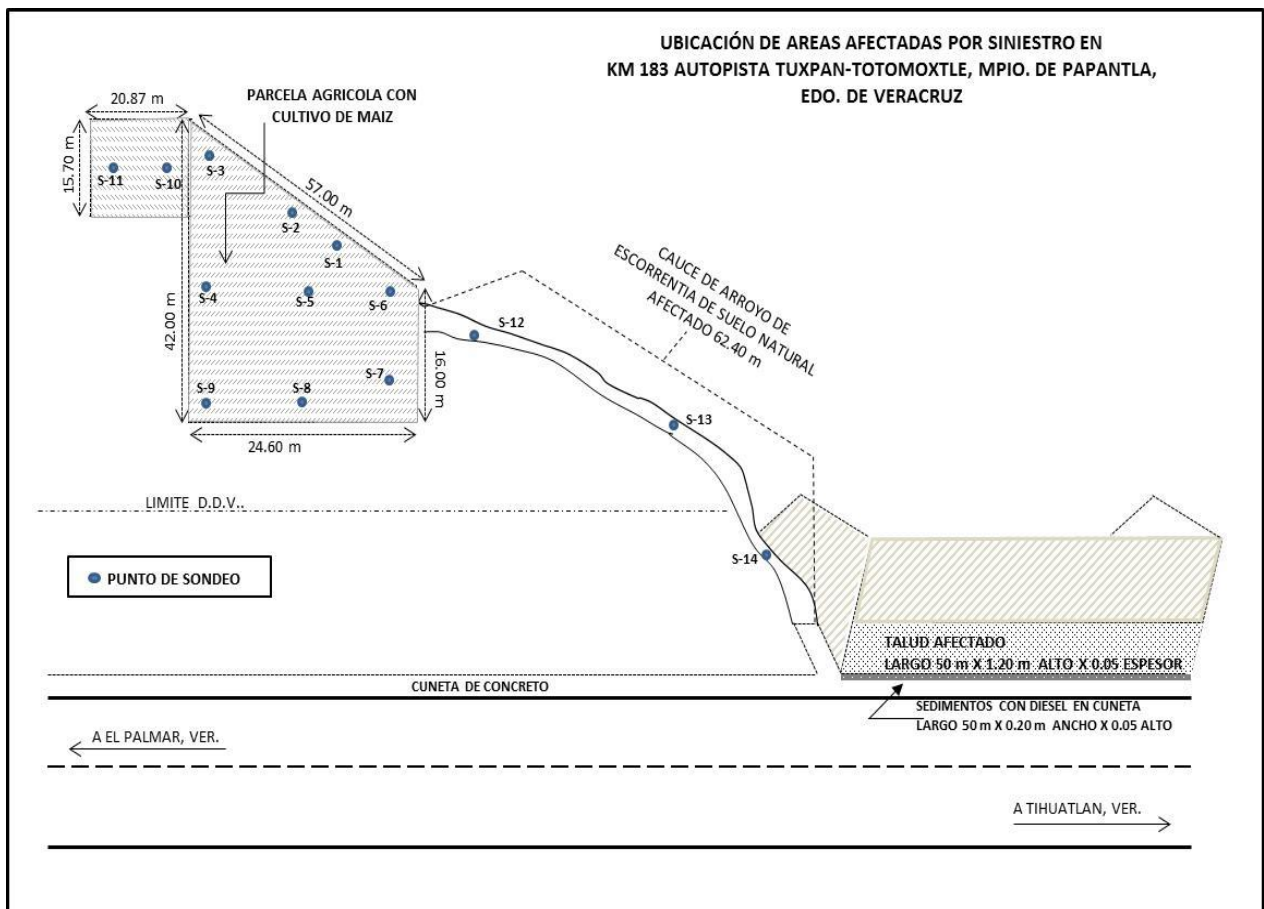
arroyo de escorrentía pluvial, el cual descarga directamente hacia una parcela agrícola.  
(ver Figura 4).



**Figura 1.** Trayectoria del escurrimiento del Diesel derramado

- 1.- El autotank se impacta contra el talud de la carretera derramando diesel, el cual escurre por la cuneta de concreto
- 2 y 3.- La cuneta de concreto desemboca hacia el cauce de un arroyo de escorrentía, de suelo natural, por donde se desplaza el diesel derramado.
- 4 y 5.- El canal de suelo natural del arroyo de escorrentía corre a lo largo de 62.40 m y termina en una parcela agrícola donde llega el diesel.
- 6.- El diesel se distribuye a lo largo y ancho de la parcela, teniendo desplazamiento principalmente hacia la parte baja de la parcela.

En la siguiente figura se representa en planta un croquis del área afectada por el derrame de Diesel, en donde en el sondeo inicial realizado en la visita del 4 de febrero de 2021, se estimó una superficie afectada de 1,167.22 m<sup>2</sup>, identificándose 3 áreas afectadas, las que corresponde, la primera a la zona del talud y la cuneta, la segunda al canal de escurrimiento de tierra natural y la tercera a la parcela agrícola adonde llegó el diesel. Las áreas afectadas y sus dimensiones se presentan a continuación:

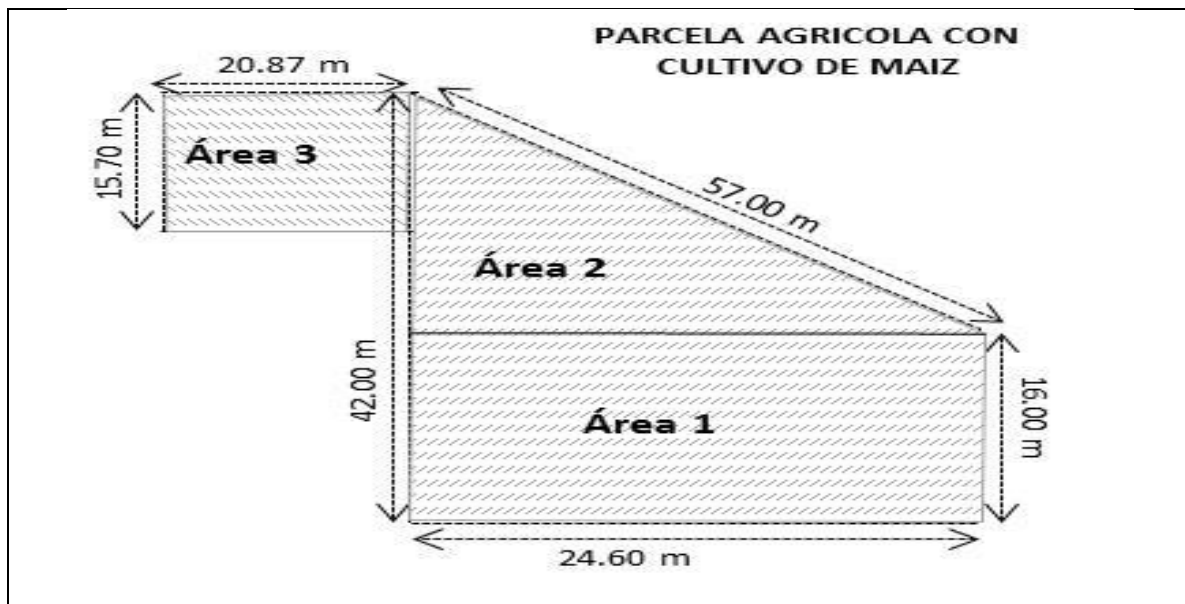


**Figura 2.** Dimensiones de las áreas afectadas por el siniestro

**Tabla 1.-** Superficies de las Áreas afectadas por el derrame de Diesel.

|   | Superficie Afectada | Area (M2)       |
|---|---------------------|-----------------|
| 1 | Talud Cuneta        | 70.00           |
| 2 | Cauce del Arroyo    | 56.16           |
| 3 | Parcela             | 1,041.06        |
|   | <b>TOTAL</b>        | <b>1,167.22</b> |

Para determinar las áreas afectadas e identificar la profundidad hasta donde se detecto la infiltración del Diesel derramado, se realizarón 14 sondeos en la zona de la parcela y del cauce del arroyo. Se determino, con base en los sondeos, que se tiene en la parcela 3 áreas con diferente nivel de penetración del hidrocarburo en el subsuelo, las cuales se representan en la siguiente figura y tabla.



**Figura 3.** Ubicación de las áreas afectadas según su profundidad en la Parcela Agrícola.

**Tabla 2.-** Superficies de las Áreas afectadas por el derrame de Diesel.

| Área Afectada              | No. de Sondeo | Profundidad del Sondeo | Infiltración de la Sustancia | Profundidad Media Considerada |
|----------------------------|---------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Parcela Agrícola<br>Área 2 | 1             | 0.60                   | 0.52                         | 0.58 m                        |
|                            | 2             | 0.60                   | 0.58                         |                               |
|                            | 3             | 0.60                   | 0.55                         |                               |
|                            | 4             | 0.60                   | 0.54                         |                               |
|                            | 5             | 0.60                   | 0.55                         |                               |
|                            | 6             | 0.60                   | 0.59                         |                               |
| Parcela Agrícola<br>Área 1 | 7             | 0.50                   | 0.42                         | 0.42 m                        |
|                            | 8             | 0.50                   | 0.42                         |                               |
|                            | 9             | 0.50                   | 0.42                         |                               |
| Parcela Agrícola           | 10            | 0.50                   | 0.48                         | 0.48 m                        |



| Área Afectada    | No. de Sondeo | Profundidad del Sondeo | Infiltración de la Sustancia | Profundidad Media Considerada |
|------------------|---------------|------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Área 3           | 11            | 0.50                   | 0.48                         |                               |
| Cauce del Arroyo | 12            | 0.40                   | 0.29                         | 0.27 m                        |
|                  | 13            | 0.40                   | 0.25                         |                               |
|                  | 14            | 0.40                   | 0.24                         |                               |
| Talud            | 15            | 0.08                   | 0.05                         | 0.05 m                        |
|                  | 16            | 0.08                   | 0.05                         |                               |

### 1.2.- Trabajos de Atención a la Emergencia

Debido a que todo el Diesel derramado escurrió primero sobre la cuneta de concreto y después se absorbió por el suelo natural del canal y principalmente de la parcela agrícola, no se tuvo producto en fase libre que pudiera generar alguna afectación adicional. Tampoco se tienen cuerpos de agua en las áreas inmediatas al sitio. Adicionalmente, y debido a que las plantas de maíz en la parcela agrícola estaban en crecimiento, estas retuvieron el hidrocarburo y tampoco fue posible realizar ningún trabajo debido a la falta de autorización del propietario.

Debido a lo anterior, NO se requirió realizar trabajos de Atención a la Emergencia.

### 1.3.- Características del Diesel

El diésel, es también conocido como gasóleo o gasoil, y es un hidrocarburo que se obtiene de la destilación del petróleo a una temperatura entre los 200°C y los 380°C. A comparación de la Diesel, este se evapora más lentamente y resulta más eficiente que la Diesel.

Tiene un aspecto líquido aceitoso y olor característico, presenta una hidrosolubilidad baja y es estable a temperatura ambiente. Resulta combustible por encima de su punto de ebullición y puede reaccionar con sustancias que son fuertes oxidantes. En caso de combustión incompleta genera productos como: CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO e hidrocarburos sin quemar.

- Usos

El diésel es un combustible no renovable que se utiliza principalmente en la generación de electricidad, transporte y calefacción. Por ejemplo: en los motores de los vehículos que transportan grandes cargas como son camiones, trenes, embarcaciones y vehículos del sector agrícola, forestal, minero y de construcción; y en las centrales termoeléctricas.

- Riesgo

Vías de entrada: Inhalación de vapor, ingestión y absorción cutánea del líquido.

- Efectos Nocivos

La inhalación por periodos de exposición breves puede causar náusea, irritación en los ojos, aumento de presión sanguínea, dolor de cabeza, sensación de mareo, pérdida de apetito, falta de coordinación y dificultad para concentrarse. Así como daño en los riñones y disminución de la capacidad de coagulación sanguínea. La ingestión de pequeñas cantidades de este puede causar vómitos, diarrea, tos, calambres e hinchazón estomacal, agitación, dolor al respirar, irritabilidad y pérdida del conocimiento. Cuando las cantidades ingeridas con mayores se pueden presentar convulsiones, coma o la muerte. El contacto dérmico con esta sustancia por periodos leves causa enrojecimiento, dolor, picazón y descamación cutánea.

- Medidas de Protección Personal

No se debe de ingerir alimentos, beber o fumar durante el manejo de la sustancia. No usar lentes de contacto. Emplear anteojos de seguridad con protección lateral, respirador con filtro para vapores orgánicos y en caso de atención de fugas o derrames usar careta facial, y equipo de respiración autónomo. Cuando exista contacto prolongado con la piel usar botas y guantes de hule.

## 2.- MARCO LEGAL APLICABLE

La legislación actualmente en México para la evaluación de la contaminación de los suelos por hidrocarburos es la *"Norma Oficial Mexicana NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012 que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación"*.

En esta norma se establecen las concentraciones máximas de hidrocarburos y sus componentes principales que se deberán presentar en los suelos afectados, para que éstos se consideren contaminados. En la *Tabla 2*, se describen los parámetros a evaluar correspondientes al presente siniestro de derrame de Diésel, marcando la concentración máxima permisible (en mg/kg) de acuerdo al uso del suelo (Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación) y el método analítico reconocido definidos en la *NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012*.

**Tabla 3.** Parámetros a analizar y Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012

| Contaminante             | Concentración Máxima Permitida (mg/kg) | Método Analítico     |
|--------------------------|----------------------------------------|----------------------|
| HFM                      | 1,200                                  | NMX-AA-145-SCFI-2008 |
| Benzo (a) antraceno      | 2                                      | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Benzo (b) fluoranteno    | 2                                      | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Benzo (k) fluoranteno    | 8                                      | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Benzo (a) pireno         | 2                                      | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Dibenzo (a,h) antraceno  | 2                                      | NMX-AA-146-SCFI-2008 |
| Indeno (1,2,3-cd) pireno | 2                                      | NMX-AA-146-SCFI-2008 |

En México, el marco legal ambiental referente al manejo de la contaminación de los suelos que se tiene, además de la Norma Oficial Mexicana NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación, se cuenta con:

- La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente,
- La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
- El Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

### 3.- ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN

Una vez que se han realizado los trabajos de identificación del área afectada, delimitando la superficie y la posible ruta por donde se desplazó el contaminante, se procedió a planear la realización del Estudio de Caracterización.

Derivado de que se presenta contaminación por Diésel y tratándose de la fracción media del hidrocarburo se considera en el presente estudio también la presencia de hidrocarburos específicos como: Benzo (a) antraceno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (k) fluoranteno, Benzo (a) pireno, Dibenzo (a,h) antraceno e Indeno (1,2,3-cd) pireno; y se tomó como referencia para su evaluación lo establecido en la *NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, "Límites Máximos Permisibles de Hidrocarburos en Suelo y Lineamientos para el Muestreo y Especificaciones para la Remediación"*, bajo el concepto de Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación.

Tal como se establece en la *Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)* se define la caracterización de sitios contaminados como "la determinación cualitativa y cuantitativa de los contaminantes químicos o biológicos presentes, provenientes de materiales o residuos peligrosos, para estimar la magnitud y tipo de riesgos que conlleva dicha contaminación".

La realización del Estudio de Caracterización en el área afectada por contaminación de diésel y de hidrocarburos específicos, permitirá identificar con certeza la existencia de los contaminantes y sus concentraciones a fin de poder determinar, si es el caso, si existen concentraciones que sobrepasen los Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, determinando superficies afectadas y profundidad de penetración, reportándose el volumen de suelo contaminado, expresado en metros cúbicos.

Para realizar el estudio de caracterización de sitio, se requiere trabajar en una "evaluación integral", la cual comprende de la recopilación de toda la información referente al sitio, tal como los antecedentes del accidente ocurrido, características del sitio y del entorno

ecológico (su ubicación), actividad desarrollada en el lugar, sustancia derramada, posibles fuentes externas de contaminación, etc.

Una vez recopilada esta información se elabora un “plan de caracterización” donde se señalan las posibles áreas críticas y los métodos para determinar la distribución del o los contaminantes en el sitio en cuestión. De lo anterior se obtiene una evaluación cuantitativa del grado de contaminación en el sitio afectado, justificada mediante el análisis del contaminante por métodos y técnicas de instrumentación y control de laboratorios acreditados. La evaluación final se presenta con la obtención de una pluma contaminante, identificando su localización dentro del sitio contaminante.

Con todo lo anterior, se busca la mejor alternativa para la remediación del sitio mediante técnicas probadas y admitidas por la autoridad ambiental. Esta actividad es el punto concluyente del proceso técnico que se sigue para rehabilitar un sitio, con lo que se pretende devolver al suelo (si es factible) su uso potencial de acuerdo a su vocación natural, así como su uso correspondiente de acuerdo a los planes y programas de ordenamiento territorial, estatal y municipal.

En México, la dependencia que se encarga de establecer las metodologías e instrumentos normativos que deben seguirse para realizar los trabajos de caracterización y remediación de sitios contaminados es la: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) realizando la supervisión para vigilar que esto se lleve a cabo por medio de la Agencia de Seguridad Energía y Ambiente (ASEA).

### **3.1.- OBJETIVO**

#### **3.1.1.- Objetivo General**

Realizar el Estudio de Caracterización del siniestro identificado como: “Contaminación de suelo por derrame de Diesel por volcadura de un autotank en el km 183 + 500 de la autopista Poza Rica-Veracruz, tramo Tihuatlán - El Palmar, municipio de Papantla, estado de Veracruz”, para determinar el nivel de contaminación por Diesel (Hidrocarburos Fracción Media) y/o HAP's, dimensionando la superficie, profundidad de penetración y el volumen de suelo afectado.

El estudio se realizó con base en la actual Normatividad Mexicana, bajo los criterios de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, la cual indica los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación mostrados en la *Tabla 3*.

**Tabla 4.** Límites máximos permisibles de Hidrocarburos Fracción Media y HAP's para Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación (NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012)

| PARAMETRO                | Límite Máximo Permissible<br>(mg/kg base seca) |
|--------------------------|------------------------------------------------|
| HFM                      | 1,200                                          |
| Benzo (a) antraceno      | 2                                              |
| Benzo (b) fluoranteno    | 2                                              |
| Benzo (k) fluoranteno    | 8                                              |
| Benzo (a) pireno         | 2                                              |
| Dibenzo (a,h) antraceno  | 2                                              |
| Indeno (1,2,3-cd) pireno | 2                                              |
|                          |                                                |

### 3.1.2.- Objetivos específicos

- Localizar el sitio de estudio mediante coordenadas geográficas y UTM, elaborando croquis y planos.
- Realizar la búsqueda documental para la caracterización general del sitio.
- Realizar un levantamiento topográfico del sitio de estudio.
- Conocer las características fisicoquímicas, riesgos a la salud por exposición y medidas de seguridad del contaminante.
- Conocer las características del área afectada, así como también del área libre de hidrocarburo.
- Realizar la perforación vertical de pozos de muestreo manualmente, extrayendo núcleos inalterados de suelo en la zona contaminada.
- Tomar muestras de suelo para su análisis en laboratorio, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

- Determinar las características específicas del área contaminada mediante una simulación de los resultados obtenidos del análisis de laboratorio, identificando la superficie afectada y el volumen de suelo contaminado y la probable migración del contaminante en el suelo.
- Realizar el informe final del estudio de caracterización y la propuesta de remediación de acuerdo a los resultados obtenidos.



#### **4.- CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SITIO CONTAMINADO**

Como elemento importante del Estudio de Caracterización es necesario saber las características ambientales y sociales del área donde se originó el siniestro a fin de proyectar los alcances de la afectación por la contaminación. A continuación se presenta una descripción de las características de la zona de estudio. Se anexa memoria fotográfica de las visitas realizadas (ANEXO 1).

##### **4.1.- Localización del sitio**

La zona afectada se encuentra ubicada en el municipio de Papantla en el Estado de Veracruz. El municipio se encuentra ubicado en la zona norte del estado, en la sierra Papanteca, en las coordenadas 20° 27" latitud norte y 97° 19" longitud oeste, a una altura de 180 metros sobre el nivel del mar.

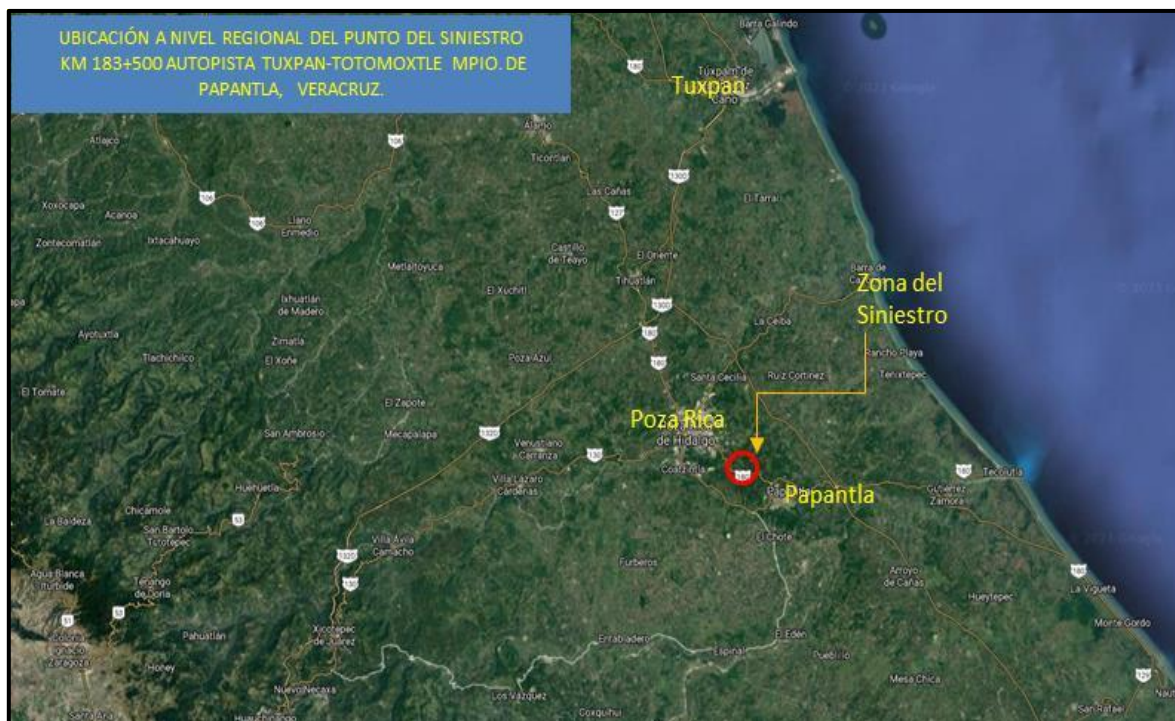
El municipio de Papantla limita al norte con Cazones de Herrera; al este con Tecolutla y Gutiérrez Zamora; al sureste con Martínez de la Torre; al sur con el Estado de Puebla; al oeste con Espinal, Coatzintla y Poza Rica; al noroeste con Tihuatlán.

El municipio se encuentra ubicado en la zona central del estado, sobre las tribulaciones de un conjunto montañoso de la Sierra Madre Oriental, la cual recibe el nombre local de Sierra Papantla, la topografía es irregular, con cerros de poca altura y con predominancia de valles.

La zona donde ocurrió el derrame de Diesel fue el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz. Las coordenadas del área afectada son: 20°28.516'N 97°15.585'O (UTM 14Q 0681503 - 2265041). La altitud en el área afectada es de 66 msm. En las siguientes figuras se muestra la ubicación de la zona a nivel nacional, regional y local.



**Figura 4.** Ubicación a nivel nacional del sitio afectado por el derrame de Diesel



**Figura 5.** Ubicación regional del sitio afectado por el derrame de Diesel



**Figura 6.** Ubicación local del sitio afectado por el derrame de Diesel

## 4.2.- Características ambientales de la zona

### 4.2.1.- Orografía

El municipio se encuentra ubicado en la zona central del estado, sobre las tribulaciones de un conjunto montañoso de la Sierra Madre Oriental, la cual recibe el nombre local de Sierra Papantla, la topografía es irregular, con cerros de poca altura (Colinas) y con predominancia de valles.

En la zona donde se originó el siniestro se observan 2 desniveles diferentes. El primero es el de la carretera en el punto de impacto que está a 70 msnm y el del predio afectado que corresponde a la parcela agrícola que tiene una altitud de 66 msnm.

### 4.2.2.- Hidrografía

El municipio de Papantla se encuentra regado por pequeños ríos que derivan del Tecolutla y Texistepec; existen arroyos tributarios como el Tlahuanapa, Santa Agueda y Poza Verde. En la zona de estudio, no se observaron cuerpos de agua que pudieran resultar afectados por el derrame de Diesel.



#### **4.2.3.- Clima**

El clima de la región es cálido regular, con una temperatura media anual de 20.8 °C, con abundantes lluvias en [verano](#) y principios de [otoño](#). La precipitación media anual es de 1,186.8 [mm](#).

#### **4.2.4.- Flora**

En el municipio de Papantla los ecosistemas que coexisten son el de bosque tipo subtropical perennifolio, con especies de árboles como jonote, laurel, palo mula, cedro, ceiba y algunas variedades de la familia de las leguminosas,

En la zona del siniestro se tienen parcelas agrícolas con siembra de maíz. Asimismo los terrenos colindantes corresponden a huertas de árboles de cítricos como naranja, mandarina y toronja.

#### **4.2.5.- Fauna**

En la región se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de armadillos, conejos, tejones, mapaches, tlacuaches, coyotes, ardillas, palomas, codornices, gavilanes; víboras de cascabel, coralillo mazacuatas y nauyacas.

En la zona del siniestro, y debido al desarrollo de los cultivos agrícolas, no se observó ningún tipo de fauna que se viera afectada por el siniestro.

#### **4.2.6.- Clasificación y Uso del Suelo**

Su suelo es de tipo feozem, regosol y vertisol, cuyas características principales son: su localización en zonas templadas lluviosas con selva o acidez y susceptibilidad a la erosión. El 68% del territorio municipal es dedicado a la agricultura, un 11% a la ganadería, un 13% a viviendas, un 4% al comercio y el 4% restante se destina a oficinas y espacios públicos.

En el sitio afectado por el derrame de Diesel, el uso de suelo es agrícola y forestal y la vegetación presente corresponde a cultivos de maíz y árboles frutales.

**4.2.7.- Población e Infraestructura**

De acuerdo con el censo nacional, INEGI 2019, el municipio de Papantla tiene una población total de 167,362 habitantes de los cuales el 48.72% (81,531 habitantes) son hombres y el 51.287% restante (85,831 habitantes) son mujeres. Siendo la población de Papantla de Olarte donde mayor número de habitantes se concentra (con 53,546). La tasa de analfabetismo en el municipio es de 10.1%.

**4.2.8.- Cultura indígena en Papantla**

De acuerdo al Sistema de Apoyo para la Planeación del PDZP, en el municipio de Papantla la población total hablante de lengua indígena de 5 años y más de acuerdo al registro del 2010 son 63,186 personas. Corresponden a lengua Totonaca.

**4.2.9.- Desempleo y economía en Papantla**

El 45.47% de la población mayor de 12 años del municipio se encuentra económicamente activa (35.1% de la población femenina y 64.9% de la población masculina). INEGI 2015.

**4.2.10.- Viviendas e infraestructuras en Papantla**

En el municipio existen un total de 42,091 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 97.7% cuentan con electricidad, el 52.7% tienen agua entubada, el 97.9% cuentan con sanitario, el 77.0% cuentan con drenaje.

**4.2.11.- Vías de Comunicación**

La principal vía de comunicación para llegar al municipio de Papantla es a través de la carretera Autopista Poza Rica–Veracruz,.

**4.2.12.- Vía de acceso al sitio de estudio**

Para llegar al sitio de estudio se puede acceder a través de la Autopista Poza Rica–Veracruz.

## **5.- METODOLOGÍA Y TRABAJOS DE CAMPO**

Para los trabajos de Caracterización de Sitios Contaminados con Hidrocarburos, se considera como primera instancia el aviso a la autoridad ambiental ASEA, seguido de una etapa de planeación, una de trabajos de campo y finalmente una de trabajos en gabinete.

### **5.1.- Aviso a la ASEA**

Se dio la notificación del siniestro a la ASEA (Agencia de Seguridad Energía y Ambiente) vía Oficialía de Partes el 4 Febrero del 2021 mediante los Formatos P-ASEA-USIVI-004 de Aviso Inmediato y P-ASEA-USIVI-005 Formalización de Aviso para la ASEA. En el mismo Oficio del 4 Febrero del 2021, se notifica que será la empresa Consultoría Ambiental Estudios y Proyectos S.A. de C.V. (CAEPSA), la responsable de realizar los trabajos de evaluación de los daños ambientales que se pudieron ocasionar, así como de todos aquellos trámites ambientales que se generen con la autoridad competente. De igual forma, también se dio el aviso correspondiente a la ASEA con ambos formatos, mediante correo electrónico. Adicionalmente se anexa copia de las 2 Carta Porte del manejo del hidrocarburo.

### **5.2.- Etapa de Planeación**

En esta etapa, se recabó la información y datos acerca del siniestro, producto y volumen derramado y también se visitó el sitio recabando información importante tal como el uso del suelo, superficie afectada, topografía, etc.

Con esta información se tiene los elementos para considerar el tipo de trabajo a realizar, se estima el volumen de obra y la forma de realizar los trabajos.

### **5.3.- Etapa de Trabajos de Campo**

En esta etapa, se realizó en campo los diversos trabajos necesarios para hacer un reconocimiento detallado, para determinar si existe presencia de contaminante en el suelo y subsuelo, se pudo identificar el área afectada y de forma indirecta y directa a través de las perforaciones, así como realizar la toma de muestras de suelo e identificar la presencia o ausencia de contaminante.

La realización de los trabajos de campo, consideró las actividades de delimitación del área de estudio, levantamiento topográfico, realización de trabajos de evaluación, perforación de pozos y toma de muestras de suelo, las cuales se remitieron al laboratorio acreditado para su análisis.

#### **5.4.- Etapa de Gabinete**

En esta etapa, se realizaron los trabajos para la elaboración del informe, y en ella se integró toda la información recabada, la descripción de los trabajos realizados, el análisis de resultados de los estudios de gasometrías y análisis de laboratorio. Se realizó una modelación con un software que permitió dimensionar y cuantificar el área que se encuentra contaminada.

Con las conclusiones generadas de los resultados obtenidos, se realizó la propuesta de la técnica autorizada por las autoridades ambientales para llevar a cabo el saneamiento del suelo contaminado.

#### **5.5.- Recopilación de información**

Con la finalidad de conocer un panorama sobre el marco físico, biológico y socioeconómico del sitio y previo a los trabajos de campo, se realizó el acopio de información del medio físico, tal como hidrología, climatología, etc. del área de estudio y de su entorno; en dependencias gubernamentales tales como Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Municipio Papantla, Sistema Meteorológico Nacional (SMN); así como instituciones de educación superior: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Instituto Politécnico Nacional (IPN), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), entre otras.

#### **5.6.- Localización del sitio**

Durante el desarrollo de los trabajos en campo, como primera actividad se realizó la ubicación del sitio, utilizando un posicionador geográfico Garmin con una precisión de  $\pm 5$  m, para obtener una referencia satelital en los límites del área de estudio. Las coordenadas del área afectada son: 20°28.516'N 97°15.585'O (UTM 14Q 0681503 -

2265041). La altitud en el área afectada es de 66 msm. El uso del suelo en la zona afectada es agrícola y forestal.

Se determinó el área afectada, con base en la topografía del terreno, la distribución del escurrimiento del Diesel; y se consideraron las observaciones de campo tales como topografía, impregnación del hidrocarburo en el suelo, vegetación afectada, características organolépticas, condiciones climáticas y barreras físicas. Obteniendo como resultado un área preliminar a estudiar correspondiente al área delimitada por el levantamiento realizado.

### **5.7.- Determinación del área afectada**

Se marcaron los límites que se consideran para el área de estudio, para lo cual se usaron estacas y se marcaron las líneas de la poligonal determinada.

### **5.8.- Levantamiento topográfico**

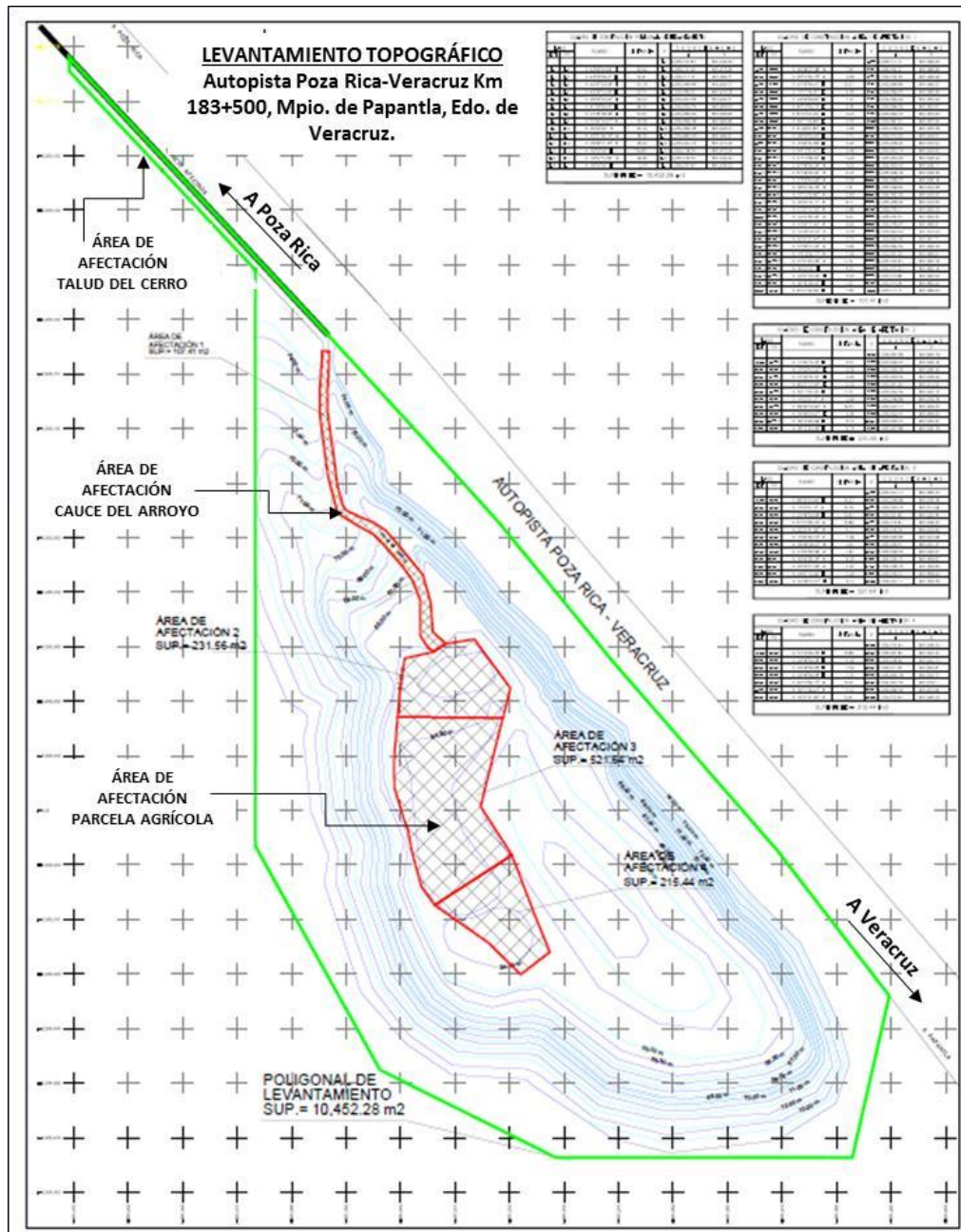
Como parte de los trabajos del estudio de caracterización, se realizó un levantamiento topográfico, con lo que se pudo determinar la pendiente del terreno y por lo tanto, tener en planta y a escala todas las características físicas del sitio, para poder determinar con mayor exactitud la pluma de contaminación.

La superficie del levantamiento topográfico fue de 10,452.28 m<sup>2</sup>, estando dentro de su perímetro el área de estudio y las zonas circunvecinas que servirán como referencia para las siguientes etapas (ANEXO D). El equipo utilizado para el levantamiento fue el siguiente:

- Estación total Focus 8 Spectra Precision precisión  $\pm 1''$ .
- Tripie de aluminio con plomada.
- Bastón con prisma de -0.30 OFFSET.
- GPS Garmin Precisión  $\pm 5''$ .
- Brújula 1" Ø c/ OFFSET simple.

La siguiente Figura corresponde al Plano del Levantamiento Topográfico.





**Figura 7.** Levantamiento topográfico en el área afectada por el derrame de Diesel

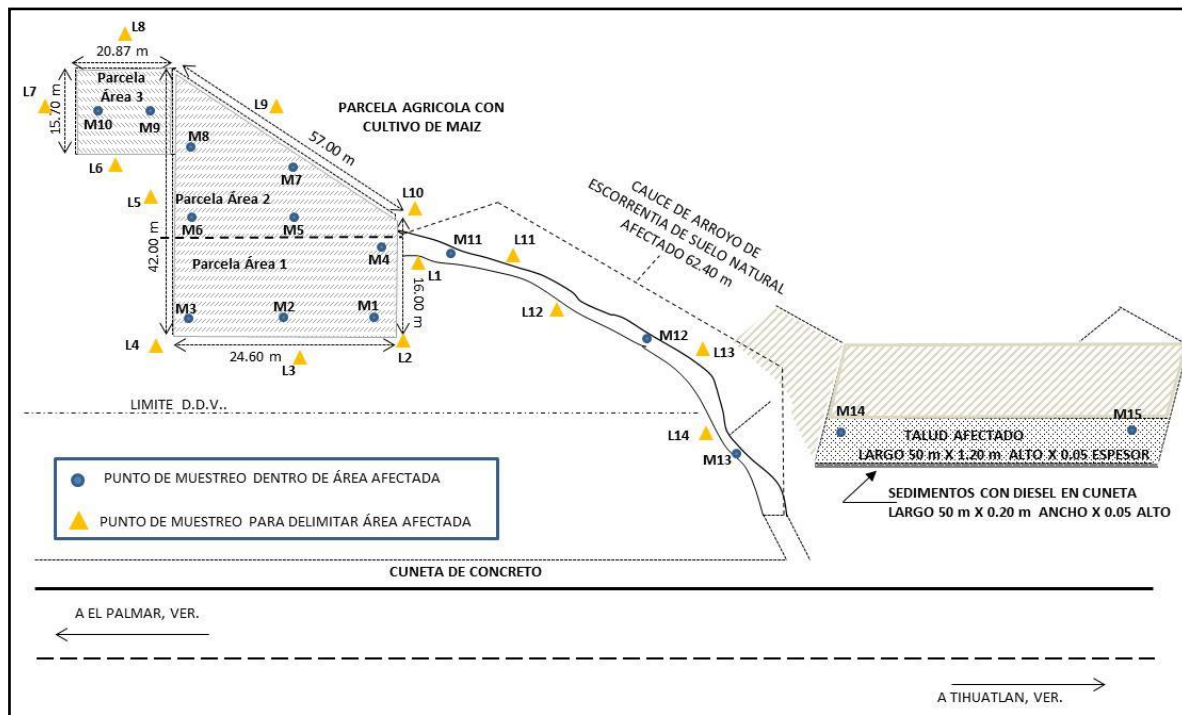
### 5.9.- Planeación de la Toma de Muestras

Con la información de campo ya recabada se generó un Protocolo de Muestreo donde se propuso la toma de muestras de suelo, considerando la superficie afectada.

### 5.9.1.- Plan para la toma de Muestras

El Plan de Muestreo consideró la delimitación del área de estudio la que para el presente sitio se consideró una superficie total afectada de 1,167.22 m<sup>2</sup>, la que corresponde a las tres áreas afectadas identificadas (Parcela Agrícola, Cauce del Arroyo y Talud del Cerro). En total se propuso ubicar 15 puntos de muestreo dentro de las Áreas Afectadas, donde se tomarán en total 28 muestras de suelo para analizar en el laboratorio. Más 14 puntos para delimitar el Área Perimetral para la toma de 1 muestra en cada punto, para un total de 14 muestras. En total 42 muestras. Adicionalmente se tomarán 5 muestras duplicadas. El número total de muestras a tomar será de 47. (ANEXO E).

En la siguiente figura, se presenta el croquis incluido en el Plan de Muestreo, donde se ubican los puntos para la toma de muestras de suelo para analizar en el laboratorio.



**Figura 8.** Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas afectadas por el derrame de Diesel

### 5.9.2.- Parámetros a Analizar

Los parámetros a analizar, considerando que el contaminante es Diesel, de acuerdo a lo establecido en la Norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, fueron: Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP's, pH y Humedad.

De acuerdo a los sondeos realizados en el levantamiento de campo inicial, se propuso que en los puntos de muestreo se tomaran muestras de suelo a diferentes profundidades Considerando la profundidad detectada hasta donde llegó el contaminante en cada área afectada identificada, tal como en Parcela Área 1 de 0.35 y 0.45 m; Parcela Área 2 de 0.50 y 0.65 m; Parcela Área 3 de 0.40 y 0.55 m y Cauce del Arroyo de 0.20 y 0.40 m.

En la siguiente tabla se resume la cantidad de pozos a perforar, profundidad del pozo, las muestras a tomar, las profundidades para toma de muestras y los parámetros a analizar, de acuerdo a lo marcado en la NOM 138 SEMARNAT/SSA1-2012.

**Tabla 5.** Puntos de Muestreo, profundidad de las muestras y parámetros a analizar

|                                                 | No. | MUESTRAS | PROFUND. (m)  | pH Y HUMEDAD | HTP FRACC. MEDIA | HAP's |
|-------------------------------------------------|-----|----------|---------------|--------------|------------------|-------|
| Parcela Área 1                                  | M1  | 2        | 0.35 y 0.45 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M2  | 2        | 0.35 y 0.45 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M3  | 2        | 0.35 y 0.45 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M4  | 2        | 0.35 y 0.45 m | √            | √                | √     |
| Parcela Área 2                                  | M5  | 2        | 0.50 y 0.65 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M6  | 2        | 0.50 y 0.65 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M7  | 2        | 0.50 y 0.65 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M8  | 2        | 0.50 y 0.65 m | √            | √                | √     |
| Parcela Área 3                                  | M9  | 2        | 0.40 y 0.55 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M10 | 2        | 0.40 y 0.55 m | √            | √                | √     |
| Cauce del Arroyo                                | M11 | 2        | 0.20 y 0.40 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M12 | 2        | 0.20 y 0.40 m | √            | √                | √     |
|                                                 | M13 | 2        | 0.20 y 0.40 m | √            | √                | √     |
| Talud                                           | M14 | 1        | 0.05          | √            | √                | √     |
|                                                 | M15 | 1        | 0.05          | √            | √                | √     |
| Parcela Superficial**                           | M16 | 1        | 0.10          | √            | √                | √     |
| Muestra para Delimitación de Áreas Contaminadas | L1  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L2  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L3  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L4  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L5  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L6  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L7  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |
|                                                 | L8  | 1        | 0.15          | √            | √                | √     |

|            | No. | MUESTRAS | PROFUND.<br>(m) | pH Y<br>HUMEDAD | HTP<br>FRACC.<br>MEDIA | HAP's |
|------------|-----|----------|-----------------|-----------------|------------------------|-------|
|            | L9  | 1        | 0.15            | √               | √                      | √     |
|            | L10 | 1        | 0.15            | √               | √                      | √     |
|            | L11 | 1        | 0.15            | √               | √                      | √     |
|            | L12 | 1        | 0.15            | √               | √                      | √     |
|            | L13 | 1        | 0.15            | √               | √                      | √     |
|            | L14 | 1        | 0.15            | √               | √                      | √     |
| Duplicadas | D1  | 1        | ---             | √               | √                      | √     |
|            | D2  | 1        | ---             | √               | √                      | √     |
|            | D3  | 1        | ---             | √               | √                      | √     |
|            | D4  | 1        | ---             | √               | √                      | √     |
|            | D5  | 1        | ---             | √               | √                      | √     |
| TOTAL      |     | 48       |                 |                 |                        |       |

**\*\*Se tomó 1 muestra para comprobación de la contaminación a nivel superficial**

### 5.9.3.- Laboratorio para toma de Muestras y Análisis

El laboratorio acreditado ante la EMA y la PROFEPA que realizó la toma de muestras de suelo y los análisis fue: Laboratorios y Suministros Ambientales e Industriales S.A. de C.V. (LABSA), del cual se anexa copia de sus acreditaciones.

### 5.10.- Toma de Muestras

El laboratorio acreditado ante la EMA y la PROFEPA, realizó la toma de muestras el día 2 de marzo del 2021, iniciando a las 10:00 am, terminando actividades a las 16:00 pm.

El muestreo se realizó con la presencia del siguiente personal:

Por CAEPSA:

Biol. Juan Carlos Vargas Mellado

Ing. Alberto Ávila

Ing. Ximena Gutiérrez Aviña

Por parte del Laboratorio:

Juan Carlos Alcántara Benítez

La toma de muestras se realizó con la herramienta manual denominada "Hand Auger". Los procedimientos para la toma de muestras, su conservación, etiquetado y análisis se apegaron a lo establecido por la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, donde también se menciona que por cada 10 muestras tomadas se deberá coleccionar una muestra duplicada.

De igual forma los materiales y equipos que se utilizaron fueron de acuerdo a lo establecido en dicha norma. En la siguiente tabla se presenta la ubicación en coordenadas UTM de los puntos de muestreo.

**Tabla 6.** Ubicación de los puntos de muestreo en coordenadas UTM.

| Zona                                            | Punto de Muestreo | Coordenadas UTM |             |              |
|-------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-------------|--------------|
|                                                 |                   | Zona            | X           | Y            |
| Parcela Área 1                                  | M1                | 14Q             | 681508.0022 | 2265058.9477 |
|                                                 | M2                | 14Q             | 681515.6696 | 2265050.1768 |
|                                                 | M3                | 14Q             | 681514.7491 | 2265042.9472 |
|                                                 | M4                | 14Q             | 681502.5416 | 2265052.3271 |
| Parcela Área 2                                  | M5                | 14Q             | 681502.5087 | 2265043.3856 |
|                                                 | M6                | 14Q             | 681515.3070 | 2265024.8397 |
|                                                 | M7                | 14Q             | 681507.4718 | 2265033.6357 |
|                                                 | M8                | 14Q             | 681506.3317 | 2265017.9450 |
| Parcela Área 3                                  | M9                | 14Q             | 681514.0065 | 2265013.9821 |
|                                                 | M10               | 14Q             | 681522.6789 | 2265004.3991 |
| Cauce del Arroyo                                | M11               | 14Q             | 681505.0023 | 2265061.9239 |
|                                                 | M12               | 14Q             | 681494.9948 | 2265081.9271 |
|                                                 | M13               | 14Q             | 681485.9926 | 2265107.9021 |
| Talud                                           | M14               | 14Q             | 681473.3854 | 2265129.0374 |
|                                                 | M15               | 14Q             | 681456.3089 | 2265147.2660 |
| Parcela Superficial                             | M16               | 14Q             | 681519.0266 | 2265009.9803 |
| Muestra para Delimitación de Áreas Contaminadas | L1                | 14Q             | 681506.5455 | 2265064.6953 |
|                                                 | L2                | 14Q             | 681514.3259 | 2265061.6504 |
|                                                 | L3                | 14Q             | 681520.9468 | 2265052.1986 |
|                                                 | L4                | 14Q             | 681517.1835 | 2265031.7594 |
|                                                 | L5                | 14Q             | 681523.6005 | 2265019.5917 |
|                                                 | L6                | 14Q             | 681528.8539 | 2265010.2211 |
|                                                 | L7                | 14Q             | 681526.2419 | 2265001.1157 |
|                                                 | L8                | 14Q             | 681510.9716 | 2265003.9268 |
|                                                 | L9                | 14Q             | 681500.0053 | 2265024.9741 |
|                                                 | L10               | 14Q             | 681498.0026 | 2265052.9393 |
|                                                 | L11               | 14Q             | 681502.2674 | 2265070.4368 |
|                                                 | L12               | 14Q             | 681499.9993 | 2265078.9407 |
|                                                 | L13               | 14Q             | 681486.4055 | 2265089.9922 |
|                                                 | L14               | 14Q             | 681486.9947 | 2265103.8929 |

Para asegurar la calidad de las muestras tomadas y evitar el cruzamiento de información, toda herramienta utilizada para la toma y preparación de una muestra fue lavada, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Enjuague con agua y cepillo para eliminar los residuos mayores.
- Lavado con detergente sin fosfatos y cepillo.
- Enjuague con agua corriente.
- Enjuague final con agua destilada.

Las muestras enviadas al laboratorio fueron conservadas a una temperatura inferior a los 4° C, para la determinación de Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP's, pH y Humedad, utilizando las técnicas analíticas establecidas en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

#### **5.11.- Aspectos Técnicos**

Durante los trabajos de la toma de muestras, se realizó un levantamiento con detalle de las características físicas y organolépticas de la pluma contaminante, a fin de tener información a detalle, ya que una vez que se tuvo los resultados de los análisis de laboratorio y con los datos de levantamiento de campo se generaron diferentes representaciones gráficas con el Software Surface Mapping System (SURFER), versión 12.0, de Golden Software Inc.

Este paquete facilita la realización de diagramas de isoconcentraciones, que se generan, a partir de información analítica de muestras de suelo. Los datos de todas las muestras, que incluyen las coordenadas de los puntos de evaluación y la profundidad de cada una, conforman una base de datos que alimenta a los diferentes métodos geo estadísticos de interpolación del SURFER, los cuales pueden presentar diferentes interpretaciones dependiendo del método utilizado. Para estas simulaciones se utilizó el método modificado de Shepard.

La importancia del levantamiento de la información de campo, es que nos permite identificar y delimitar la extensión de la pluma contaminante obtenida del modelo de simulación, a fin de que sea representativa del nivel de afectación del sitio.

## **6.- RESULTADOS**

### **6.1.- Trabajos de campo realizados y análisis de resultados**

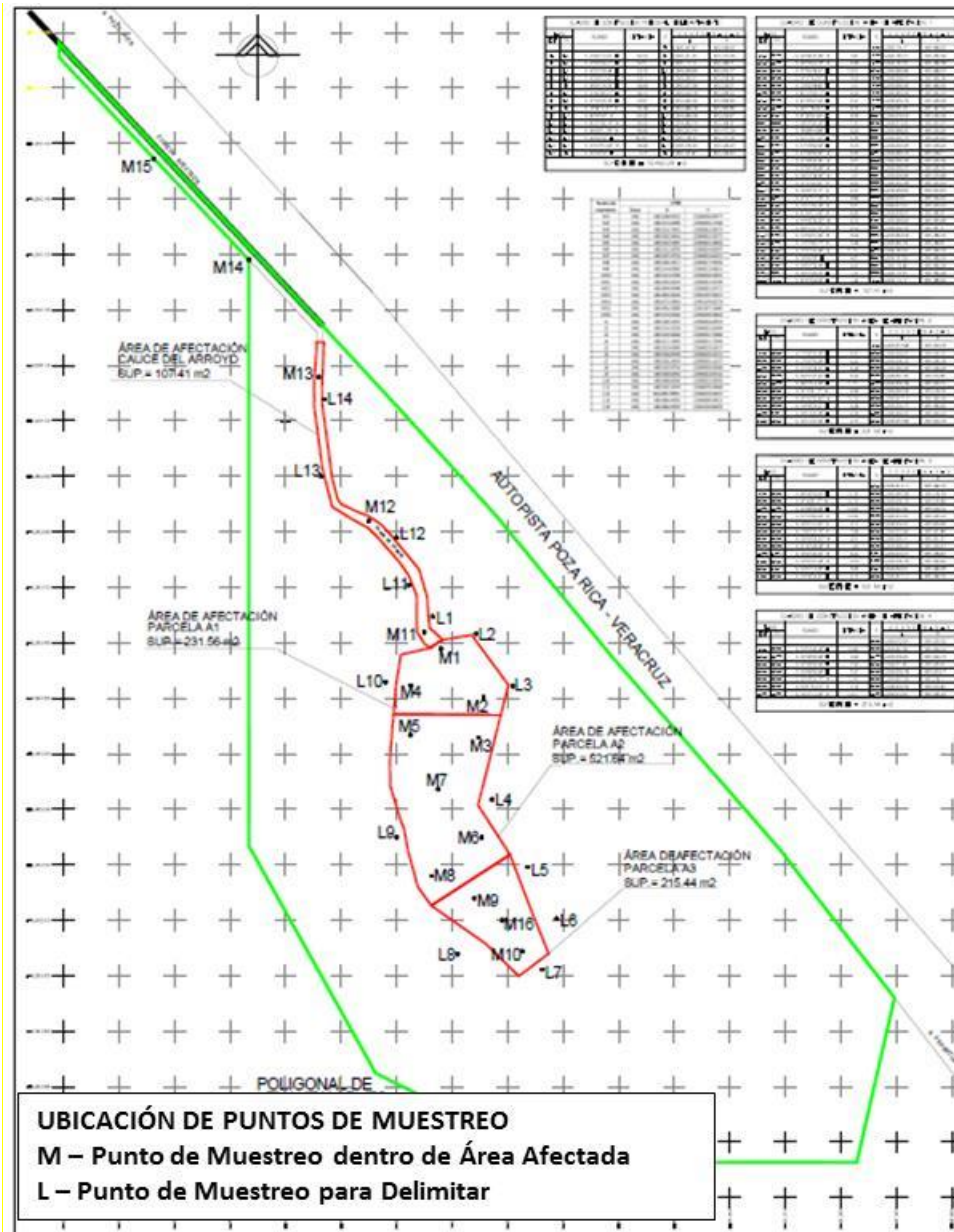
Los trabajos de campo realizados fueron:

1. Ubicación de los puntos de muestreo
2. Perforación en los pozos de muestreo con extracción de núcleos para determinar perfil estratigráfico.
3. Toma de muestras de suelo a 0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m, 0.40 m, 0.50 m y 0.65 m de profundidad para su análisis en laboratorio para determinar Hidrocarburos Fracción Media, HAP's, Humedad y pH, mediante los métodos NMX-AA-145-SCFI-2008 y NMX-AA-146-SCFI-2008 y 9045D pH 2004.

### **6.2.- Ubicación de los puntos de muestreo**

La ubicación de los puntos de muestreo correspondió a zonas representativas y bien definidas como afectadas por el derrame de Diesel. Considerando tres zonas afectadas por el derrame (Talud, Cauce del Arroyo y Parcela Agrícola), se propuso ubicar 15 puntos de muestreo dentro de las áreas afectadas y 14 puntos de muestreo fuera de estas, con el objetivo de delimitar las zonas de contaminación. Se ubicaron en total 29 puntos de muestreo en la zona de estudio (Ver Figura 7). Se anexa plano de ubicación de los puntos de muestreo (ANEXO F).





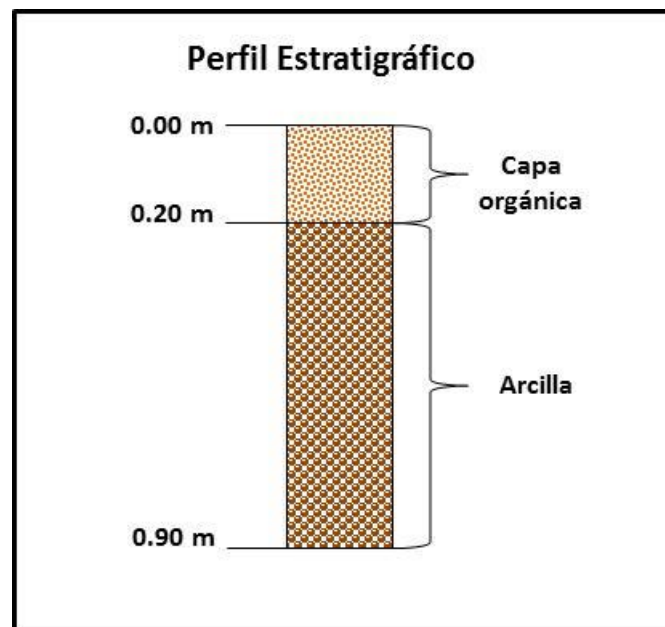
**Figura 9.** Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas afectadas por el derrame de Diesel

### 6.3.- Perforación de pozos de muestreo con extracción de núcleos para determinar perfil estratigráfico

Una vez ubicados los puntos de muestreo, se procedió a la perforación de los pozos utilizando herramienta manual (Hand Auger) para la extracción de núcleos inalterados de suelo, obteniendo muestras cada 0.20 m de profundidad en cada pozo, a fin de determinar sus características y estratigrafía.

Al momento de realizar la perforación de los pozos, se observó el tipo de suelo que presentaba cada uno de ellos según la profundidad de penetración. Los estratos que se identificaron en las áreas de estudio fueron: de 0.00 m a 0.20 m capa orgánica y de 0.20 m a 0.90 m es un estrato de suelo arcilloso, de permeabilidad baja.

Como se puede observar el perfil estratigráfico de la zona, es homogéneo en cada una de las zonas afectadas. En la siguiente figura se muestra la estratigrafía general de la zona afectada.



**Figura 10.** Perfil estratigráfico de las zonas de estudio.

#### **6.4.- Toma de muestras de suelo dentro y fuera de la zona identificada como afectada y resultados de análisis de laboratorio de la determinación de HFM y HAP's**

Del muestreo realizado a las 48 muestras de suelo (43 simples y 5 duplicadas) en los 29 puntos de muestreo (15 dentro de la zona afectada y 14 fuera de ella), se determinó Hidrocarburos de Fracción Media y HAP's por los métodos NMX-AA-145-SCFI-2008 y NMX-AA-146-SCFI-2008 respectivamente.

De las 48 muestras de suelo analizadas (43 simples y 5 duplicadas), 33 (29 simples y 4 duplicadas, se ubicaron dentro del área identificada como afectada) y 15 (14 simples y 1 duplicadas) se ubicaron para delimitar las áreas afectadas.

En la siguiente tabla se muestra de forma resumida los resultados de los análisis de laboratorio de HFM y HAP's en muestras de suelo a 0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m, 0.40 m, 0.50 m y 0.65 m de profundidad. Se anexa el reporte de los análisis del laboratorio acreditado (ANEXO H). Cabe aclarar que el contaminante principal es Diesel (HFM) pero también se realizó el análisis de Hidrocarburos Aromaticos Policiclicos HAP's (Benzo (a) antraceno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (k) fluoranteno, Benzo (b) pireno, Dibenzo (a,h) antraceno y Indeno (1,2,3-cd) pireno y Xileno) ya que son componentes presentes en los hidrocarburos fracción media.

**Tabla 7.** Resultados de los análisis de laboratorio de HFML y HAP's en muestras de suelo tomadas a 0.05, 0.10, 0.015, 0.20, 0.30, 0.40, 0.50, 0.55 y 0.65 m.

| Área afectada  | No.         | Profundidad (m) | HFM              | Benzo (a) antraceno | Benzo (b) fluoranteno | Benzo (k) fluoranteno | Benzo (a) pireno | Dibenzo (a,h) antraceno | Indeno (1,2,3-cd) pireno |
|----------------|-------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
|                |             |                 | LMP 1200 mg/kg   | LMP 2 mg/kg         | LMP 2 mg/kg           | LMP 8 mg/kg           | LMP 2 mg/kg      | LMP 2 mg/kg             | LMP 2 mg/kg              |
| Parcela Área 1 | M1 0.35     | 0.35            | <b>6,700.00</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M1 0.50     | 0.50            | 354.00           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M2 0.35     | 0.35            | <b>7,890.00</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M2 0.50     | 0.50            | 510.65           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M4 0.35     | 0.35            | <b>9,478.23</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M4 0.50     | 0.50            | 627.58           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Parcela Área 2 | M3 0.50     | 0.50            | <b>8,347.21</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M3 0.65     | 0.65            | 379.45           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M5 0.50     | 0.50            | <b>4,687.52</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M5 0.65     | 0.65            | 685.94           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M6 0.50     | 0.50            | <b>7,685.24</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M6 0.65     | 0.65            | 278.52           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M7 0.50     | 0.50            | <b>8,214.67</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M7 0.50 Dup | 0.50            | <b>7,954.68</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M7 0.65     | 0.65            | 412.87           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M8 0.50     | 0.50            | <b>6,201.58</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M8 0.65     | 0.65            | 397.20           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Parcela Área 3 | M9 0.40     | 0.40            | <b>12,468.21</b> | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M9 0.55     | 0.55            | 746.85           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M10 0.40    | 0.40            | <b>15,347.54</b> | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                | M10 0.55    | 0.55            | 824.51           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |

| Área afectada    | No.           | Profundidad (m) | HFM              | Benzo (a) antraceno | Benzo (b) fluoranteno | Benzo (k) fluoranteno | Benzo (a) pireno | Dibenzo (a,h) antraceno | Indeno (1,2,3-cd) pireno |
|------------------|---------------|-----------------|------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
|                  |               |                 | LMP 1200 mg/kg   | LMP 2 mg/kg         | LMP 2 mg/kg           | LMP 8 mg/kg           | LMP 2 mg/kg      | LMP 2 mg/kg             | LMP 2 mg/kg              |
|                  | M10 0.55 Dup. | 0.55            | 788.65           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M16 0.10      | 0.10            | <b>14,875.27</b> | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Cauce del Arroyo | M11 0.20      | 0.20            | <b>7,412.52</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M11 0.40      | 0.40            | 352.34           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M11 0.40 Dup  | 0.40            | 296.45           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M12 0.20      | 0.20            | <b>9,384.00</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M12 0.40      | 0.40            | 641.56           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M13 0.20      | 0.20            | <b>5,241.37</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M13 0.40      | 0.40            | 412.57           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Talud            | M14 0.05      | 0.05            | <b>2,874.65</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M15 0.05      | 0.05            | <b>3,218.75</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M15 0.05 Dup  | 0.05            | <b>2,946.21</b>  | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Delimitación     | L1 0.15       | 0.15            | < L.C.           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | L1 0.15 Dup.  | 0.15            | < L.C.           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | L2 0.15       | 0.15            | 40.58            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | L3 0.15       | 0.15            | < L.C.           | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | L4 0.15       | 0.15            | 28.74            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | L5 0.15       | 0.15            | 39.87            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |

| Área afectada | No.      | Profundidad (m) | HFM            | Benzo (a) antraceno | Benzo (b) fluoranteno | Benzo (k) fluoranteno | Benzo (a) pireno | Dibenzo (a,h) antraceno | Indeno (1,2,3-cd) pireno |
|---------------|----------|-----------------|----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
|               |          |                 | LMP 1200 mg/kg | LMP 2 mg/kg         | LMP 2 mg/kg           | LMP 8 mg/kg           | LMP 2 mg/kg      | LMP 2 mg/kg             | LMP 2 mg/kg              |
|               | L6 0.15  | 0.15            | < L.C.         | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L7 0.15  | 0.15            | < L.C.         | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L8 0.15  | 0.15            | 57.84          | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L9 0.15  | 0.15            | 47.84          | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L10 0.15 | 0.15            | 22.21          | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L11 0.15 | 0.15            | < L.C.         | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L12 0.15 | 0.15            | < L.C.         | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L13 0.15 | 0.15            | < L.C.         | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L14 0.15 | 0.15            | < L.C.         | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               |          |                 |                |                     |                       |                       |                  |                         |                          |
|               |          |                 |                |                     |                       |                       |                  |                         |                          |
|               |          |                 |                |                     |                       |                       |                  |                         |                          |

\* Uso de Suelo Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación.

### **6.5.- Resultados de laboratorio para determinar Hidrocarburos Fracción Media**

De los resultados de análisis de laboratorio que se realizó a las 48 muestras de suelo obtenidas de los 29 puntos de muestreo a las profundidades de 0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m, 0.40 m, 0.50 m, 0.55 m y 0.65 m, se presenta lo siguiente:

#### **6.5.1.- Resultados de análisis a muestras tomadas en la Zona de la Parcela Agrícola**

Para la zona afectada de la parcela agrícola, se tomaron 23 muestras de suelo, que se distribuyeron en 3 áreas que presentaban afectación a diferente profundidad, en donde de acuerdo a los sondeos realizados y verificados en cada caso, se tienen las siguientes profundidades hasta donde penetra el diesel:

**Tabla 8.** Profundidad promedio de penetración del Hidrocarburos Fracción Media en las áreas afectadas de la Parcela Agrícola.

| Área Afectada  | Profundidad Media Considerada |
|----------------|-------------------------------|
| Parcela Área 1 | 0.42 m                        |
| Parcela Área 2 | 0.58 m                        |
| Parcela Área 3 | 0.48 m                        |

##### **6.5.1.1.- Resultados en el Área 1 de la Parcela Agrícola**

Para el Área 1 afectada de la parcela agrícola, donde se detectó que la penetración del diesel era en promedio a una profundidad de 0.42 m, se ubicaron 3 Puntos de Muestreo (M1, M2 y M4) en la que se tomaron 2 muestras por punto, a la profundidad de 0.35 m y 0.50 m. Las 3 muestras de profundidad, a 0.35 m, presentaron concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media por arriba del LMP (Límite Máximo Permisible) de 1,200 mg/kg establecido en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012, en concentraciones que van desde 6,700 mg/kg hasta 9,478.23 mg/kg. Para las muestras de fondo, tomadas en cada pozo a la profundidad de 0.50 m, las concentraciones reportadas por el laboratorio se encontraban en el rango de 354.00 mg/kg hasta 627.58 mg/kg, valores por debajo del LMP, tal como se puede ver en la siguiente tabla:



**Tabla 9.** Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 1.

| Zona              | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                   |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Parcela<br>Área 1 | M1                | 0.35            | 6,700.00       |
|                   |                   | 0.50            | 354.00         |
|                   | M2                | 0.35            | 7,890.00       |
|                   |                   | 0.50            | 510.65         |
|                   | M4                | 0.35            | 9,478.23       |
|                   |                   | 0.50            | 627.58         |

#### 6.5.1.2.- Resultados en el Área 2 de la Parcela Agrícola

Para el Área 2 afectada de la parcela agrícola, donde se detectó que la penetración del diesel era en promedio a una profundidad de 0.58 m, se ubicaron 5 Puntos de Muestreo (M3, M5, M6, M7 y M8) en la que se tomaron 2 muestras por punto, a la profundidad de 0.50 m y 0.65 m. Las 6 muestras de profundidad a 0.50 m (se tomó 1 adicional) presentaron concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media por arriba del LMP (Límite Máximo Permissible) de 1,200 mg/kg establecido en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012, en concentraciones que van desde 4,687.52 mg/kg hasta 8,347.21 mg/kg. Para las muestras de fondo, tomadas en cada pozo a la profundidad de 0.65 m, las concentraciones reportadas por el laboratorio se encontraban en el rango de 278.52 mg/kg hasta 685.94 mg/kg, valores por debajo del LMP, tal como se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 10.** Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 2.

| Zona              | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                   |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Parcela<br>Área 2 | M3                | 0.50            | 8,347.21       |
|                   |                   | 0.65            | 379.45         |
|                   | M5                | 0.50            | 4,687.52       |
|                   |                   | 0.65            | 685.94         |
|                   | M6                | 0.50            | 7,685.24       |
|                   |                   | 0.65            | 278.52         |
|                   | M7                | 0.50            | 8,214.67       |
|                   |                   | 0.50 Dup.       | 7,954.68       |
|                   | M8                | 0.65            | 412.87         |
|                   |                   | 0.50            | 6,201.58       |
|                   |                   | 0.65            | 397.20         |

### 6.5.1.3.- Resultados en el Área 3 de la Parcela Agrícola

Para el Área 3 afectada de la parcela agrícola, donde se detectó que la penetración del diesel era en promedio a una profundidad de 0.48 m, se ubicaron 2 Puntos de Muestreo (M9 y M10) en la que se tomaron 2 muestras por punto, a la profundidad de 0.40 m y 0.55 m.

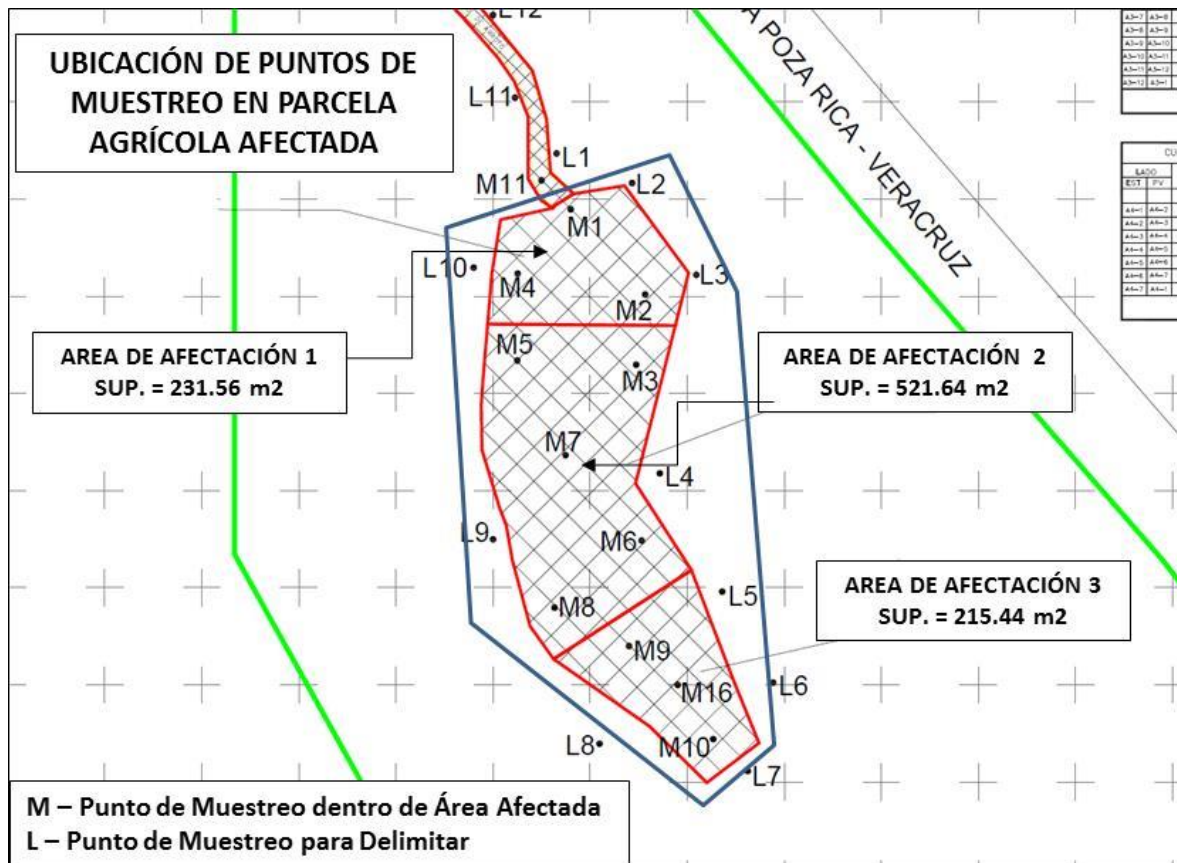
Las 2 muestras de profundidad 0.40 m presentaron concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media por arriba del LMP (Límite Máximo Permisible) de 1,200 mg/kg establecido en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012, en concentraciones que van desde 12,468.21 mg/kg hasta 15,347.54 mg/kg. Para las 3 muestras de fondo, (se tomó 1 adicional) tomadas en cada pozo a la profundidad de 0.55 m, las concentraciones reportadas por el laboratorio se encontraban en el rango de 746.85 mg/kg hasta 824.51 mg/kg, valores por debajo del LMP.

Adicionalmente, en esta área, se tomó 1 muestra a nivel superficial (0.10 m), a la que también se le realizó el análisis para que sirviera como referencia del nivel de contaminación existente a nivel superficial en la zona afectada. Para esta muestra se reportó una concentración de 14,875.27 mg/kg, tal como se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 11.** Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.

| Zona              | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                   |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Parcela<br>Área 3 | M9                | 0.40            | 12,468.21      |
|                   |                   | 0.55            | 746.85         |
|                   | M10               | 0.40            | 15,347.54      |
|                   |                   | 0.55            | 824.51         |
|                   |                   | 0.55 Dup.       | 788.65         |
|                   | M16               | 0.10            | 14,875.27      |

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los puntos de muestreo dentro del área identificada como afectada en la zona de la parcela agrícola.



**Figura 11.** Ubicación de Puntos de Muestreo en Parcela Agrícola Afectada

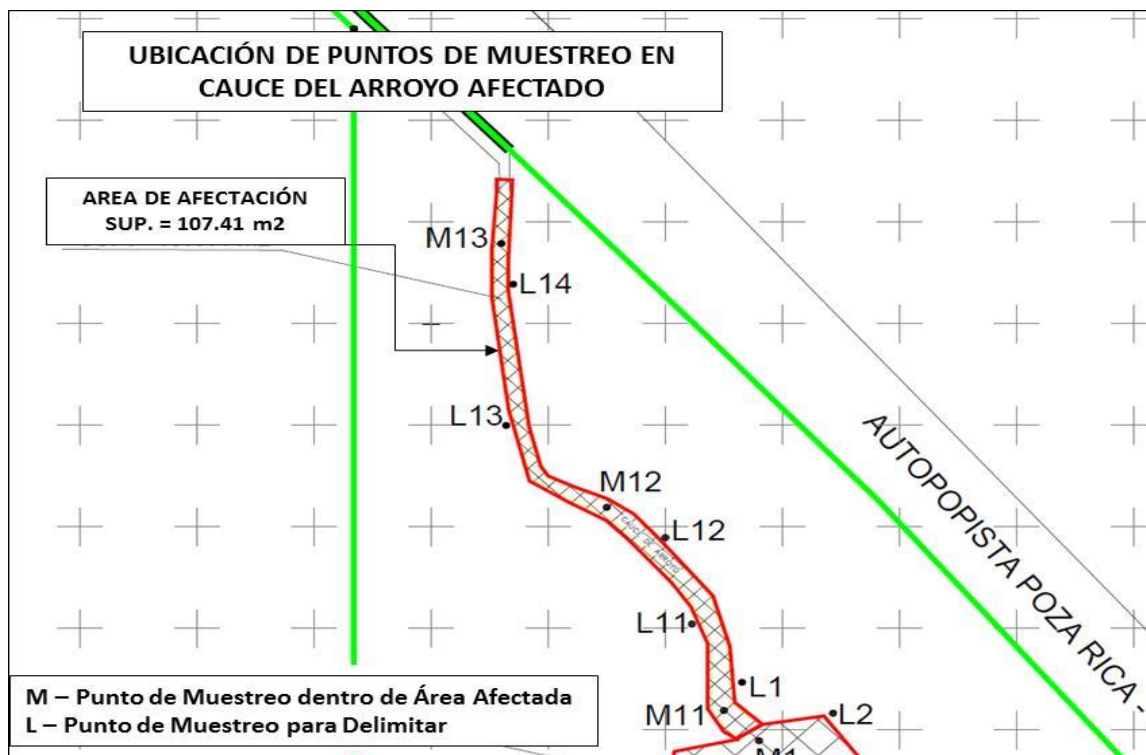
### 6.5.2.- Resultados de análisis a muestras tomadas en la zona del Cauce del Arroyo

El cauce del arroyo de escurrimiento, el cual es de suelo natural, también fue afectado Dentro de las áreas afectadas por el derrame de Diesel. El cauce tiene una longitud de 62.40 m, desde su inicio en la cuneta de concreto hasta su punto final en la parcela agrícola. En el cauce se ubicaron 3 puntos de muestreo (M11, M12 y M13), se tomaron 3 muestras a la profundidad de 0.20 m, las cuales reportan concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media que sobrepasan los 1200 mg/kg, el cual corresponde al LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, con valores que oscilan entre los 5,241.37 mg/kg y los 9,384.00 mg/kg. Para las 4 muestras de fondo, (se tomó 1 adicional) tomadas en cada pozo a la profundidad de 0.40 m, las concentraciones reportadas por el laboratorio se encontraban en el rango de 296.45 mg/kg hasta 641.56 mg/kg, valores por debajo del LMP. En la siguiente tabla se presentan los valores obtenidos para esta zona.

**Tabla 12.** Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a 0.20 y 0.50 m de profundidad en la Zona del Cauce del Arroyo.

| Zona             | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                  |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Cauce del Arroyo | M11 0.20          | 0.20            | 7,412.52       |
|                  | M11 0.40          | 0.40            | 352.34         |
|                  | M11 0.40 Dup      | 0.40            | 296.45         |
|                  | M12 0.20          | 0.20            | 9,384.00       |
|                  | M12 0.40          | 0.40            | 641.56         |
|                  | M13 0.20          | 0.20            | 5,241.37       |
|                  | M13 0.40          | 0.40            | 412.57         |

En la siguiente figura, se muestra la ubicación de los puntos de muestreo ubicados dentro del cauce del arroyo, en los cuales se detectó la presencia de Hidrocarburos Fracción Media.



**Figura 12.** Ubicación de Puntos de Muestreo en Cauce del Arroyo Afectado

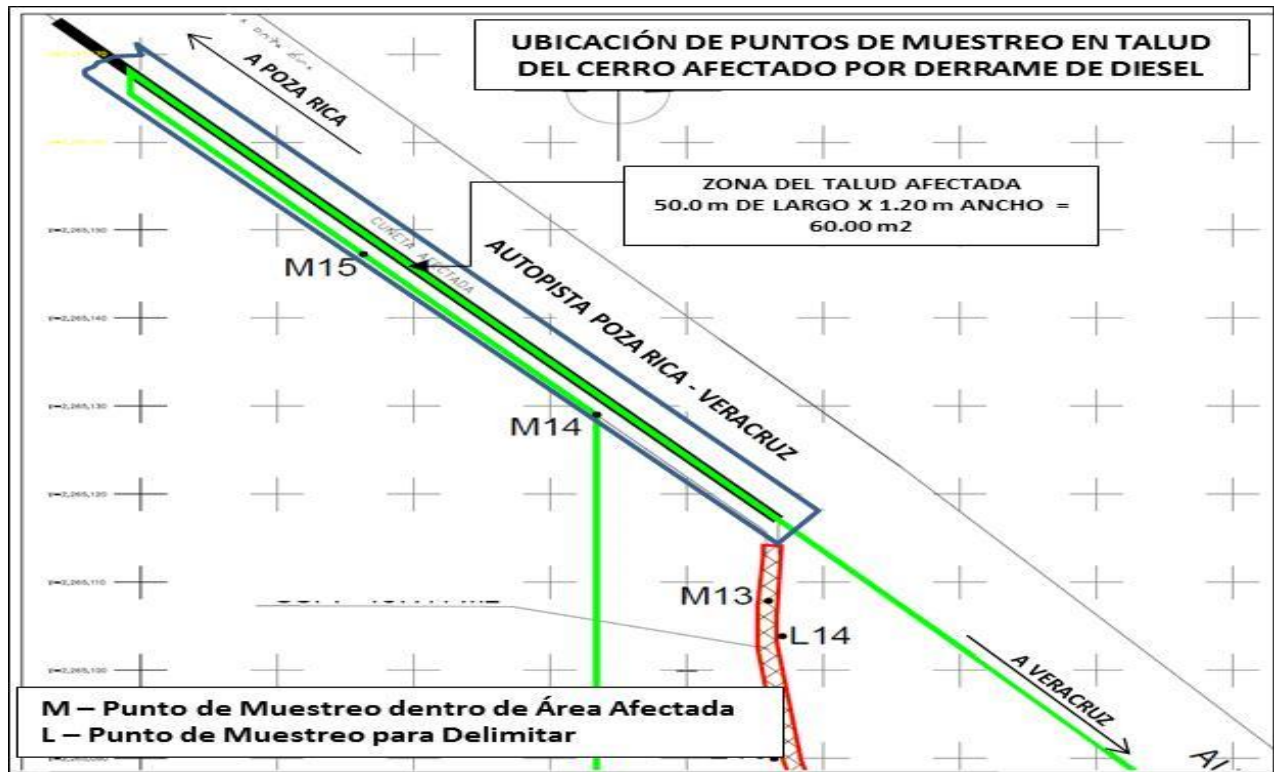
### 6.5.3.- Resultados de análisis a muestras tomadas en el Talud del cerro

En la zona de impacto del Autotanque, en el talud del cerro se tiene presencia de contaminación a nivel superficial del muro, producto de impregnación del hidrocarburo. Se tomaron para su análisis 3 muestras (2 simples y 1 duplicada), las cuales corresponden a 2 Puntos de Muestreo en el muro del talud. Al ser la impregnación superficial, las muestras se tomaron a nivel de 0.05 m de profundidad (raspado de la cubierta), las cuales reportan concentraciones mayores al LMP con valores entre 2,874.65 mg/kg y 3,218.75 mg/kg; tal como se observa en la siguiente tabla.

**Tabla 13.** Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas en el Talud del Cerro en el punto de impacto.

| Zona  | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|-------|-------------------|-----------------|----------------|
|       |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Talud | M14 0.05          | 0.05            | 2,874.65       |
|       | M15 0.05          | 0.05            | 3,218.75       |
|       | M15 0.05 Dup      | 0.05            | 2,946.21       |

La siguiente figura muestra la ubicación de los puntos de muestreo a 0.05 m de profundidad que reportan concentraciones mayores a los 1,200 mg/kg establecidos como el Límite Máximo Permisible en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012 para un Uso de Suelo Agrícola y Forestal.



**Figura 13.** Ubicación de Puntos de Muestreo en Talud del Cerro Afectado

#### 6.5.4.- Resultados de análisis a muestras tomadas en Puntos de Muestreo para Delimitación.

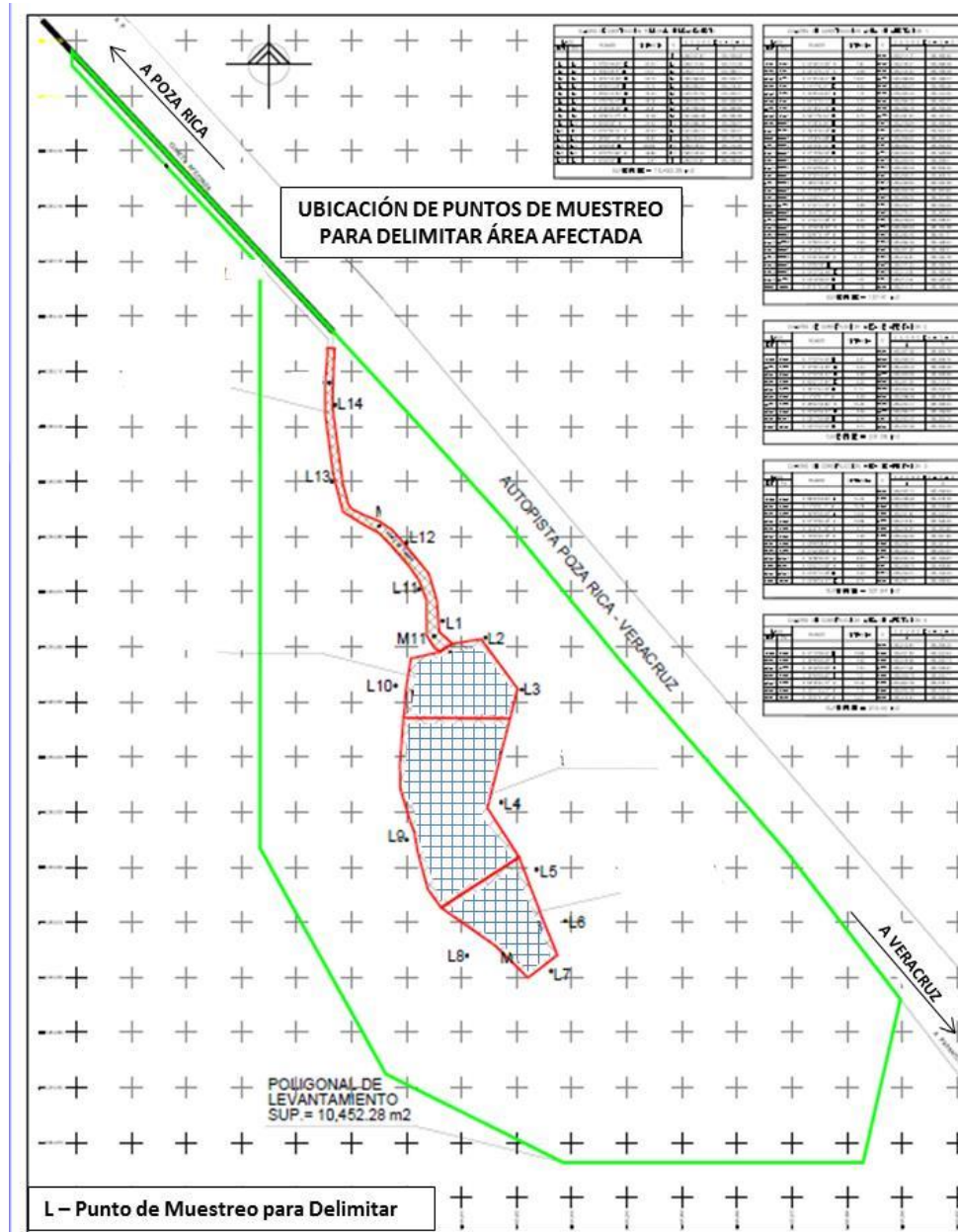
En los 14 Puntos de Muestreo ubicados para Delimitar el área identificada como contaminada, se tomaron 15 muestras (14 simples y 1 duplicada), y los resultados de los análisis reportaron que en 9 de las muestras se reporta como "Menor al Límite de Cuantificación" (< L.C.) y solo en 6 muestras se reporta presencia de Hidrocarburos Fracción Media, pero en concentraciones que van de 22.21 mg/kg hasta 57.84 mg/kg, los cuales se encuentran por debajo de los 1,200 mg/kg que corresponden al LMP establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, con valores de 266.90 mg/kg a 57.84 mg/kg, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Resultados de análisis de laboratorio para Hidrocarburos Fracción Ligera a muestras de suelo tomadas a 1.50 m de profundidad.

| Zona                               | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)     |
|------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                                    |                   |                 | LMP 1,200 mg/kg |
| Puntos de Muestreo de Delimitación | L1 0.15           | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L1 0.15 Dup.      | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L2 0.15           | 0.15            | 40.58           |
|                                    | L3 0.15           | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L4 0.15           | 0.15            | 28.74           |
|                                    | L5 0.15           | 0.15            | 39.87           |
|                                    | L6 0.15           | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L7 0.15           | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L8 0.15           | 0.15            | 57.84           |
|                                    | L9 0.15           | 0.15            | 47.84           |
|                                    | L10 0.15          | 0.15            | 22.21           |
|                                    | L11 0.15          | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L12 0.15          | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L13 0.15          | 0.15            | < L.C.          |
|                                    | L14 0.15          | 0.15            | < L.C.          |

En la siguiente figura se muestra la ubicación de los 14 Puntos de Muestreo ubicados para Delimitar el área identificada como contaminada, en los cuales se realizó el análisis para determinar Hidrocarburos Fracción Media, y que de acuerdo a los resultados de los análisis no se detectó la presencia de Hidrocarburos Fracción Media en concentraciones que estén por arriba de los 1,200 mg/kg establecidos como el Límite Máximo Permissible en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012 para un Uso de Suelo Agrícola y Forestal.





**Figura 1.** Identificación de los Puntos de Muestreo ubicados para Delimitar el área afectada por el derrame de Diesel.

#### 6.5.5.- Resultados de Laboratorio para determinar Hidrocarburos Poli-aromáticos (HAP's)

Los resultados de los análisis realizados a las 48 muestras de suelo (43 simples y 5 duplicadas) en los 29 puntos de muestreo (15 dentro de la zona afectada y 14 fuera de ella), y que fueron tomadas a las profundidades de 0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m, 0.40

m, 0.50 m, 0.55 m y 0.65 m (*Tabla 11*), reportan que en ninguna muestra se detectó presencia de alguno de los compuestos de HAP's (Benzo (a) antraceno, Benzo (b) fluoranteno, Benzo (k) fluoranteno, Benzo (a) pireno, Dibenzo (a,h) antraceno y Indeno (1,2,3-cd) pireno), pero en todos los casos por debajo de los LMP establecidos en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012 para un Uso de Suelo Agrícola y Forestal.

**Tabla 2.** Resultados de análisis de laboratorio para HAP's a 0.05 m, 0.10 m, 0.15 m, 0.20 m, 0.40 m, 0.50 m, 0.55 m y 0.65 m de profundidad.

| Área afectada    | No.           | Profundidad (m) | Benzo (a) antraceno | Benzo (b) fluoranteno | Benzo (k) fluoranteno | Benzo (a) pireno | Dibenzo (a,h) antraceno | Indeno (1,2,3-cd) pireno |
|------------------|---------------|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
|                  |               |                 | LMP 2 mg/kg         | LMP 2 mg/kg           | LMP 8 mg/kg           | LMP 2 mg/kg      | LMP 2 mg/kg             | LMP 2 mg/kg              |
| Parcela Área 1   | M1 0.35       | 0.35            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M1 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M2 0.35       | 0.35            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M2 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M4 0.35       | 0.35            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M4 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Parcela Área 2   | M3 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M3 0.65       | 0.65            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M5 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M5 0.65       | 0.65            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M6 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M6 0.65       | 0.65            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M7 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M7 0.50 Dup   | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M7 0.65       | 0.65            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M8 0.50       | 0.5             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M8 0.65       | 0.65            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Parcela Área 3   | M9 0.40       | 0.4             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M9 0.55       | 0.55            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M10 0.40      | 0.4             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M10 0.55      | 0.55            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M10 0.55 Dup. | 0.55            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M16 0.10      | 0.1             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Cauce del Arroyo | M11 0.20      | 0.2             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|                  | M11 0.40      | 0.4             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |

| Área afectada | No.          | Profundidad (m) | Benzo (a) antraceno | Benzo (b) fluoranteno | Benzo (k) fluoranteno | Benzo (a) pireno | Dibenzo (a,h) antraceno | Indeno (1,2,3-cd) pireno |
|---------------|--------------|-----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|--------------------------|
|               |              |                 | LMP 2 mg/kg         | LMP 2 mg/kg           | LMP 8 mg/kg           | LMP 2 mg/kg      | LMP 2 mg/kg             | LMP 2 mg/kg              |
|               | M11 0.40 Dup | 0.4             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | M12 0.20     | 0.2             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | M12 0.40     | 0.4             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | M13 0.20     | 0.2             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | M13 0.40     | 0.4             | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Talud         | M14 0.05     | 0.05            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | M15 0.05     | 0.05            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | M15 0.05 Dup | 0.05            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
| Delimitación  | L1 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L1 0.15 Dup. | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L2 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L3 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L4 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L5 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L6 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L7 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L8 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L9 0.15      | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L10 0.15     | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L11 0.15     | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L12 0.15     | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L13 0.15     | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |
|               | L14 0.15     | 0.15            | < L.C.              | < L.C.                | < L.C.                | < L.C.           | < L.C.                  | < L.C.                   |

## 6.6.- Integración y análisis de los resultados de laboratorio

De los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio realizados a 48 muestras de suelo (43 simples y 5 duplicadas), para determinar Hidrocarburos Fracción Media y HAP's en los 29 puntos de muestreo obtenidas a diferentes profundidades en el área de estudio, se resume lo siguiente:

- De los 29 puntos de muestreo establecidos en la zona, 15 fueron ubicados dentro de las áreas identificadas como afectadas (M1-M15) y los 14 restantes (L1-L14) se ubicaron para la delimitación de estas zonas.
- En los 15 puntos de muestreo dentro de las áreas identificadas como afectadas (Parcela Agrícola, Cauce del Arroyo y Talud), se analizaron 33 muestras de suelo (29 simples y 3 duplicadas), observando que en todas las áreas identificadas como afectadas, en la muestra de primer nivel los análisis reportan Hidrocarburos Fracción Media (HFM) que sobrepasan de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de 1,200 mg/kg, y de la muestra de fondo, en todos los casos se reportan concentraciones de HFM menores a los LMP. De forma particular por cada zona se observa lo siguiente:
  - a) Parcela Área 1.- Todos los puntos de muestreo de esta zona (M1, M2 y M4) presentan HFM fuera de norma hasta los 0.35 m de profundidad, en concentraciones que van desde 6,700 mg/kg hasta 9,478.23 mg/kg. Sin embargo, las muestras de estos puntos tomadas a 0.50 m reportan concentraciones en el rango de 354.00 mg/kg hasta 627.58 mg/kg, valores por debajo del LMP.
  - b) Parcela Área 2.- Los puntos de muestreo de esta zona (M3, M5, M6, M7 y M8) reportan HFM fuera de norma en concentraciones que van desde 4,687.52 mg/kg hasta 8,347.21 mg/kg en la profundidad de 0.50 m. Pero a la profundidad de 0.65 m los valores de HFM se reportan en el rango de 278.52 mg/kg hasta 685.94 mg/kg, valores por debajo del LMP de 1,200 mg/kg establecido en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012.
  - c) Parcela Área 3.- Los puntos de muestreo de esta zona (M9 y M10) reportan HFM fuera de norma en la profundidad de 0.40 m, en concentraciones que van desde 12,468.21 mg/kg hasta 15,347.54 mg/kg. Para las 3 muestras de fondo, (se tomó 1 adicional) tomadas en cada pozo a la profundidad de 0.55 m, las concentraciones reportadas por el laboratorio se encontraban en el rango de 746.85 mg/kg hasta 824.51 mg/kg, valores por debajo del LMP. Adicionalmente, en esta área, se tomó 1 muestra a nivel superficial (M16 a 0.10 m), a la que también se le realizó el análisis para que sirviera como referencia del nivel de contaminación existente a nivel superficial en la zona afectada. Para esta muestra se reportó una concentración de 14,875.27 mg/kg,

- d) Cauce del Arroyo.- Se ubicaron 3 puntos de muestreo (M11, M12 y M13), se tomaron 3 muestras a la profundidad de 0.20 m, las cuales reportan concentraciones de HFM con valores que oscilan entre los 5,241.37 mg/kg y los 9,384.00 mg/kg, que se encuentran por arriba de los LMP de 1,200 mg/kg. Para las 4 muestras de fondo, (se tomó 1 adicional) tomadas en cada pozo a la profundidad de 0.40 m, las concentraciones reportadas por el laboratorio se encontraban en el rango de 296.45 mg/kg hasta 641.56 mg/kg, valores por debajo del LMP.
- e) Talud.- Para la zona del Talud del cerro donde se impactó la unidad accidentada, se tomaron 3 muestras (2 simples y 1 duplicada), a nivel de 0.05 m de profundidad (raspado de la cubierta), las cuales reportan concentraciones mayores al LMP con valores entre 2,874.65 mg/kg y 3,218.75 mg/kg, que se encuentran por arriba de los LMP de 1,200 mg/kg.
- De los 14 puntos de Muestreo para Delimitar (L1 a L14), se tomaron 15 muestras (14 simples y 1 duplicada), y los resultados de los análisis reportaron que en 9 de las muestras se reporta como "Menor al Límite de Cuantificación" (< L.C.) y solo en 6 muestras se reporta presencia de Hidrocarburos Fracción Media, pero en concentraciones que van de 22.21 mg/kg hasta 57.84 mg/kg, los cuales se encuentran por debajo de los 1,200 mg/kg que corresponden al LMP
  - En los resultados de los análisis para determinación de HAP's, en ninguna de las 48 muestras analizadas (43 simples 5 duplicadas), se reporta presencia de los compuestos HAP's.

## **7.- IDENTIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE LA PLUMA CONTAMINANTE**

### **7.1.- Modelo de Simulación**

Con los datos analizados de los resultados de laboratorio, se realizó la pluma de contaminación, con ayuda de la modelación Surface Mapping System (SURFER), versión 12.0, de Golden Software Inc. La pluma de contaminación generada con el software se exportó al plano del levantamiento topográfico para conocer la ubicación, el área y por consiguiente el volumen de suelo contaminado de la pluma contaminante. Se anexan los planos con la modelación obtenida (ANEXO G).

Para el cálculo de las Plumas de Contaminación se consideró las 3 Áreas que se identificaron como afectadas y a donde se realizó la toma de muestras de suelo para su análisis en laboratorio y las cuales fueron:

- Parcela Agrícola
- Cauce del Arroyo
- Talud del Cerro

En la elaboración de la pluma de contaminación, además de basarse en los resultados de los análisis de laboratorio, también se considera usar los datos obtenidos en campo, tales como:

- La estratigrafía del suelo
- Las características físicas del sitio
- La infraestructura
- La zona visible de contaminación
- La topografía del lugar
- Las pruebas de campo y sondeos realizados

Para la cuantificación de la superficie afectada y del volumen de suelo contaminado se consideró lo siguiente:

1. La superficie corresponde al área calculada de la Pluma Contaminante obtenida de las modelaciones y realizando la sobre posición de estas en el software AutoCAD.

2. Para la consideración de la profundidad máxima de cada una de las área afectadas se tomó en cuenta los sondeos realizados en campo y los resultados de los análisis de laboratorio donde no reportaron concentraciones que sobrepasen los límites máximos permisibles en las muestras tomadas a mayor profundidad.
3. En cada zona, la profundidad de la pluma contaminante tuvo variación de acuerdo al nivel de penetración que presentó el hidrocarburo.
4. La simulación para el contaminante identificado (HFM) se realizó únicamente para las profundidades de muestras tomadas a las profundidades de 0.20, 0.35, 0.50 y a 0.40 m, ya que estas fueron las que reportaron concentraciones mayores al LPM establecido por la normatividad

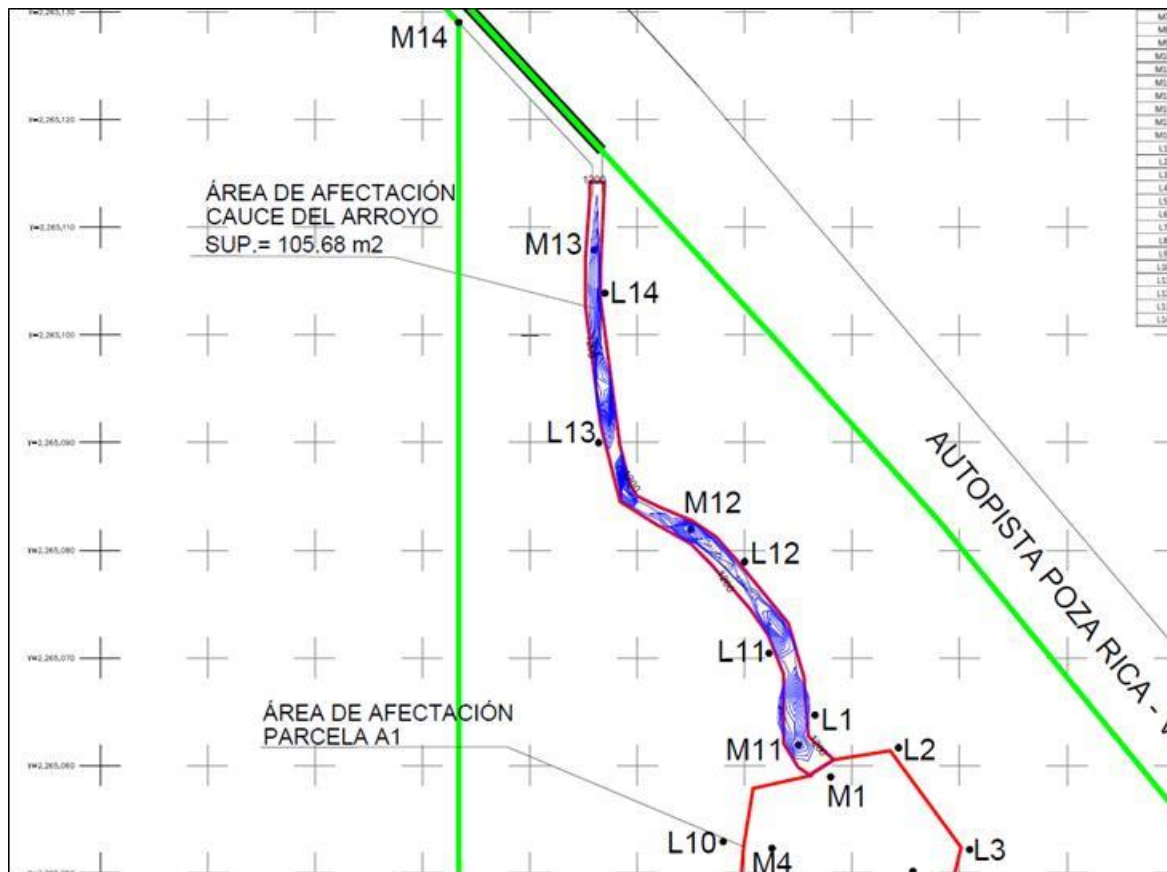
## 7.2.- Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.20 m de profundidad en el Cauce del Arroyo.

En la siguiente figura se presenta la pluma contaminante obtenida de la modelación utilizando los Puntos de Muestreo M11, M12 y M13, donde se identificó contaminación con Hidrocarburos Fracción Media con concentraciones que sobrepasan el valor establecido en la normatividad (1,200 mg/kg), en las muestras tomadas a 0.20 m de profundidad, en la zona del Cauce del Arroyo y que se reportan en la tabla 12 con concentraciones de 7,412.52 mg/kg, 9,384.00 mg/kg y 5,241.37 mg/kg, respectivamente. En la figura se puede apreciar que la pluma contaminante se presenta en la totalidad de la longitud del área delimitada del Cauce del Arroyo.

**Tabla 16.** Resultados de análisis de laboratorio a muestras de suelo tomadas a 0.20 m de profundidad en la Zona del Cauce del Arroyo que presentaron Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma.

| Zona             | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                  |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Cauce del Arroyo | M11 0.20          | 0.20            | 7,412.52       |
|                  | M12 0.20          | 0.20            | 9,384.00       |
|                  | M13 0.20          | 0.20            | 5,241.37       |





**Figura 2.** Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.20 m, en la zona del Cauce del Arroyo.

Para conocer el volumen de suelo contaminado, se tomó en cuenta la superficie obtenida del modelo de simulación y se consideró como guía la profundidad máxima en la zona a la que se detectó presencia del contaminante, así como las muestras de fondo de las cuales los análisis indican concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP), de lo que se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 3.** Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona del Cauce del Arroyo.

|                                                               |                            |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Área afectada (m <sup>2</sup> )                               | 105.68                     |
| Profundidad toma muestra (m)                                  | 0.20                       |
| Espesor del estrato afectado por HFM(m)                       | 0.27                       |
| Volumen afectado (m <sup>3</sup> )                            | (105.68)(0.27)=            |
| <b>Volumen total de suelo contaminado con HFM Zonas 7 y 8</b> | <b>28.53 m<sup>3</sup></b> |

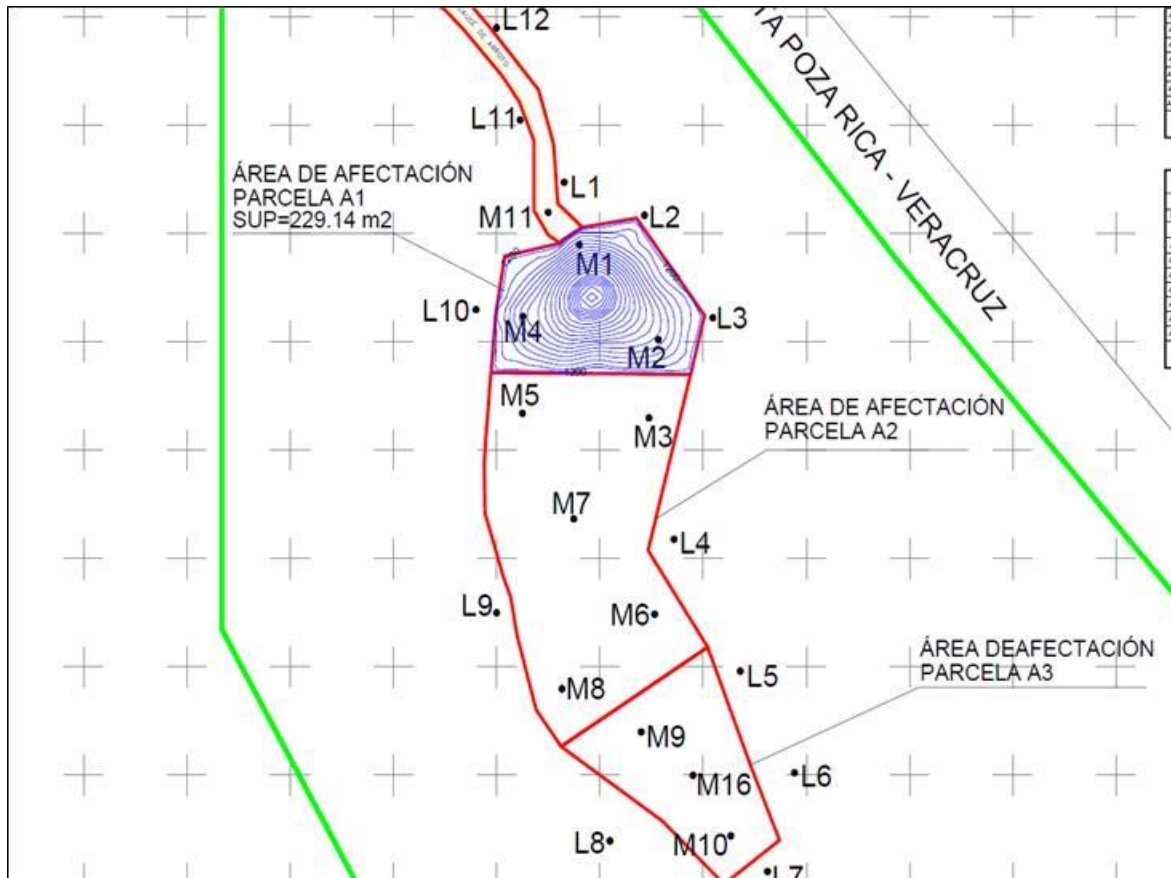
### **7.3.- Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.35 m de profundidad en la zona de la Parcela Agrícola Área 1.**

En la siguiente figura se presenta la pluma contaminante obtenida de la modelación, donde se identificó el área contaminada con Hidrocarburos Fracción Media en la Parcela Agrícola Área 1, con concentraciones que sobrepasan el valor establecido en la normatividad (1,200 mg/kg), en las muestras tomadas a 0.35 m de profundidad, en los Puntos de Muestreo M1, M2 y M4, que reportan valores de 6,700.00 mg/kg, 7,890.00 mg/kg y 9,478.23 mg/kg respectivamente.

En la figura se puede apreciar que la pluma contaminante que se presenta en el Área 1 de la Parcela agrícola, la cual debido a la topografía del sitio, se encuentra claramente delimitada y presenta concentraciones de HFM por arriba de los Límites Máximos Permisibles (LMP) de 1,200 mg/kg.

**Tabla 18.** Resultados de análisis de laboratorio a muestras de suelo tomadas en la zona de la Parcela Agrícola Área 1 a 0.35 m de Profundidad. que presentaron Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma

| Zona              | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                   |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Parcela<br>Área 1 | M1                | 0.35            | 6,700.00       |
|                   | M2                | 0.35            | 7,890.00       |
|                   | M4                | 0.35            | 9,478.23       |



**Figura 16.** Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.35 m, en la zona de la Parcela Área 1.

Para conocer el volumen de suelo contaminado, se tomó en cuenta la superficie obtenida del modelo de simulación y se consideró como guía la profundidad máxima en la zona a la que se detectó presencia del contaminante, así como las muestras de fondo de las cuales los análisis indican concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP), de lo que se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 49.** Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona de la Parcela Agrícola Área 1.

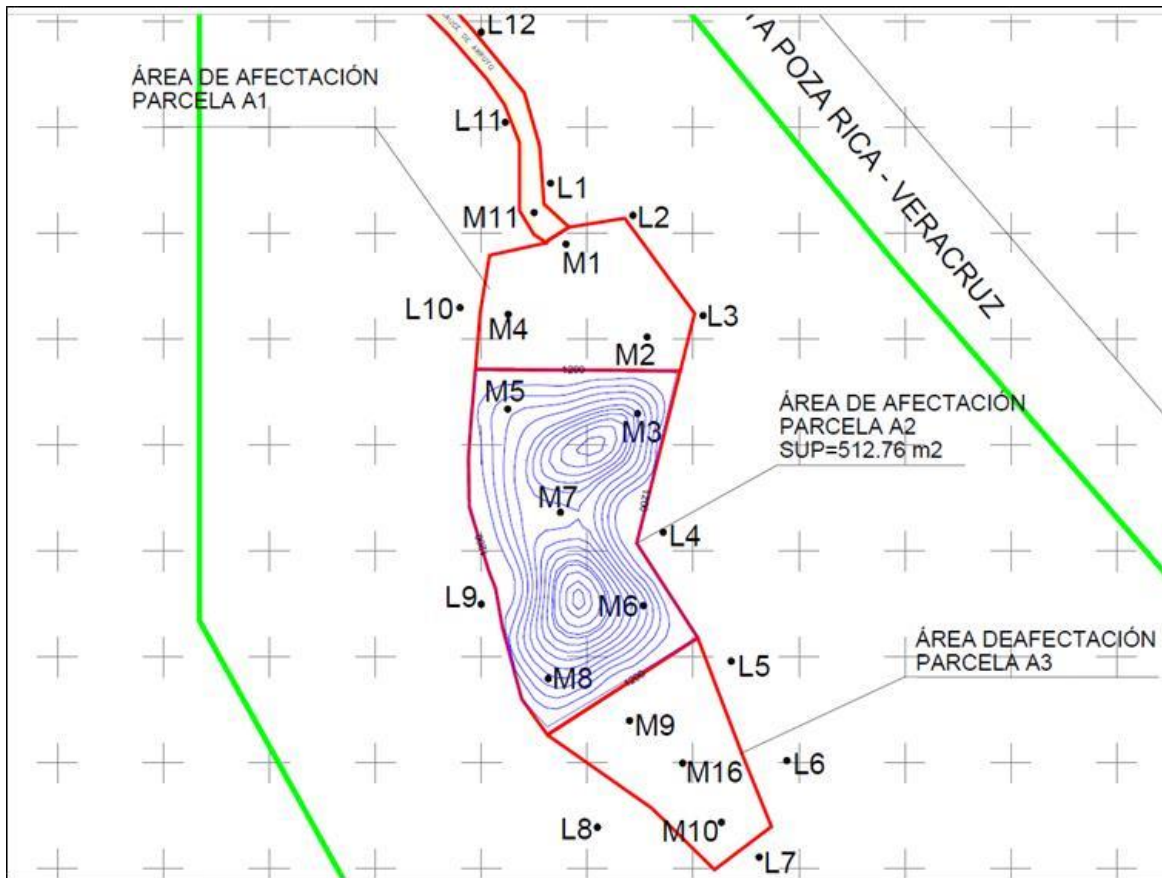
|                                                               |                            |
|---------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Área afectada (m <sup>2</sup> )                               | 229.14                     |
| Profundidad toma muestra (m)                                  | 0.35                       |
| Espesor del estrato afectado por HFM (m)                      | 0.42                       |
| Volumen afectado (m <sup>3</sup> )                            | (229.14)(0.42)=            |
| <b>Volumen total de suelo contaminado con HFM Zonas 7 y 8</b> | <b>96.24 m<sup>3</sup></b> |

#### 7.4.- Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.50 m de profundidad en la zona de la Parcela Agrícola Área 2.

En la siguiente figura se presenta la pluma contaminante obtenida de la modelación, donde se identificó el área contaminada con Hidrocarburos Fracción Media en la Parcela Agrícola Área 2, con concentraciones que sobrepasan el valor establecido en la normatividad (1,200 mg/kg), en las muestras tomadas a 0.50 m de profundidad, en los Puntos de Muestreo M3, M5, M6, M7 y M8, que reportan valores que van de 4,687.21 mg/kg, hasta 8,347.21 mg/kg, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 20.** Resultados de análisis de laboratorio a muestras de suelo tomadas en la zona de la Parcela Agrícola Área 2 a 0.5 m de Profundidad. que presentaron Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma

| Zona              | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)     |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
|                   |                   |                 | LMP 1200 mg/kg  |
| Parcela<br>Área 2 | M3                | 0.50            | <b>8,347.21</b> |
|                   | M5                | 0.50            | <b>4,687.52</b> |
|                   | M6                | 0.50            | <b>7,685.24</b> |
|                   | M7                | 0.50            | <b>8,214.67</b> |
|                   |                   | 0.50 Dup.       | <b>7,954.68</b> |
|                   | M8                | 0.50            | <b>6,201.58</b> |



**Figura 17.** Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.50 m, en la zona de la Parcela Área 2.

Para conocer el volumen de suelo contaminado, se tomó en cuenta la superficie obtenida del modelo de simulación y se consideró como guía la profundidad máxima en la zona a la que se detectó presencia del contaminante, así como las muestras de fondo de las cuales los análisis indican concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP), de lo que se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 25.** Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona de la Parcela Agrícola Área 2.

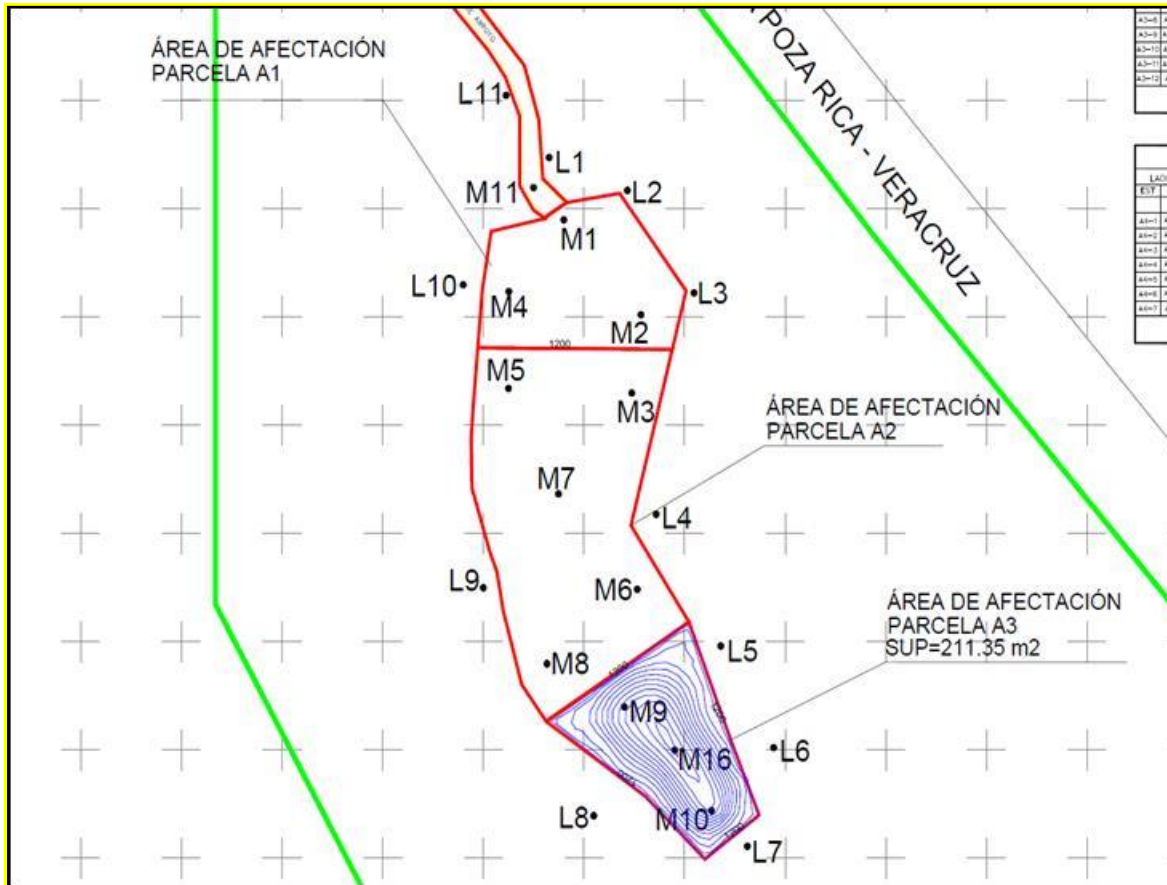
|                                                          |                             |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Área afectada (m <sup>2</sup> )                          | 512.76                      |
| Profundidad toma de muestra (m)                          | 0.50                        |
| Espesor del estrato afectado por HFM (m)                 | 0.58                        |
| Volumen afectado (m <sup>3</sup> )                       | (512.76)(0.58)=             |
| <b>Volumen total de suelo contaminado con HFM Zona 2</b> | <b>297.40 m<sup>3</sup></b> |

### **7.5.- Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.50 m de profundidad en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.**

En la siguiente figura se presenta la pluma contaminante obtenida de la modelación, donde se identificó el área contaminada con Hidrocarburos Fracción Media en la Parcela Agrícola Área 3, con concentraciones que sobrepasan el valor establecido en la normatividad (1,200 mg/kg), en las muestras tomadas a 0.40 m de profundidad, en los Puntos de Muestreo M9 y M10, que reportan valores que van de 4,687.21 mg/kg, hasta 8,347.21 mg/kg, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 22.** Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.

| Zona              | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)    |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|
|                   |                   |                 | LMP 1200 mg/kg |
| Parcela<br>Área 3 | M9                | 0.40            | 12,468.21      |
|                   | M10               | 0.40            | 15,347.54      |



**Figura 18.** Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media a la profundidad de 0.40 m, en la zona de la Parcela Área 3.

Para conocer el volumen de suelo contaminado, se tomó en cuenta la superficie obtenida del modelo de simulación y se consideró como guía la profundidad máxima en la zona a la que se detectó presencia del contaminante, así como las muestras de fondo de las cuales los análisis indican concentraciones por debajo de los Límites Máximos Permisibles (LMP), de lo que se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 23.** Área y volumen de suelo contaminado con HFM en la zona de la Parcela Agrícola Área 3.

|                                                          |                             |
|----------------------------------------------------------|-----------------------------|
| Área afectada (m <sup>2</sup> )                          | 211.35                      |
| Profundidad toma de muestra (m)                          | 0.40                        |
| Espesor del estrato afectado por HFM (m)                 | 0.48                        |
| Volumen afectado (m <sup>3</sup> )                       | (211.35)(0.48)=             |
| <b>Volumen total de suelo contaminado con HFM Zona 1</b> | <b>101.45 m<sup>3</sup></b> |



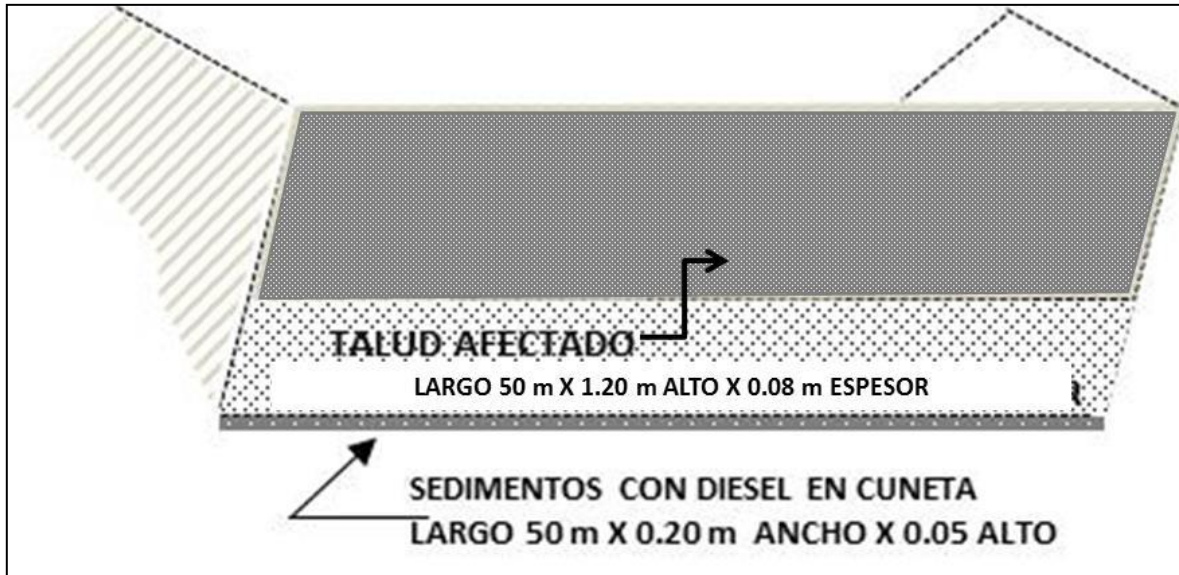
### **7.6.- Simulación y cálculo de la pluma de contaminación por Hidrocarburos Fracción Media (HFM) a 0.05 m de profundidad en la Zona del Talud.**

Para el caso de la afectación del muro del talud del cerro donde se dio el impacto del Autotank, se tiene identificado que el daño es una impregnación a nivel superficial en un espesor promedio de 0.05 m (5 cm) sobre una longitud de 50 m y una altura promedio de 1.20 m. La impregnación de suelo que está afectado, tiene una concentración de HFM que va de 2,874.65 mg/kg a 3,218.75 mg/kg, valores que están por encima de los LMP establecidos en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012, tal como se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 24.** Resultados de análisis de laboratorio de Hidrocarburos Fracción Media a muestras de suelo tomadas a en la zona del Muro del Talud.

| Zona  | Punto de Muestreo | Profundidad (m) | HFM (kg/mg)     |
|-------|-------------------|-----------------|-----------------|
|       |                   |                 | LMP 1200 mg/kg  |
| Talud | M14               | 0.05            | <b>2,874.65</b> |
|       | M15               | 0.05            | <b>3,218.75</b> |
|       | M15 Dupl          | 0.05            | <b>2,946.21</b> |

En la siguiente figura se representa la pluma contaminante presente en el área del Talud del cerro, donde se identificó el área contaminada con Hidrocarburos Fracción Media con concentraciones que sobrepasan el valor establecido en la normatividad (1,200 mg/kg), en las muestras tomadas a 0.05 m de profundidad.



**Figura 19.** Simulación de la pluma contaminante de Hidrocarburos Fracción Media en la zona del Talud del cerro.

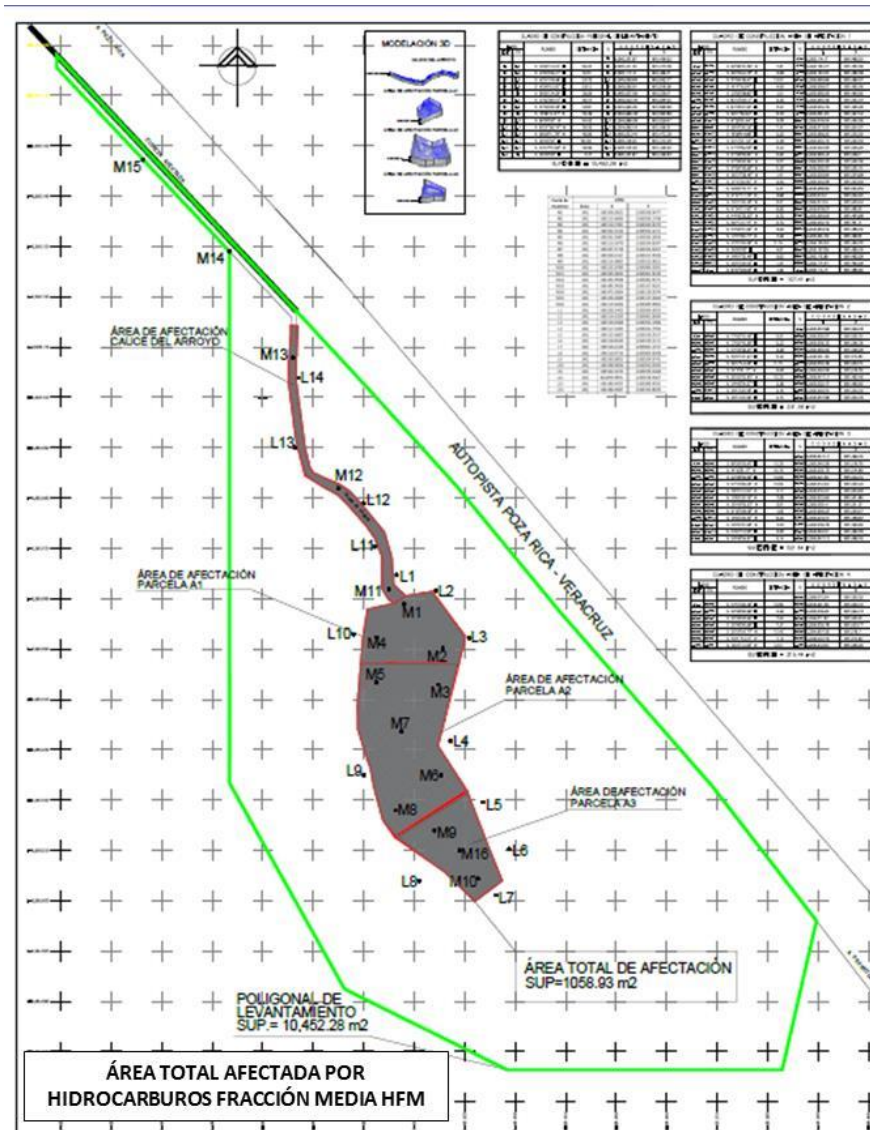
Para conocer el volumen de suelo contaminado en el muro del talud, se tomó en cuenta la superficie obtenida del área registrada (largo, ancho y espesor) y se consideró como guía la profundidad de 0.08 m de lo que se obtuvo lo siguiente:

**Tabla 25.** Área y volumen de suelo contaminado con HFM en Talud del Cerro.

|                                                         |                     |
|---------------------------------------------------------|---------------------|
| Área afectada Talus (m <sup>2</sup> )                   | 60.00               |
| Profundidad toma de muestra (m)                         | 0.05                |
| Espesor del estrato afectado por HFM (m)                | 0.08                |
| Volumen afectado (m <sup>3</sup> )                      | (60.00)(0.08)= 4.80 |
| <b>Volumen total de suelo contaminado con HFM Talud</b> | <b>4.80 m3</b>      |

### 7.7.- Determinación del área y volumen total de contaminación

Para el cálculo del área y volumen total de suelo contaminado en la zona, se realizó la integración y/o sobre posición de las plumas obtenidas para cada contaminante evaluado a las profundidades respectivas, obteniendo como consecuencia de la forma en que se desplazó el contaminante en las 4 plumas de contaminación considerando las 3 de la parcela agrícola y la del cauce del arroyo, las cuales se muestran en la *Figura 19*. Después de realizar la sobre posición de las plumas contaminantes el área total contaminada resultante fue de **1,058.93 m<sup>2</sup>**.



**Figura 20.** Integración de las Plumas Contaminantes determinadas por el modelo de simulación para Hidrocarburos Fracción Ligera

Para el cálculo del volumen total se consideró el área contaminada en cada una de las zonas identificadas y la profundidad establecida previamente de acuerdo a los sondeos iniciales y confirmada con los resultados de los análisis de laboratorio. Obteniendo que la superficie de suelo contaminado (considerando el cauce del arroyo y la parcela agrícola) es de **1,058.93 m<sup>2</sup>** y el volumen total de suelo contaminado es de **528.92 m<sup>3</sup>**, sumando a este valor el volumen de material contaminado obtenido del Talud del cerro y del sedimento de la cuneta de concreto en la zona del Talud del cerro.

En la *Tabla 28*, se muestra un resumen de las áreas y volúmenes por estrato de suelo obtenidos de la sobre posición de las plumas contaminantes para el cálculo del volumen.

**Tabla 26.** Área y volumen total de suelo contaminado obtenido de las plumas contaminantes.

| Zona                                           | Profundidad del estrato afectado con HFM(m) | Área Afectada (m <sup>2</sup> ) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Cauce del Arroyo                               | 0.27                                        | 105.68                          | 28.53                     |
| Parcela Agrícola Área 1                        | 0.42                                        | 229.14                          | 96.24                     |
| Parcela Agrícola Área 2                        | 0.58                                        | 512.76                          | 297.40                    |
| Parcela Agrícola Área 3                        | 0.48                                        | 211.35                          | 101.45                    |
| Talud del Cerro                                | 0.08                                        | 60.00                           | 4.80                      |
| Sedimento Cuneta                               | 0.05                                        | 10.00                           | 0.50                      |
| <b>Área de Suelo Contaminado</b>               |                                             | <b>1,058.93</b>                 |                           |
| <b>Área Total de Suelo y Muro Contaminados</b> |                                             | <b>1,128.93</b>                 |                           |
| <b>Volumen Total de Suelo Contaminado</b>      |                                             |                                 | <b>528.92</b>             |

## **8.- IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE DAÑOS AL AMBIENTE**

### **8.1.- Estimación de Daños al Ambiente**

En cuanto a los daños ambientales generados por el siniestro ocurrido en el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica–Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz, en el cual se derramaron 33,000 litros de Diesel, el recurso natural afectado fue el suelo, contaminando una superficie total de afectación de 1,128.93 m<sup>2</sup>.

De las 3 zonas identificadas como afectadas por el derrame de Diesel:

- Cauce del Arroyo
- Parcela Agrícola
- Talud del Cerro

Se observaron las siguientes afectaciones:

En las zonas del Cauce del Arroyo y de la Parcela Agrícola, que corresponden una parte al Derecho de Vía de la Carretera y otra a una propiedad privada, se observó presencia de vegetación que corresponde básicamente a maleza en el cauce y a un cultivo de maíz en la parcela, los cuales fueron afectados por el Diesel derramado, observándose que al ser absorbido el hidrocarburo por la raíz, las plantas fueron fuertemente afectadas, al grado de que en menos de 1 mes después del siniestro, el cultivo de maíz se secó, al igual que todos los matorrales y maleza que se ubicaban dentro del área afectada.

En las siguientes figuras, se muestra la vegetación presente en la superficie afectada.





**Figura 21.** Vista de la vegetación afectada por derrame de Diesel en la zona de la Parcela Agrícola a 3 días del derrame y a 4 semanas del siniestro





**Figura 22.** Vista de la vegetación afectada por derrame de Diesel en la zona del Cauce del Arroyo a 3 días del derrame y a 4 semanas del siniestro

Considerando la afectación al suelo, subsuelo y vegetación, también se genera la destrucción de microorganismos endémicos, al momento del derrame afectando la microbiota del lugar. Debido a la volatilidad que presentan algunos compuestos del Diesel, se consideró contaminación a la atmósfera a causa de la evaporación del producto durante el accidente. Sin embargo, al estar en un área abierta, el hidrocarburo se dispersó en poco tiempo.

En la zona no se observó la presencia de fauna silvestre o domestica que pudiera resultar afectada por la contaminación.

## **8.2.- Estimación de Daños Materiales**

De los daños materiales adicionales a los causados por el siniestro, además de los daños al autotank y pérdida del hidrocarburo que se transportaba, también se afectó la barrera metálica de seguridad, ubicada en el límite de la carretera, sin embargo, se debe hacer la precisión de que no se rompió o derribo (solo un raspón), por lo que se considera dentro del rubro de reparaciones menores.



## **9.- EVALUACIÓN DEL RIESGO ECOLÓGICO Y A LA SALUD HUMANA**

### **9.1.- Riesgo a la Salud Humana**

La evaluación de riesgo a la salud humana consiste en conocer cuáles son los efectos nocivos a la salud que se puede presentar en una población debido a la exposición a una sustancia tóxica, en este caso es el Diesel.

Debido a que la población más cercana al punto donde se generó el siniestro se encuentra a más 5 km de distancia, no se consideró la existencia de una población que pudiera estar directamente expuesta al contaminante evaluado. De igual manera ya que la zona afectada no es un área de paso peatonal o donde la población pudiera estar en contacto con el suelo o inhalar vapores se descartó esta posibilidad.

### **9.2.- Evaluación de Riesgo Ecológico**

Para llevar a cabo esta evaluación se tomaron en consideración la naturaleza, magnitud y la transitoriedad o permanencia de los efectos ecológicos potenciales, así como los siguientes puntos:

- Caracterización ecológica e identificación de la población potencialmente receptora.
- Evaluación ecológica de la toxicidad, hacia los organismos.
- Caracterización del riesgo.

Un derrame de materiales o residuos peligrosos en un ecosistema es directamente peligroso para los organismos en la reproducción, otra de las consecuencias del contaminante es que puede afectar a la estructura y función de un ecosistema o de sus componentes.

Tomando en consideración que el derrame del producto sucedió el 30 de enero del 2021, debemos establecer que el daño ecológico ya fue originado, de forma inmediata, viéndose afectados los elementos naturales correspondientes principalmente al suelo y a la microfauna de la superficie por donde escurrió el contaminante.

En lo que se refiere al agua subterránea, ésta no se encuentra expuesta a ser contaminada con lixiviados o infiltraciones generadas por el derrame de Diesel ya que en las áreas afectadas el suelo es de baja permeabilidad, ya que corresponde a suelo arcilloso, por lo que no se considera un riesgo para el agua subterránea, ya que no se tiene saturación de hidrocarburo que pudiera infiltrarse.

De igual forma, se investigó con personas de la localidad cercanas y en la zona no existen manantiales o cuerpos de agua superficiales y no se reporta manto freático en los primeros 5 m de profundidad.

De acuerdo a lo anterior, se puede establecer que el mayor riesgo ecológico se presenta en la matriz suelo por la afectación directa a su calidad, pero también porque no se han dado aún las condiciones favorables para una atenuación natural.

Al tiempo de presentarse un derrame de materiales o residuos peligrosos, es conveniente conocer sus características fisicoquímicas (determinadas en la hoja de seguridad), para conocer las vías de exposición (aire, agua, suelo y sedimentos), por las cuales se canaliza el contaminante al ecosistema dependiendo de las características y condiciones ambientales, así como de la presencia de organismos en el lugar, debiendo considerarse lo siguiente:

- Efectos laterales y sublaterales.
- Biotransformación, bioacumulación y/o transferencia en la cadena trófica.

Los factores mencionados presentan respuestas en los sistemas como la reproducción alterada o interrumpida de microorganismos, la migración de algunas especies debido a afectaciones ocurridas en su hábitat o la mortalidad de alguna especie por efectos nocivos por la presencia del contaminante.

Lo anterior puede ser revertido o favorecer su recuperación mediante las técnicas de restauración para la eliminación de los contaminantes.

## 10.- ANÁLISIS Y CONCLUSIONES

Derivado de los trabajos y análisis de laboratorio realizados para identificar la afectación generada por el derrame de 33,000 litros de Diesel en el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla; se establece que:

- Debido a las características del sitio donde ocurrió el derrame y a la forma en que se dispersó el contaminante, se identificaron 3 zonas de afectación, sobre las cuales se realizaron los trabajos de evaluación y toma de muestras y que corresponden al Talud del Cerro, al Cauce del Arroyo de escorrentía y a la Parcela Agrícola.
- Que se realizó la división de cada área afectada, considerando la profundidad detectada hasta donde llegó el contaminante, tal como en la zona del Cauce del Arroyo, donde penetra en promedio 0.27 m (27 cm) y en la Parcela agrícola donde se tiene una subdivisión de 3 áreas con registro de penetración del Diesel de 0.42 m, 0.48 m y 0.58 m.
- Que el suelo sobre el cual se derramó el contaminante corresponde a un suelo con uso de suelo de tipo forestal en la zona del cauce del arroyo y de desarrollo de agricultura de temporal en la zona de la Parcela Agrícola. De acuerdo al perfil estratigráfico de las zonas de estudio, los estratos del subsuelo en toda la zona afectada son homogéneos, teniendo primero un estrato de baja permeabilidad de tipo arcilloso, lo cual impidió que la contaminación migrara a estratos más profundos.
- Para los trabajos de evaluación de campo, se establecieron 29 puntos de muestreo; 15 puntos dentro de la zona identificada como afectada, donde se tomaron en total 33 muestras de suelo para analizar en el laboratorio (29 muestras simples y 4 duplicadas). Más 14 puntos para delimitar el área perimetral para la toma de 15 muestras (14 simples y 1 duplicado).
- De las muestras tomadas en la zona de la parcela agrícola, 1 muestra fue adicional al Protocolo de Muestreo inicialmente presentado y corresponde a 1 muestra a nivel superficial, para verificar el nivel de contaminación existente en el sitio.
- El número total de muestras tomadas fue de 48 (43 muestras simples y 5 muestras duplicadas) los parámetros de análisis fueron Hidrocarburos Fracción Media (HFM) y HAP's.

- Los resultados de los análisis de laboratorio indicaron que en 18 de las 48 muestras analizadas, todas ubicadas dentro de las áreas afectadas, se reportaron concentraciones de HFM mayores al LMP establecido por la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012 para Uso de Suelo Agrícola y Forestal. Las muestras que reportaron contaminación, corresponden a los puntos de muestreo ubicados en las 3 zonas identificadas como afectadas por el derrame y fueron tomadas a las profundidades: 0.05 m (talud), 0.20 m (cauce del arroyo) y 0.10, 0.35, 0.40 y 0.50 m (en parcela agrícola).
- Que del análisis realizado a la información generada tanto de los trabajos de campo, como de los resultados de los análisis de laboratorio, se confirmó que en el área 2 de la Parcela Agrícola, el hidrocarburo contaminó a mayor profundidad, de 0.58 m.
- Que los resultados reportados para la determinación de HAP's, muestran que ninguna de las 48 muestras analizadas a las diferentes profundidades, reportaron concentraciones superiores a los Límites Máximos Permisibles establecidos en la NOM-138-SEMARANT/SSA1-2012 para Uso de Suelo Agrícola y Forestal.
- Que con los resultados de los análisis de laboratorio y de las evaluaciones realizadas se determinó la Pluma Contaminante, la cual tiene una superficie total de 1,128.93 m<sup>2</sup>, (1,058.93 m<sup>2</sup> son del suelo del cauce del arroyo y parcela agrícola y 70 m<sup>2</sup> del Talud y la cuneta), generando un volumen total de 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado, en profundidades que van de 0.42 m hasta 0.58 m.
- Que para el cálculo del volumen de suelo contaminado, se obtuvo la superficie para cada área determinada según la profundidad de afectación, considerando el generado por el espesor del muro afectado del talud del cerro y el material de la cuneta de la carretera, y con base en estos datos se determinó el volumen para cada área.
- Ya que se tiene bien identificado el nivel de contaminación generado por el derrame de Diesel, y de que las condiciones así lo permiten, es necesario se considere llevar a cabo los trabajos de saneamiento que permitan al área afectada recuperar sus condiciones originales.

## 11.- PLAN DE SANEAMIENTO

En el Estudio de Caracterización para evaluar contaminación de suelo por derrame de Diesel por volcadura de un autotank en el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, se identificó:

- Que se tiene una superficie de suelo contaminado de 1,128.93 m<sup>2</sup>, (1,058.93 m<sup>2</sup> son del suelo del cauce del arroyo y parcela agrícola y 70 m<sup>2</sup> del Talud y la cuneta), generando un volumen total de 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado.
- Que la profundidad de afectación donde se tiene suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Media, alcanza hasta 0.58 m, estando la mayor profundidad en la zona de la parcela agrícola.
- Que no se tiene presencia de HAP's.

En la siguiente tabla se presentan los datos generales de las Plumas Contaminantes sobre las que se realizarán los trabajos de saneamiento.

**Tabla 67.** Resumen de las zonas contaminadas con HFM.

| Zona                                           | Profundidad del estrato afectado con HFM(m) | Área Afectada (m <sup>2</sup> ) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Cauce del Arroyo                               | 0.27                                        | 105.68                          | 28.53                     |
| Parcela Agrícola Área 1                        | 0.42                                        | 229.14                          | 96.24                     |
| Parcela Agrícola Área 2                        | 0.58                                        | 512.76                          | 297.40                    |
| Parcela Agrícola Área 3                        | 0.48                                        | 211.35                          | 101.45                    |
| Talud del Cerro                                | 0.08                                        | 60.00                           | 4.80                      |
| Sedimento Cuneta                               | 0.05                                        | 10.00                           | 0.50                      |
| <b>Área de Suelo Contaminado</b>               |                                             | <b>1,058.93</b>                 |                           |
| <b>Área Total de Suelo y Muro Contaminados</b> |                                             | <b>1,128.93</b>                 |                           |
| <b>Volumen Total de Suelo Contaminado</b>      |                                             |                                 | <b>528.92</b>             |

Por lo anterior se establece que para realizar el saneamiento se tiene que considerar las características del producto a eliminar, en este caso Diesel, y que por las condiciones del sitio, el tipo de tratamiento recomendable es "Ex Situ" (a un lado del sitio contaminado).

Una de las tecnologías comúnmente utilizadas para el saneamiento de suelos contaminados con Diésel es la Biorremediación mediante Biopilas, las cuales se colocan a un lado del sitio contaminado.

#### **11.1.- Propuesta de Saneamiento para suelo contaminado con HFM**

Para el saneamiento del suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Media, se propone realizarlo a través de la Técnica de Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado.

La técnica de Biorremediación por Biopilas tiene como alcance proporcionar los lineamientos generales y recomendaciones para efectuar la remediación de suelo contaminado, que asegure la calidad de este para su rehabilitación y recuperación de su uso, de acuerdo a los programas de ordenamiento y uso de suelo correspondientes, que permitan su colocación en los sitios donde fue extraído o en aquellos designados por la autoridad.

Para la realización de la Remediación “*On Site*” (a un lado del sitio contaminado), se considera que previamente ha sido construida una Celda de Tratamiento (que cumpla con las especificaciones técnicas necesarias) a donde será depositado el material contaminado que haya sido extraído del sitio de origen.

Las tecnologías biológicas se basan en un proceso en el cual los sólidos orgánicos se oxidan a formas biológicamente estables como el humus, CO<sub>2</sub>, agua y energía.

La versatilidad de estas tecnologías se basa en que puede adaptarse a las necesidades de cada sitio. La estrategia de aplicación del método de Tratamiento Biológico por Biopilas involucra el amontonamiento o apilamiento de los suelos contaminados y se estimula la actividad microbiana en el suelo mediante la aireación y la adición de micronutrientes, y agua, adecuando además la temperatura y el pH. La generación de calor debido a la actividad microbiana y al apilamiento del suelo es alta en el sistema de tratamiento, permitiendo además la pérdida de componentes volátiles. Las dimensiones de las pilas se



establecen de acuerdo a la velocidad de generación de calor que se requiera, la cual es el resultado del metabolismo microbiano al degradar el material orgánico y es mayor que la velocidad de disipación de calor a través de la superficie.

### 11.2.- Instalación de la biocelda

Se considera factible que el suelo con concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma, sea excavado y tratado por Biorremediación "On Site" (a un lado del sitio contaminado), ya que la pluma de contaminación se ubica en zonas de fácil acceso y en el estrato de 0.0 m hasta los 0.58 m de profundidad.

Se propone la instalación de una celda de tratamiento, con capacidad para tratar un volumen total de suelo contaminado, de **528.92 m<sup>3</sup>**, de los cuales 523.62 m<sup>3</sup> corresponden al Cauce del Arroyo y la Parcela agrícola y 5.23 m<sup>3</sup> corresponden al Talud del Cerro y de la cuneta de la carretera (ver *Tabla 16*).

**Tabla 7.** Resumen de las zonas contaminadas por zonas

| Zona                                           | Área Afectada (m <sup>2</sup> ) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Cauce del Arroyo y Parcela Agrícola            | 1,058.93                        | 523.62                    |
| Talud del Cerro y Sedimento de la Cuneta       | 70.00                           | 5.30                      |
| <b>Área Total de Suelo y Muro Contaminados</b> | <b>1,128.93</b>                 |                           |
| <b>Volumen Total de Suelo Contaminado</b>      |                                 | <b>528.92</b>             |

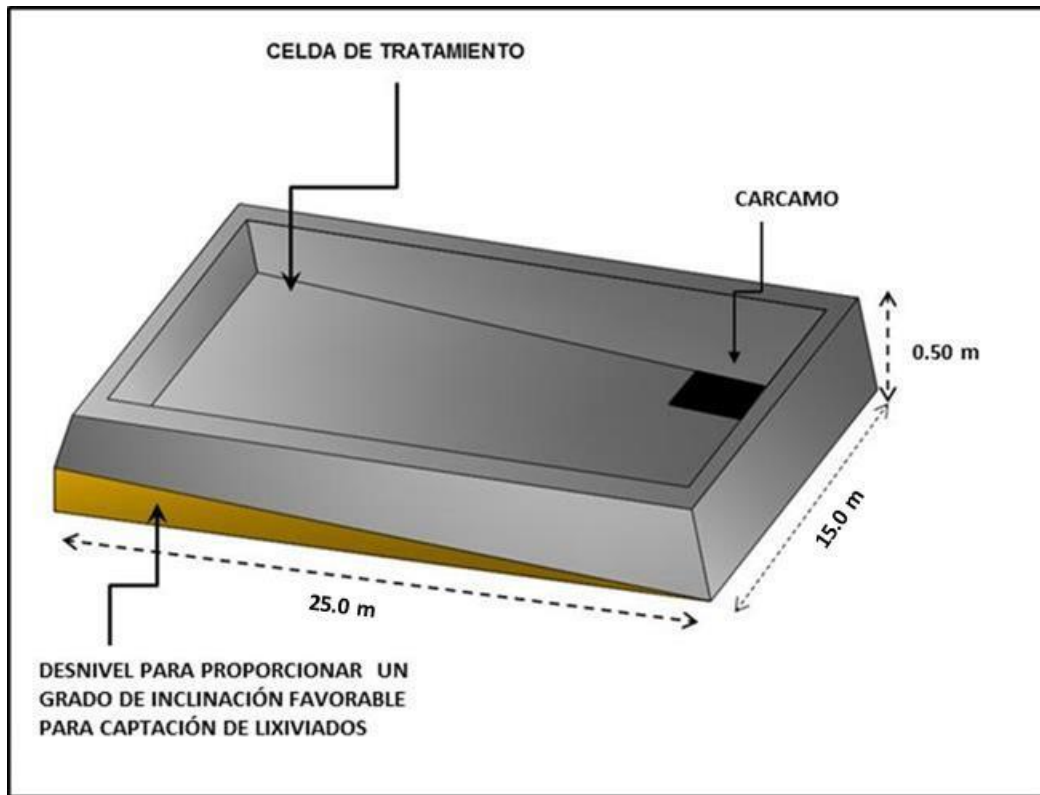
La instalación de la celda, deberá realizarse para contener los 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado, en pilas de 1.50 m de altura, para lo cual deberá considerar una superficie de al menos 360 m<sup>2</sup>.

El procedimiento para la construcción de la celda es el siguiente:

- Se ubica la zona donde se colocará la celda de tratamiento.
- Se retira toda clase de escombros y basura, que pueda dificultar los trabajos.

- Se marca y delimita la zona, diseñando las dimensiones que va a tener la celda de tratamiento, las cuales serán de 25.0 m de Largo X 15.0 m de ancho (medida exterior). Estas dimensiones se podrán ajustar de acuerdo a las condiciones del espacio disponible, pero cumpliendo el área requerida.
- Se deberá despallar el terreno, dando un acabado del piso libre de materiales punzocortantes, piedras y/o troncos. Se deberá generar una pendiente del 2% para favorecer el escurrimiento de los lixiviados y en la parte final se excavará un cárcamo de recuperación.
- Con el material de despalle se construirán los bordos de la celda. Los bordos de la celda serán de 0.50 m de altura, 0.50 m de base inferior y 0.30 m de corona.
- Se colocará una capa de 0.05 m de tepetate en la base (piso) de la celda.
- Para colocar de la capa de tepetate en el piso y formar los bordos se utilizará maquinaria así como también herramienta manual.
- Posteriormente colocar una geomembrana calibre 1000, cubriendo los bordos perimetrales de contención y la zona interna de la celda; así como y el cárcamo de recuperación. En las uniones o empalmes de la geomembrana soldar por medio de termofusión.
- Finalmente colocar en la base de la celda, encima de la geomembrana, una capa de tepetate limpio de 0.05 m de espesor.

Una vez realizadas estas actividades, la celda de tratamiento se encuentra lista para depositar el material contaminado que será saneado.



**Figura 23.** Características de la celda de tratamiento

### 11.3.- Excavación del suelo contaminado y colocación en la biocelda

El suelo se deberá excavar con maquinaria y manualmente donde se requiera, marcando los límites de la pluma contaminante a fin de extraer todo el suelo contaminado.

El suelo se deberá transportar a la celda de tratamiento usando camiones adecuados y/o carretilla y atendiendo las especificaciones descritas en la NOM-138, para este tipo de actividad. El suelo se deberá colocar sobre las celdas de tratamiento en un espesor adecuado máximo de 1.50 m de altura.

Las piedras mayores a 0.20 m de diámetro se deberán separar con la finalidad de favorecer la operación y el tratamiento; las piedras y material mayor a este diámetro serán separados y de ser necesario se les realizará lavado con jabón surfactante biodegradable.

A fin de verificar que todo el material contaminado haya sido extraído, se harán pruebas a muestras de piso y muros del área excavada, utilizando un equipo de campo PetroFLAG®.

#### **11.4.- Tratamiento del Suelo Contaminado en la Biocelda**

Una vez depositado el suelo contaminado en la biopila se procede a agregar el material estructurante (p.e. paja o desechos agrícolas), composta; así como los nutrientes y se homogeniza, a fin de tener una distribución uniforme de los agregados en todo el suelo a tratar. En esta etapa se utiliza retroexcavadora con capacidad de 0.7 yd<sup>3</sup> para remover y homogenizar el material en tratamiento. En este punto se puede presentar el levantamiento de partículas de suelo por el volteo realizado, lo cual se minimizará con irrigación de agua sobre el suelo removido.

Dentro de los cinco días siguientes se removerá el material depositado en la biopila, a fin de controlar la humedad y el pH, el cual deberá estar en el rango de 6 a 8. Se agregará una solución de nutrientes Urea y Triple 17 a fin de favorecer el crecimiento de los microorganismos. De considerarse necesario se cubrirá la pila con un linner a fin de favorecer la generación de un microambiente más favorable para los microorganismos, facilitando el aumento de temperatura en el material y disminuyendo la pérdida de humedad.

Posteriormente se realiza una toma de muestra compuesta de la biopila para medir las concentraciones de TPH's, utilizando el equipo de campo PetroFLAG®, registrando el control de calidad del proceso de tratamiento, el cual será dado por la disminución de concentración del contaminante presente en el suelo tratado. En esta etapa se utiliza retroexcavadora con capacidad de 0.7 yd<sup>3</sup> para remover y homogenizar el material en tratamiento.

Se aplicará la solución de agua con nutrientes de Urea y Triple 17 a todo el material, una vez al día durante la primer semana. La segunda semana, se aplicará cada 2 días y la tercera semana cada 3 días. En cada ocasión se debe homogenizar el material, volteándolo con el apoyo de la maquinaria. Durante todo este período se debe estar controlando su temperatura y humedad. Con el riego del material y el control de humedad se minimizará el levantamiento de las partículas más pequeñas de suelo.

La generación de residuos corresponderá a los envases vacíos en los cuales se almacenaron y se manejaron los nutrientes utilizados en el proceso.

Transcurrido el tiempo de tratamiento, y habiendo disminuido las concentraciones de TPH's a un nivel óptimo de saneamiento en el suelo tratado, se procederá a tomar una muestra final conjuntamente con las autoridades ambientales federales.

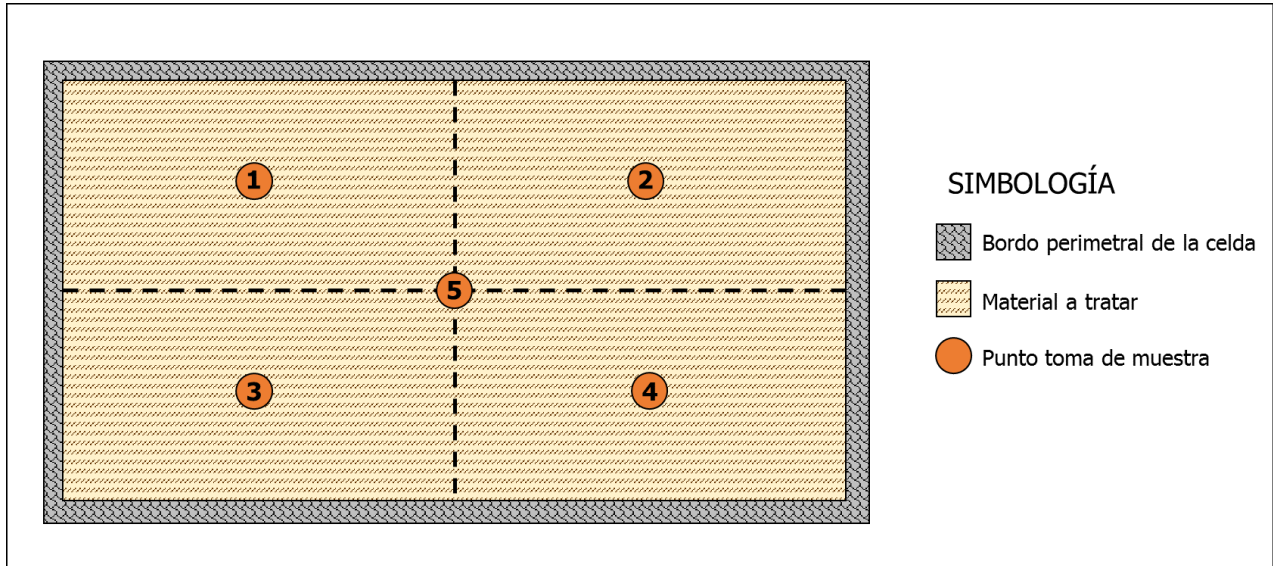
Si las concentraciones de TPH's no han disminuido de acuerdo a los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, se verificaran las condiciones ambientales (pH, nutrimentos, aireación, humedad) hasta llevar el proceso de tratamiento a un nivel óptimo, dando el tiempo de degradación necesario hasta obtener concentraciones menores a lo establecido en la normatividad, y se procederá a lo descrito en el párrafo anterior.

Si se logra la disminución de contaminantes presentes en el suelo con el tratamiento aplicado, previa aprobación de la autoridad ambiental, se regresará este material a su sitio de origen, el cual se considerará restaurado y podrá ser utilizado para su vocación natural. En esta etapa se utiliza retroexcavadora con capacidad de 0.7 yd<sup>3</sup> y camión con tolva de 7 m<sup>3</sup>.

#### **11.5.- Control del Proceso**

El control del proceso se llevará a cabo a través de análisis de campo de muestras de suelo obtenido a diferentes profundidades dentro de la celda, para determinar las concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo "TPH's" utilizando el equipo PetroFLAG® o analizador portátil de hidrocarburos en suelo. La periodicidad será: al inicio del tratamiento y posteriormente cada 5 días.

En esta etapa se utilizará el muestreador manual Hand Auger para la obtención de las muestras de suelo en la celda de tratamiento. Se propone que la toma de muestras sean puntuales y se divida en cuadrantes, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 24.** División de la celda de tratamiento para la toma de muestras puntuales

Antes de realizar la toma de muestras, se recomienda que en la celda se homogenice el material en tratamiento, con esto se procede a la toma de 5 muestras en cada uno de los puntos seleccionados, para su análisis.

El análisis de los resultados de los controles indicará el avance y eficiencia del tratamiento y a través de ellos se determinará cuando se ha alcanzado el nivel de limpieza o saneamiento del suelo afectado. Una vez que se ha logrado alcanzar los valores de limpieza deseados, se programará el muestreo de liberación en presencia de las autoridades ambientales.

### 11.6.- Evaluación final

Una vez que se tiene la certeza de que se ha logrado reducir la concentración del Hidrocarburo Fracción Media y una vez que estas se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 correspondiente a suelo de uso agrícola y forestal, se procederá a solicitar el Muestreo Final Comprobatorio.

Se propone que para el muestreo final, la celda sea dividida en 6 secciones y al centro de cada sección se ubique el Punto de Muestreo y se tome 2 muestras a la profundidad de 0.60 m y 1.30 m del espesor que ocupa el material dentro de la celda.

Para la zona de excavación, que corresponde a 1,058.93 m<sup>2</sup>, se propone que para el muestreo final la cantidad de puntos de muestreo sea de acuerdo con lo establecido en la Tabla 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que marca la cantidad de puntos Mínimos de muestreo de acuerdo con el área contaminada. Con base en lo anterior se propone tomar las muestras descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 8.** Muestras Finales a Tomar, Punto de Muestreo y Cantidad.

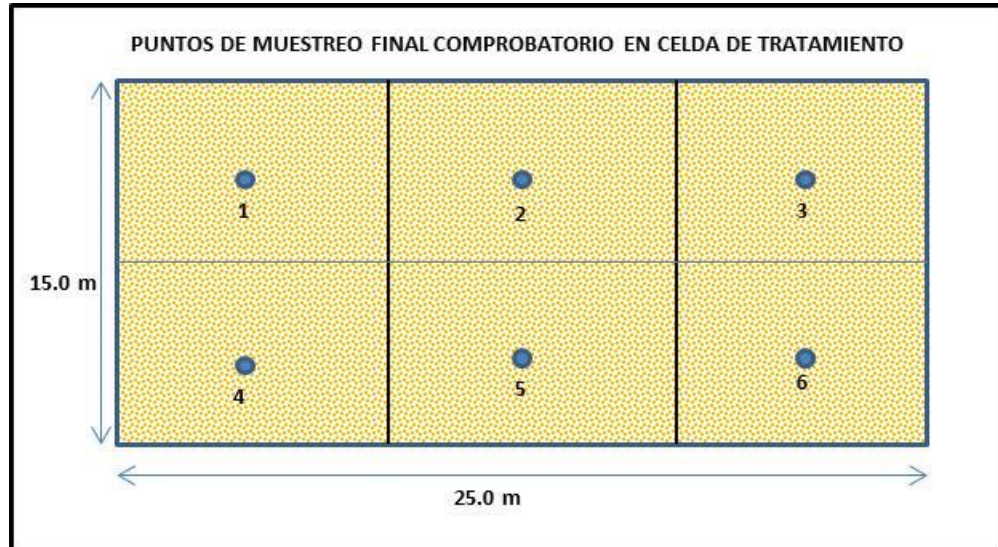
|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| En Celda:                  | 12 muestras        |
| En el Talud del Cerro      | 2 muestras         |
| En el Cauce del Arroyo     | 3 muestras         |
| En Piso de Área Excavada:  | 4 muestras         |
| En Muros de Área Excavada: | 4 muestras         |
| Muestras Duplicadas        | 2 muestras         |
| <b>Total Muestras</b>      | <b>27 muestras</b> |

Total de muestras a tomar: 27 (25 muestras simples y 2 muestras duplicadas).

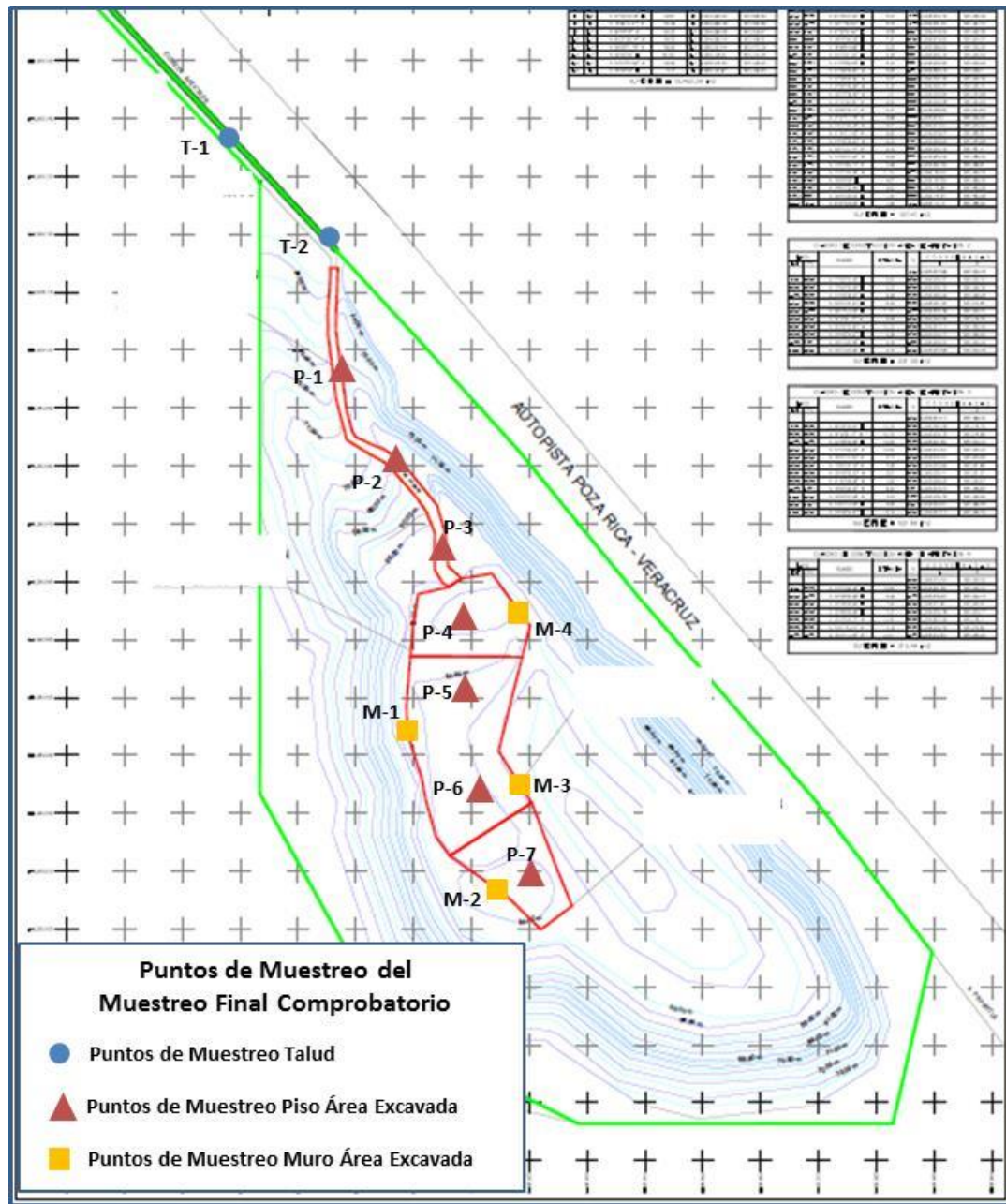
El muestreo y análisis de laboratorio será realizado por un laboratorio acreditado ante la EMA y la PROFEPA, determinando solo Hidrocarburos Fracción Media de acuerdo a lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Lo anterior debido a que no se detectó contaminación por HAP's en el Estudio de Caracterización.

En las siguientes figuras se presenta la distribución de los Puntos de Muestreo tanto en la Celda de Tratamiento como en las Áreas afectadas.





**Figura 25.** Puntos de muestreo en la celda de tratamiento para la toma de muestras finales



**Figura 26.** Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas excavadas

### 11.7.- Informe final y reintegración de material a su lugar de origen

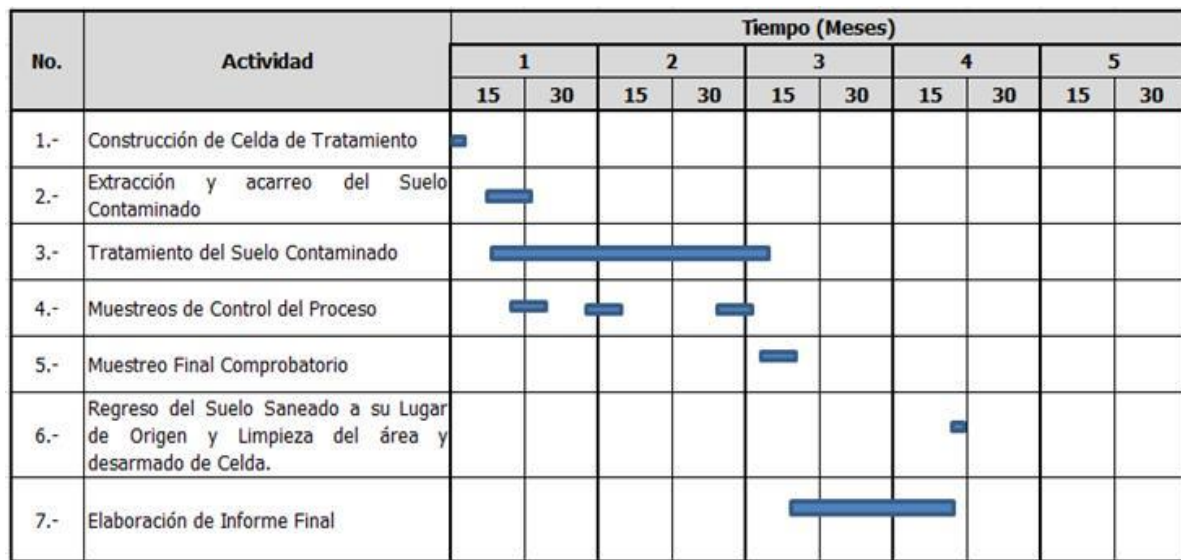
Al final del proceso y con previa autorización, el suelo restaurado deberá de ser reintegrado a su lugar de origen, para lo cual se deberá de cargar, transportar y colocar en su sitio original, compactándolo, con la finalidad de dejarlo lo más cercano posible a las condiciones topográficas y de nivel en que se encontraba antes de ser excavado.

Una vez retirado todo el material se procederá a dismantelar la celda de tratamiento y disponer en el tiradero municipal todo el material que sea considerado como residuo no peligroso. Se realizara la limpieza y nivelación del terreno.

Una vez concluidos los trabajos de remediación, se elaborará el Informe Final de los Trabajos de Restauración con el fin de realizar posteriormente el trámite correspondiente al cierre del Programa de Remediación.

### 11.8.- Tiempo requerido para el tratamiento.

Se estima que para la restauración del suelo mediante el sistema de Biorremediación "On Site", el tiempo requerido es de 3.5 meses.



**Figura 27.** Tiempo requerido para Biorremediación por Biopilas "On Site".



# **TRANSPORTES JSV**

## **S.A DE C.V.**

### **PROPUESTA DE REMEDIACION**

**FORMATO SEMARNAT-07-035**

**PARA EL SANEAMIENTO DE SUELO  
CONTAMINADO POR DERRAME DE  
DIESEL POR VOLCADURA DE UN  
AUTOTANQUE EN EL KM 183 + 500 DE LA  
AUTOPISTA POZA RICA–VERACRUZ,  
TRAMO TIHUATLÁN - EL PALMAR,  
MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE  
VERACRUZ.**

**ABRIL DEL 2021**



**CONSULTORIA AMBIENTAL, ESTUDIOS Y PROYECTOS  
S.A. DE C.V.**

**PLAN DE SANEAMIENTO**  
**DE SUELO CONTAMINADO POR DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA**  
**DE UN AUTOTANQUE EN EL KM 183 + 500 DE LA AUTOPISTA POZA**  
**RICA-VERACRUZ, TRAMO TIHUATLÁN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE**  
**PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ**

En el Estudio de Caracterización para evaluar contaminación de suelo por derrame de Diesel por volcadura de un autotank en el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, se identificó:

- Que se tiene una superficie de suelo contaminado de 1,128.93 m<sup>2</sup>, (1,058.93 m<sup>2</sup> son del suelo del cauce del arroyo y parcela agrícola y 70 m<sup>2</sup> del Talud y la cuneta), generando un volumen total de 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado.
- Que la profundidad de afectación donde se tiene suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Media, alcanzo hasta 0.58 m, estando la mayor profundidad en la zona de la parcela agrícola.
- Que no se tiene presencia de HAP's.

En la siguiente tabla se presentan los datos generales de las Plumas Contaminantes sobre las que se realizarán los trabajos de saneamiento.

**Tabla 1.** Resumen de las zonas contaminadas con HFM.

| <b>Zona</b>                                    | <b>Profundidad del estrato afectado con HFM(m)</b> | <b>Área Afectada (m<sup>2</sup>)</b> | <b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b> |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Cauce del Arroyo                               | 0.27                                               | 105.68                               | 28.53                          |
| Parcela Agrícola Área 1                        | 0.42                                               | 229.14                               | 96.24                          |
| Parcela Agrícola Área 2                        | 0.58                                               | 512.76                               | 297.40                         |
| Parcela Agrícola Área 3                        | 0.48                                               | 211.35                               | 101.45                         |
| Talud del Cerro                                | 0.08                                               | 60.00                                | 4.80                           |
| Sedimento Cuneta                               | 0.05                                               | 10.00                                | 0.50                           |
| <b>Área de Suelo Contaminado</b>               |                                                    | <b>1,058.93</b>                      |                                |
| <b>Área Total de Suelo y Muro Contaminados</b> |                                                    | <b>1,128.93</b>                      |                                |
| <b>Volumen Total de Suelo Contaminado</b>      |                                                    |                                      | <b>528.92</b>                  |

Por lo anterior se establece que para realizar el saneamiento se tiene que considerar las características del producto a eliminar, en este caso Diesel, y que por las condiciones del sitio, el tipo de tratamiento recomendable es "*Ex Situ*" (a un lado del sitio contaminado).

Una de las tecnologías comúnmente utilizadas para el saneamiento de suelos contaminados con Diésel es la Biorremediación mediante Biopilas, las cuales se colocan a un lado del sitio contaminado.

### **1.- Propuesta de Saneamiento para suelo contaminado con HFM**

Para el saneamiento del suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Media, se propone realizarlo a través de la Técnica de Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado.

La técnica de Biorremediación por Biopilas tiene como alcance proporcionar los lineamientos generales y recomendaciones para efectuar la remediación de suelo contaminado, que asegure la calidad de este para su rehabilitación y recuperación de su uso, de acuerdo a los programas de ordenamiento y uso de suelo correspondientes, que permitan su colocación en los sitios donde fue extraído o en aquellos designados por la autoridad.

Para la realización de la Remediación "*On Site*" (a un lado del sitio contaminado), se considera que previamente ha sido construida una Celda de Tratamiento (que cumpla con las especificaciones técnicas necesarias) a donde será depositado el material contaminado que haya sido extraído del sitio de origen.

Las tecnologías biológicas se basan en un proceso en el cual los sólidos orgánicos se oxidan a formas biológicamente estables como el humus, CO<sub>2</sub>, agua y energía.

La versatilidad de estas tecnologías se basa en que puede adaptarse a las necesidades de cada sitio. La estrategia de aplicación del método de Tratamiento Biológico por Biopilas involucra el amontonamiento o apilamiento de los suelos contaminados y se estimula la



actividad microbiana en el suelo mediante la aireación y la adición de micronutrientes, y agua, adecuando además la temperatura y el pH. La generación de calor debido a la actividad microbiana y al apilamiento del suelo es alta en el sistema de tratamiento, permitiendo además la pérdida de componentes volátiles. Las dimensiones de las pilas se establecen de acuerdo a la velocidad de generación de calor que se requiera, la cual es el resultado del metabolismo microbiano al degradar el material orgánico y es mayor que la velocidad de disipación de calor a través de la superficie.

## 2.- Instalación de la biocelda

Se considera factible que el suelo con concentraciones de Hidrocarburos Fracción Media fuera de norma, sea excavado y tratado por Biorremediación "On Site" (a un lado del sitio contaminado), ya que la pluma de contaminación se ubica en zonas de fácil acceso y en el estrato de 0.0 m hasta los 0.58 m de profundidad.

Se propone la instalación de una celda de tratamiento, con capacidad para tratar un volumen total de suelo contaminado, de **528.92 m<sup>3</sup>**, de los cuales 523.62 m<sup>3</sup> corresponden al Cauce del Arroyo y la Parcela agrícola y 5.23 m<sup>3</sup> corresponden al Talud del Cerro y de la cuneta de la carretera (ver *Tabla 16*).

**Tabla 2.** Resumen de las zonas contaminadas por zonas

| Zona                                           | Área Afectada (m <sup>2</sup> ) | Volumen (m <sup>3</sup> ) |
|------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Cauce del Arroyo y Parcela Agrícola            | 1,058.93                        | 523.62                    |
| Talud del Cerro y Sedimento de la Cuneta       | 70.00                           | 5.30                      |
| <b>Área Total de Suelo y Muro Contaminados</b> | <b>1,128.93</b>                 |                           |
| <b>Volumen Total de Suelo Contaminado</b>      |                                 | <b>528.92</b>             |

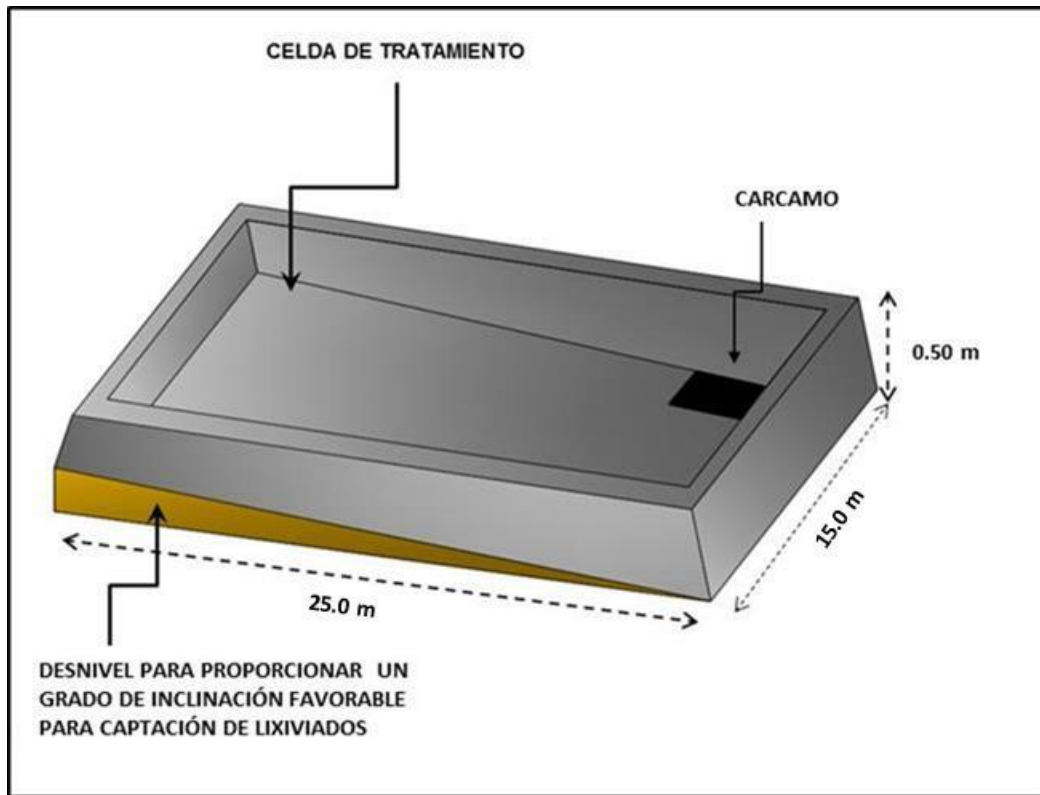
La instalación de la celda, deberá realizarse para contener los 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado, en pilas de 1.50 m de altura, para lo cual deberá considerar una superficie de al menos 360 m<sup>2</sup>.



El procedimiento para la construcción de la celda es el siguiente:

- Se ubica la zona donde se colocará la celda de tratamiento.
- Se retira toda clase de escombros y basura, que pueda dificultar los trabajos.
- Se marca y delimita la zona, diseñando las dimensiones que va a tener la celda de tratamiento, las cuales serán de 25.0 m de Largo X 15.0 m de ancho (medida exterior). Estas dimensiones se podrán ajustar de acuerdo a las condiciones del espacio disponible, pero cumpliendo el área requerida.
- Se deberá despallar el terreno, dando un acabado del piso libre de materiales punzocortantes, piedras y/o troncos. Se deberá generar una pendiente del 2% para favorecer el escurrimiento de los lixiviados y en la parte final se excavará un cárcamo de recuperación.
- Con el material de despalle se construirán los bordos de la celda. Los bordos de la celda serán de 0.50 m de altura, 0.50 m de base inferior y 0.30 m de corona.
- Se colocará una capa de 0.05 m de tepetate en la base (piso) de la celda.
- Para colocar la capa de tepetate en el piso y formar los bordos se utilizará maquinaria así como también herramienta manual.
- Posteriormente colocar una geomembrana calibre 1000, cubriendo los bordos perimetrales de contención y la zona interna de la celda; así como y el cárcamo de recuperación. En las uniones o empalmes de la geomembrana soldar por medio de termofusión.
- Finalmente colocar en la base de la celda, encima de la geomembrana, una capa de tepetate limpio de 0.05 m de espesor.

Una vez realizadas estas actividades, la celda de tratamiento se encuentra lista para depositar el material contaminado que será saneado.



**Figura 1.** Características de la celda de tratamiento

### 3.- Excavación del suelo contaminado y colocación en la biocelda

El suelo se deberá excavar con maquinaria y manualmente donde se requiera, marcando los límites de la pluma contaminante a fin de extraer todo el suelo contaminado.

El suelo se deberá transportar a la celda de tratamiento usando camiones adecuados y/o carretilla y atendiendo las especificaciones descritas en la NOM-138, para este tipo de actividad. El suelo se deberá colocar sobre las celdas de tratamiento en un espesor adecuado máximo de 1.50 m de altura.

Las piedras mayores a 0.20 m de diámetro se deberán separar con la finalidad de favorecer la operación y el tratamiento; las piedras y material mayor a este diámetro serán separados y de ser necesario se les realizará lavado con jabón surfactante biodegradable.

A fin de verificar que todo el material contaminado haya sido extraído, se harán pruebas a muestras de piso y muros del área excavada, utilizando un equipo de campo PetroFLAG®.

#### **4.- Tratamiento del Suelo Contaminado en la Biocelda**

Una vez depositado el suelo contaminado en la biopila se procede a agregar el material estructurante (p.e. paja o desechos agrícolas), composta; así como los nutrientes y se homogeniza, a fin de tener una distribución uniforme de los agregados en todo el suelo a tratar. En esta etapa se utiliza retroexcavadora con capacidad de 0.7 yd<sup>3</sup> para remover y homogenizar el material en tratamiento. En este punto se puede presentar el levantamiento de partículas de suelo por el volteo realizado, lo cual se minimizará con irrigación de agua sobre el suelo removido.

Dentro de los cinco días siguientes se removerá el material depositado en la biopila, a fin de controlar la humedad y el pH, el cual deberá estar en el rango de 6 a 8. Se agregará una solución de nutrientes Urea y Triple 17 a fin de favorecer el crecimiento de los microorganismos. De considerarse necesario se cubrirá la pila con un linner a fin de favorecer la generación de un microambiente más favorable para los microorganismos, facilitando el aumento de temperatura en el material y disminuyendo la pérdida de humedad.

Posteriormente se realiza una toma de muestra compuesta de la biopila para medir las concentraciones de TPH's, utilizando el equipo de campo PetroFLAG®, registrando el control de calidad del proceso de tratamiento, el cual será dado por la disminución de concentración del contaminante presente en el suelo tratado. En esta etapa se utiliza retroexcavadora con capacidad de 0.7 yd<sup>3</sup> para remover y homogenizar el material en tratamiento.

Se aplicará la solución de agua con nutrientes de Urea y Triple 17 a todo el material, una vez al día durante la primer semana. La segunda semana, se aplicará cada 2 días y la tercera semana cada 3 días. En cada ocasión se debe homogenizar el material, volteándolo con el apoyo de la maquinaria. Durante todo este período se debe estar controlando su temperatura y humedad. Con el riego del material y el control de humedad se minimizará el levantamiento de las partículas más pequeñas de suelo.

La generación de residuos corresponderá a los envases vacíos en los cuales se almacenaron y se manejaron los nutrientes utilizados en el proceso.

Transcurrido el tiempo de tratamiento, y habiendo disminuido las concentraciones de TPH's a un nivel óptimo de saneamiento en el suelo tratado, se procederá a tomar una muestra final conjuntamente con las autoridades ambientales federales.

Si las concentraciones de TPH's no han disminuido de acuerdo a los límites máximos permisibles de contaminación en suelos afectados por hidrocarburos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, se verificarán las condiciones ambientales (pH, nutrimentos, aireación, humedad) hasta llevar el proceso de tratamiento a un nivel óptimo, dando el tiempo de degradación necesario hasta obtener concentraciones menores a lo establecido en la normatividad, y se procederá a lo descrito en el párrafo anterior.

Si se logra la disminución de contaminantes presentes en el suelo con el tratamiento aplicado, previa aprobación de la autoridad ambiental, se regresará este material a su sitio de origen, el cual se considerará restaurado y podrá ser utilizado para su vocación natural. En esta etapa se utiliza retroexcavadora con capacidad de 0.7 yd<sup>3</sup> y camión con tolva de 7 m<sup>3</sup>.

## 5.- Listado de materiales y equipo a emplear

En las tablas a continuación se presenta el listado, así como las Hojas de Seguridad de los Insumos y la Hoja de Especificaciones de los Equipos.

**Tabla 3.** Productos para Tratamiento

| Producto   | Cantidad (Aprox.) |
|------------|-------------------|
| Urea*      | 250 kg            |
| Triple 17* | 250 kg            |

\*Se anexa Hojas de Seguridad.

**Tabla 4.** Material a Utilizar para Construcción de la Celda.

| Material                                    | Cantidad |
|---------------------------------------------|----------|
| Linner calibre 1000                         | 170 m2   |
| Suelo limpio para bordos y piso de la celda | 50.0 m3  |
| Tanque tipo Rotoplast de 1100 litros        | 1        |

**Tabla 5.** Equipo a Utilizar.

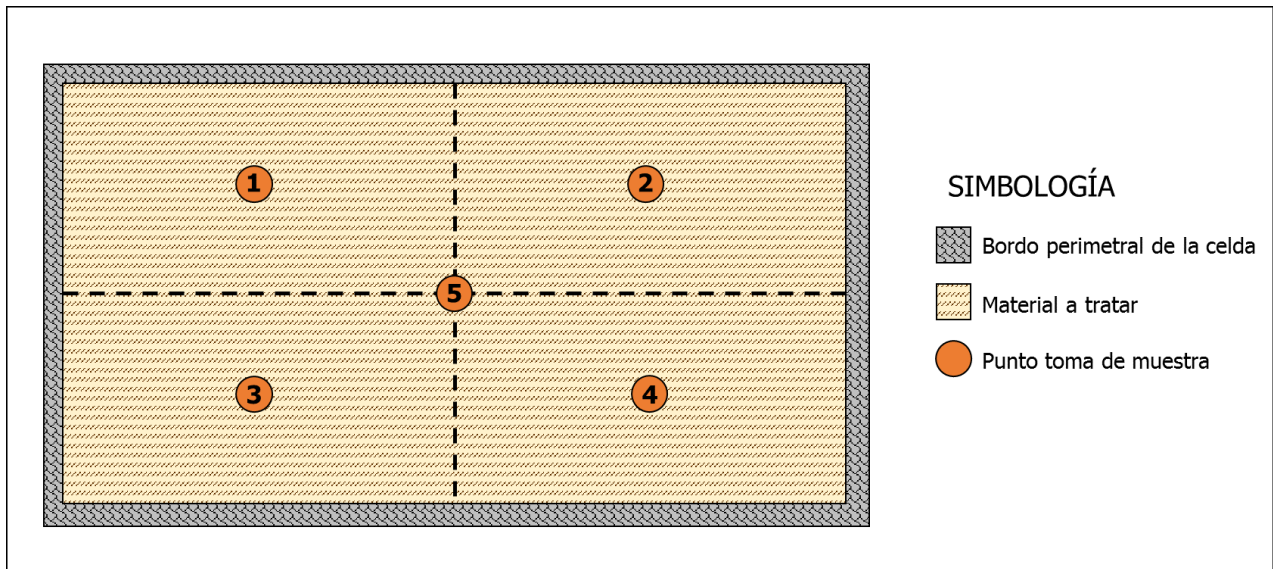
| Material                              | Cantidad |
|---------------------------------------|----------|
| Generador de energía Honda EG6500-CX  | 1        |
| Motobomba de agua de 2 pulgadas       | 1        |
| Pistola para termofusión              | 1        |
| Retroexcavadora Case                  | 1        |
| Equipo para toma de muestras de suelo | 1        |
| Equipo Petro Flag                     | 1        |

\*Se anexa Hoja de Especificaciones.

## 6.- Control del Proceso

El control del proceso se llevará a cabo a través de análisis de campo de muestras de suelo obtenido a diferentes profundidades dentro de la celda, para determinar las concentraciones de Hidrocarburos Totales del Petróleo "TPH's" utilizando el equipo PetroFLAG® o analizador portátil de hidrocarburos en suelo. La periodicidad será: al inicio del tratamiento y posteriormente cada 15 días.

En esta etapa se utilizará el muestreador manual Hand Auger para la obtención de las muestras de suelo en la celda de tratamiento. Se propone que la toma de muestras sean puntuales y se divida en cuadrantes, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 2.** División de la celda de tratamiento para la toma de muestras puntuales

Antes de realizar la toma de muestras, se recomienda que en la celda se homogenice el material en tratamiento, con esto se procede a la toma de 5 muestras en cada uno de los puntos seleccionados, para su análisis.

El análisis de los resultados de los controles indicará el avance y eficiencia del tratamiento y a través de ellos se determinará cuando se ha alcanzado el nivel de limpieza o saneamiento del suelo afectado. Una vez que se ha logrado alcanzar los valores de limpieza deseados, se programará el muestreo de liberación en presencia de las autoridades ambientales.

## 7.- Evaluación final

Una vez que se tiene la certeza de que se ha logrado reducir la concentración del Hidrocarburo Fracción Media y una vez que estas se encuentran por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 correspondiente a suelo de uso agrícola y forestal, se procederá a solicitar el Muestreo Final Comprobatorio.

Se propone que para el muestreo final, la celda sea dividida en 6 secciones y al centro de cada sección se ubique el Punto de Muestreo y se tome 2 muestras a la profundidad de 0.60 m y 1.30 m del espesor que ocupa el material dentro de la celda.

Para la zona de excavación, que corresponde a 1,058.93 m<sup>2</sup>, se propone que para el muestreo final la cantidad de puntos de muestreo sea de acuerdo con lo establecido en la Tabla 4 de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que marca la cantidad de puntos Mínimos de muestreo de acuerdo con el área contaminada. Con base en lo anterior se propone tomar las muestras descritas en la siguiente tabla:

**Tabla 6.** Muestras Finales a Tomar, Punto de Muestreo y Cantidad.

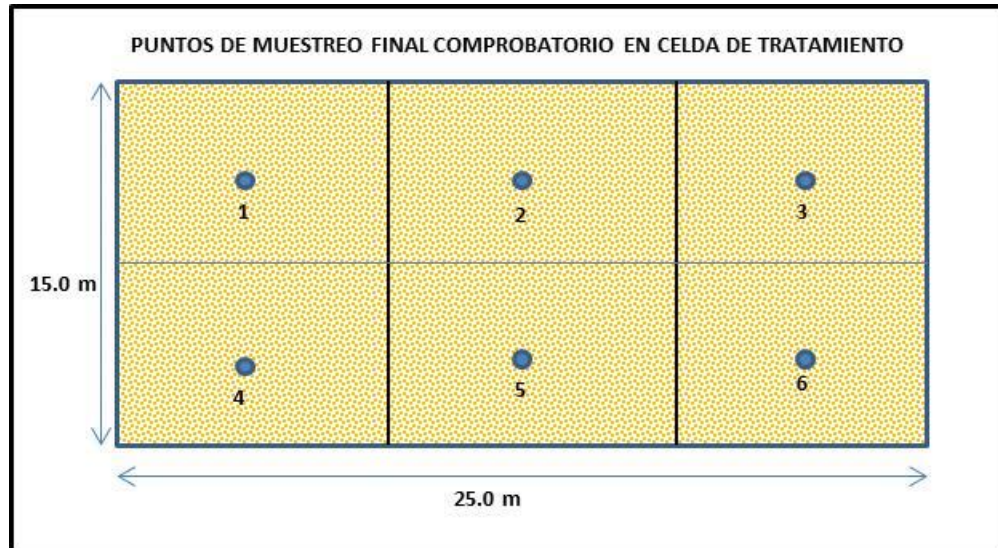
|                            |                    |
|----------------------------|--------------------|
| En Celda:                  | 12 muestras        |
| En el Talud del Cerro      | 2 muestras         |
| En el Cauce del Arroyo     | 3 muestras         |
| En Piso de Área Excavada:  | 4 muestras         |
| En Muros de Área Excavada: | 4 muestras         |
| Muestras Duplicadas        | 2 muestras         |
| <b>Total Muestras</b>      | <b>27 muestras</b> |

Total de muestras a tomar: 27 (25 muestras simples y 2 muestras duplicadas).

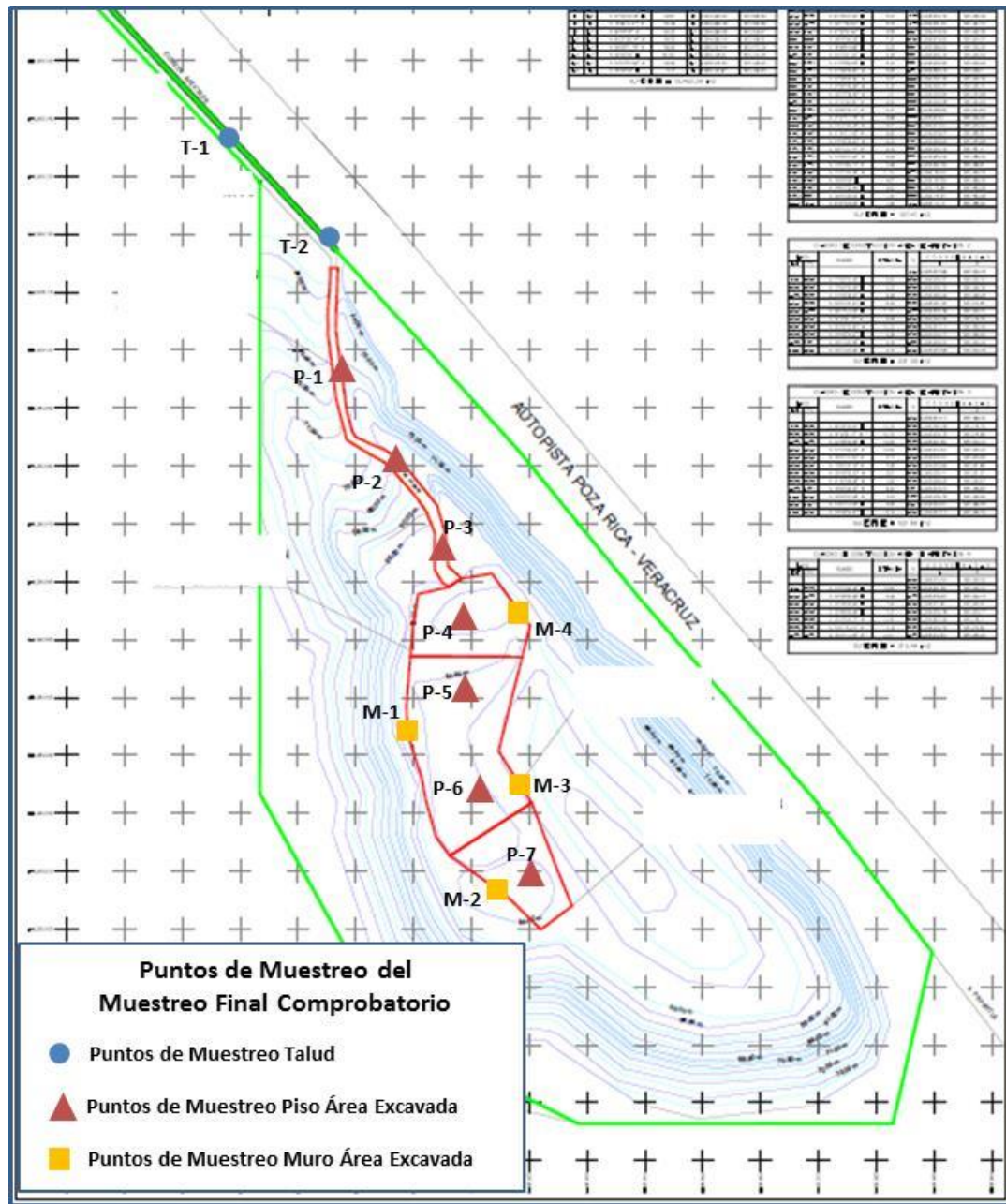
El muestreo y análisis de laboratorio será realizado por un laboratorio acreditado ante la EMA y la PROFEPA, determinando solo Hidrocarburos Fracción Media de acuerdo a lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. Lo anterior debido a que no se detectó contaminación por HAP's en el Estudio de Caracterización.

En las siguientes figuras se presenta la distribución de los Puntos de Muestreo tanto en la Celda de Tratamiento como en las Áreas afectadas.





**Figura 3.** Puntos de muestreo en la celda de tratamiento para la toma de muestras finales



**Figura 4.** Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas excavadas

## 8.- Informe final y reintegración de material a su lugar de origen

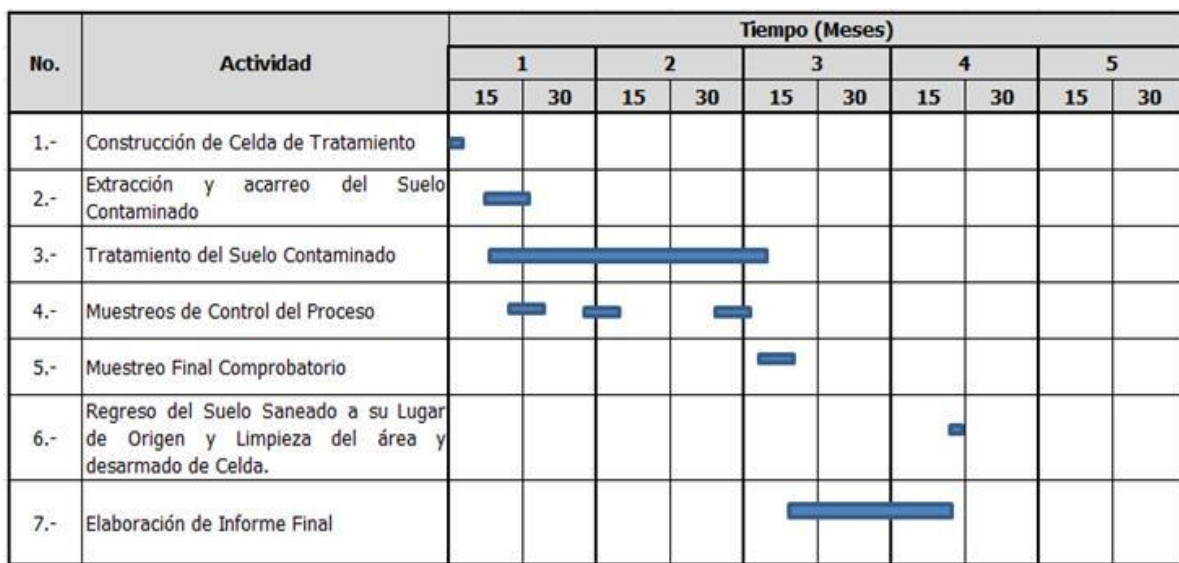
Al final del proceso y con previa autorización, el suelo restaurado deberá de ser reintegrado a su lugar de origen, para lo cual se deberá de cargar, transportar y colocar en su sitio original, compactándolo, con la finalidad de dejarlo lo más cercano posible a las condiciones topográficas y de nivel en que se encontraba antes de ser excavado.

Una vez retirado todo el material se procederá a dismantelar la celda de tratamiento y disponer en el tiradero municipal todo el material que sea considerado como residuo no peligroso. Se realizara la limpieza y nivelación del terreno.

Una vez concluidos los trabajos de remediación, se elaborará el Informe Final de los Trabajos de Restauración con el fin de realizar posteriormente el trámite correspondiente al cierre del Programa de Remediación.

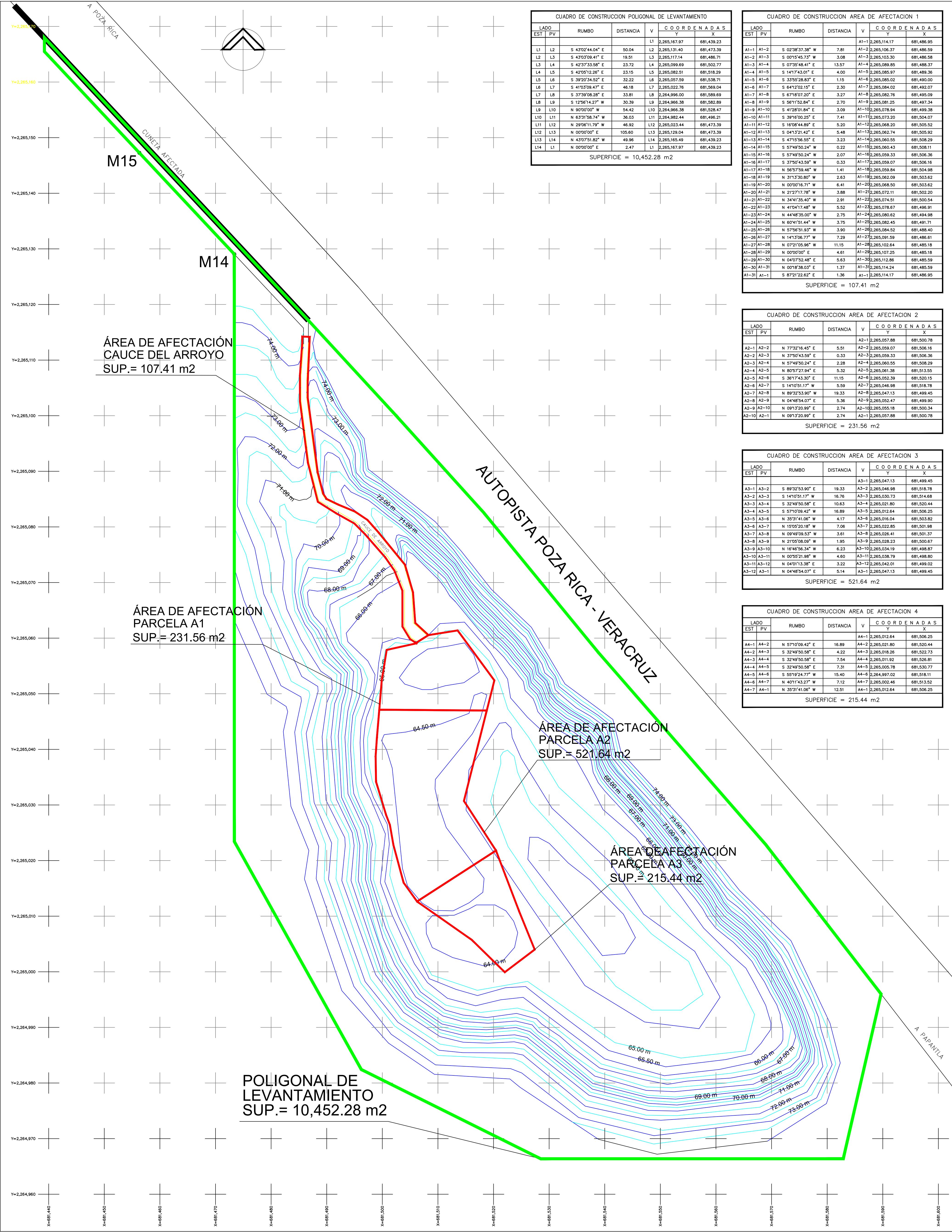
### 9.- Tiempo requerido para el tratamiento.

Se estima que para la restauración del suelo mediante el sistema de Biorremediación "On Site", el tiempo requerido es de 3.5 meses.



**Figura 5.** Tiempo requerido para Biorremediación por Biopilas "On Site".





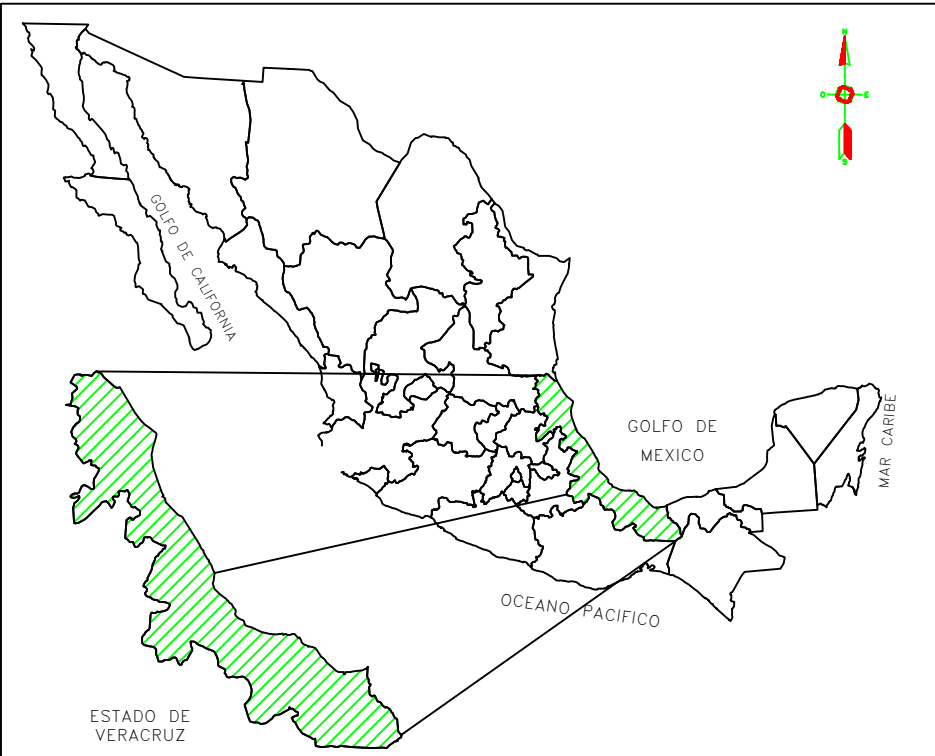
| CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE LEVANTAMIENTO |     |                  |           |     |                       |            |   |   |   |
|---------------------------------------------------|-----|------------------|-----------|-----|-----------------------|------------|---|---|---|
| LADO                                              |     | RUMBO            | DISTANCIA | V   | C O O R D E N A D A S |            | V | Y | X |
| EST                                               | PV  |                  |           |     |                       |            |   |   |   |
| L1                                                | L2  | S 43°02'44.04" E | 50.04     | L2  | 2,265,167.97          | 681,439.23 |   |   |   |
| L2                                                | L3  | S 43°03'09.41" E | 19.51     | L3  | 2,265,131.40          | 681,473.39 |   |   |   |
| L3                                                | L4  | S 42°03'33.58" E | 23.72     | L4  | 2,265,099.69          | 681,502.77 |   |   |   |
| L4                                                | L5  | S 42°05'12.28" E | 23.15     | L5  | 2,265,082.51          | 681,518.29 |   |   |   |
| L5                                                | L6  | S 39°20'34.52" E | 32.22     | L6  | 2,265,057.59          | 681,538.71 |   |   |   |
| L6                                                | L7  | S 41°03'09.47" E | 46.18     | L7  | 2,265,022.76          | 681,569.04 |   |   |   |
| L7                                                | L8  | S 37°39'08.28" E | 33.81     | L8  | 2,264,996.00          | 681,589.69 |   |   |   |
| L8                                                | L9  | S 12°56'14.27" W | 30.39     | L9  | 2,264,966.38          | 681,582.89 |   |   |   |
| L9                                                | L10 | N 90°00'00" W    | 54.42     | L10 | 2,264,966.38          | 681,528.47 |   |   |   |
| L10                                               | L11 | N 63°31'58.74" W | 36.03     | L11 | 2,264,962.44          | 681,496.21 |   |   |   |
| L11                                               | L12 | N 29°09'11.79" W | 46.92     | L12 | 2,265,023.44          | 681,473.39 |   |   |   |
| L12                                               | L13 | N 00°00'00" E    | 105.60    | L13 | 2,265,129.04          | 681,473.39 |   |   |   |
| L13                                               | L14 | N 43°07'51.82" E | 49.96     | L14 | 2,265,165.49          | 681,439.23 |   |   |   |
| L14                                               | L1  | N 00°00'00" E    | 2.47      | L1  | 2,265,167.97          | 681,439.23 |   |   |   |
| SUPERFICIE = 10,452.28 m2                         |     |                  |           |     |                       |            |   |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 1 |       |                  |           |       |                       |            |   |   |   |
|---------------------------------------------|-------|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|---|---|---|
| LADO                                        |       | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            | V | Y | X |
| EST                                         | PV    |                  |           |       |                       |            |   |   |   |
| A1-1                                        | A1-2  | S 02°38'37.38" W | 7.81      | A1-2  | 2,265,114.17          | 681,486.95 |   |   |   |
| A1-2                                        | A1-3  | S 00°15'45.73" W | 3.08      | A1-3  | 2,265,106.37          | 681,486.59 |   |   |   |
| A1-3                                        | A1-4  | S 07°39'48.41" E | 13.57     | A1-4  | 2,265,089.85          | 681,488.37 |   |   |   |
| A1-4                                        | A1-5  | S 14°17'43.01" E | 4.00      | A1-5  | 2,265,085.97          | 681,489.36 |   |   |   |
| A1-5                                        | A1-6  | S 33°55'28.83" E | 1.15      | A1-6  | 2,265,085.02          | 681,490.00 |   |   |   |
| A1-6                                        | A1-7  | S 64°12'02.15" E | 2.30      | A1-7  | 2,265,084.02          | 681,492.07 |   |   |   |
| A1-7                                        | A1-8  | S 67°18'07.20" E | 3.27      | A1-8  | 2,265,082.76          | 681,495.09 |   |   |   |
| A1-8                                        | A1-9  | S 56°11'52.84" E | 2.70      | A1-9  | 2,265,081.25          | 681,497.34 |   |   |   |
| A1-9                                        | A1-10 | S 41°28'01.84" E | 3.09      | A1-10 | 2,265,078.94          | 681,499.38 |   |   |   |
| A1-10                                       | A1-11 | S 39°16'00.25" E | 7.41      | A1-11 | 2,265,073.20          | 681,504.07 |   |   |   |
| A1-11                                       | A1-12 | S 18°58'44.89" E | 5.20      | A1-12 | 2,265,068.20          | 681,505.52 |   |   |   |
| A1-12                                       | A1-13 | S 04°13'21.42" E | 5.48      | A1-13 | 2,265,062.74          | 681,505.92 |   |   |   |
| A1-13                                       | A1-14 | S 47°15'56.55" E | 3.23      | A1-14 | 2,265,060.55          | 681,506.29 |   |   |   |
| A1-14                                       | A1-15 | S 57°49'50.24" W | 0.22      | A1-15 | 2,265,060.43          | 681,506.11 |   |   |   |
| A1-15                                       | A1-16 | S 57°49'50.24" W | 2.07      | A1-16 | 2,265,059.33          | 681,506.36 |   |   |   |
| A1-16                                       | A1-17 | S 37°50'43.59" W | 0.33      | A1-17 | 2,265,059.07          | 681,506.16 |   |   |   |
| A1-17                                       | A1-18 | N 56°57'59.46" W | 1.41      | A1-18 | 2,265,059.84          | 681,504.98 |   |   |   |
| A1-18                                       | A1-19 | N 31°13'30.80" W | 2.63      | A1-19 | 2,265,062.09          | 681,503.62 |   |   |   |
| A1-19                                       | A1-20 | N 00°00'16.71" W | 6.41      | A1-20 | 2,265,068.50          | 681,503.62 |   |   |   |
| A1-20                                       | A1-21 | N 21°27'17.78" W | 3.88      | A1-21 | 2,265,072.11          | 681,502.20 |   |   |   |
| A1-21                                       | A1-22 | N 34°41'35.40" W | 2.91      | A1-22 | 2,265,074.51          | 681,500.54 |   |   |   |
| A1-22                                       | A1-23 | N 41°04'17.48" W | 5.52      | A1-23 | 2,265,078.67          | 681,496.91 |   |   |   |
| A1-23                                       | A1-24 | N 44°48'56.00" W | 2.75      | A1-24 | 2,265,080.92          | 681,494.98 |   |   |   |
| A1-24                                       | A1-25 | N 60°41'51.44" W | 3.75      | A1-25 | 2,265,082.45          | 681,491.71 |   |   |   |
| A1-25                                       | A1-26 | N 57°56'51.93" W | 3.90      | A1-26 | 2,265,084.52          | 681,488.40 |   |   |   |
| A1-26                                       | A1-27 | N 14°13'06.77" W | 7.29      | A1-27 | 2,265,091.59          | 681,486.61 |   |   |   |
| A1-27                                       | A1-28 | N 07°21'05.96" W | 11.15     | A1-28 | 2,265,102.64          | 681,485.18 |   |   |   |
| A1-28                                       | A1-29 | N 00°00'00" E    | 4.61      | A1-29 | 2,265,107.25          | 681,485.18 |   |   |   |
| A1-29                                       | A1-30 | N 04°07'52.48" E | 5.63      | A1-30 | 2,265,112.86          | 681,485.59 |   |   |   |
| A1-30                                       | A1-31 | N 00°18'38.03" E | 1.37      | A1-31 | 2,265,114.24          | 681,485.59 |   |   |   |
| A1-31                                       | A1-1  | S 87°21'22.62" E | 1.36      | A1-1  | 2,265,114.17          | 681,486.95 |   |   |   |
| SUPERFICIE = 107.41 m2                      |       |                  |           |       |                       |            |   |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 2 |       |                  |           |       |                       |            |   |   |   |
|---------------------------------------------|-------|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|---|---|---|
| LADO                                        |       | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            | V | Y | X |
| EST                                         | PV    |                  |           |       |                       |            |   |   |   |
| A2-1                                        | A2-2  | N 77°32'16.45" E | 5.51      | A2-2  | 2,265,057.88          | 681,500.78 |   |   |   |
| A2-2                                        | A2-3  | N 37°50'43.59" E | 0.33      | A2-3  | 2,265,059.33          | 681,506.16 |   |   |   |
| A2-3                                        | A2-4  | N 57°49'50.24" W | 2.28      | A2-4  | 2,265,060.55          | 681,506.36 |   |   |   |
| A2-4                                        | A2-5  | N 87°37'29.47" E | 5.32      | A2-5  | 2,265,061.38          | 681,513.55 |   |   |   |
| A2-5                                        | A2-6  | S 36°17'43.30" E | 11.15     | A2-6  | 2,265,052.39          | 681,520.15 |   |   |   |
| A2-6                                        | A2-7  | S 14°10'51.17" W | 5.59      | A2-7  | 2,265,046.98          | 681,518.78 |   |   |   |
| A2-7                                        | A2-8  | N 89°32'53.90" W | 19.33     | A2-8  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |   |   |   |
| A2-8                                        | A2-9  | N 04°48'54.07" E | 5.36      | A2-9  | 2,265,052.47          | 681,499.90 |   |   |   |
| A2-9                                        | A2-10 | N 09°13'20.99" E | 2.74      | A2-10 | 2,265,055.18          | 681,500.34 |   |   |   |
| A2-10                                       | A2-1  | N 09°13'20.99" E | 2.74      | A2-1  | 2,265,057.88          | 681,500.78 |   |   |   |
| SUPERFICIE = 231.56 m2                      |       |                  |           |       |                       |            |   |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 3 |       |                  |           |       |                       |            |   |   |   |
|---------------------------------------------|-------|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|---|---|---|
| LADO                                        |       | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            | V | Y | X |
| EST                                         | PV    |                  |           |       |                       |            |   |   |   |
| A3-1                                        | A3-2  | S 89°32'53.90" E | 19.33     | A3-2  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |   |   |   |
| A3-2                                        | A3-3  | S 14°10'51.17" W | 16.76     | A3-3  | 2,265,030.73          | 681,514.68 |   |   |   |
| A3-3                                        | A3-4  | S 32°49'50.58" E | 10.63     | A3-4  | 2,265,021.80          | 681,520.44 |   |   |   |
| A3-4                                        | A3-5  | S 57°10'09.42" W | 16.89     | A3-5  | 2,265,012.64          | 681,506.25 |   |   |   |
| A3-5                                        | A3-6  | N 35°31'41.06" W | 4.17      | A3-6  | 2,265,016.04          | 681,503.82 |   |   |   |
| A3-6                                        | A3-7  | N 15°02'20.18" W | 7.06      | A3-7  | 2,265,022.85          | 681,501.98 |   |   |   |
| A3-7                                        | A3-8  | N 09°49'09.53" W | 3.61      | A3-8  | 2,265,026.41          | 681,501.37 |   |   |   |
| A3-8                                        | A3-9  | N 21°05'08.09" W | 1.95      | A3-9  | 2,265,028.23          | 681,500.67 |   |   |   |
| A3-9                                        | A3-10 | N 16°48'56.34" W | 6.23      | A3-10 | 2,265,034.19          | 681,498.87 |   |   |   |
| A3-10                                       | A3-11 | N 00°55'21.98" W | 4.60      | A3-11 | 2,265,038.79          | 681,498.80 |   |   |   |
| A3-11                                       | A3-12 | N 04°01'13.38" E | 3.22      | A3-12 | 2,265,042.01          | 681,499.02 |   |   |   |
| A3-12                                       | A3-1  | N 04°48'54.07" E | 5.14      | A3-1  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |   |   |   |
| SUPERFICIE = 521.64 m2                      |       |                  |           |       |                       |            |   |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 4 |      |                  |           |      |                       |            |   |   |   |
|---------------------------------------------|------|------------------|-----------|------|-----------------------|------------|---|---|---|
| LADO                                        |      | RUMBO            | DISTANCIA | V    | C O O R D E N A D A S |            | V | Y | X |
| EST                                         | PV   |                  |           |      |                       |            |   |   |   |
| A4-1                                        | A4-2 | N 57°10'09.42" E | 16.89     | A4-2 | 2,265,012.64          | 681,506.25 |   |   |   |
| A4-2                                        | A4-3 | S 32°49'50.58" E | 4.22      | A4-3 | 2,265,021.80          | 681,520.44 |   |   |   |
| A4-3                                        | A4-4 | S 57°10'09.42" W | 7.54      | A4-4 | 2,265,011.92          | 681,526.81 |   |   |   |
| A4-4                                        | A4-5 | S 32°49'50.58" E | 7.31      | A4-5 | 2,265,035.78          | 681,530.77 |   |   |   |
| A4-5                                        | A4-6 | S 58°19'24.77" W | 15.40     | A4-6 | 2,264,997.02          | 681,518.11 |   |   |   |
| A4-6                                        | A4-7 | N 40°11'43.27" W | 7.12      | A4-7 | 2,265,002.46          | 681,513.52 |   |   |   |
| A4-7                                        | A4-1 | N 35°31'41.06" W | 12.51     | A4-1 | 2,265,012.64          | 681,506.25 |   |   |   |
| SUPERFICIE = 215.44 m2                      |      |                  |           |      |                       |            |   |   |   |



LOCALIZACIÓN DEL SITIO

- LINEA DE DDV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION

SIMBOLOGIA

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI. GEODATUM: WGS84, ELEVACION: 50.00 mts. CUADRICULA: 14

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

NOTAS

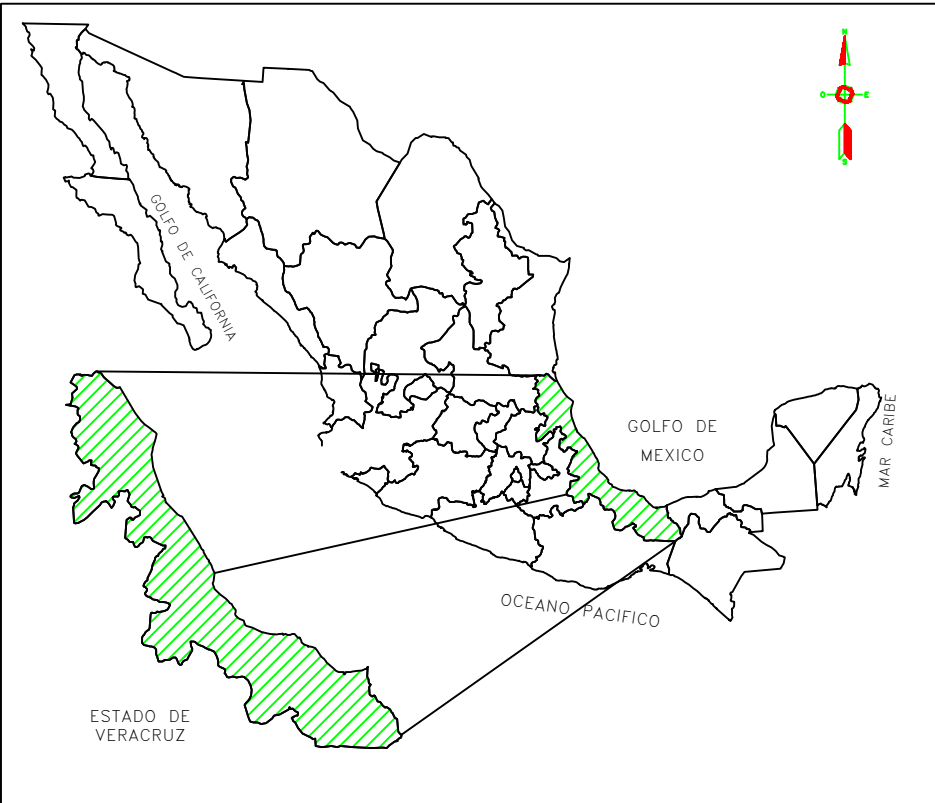
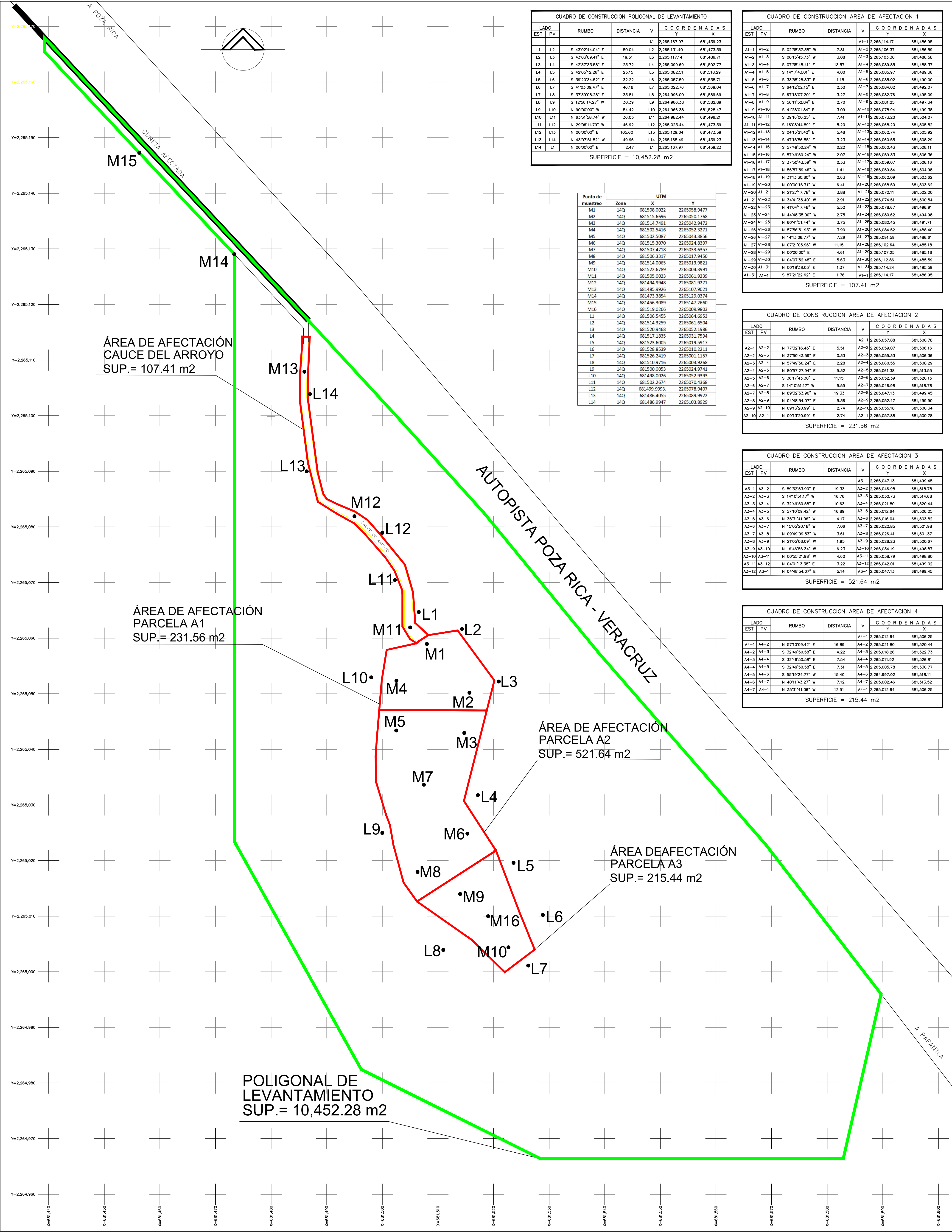
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL AREA DE EVALUACION DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA - VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ.



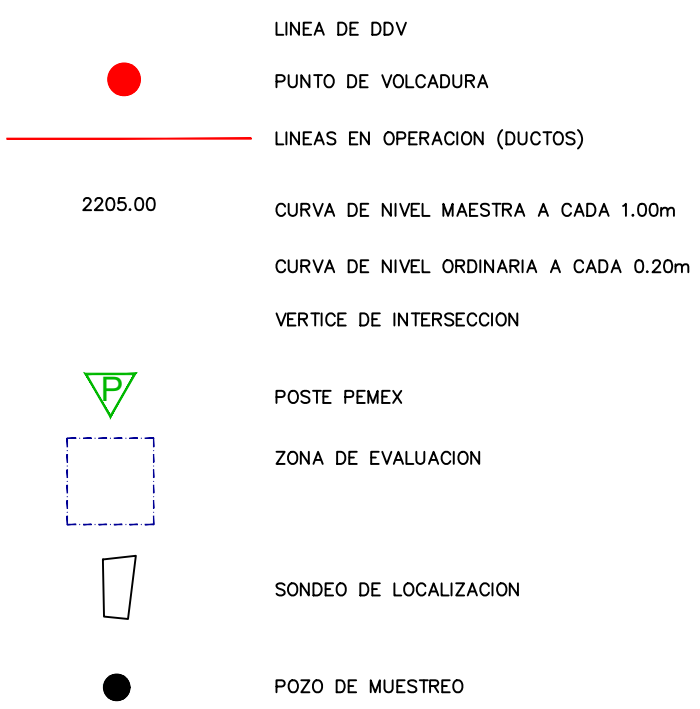
LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DEL AREA DE EVALUACION DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA - VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ. CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V. MARZO DE 2021 METROS

T1





LOCALIZACIÓN DEL SITIO



SIMBOLOGIA

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI. GEOGRAFICO  
DATUM WGS84  
ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80  
CUADRICULA A CADA 50.00 mts.  
ZONA UTM 14

**NOMBRE DE LA PERSONA FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO PRIMERO DE LA LGTAI Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTAI**

NOTAS

UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA – VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN – EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ.

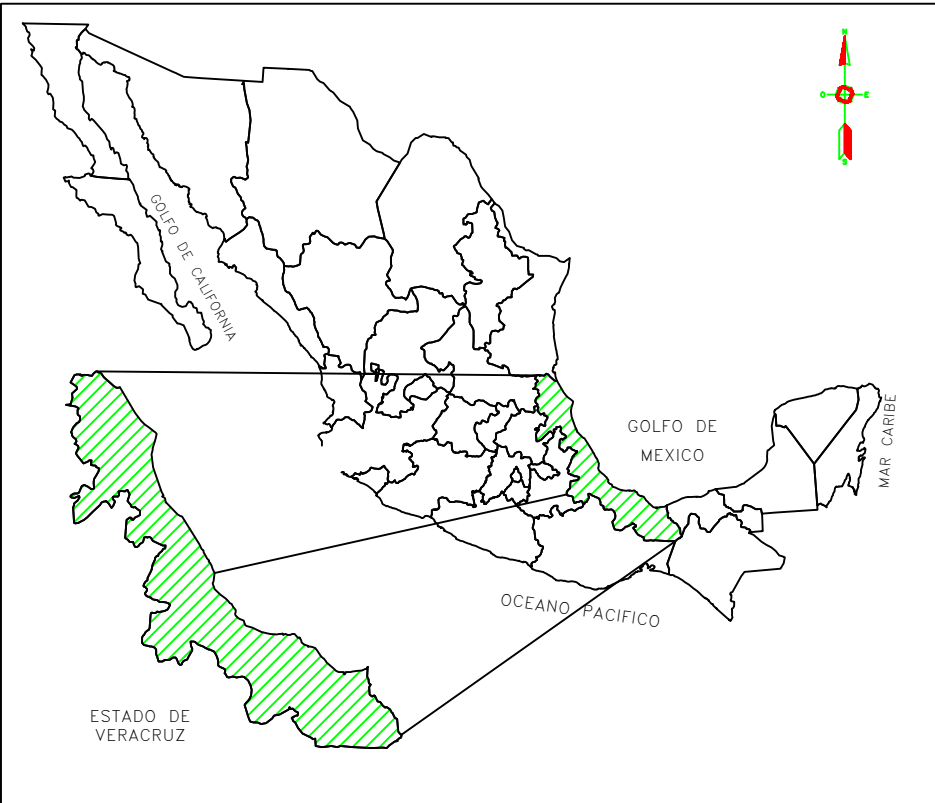
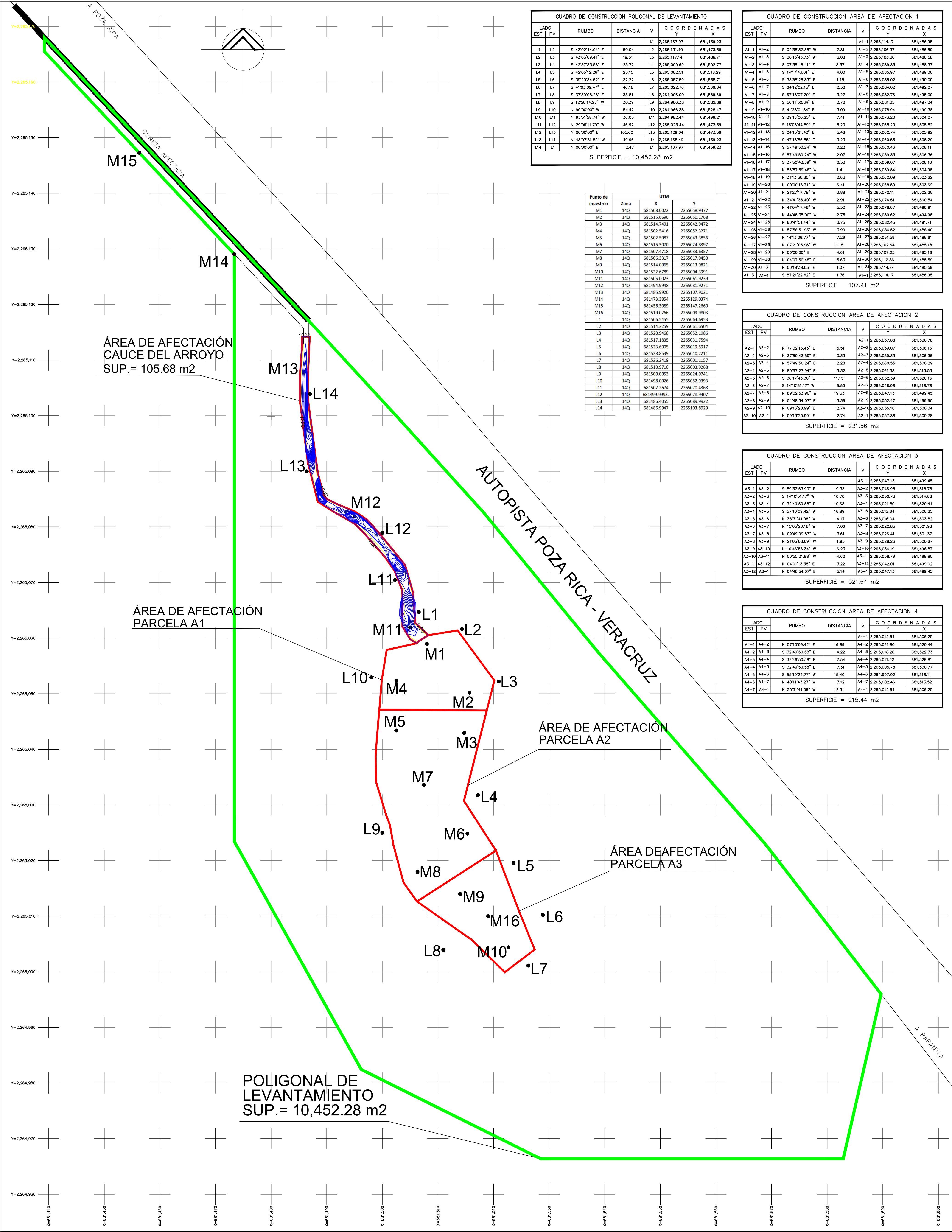
**AEPSA**  
Consultoría Ambiental  
Estudios y Proyectos

LEVANTO CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.  
DISEÑO CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.  
REVISÓ  
AUTORIZÓ

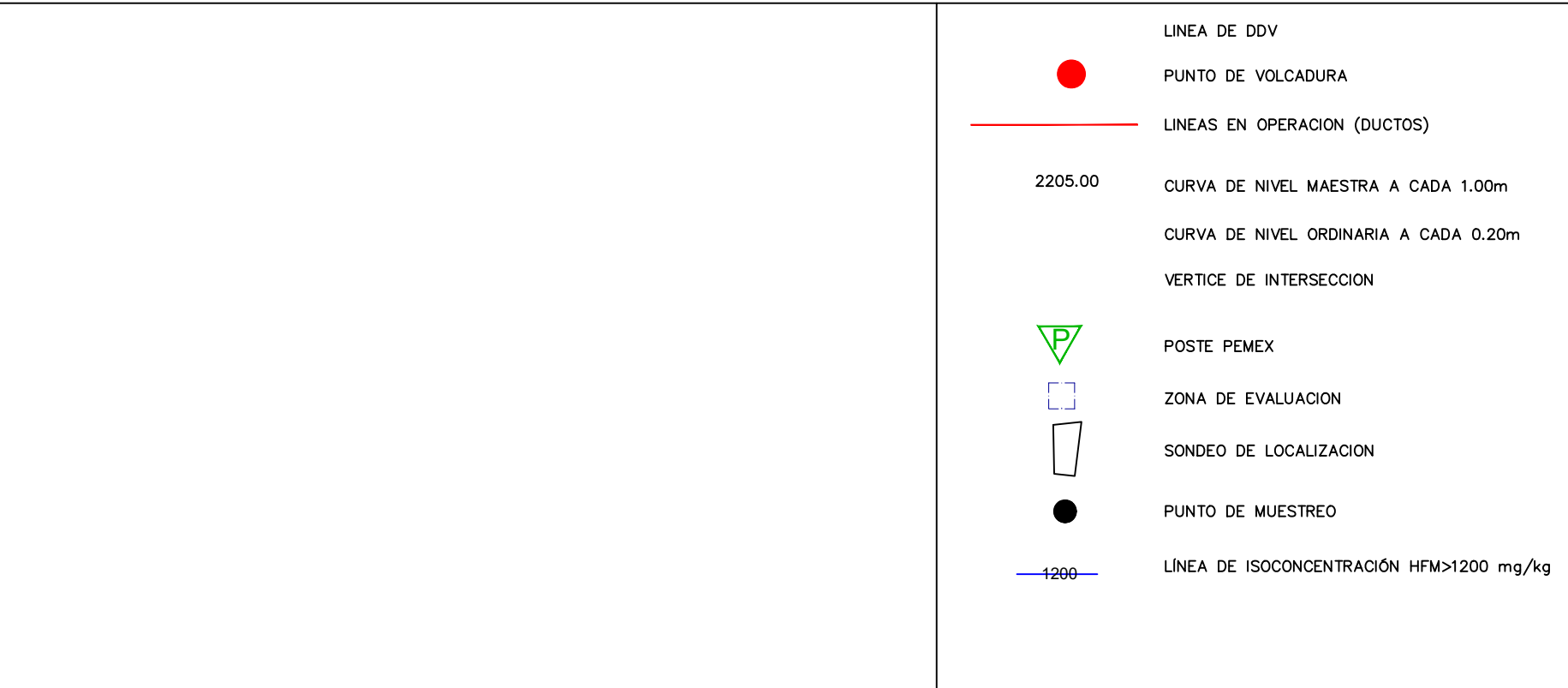
COMPANIA CONSULTORA CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.  
FECHA MARZO DE 2021  
NOTIFICACION METROS

NUMERO DE PLANO **M1**





LOCALIZACIÓN DEL SITIO



SIMBOLOGIA

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI. GEORAFICO  
NORTE  
DATUM WGS84  
ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80  
CUADRICULA A CADA 50.00 mts.  
ZONA UTM 14

NOMBRE DE LA PERSONA FISICA, ART. 116 PARRAFO PRIMERO DE LA LGTIA Y 113 FRACCIÓN I DE LA LFTIA

NOTAS

ÁREA DE AFECTACIÓN POR HFV EN EL CAUCE DEL ARROYO 0.20 m

DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA - VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ.

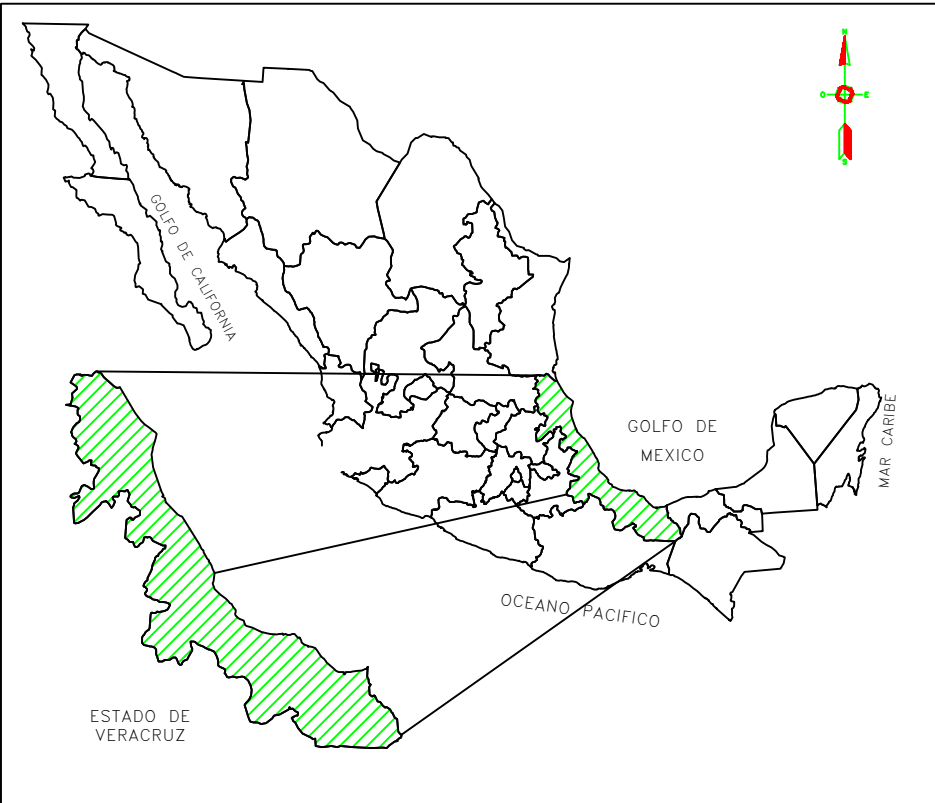
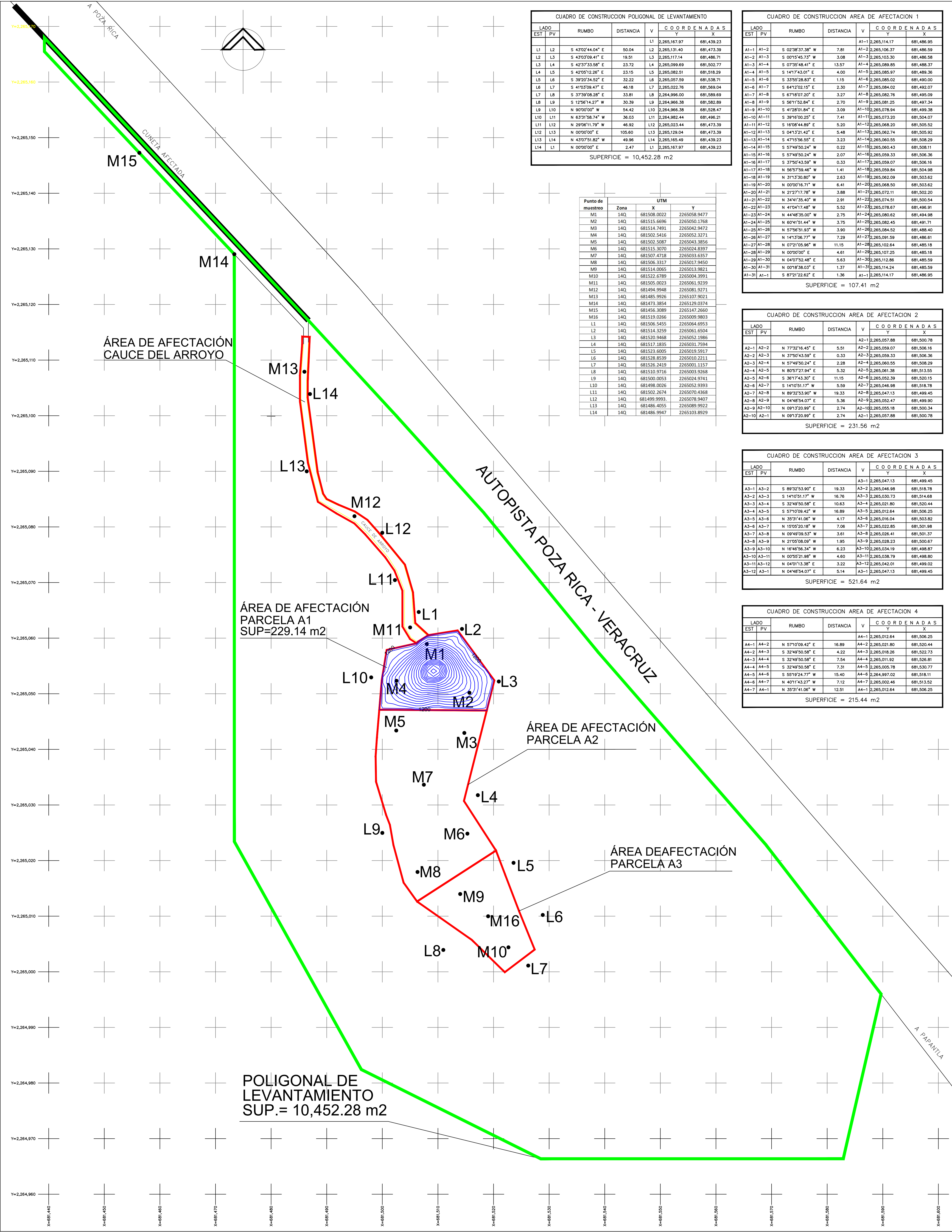
**AEPSA**  
Consultoría Ambiental  
Estudios y Proyectos

LEVANTO CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS SA. DE CV.  
DISEÑO CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS SA. DE CV.  
REVISÓ  
APROBÓ

CONVENIO COMERCIAL CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS SA. DE CV.  
FECHA MARZO DE 2021  
NOTICIA METROS

NUMERO DE PLANO  
**M2**





LOCALIZACIÓN DEL SITIO

POLIGONAL DE LEVANTAMIENTO  
SUP.= 10,452.28 m2

- LINEA DE DV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- 2205.00
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- PUNTO DE MUESTREO
- LINEA DE ISOCONCENTRACIÓN HFMS1200 mg/kg

SIMBOLOGIA

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI.  
NORTE GEOGRAFICO  
DATUM WGS84  
ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80  
CUADRICULA A CADA 50.00 mts.  
ZONA UTM 14

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

NOTAS

ÁREA DE AFECTACIÓN POR HFV PARCELA A1 0.35 m

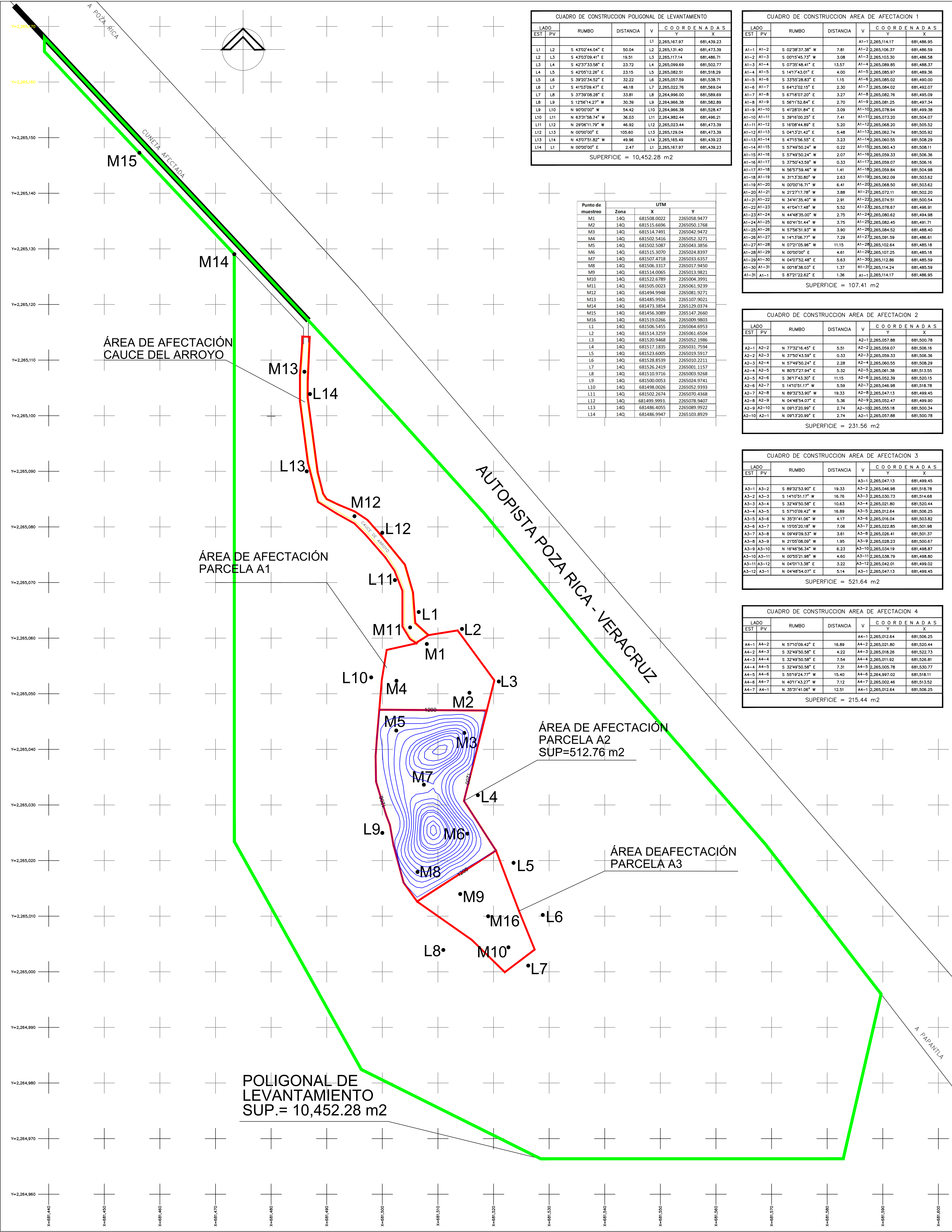
DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA - VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN - EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ.

**AEPSA**  
Consultoría Ambiental  
Estudios y Proyectos

LEVANTO CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.  
DISEÑO CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.  
REVISÓ  
AUTORIZÓ  
FECHA MARZO DE 2021  
NOTIFICACIÓN  
METROS

NUMERO DE PLANO  
**M3**





| CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE LEVANTAMIENTO |     |    |                  |           |     |                       |            |  |  |
|---------------------------------------------------|-----|----|------------------|-----------|-----|-----------------------|------------|--|--|
| LADO                                              | EST | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V   | C O O R D E N A D A S |            |  |  |
|                                                   |     |    |                  |           |     | Y                     | X          |  |  |
| L1                                                | L2  |    | S 43°02'44.04" E | 50.04     | L2  | 2,265,131.40          | 681,473.39 |  |  |
| L2                                                | L3  |    | S 43°03'09.41" E | 19.51     | L3  | 2,265,117.14          | 681,486.71 |  |  |
| L3                                                | L4  |    | S 42°37'33.58" E | 23.72     | L4  | 2,265,099.69          | 681,502.77 |  |  |
| L4                                                | L5  |    | S 42°05'12.28" E | 23.15     | L5  | 2,265,082.51          | 681,518.29 |  |  |
| L5                                                | L6  |    | S 39°20'34.52" E | 32.22     | L6  | 2,265,057.59          | 681,538.71 |  |  |
| L6                                                | L7  |    | S 41°03'08.47" E | 46.18     | L7  | 2,265,022.76          | 681,569.04 |  |  |
| L7                                                | L8  |    | S 37°39'08.28" E | 33.81     | L8  | 2,264,996.00          | 681,589.69 |  |  |
| L8                                                | L9  |    | S 12°56'14.27" W | 30.39     | L9  | 2,264,966.38          | 681,582.89 |  |  |
| L9                                                | L10 |    | N 90°00'00" W    | 54.42     | L10 | 2,264,966.38          | 681,528.47 |  |  |
| L10                                               | L11 |    | N 63°31'58.74" W | 36.03     | L11 | 2,264,982.44          | 681,496.21 |  |  |
| L11                                               | L12 |    | N 29°09'11.79" W | 46.92     | L12 | 2,265,023.44          | 681,473.39 |  |  |
| L12                                               | L13 |    | N 00°00'00" E    | 105.60    | L13 | 2,265,129.04          | 681,473.39 |  |  |
| L13                                               | L14 |    | N 43°07'51.82" W | 49.96     | L14 | 2,265,165.49          | 681,439.23 |  |  |
| L14                                               | L1  |    | N 00°00'00" E    | 2.47      | L1  | 2,265,167.97          | 681,439.23 |  |  |
| SUPERFICIE = 10,452.28 m2                         |     |    |                  |           |     |                       |            |  |  |

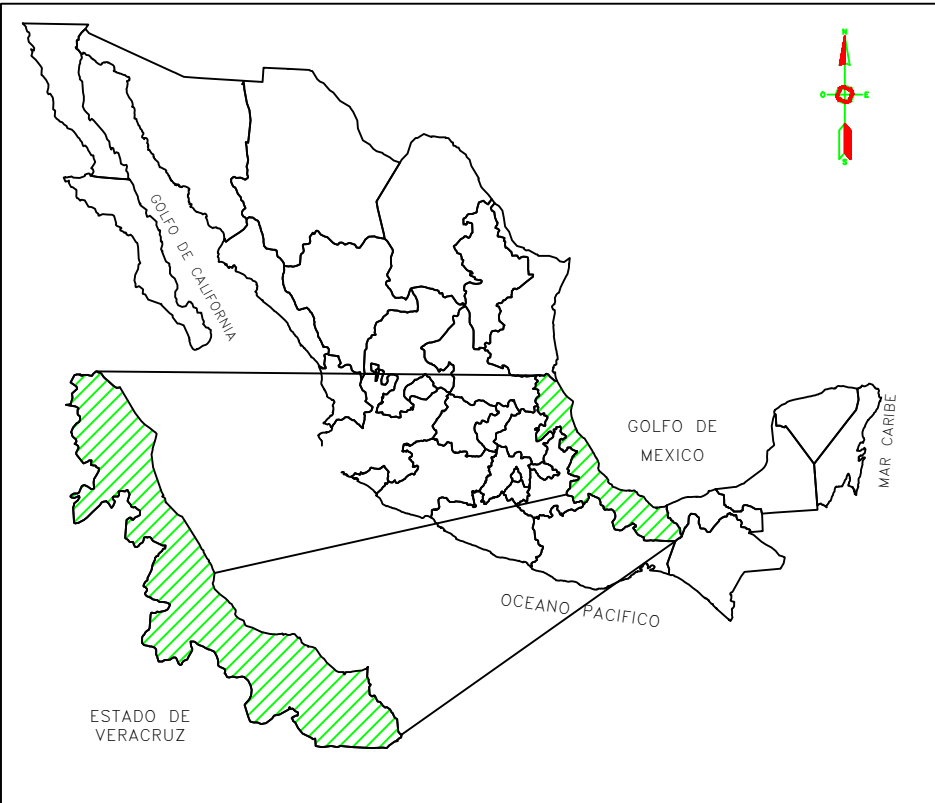
| Punto de muestreo | Zona | UTM         |              |
|-------------------|------|-------------|--------------|
|                   |      | X           | Y            |
| M1                | 14Q  | 681508.0022 | 2265058.9477 |
| M2                | 14Q  | 681515.6696 | 2265050.1768 |
| M3                | 14Q  | 681514.7491 | 2265042.9472 |
| M4                | 14Q  | 681502.5416 | 2265052.3271 |
| M5                | 14Q  | 681502.5087 | 2265043.3856 |
| M6                | 14Q  | 681515.3070 | 2265024.8397 |
| M7                | 14Q  | 681507.4718 | 2265033.6357 |
| M8                | 14Q  | 681506.3317 | 2265017.9450 |
| M9                | 14Q  | 681514.0065 | 2265013.9821 |
| M10               | 14Q  | 681522.6789 | 2265004.3991 |
| M11               | 14Q  | 681505.0023 | 2265061.9239 |
| M12               | 14Q  | 681494.9948 | 2265081.9271 |
| M13               | 14Q  | 681485.9926 | 2265107.9021 |
| M14               | 14Q  | 681473.3854 | 2265129.0374 |
| M15               | 14Q  | 681456.3089 | 2265147.2660 |
| M16               | 14Q  | 681519.0266 | 2265009.9803 |
| L1                | 14Q  | 681506.5455 | 2265064.6953 |
| L2                | 14Q  | 681514.3259 | 2265061.6504 |
| L3                | 14Q  | 681520.9468 | 2265052.1986 |
| L4                | 14Q  | 681517.1835 | 2265031.7594 |
| L5                | 14Q  | 681523.6005 | 2265019.5917 |
| L6                | 14Q  | 681528.8539 | 2265010.2211 |
| L7                | 14Q  | 681526.2419 | 2265001.1157 |
| L8                | 14Q  | 681510.9716 | 2265003.9268 |
| L9                | 14Q  | 681500.0053 | 2265024.9741 |
| L10               | 14Q  | 681498.0026 | 2265052.9393 |
| L11               | 14Q  | 681502.2674 | 2265070.4368 |
| L12               | 14Q  | 681499.9993 | 2265078.9407 |
| L13               | 14Q  | 681486.4055 | 2265089.9922 |
| L14               | 14Q  | 681486.9947 | 2265103.8929 |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 1 |       |    |                  |           |       |                       |            |  |  |
|---------------------------------------------|-------|----|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|--|--|
| LADO                                        | EST   | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            |  |  |
|                                             |       |    |                  |           |       | Y                     | X          |  |  |
| A1-1                                        | A1-2  |    | S 02°38'37.38" W | 7.81      | A1-2  | 2,265,114.17          | 681,486.95 |  |  |
| A1-2                                        | A1-3  |    | S 00°15'45.73" W | 3.08      | A1-3  | 2,265,106.37          | 681,486.59 |  |  |
| A1-3                                        | A1-4  |    | S 07°39'48.41" E | 13.57     | A1-4  | 2,265,089.85          | 681,488.37 |  |  |
| A1-4                                        | A1-5  |    | S 14°17'43.01" E | 4.00      | A1-5  | 2,265,085.97          | 681,488.36 |  |  |
| A1-5                                        | A1-6  |    | S 33°55'28.83" E | 1.15      | A1-6  | 2,265,085.02          | 681,490.00 |  |  |
| A1-6                                        | A1-7  |    | S 64°12'02.15" E | 2.30      | A1-7  | 2,265,084.02          | 681,492.07 |  |  |
| A1-7                                        | A1-8  |    | S 67°18'07.20" E | 3.27      | A1-8  | 2,265,082.76          | 681,495.09 |  |  |
| A1-8                                        | A1-9  |    | S 56°11'52.84" E | 2.70      | A1-9  | 2,265,081.25          | 681,497.34 |  |  |
| A1-9                                        | A1-10 |    | S 41°28'01.84" E | 3.09      | A1-10 | 2,265,078.94          | 681,499.38 |  |  |
| A1-10                                       | A1-11 |    | S 39°16'00.25" E | 7.41      | A1-11 | 2,265,073.20          | 681,504.07 |  |  |
| A1-11                                       | A1-12 |    | S 18°58'44.89" E | 5.20      | A1-12 | 2,265,068.20          | 681,505.52 |  |  |
| A1-12                                       | A1-13 |    | S 04°13'21.42" E | 5.48      | A1-13 | 2,265,062.74          | 681,505.92 |  |  |
| A1-13                                       | A1-14 |    | S 47°15'56.55" E | 3.23      | A1-14 | 2,265,060.55          | 681,508.29 |  |  |
| A1-14                                       | A1-15 |    | S 57°49'50.24" W | 0.22      | A1-15 | 2,265,060.43          | 681,508.11 |  |  |
| A1-15                                       | A1-16 |    | S 57°49'50.24" W | 2.07      | A1-16 | 2,265,059.33          | 681,506.36 |  |  |
| A1-16                                       | A1-17 |    | S 37°50'43.59" W | 0.33      | A1-17 | 2,265,059.07          | 681,506.16 |  |  |
| A1-17                                       | A1-18 |    | N 56°57'59.46" W | 1.41      | A1-18 | 2,265,059.84          | 681,504.98 |  |  |
| A1-18                                       | A1-19 |    | N 31°13'30.80" W | 2.63      | A1-19 | 2,265,062.09          | 681,503.62 |  |  |
| A1-19                                       | A1-20 |    | N 00°00'16.71" W | 6.41      | A1-20 | 2,265,068.50          | 681,503.62 |  |  |
| A1-20                                       | A1-21 |    | N 21°27'17.78" W | 3.88      | A1-21 | 2,265,072.11          | 681,502.20 |  |  |
| A1-21                                       | A1-22 |    | N 34°41'35.40" W | 2.91      | A1-22 | 2,265,074.51          | 681,500.54 |  |  |
| A1-22                                       | A1-23 |    | N 41°04'17.48" W | 5.52      | A1-23 | 2,265,078.67          | 681,496.91 |  |  |
| A1-23                                       | A1-24 |    | N 44°48'45.00" W | 2.75      | A1-24 | 2,265,080.62          | 681,494.98 |  |  |
| A1-24                                       | A1-25 |    | N 60°41'51.44" W | 3.75      | A1-25 | 2,265,082.45          | 681,491.71 |  |  |
| A1-25                                       | A1-26 |    | N 57°56'51.93" W | 3.90      | A1-26 | 2,265,084.52          | 681,488.40 |  |  |
| A1-26                                       | A1-27 |    | N 14°13'06.77" W | 7.29      | A1-27 | 2,265,091.59          | 681,486.61 |  |  |
| A1-27                                       | A1-28 |    | N 07°21'05.96" W | 11.15     | A1-28 | 2,265,102.64          | 681,485.18 |  |  |
| A1-28                                       | A1-29 |    | N 00°00'00" E    | 4.61      | A1-29 | 2,265,107.25          | 681,485.18 |  |  |
| A1-29                                       | A1-30 |    | N 04°07'52.48" E | 5.63      | A1-30 | 2,265,112.86          | 681,485.59 |  |  |
| A1-30                                       | A1-31 |    | N 00°18'38.03" E | 1.37      | A1-31 | 2,265,114.24          | 681,485.59 |  |  |
| A1-31                                       | A1-1  |    | S 87°21'22.82" E | 1.36      | A1-1  | 2,265,114.17          | 681,486.95 |  |  |
| SUPERFICIE = 107.41 m2                      |       |    |                  |           |       |                       |            |  |  |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 2 |       |    |                  |           |       |                       |            |  |  |
|---------------------------------------------|-------|----|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|--|--|
| LADO                                        | EST   | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            |  |  |
|                                             |       |    |                  |           |       | Y                     | X          |  |  |
| A2-1                                        | A2-2  |    | N 77°32'16.45" E | 5.51      | A2-2  | 2,265,057.88          | 681,500.78 |  |  |
| A2-2                                        | A2-3  |    | N 37°50'43.59" E | 0.33      | A2-3  | 2,265,059.33          | 681,506.16 |  |  |
| A2-3                                        | A2-4  |    | N 57°49'50.24" E | 2.28      | A2-4  | 2,265,060.55          | 681,508.29 |  |  |
| A2-4                                        | A2-5  |    | N 80°13'27.94" E | 5.38      | A2-5  | 2,265,061.38          | 681,511.55 |  |  |
| A2-5                                        | A2-6  |    | S 36°17'43.30" E | 11.15     | A2-6  | 2,265,052.39          | 681,520.15 |  |  |
| A2-6                                        | A2-7  |    | S 14°10'51.17" W | 5.59      | A2-7  | 2,265,046.98          | 681,518.78 |  |  |
| A2-7                                        | A2-8  |    | N 89°32'53.90" W | 19.33     | A2-8  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |  |  |
| A2-8                                        | A2-9  |    | N 04°48'54.07" E | 5.36      | A2-9  | 2,265,052.47          | 681,499.90 |  |  |
| A2-9                                        | A2-10 |    | N 09°13'20.99" E | 2.74      | A2-10 | 2,265,055.18          | 681,500.34 |  |  |
| A2-10                                       | A2-1  |    | N 09°13'20.99" E | 2.74      | A2-1  | 2,265,057.88          | 681,500.78 |  |  |
| SUPERFICIE = 231.56 m2                      |       |    |                  |           |       |                       |            |  |  |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 3 |       |    |                  |           |       |                       |            |  |  |
|---------------------------------------------|-------|----|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|--|--|
| LADO                                        | EST   | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            |  |  |
|                                             |       |    |                  |           |       | Y                     | X          |  |  |
| A3-1                                        | A3-2  |    | S 89°32'53.90" E | 19.33     | A3-2  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |  |  |
| A3-2                                        | A3-3  |    | S 14°10'51.17" W | 16.76     | A3-3  | 2,265,030.73          | 681,514.68 |  |  |
| A3-3                                        | A3-4  |    | S 32°49'50.58" E | 10.63     | A3-4  | 2,265,021.80          | 681,520.44 |  |  |
| A3-4                                        | A3-5  |    | S 57°10'09.42" W | 16.89     | A3-5  | 2,265,012.64          | 681,506.25 |  |  |
| A3-5                                        | A3-6  |    | N 35°31'41.06" W | 4.17      | A3-6  | 2,265,016.04          | 681,503.82 |  |  |
| A3-6                                        | A3-7  |    | N 15°02'20.18" W | 7.06      | A3-7  | 2,265,022.85          | 681,501.98 |  |  |
| A3-7                                        | A3-8  |    | N 09°49'09.53" W | 3.91      | A3-8  | 2,265,026.41          | 681,501.37 |  |  |
| A3-8                                        | A3-9  |    | N 21°02'08.09" W | 1.95      | A3-9  | 2,265,028.23          | 681,500.67 |  |  |
| A3-9                                        | A3-10 |    | N 16°48'56.34" W | 6.23      | A3-10 | 2,265,034.19          | 681,498.87 |  |  |
| A3-10                                       | A3-11 |    | N 00°55'21.98" W | 4.60      | A3-11 | 2,265,038.79          | 681,498.80 |  |  |
| A3-11                                       | A3-12 |    | N 04°01'13.38" E | 3.22      | A3-12 | 2,265,042.01          | 681,499.02 |  |  |
| A3-12                                       | A3-1  |    | N 04°48'54.07" E | 5.14      | A3-1  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |  |  |
| SUPERFICIE = 521.64 m2                      |       |    |                  |           |       |                       |            |  |  |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 4 |      |    |                  |           |      |                       |            |  |  |
|---------------------------------------------|------|----|------------------|-----------|------|-----------------------|------------|--|--|
| LADO                                        | EST  | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V    | C O O R D E N A D A S |            |  |  |
|                                             |      |    |                  |           |      | Y                     | X          |  |  |
| A4-1                                        | A4-2 |    | N 57°10'09.42" E | 16.89     | A4-2 | 2,265,012.64          | 681,506.25 |  |  |
| A4-2                                        | A4-3 |    | S 32°49'50.58" E | 4.22      | A4-3 | 2,265,018.26          | 681,522.73 |  |  |
| A4-3                                        | A4-4 |    | S 32°49'50.58" E | 7.54      | A4-4 | 2,265,011.92          | 681,528.81 |  |  |
| A4-4                                        | A4-5 |    | S 32°49'50.58" E | 7.31      | A4-5 | 2,265,005.78          | 681,530.77 |  |  |
| A4-5                                        | A4-6 |    | S 58°19'24.77" W | 15.40     | A4-6 | 2,264,997.02          | 681,511.11 |  |  |
| A4-6                                        | A4-7 |    | N 40°11'43.27" W | 7.12      | A4-7 | 2,265,002.46          | 681,513.52 |  |  |
| A4-7                                        | A4-1 |    | N 35°31'41.06" W | 12.51     | A4-1 | 2,265,012.64          | 681,506.25 |  |  |
| SUPERFICIE = 215.44 m2                      |      |    |                  |           |      |                       |            |  |  |



LOCALIZACIÓN DEL SITIO

- LINEA DE LDV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- 2205.00
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- ▲ POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- PUNTO DE MUESTREO
- 1200 — LINEA DE ISOCONCENTRACIÓN HFMS1200 mg/kg

SIMBOLOGIA

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI. GEOGRAFICO  
NORTE  
DATUM  
ELIPSOIDE DE REFERENCIA  
CUADRICULA  
ZONA UTM  
WGS84  
GRS 80  
A CADA 50.00 mts.  
14

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

NOTAS

ÁREA DE AFECTACIÓN POR HFV PARCELA A2 0.50 m

DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA – VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN – EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ.

**AEPSA**  
Consultoría Ambiental  
Estudios y Proyectos

LEVANTO  
CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

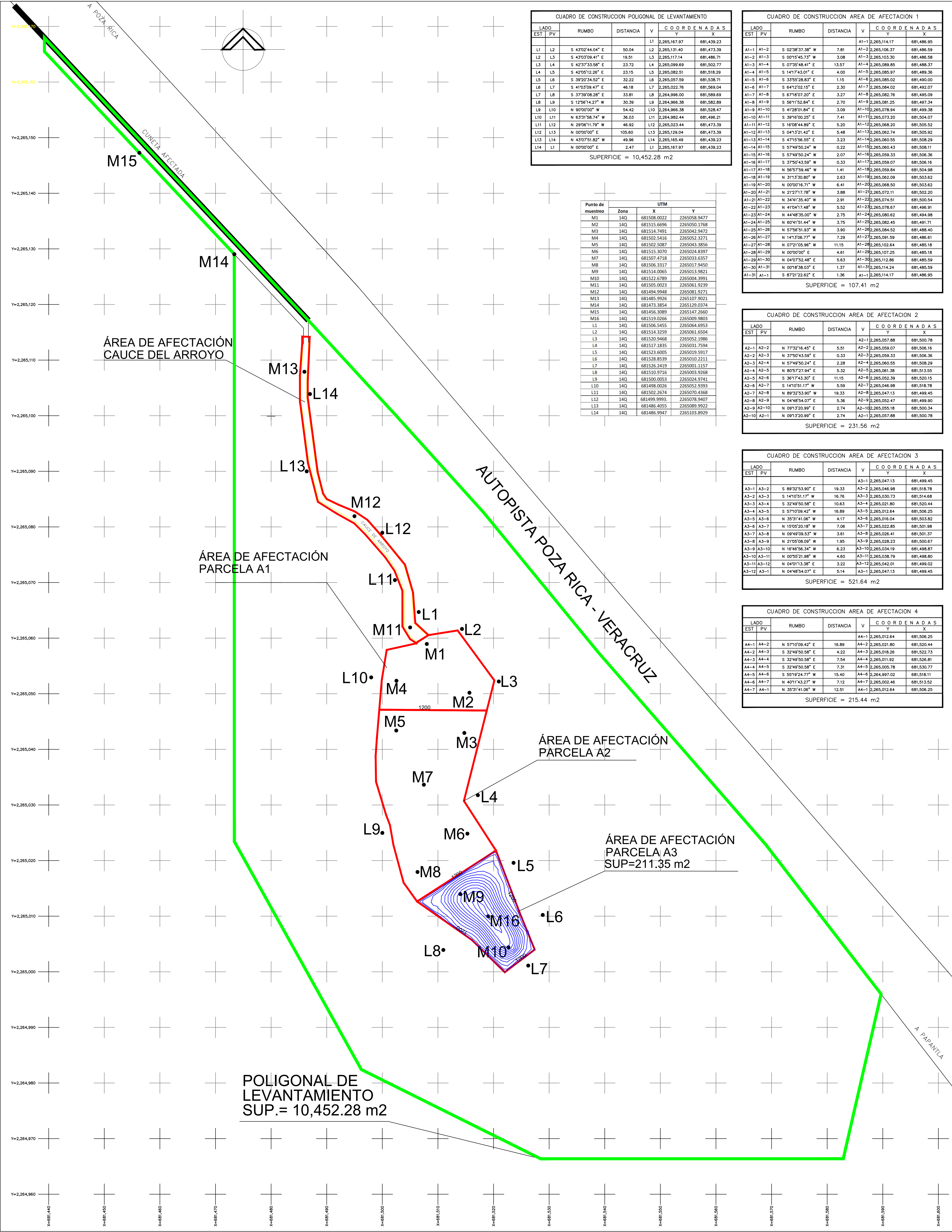
PRELIM  
CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

PROYECTO  
CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

FECHA  
MARZO DE 2021

NUMERO DE PLANO  
**M4**





| CUADRO DE CONSTRUCCION POLIGONAL DE LEVANTAMIENTO |     |    |                  |           |     |                       |            |   |   |
|---------------------------------------------------|-----|----|------------------|-----------|-----|-----------------------|------------|---|---|
| LADO                                              | EST | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V   | C O O R D E N A D A S |            | V | X |
|                                                   |     |    |                  |           |     | Y                     | X          |   |   |
| L1                                                | L2  |    | S 43°02'44.04" E | 50.04     | L2  | 2,265,131.40          | 681,473.39 |   |   |
| L2                                                | L3  |    | S 43°03'09.41" E | 19.51     | L3  | 2,265,117.14          | 681,486.71 |   |   |
| L3                                                | L4  |    | S 42°37'33.58" E | 23.72     | L4  | 2,265,099.69          | 681,502.77 |   |   |
| L4                                                | L5  |    | S 42°05'12.28" E | 23.15     | L5  | 2,265,082.51          | 681,518.29 |   |   |
| L5                                                | L6  |    | S 39°20'34.52" E | 32.22     | L6  | 2,265,057.59          | 681,538.71 |   |   |
| L6                                                | L7  |    | S 41°03'08.47" E | 46.18     | L7  | 2,265,022.76          | 681,569.04 |   |   |
| L7                                                | L8  |    | S 37°39'08.28" E | 33.81     | L8  | 2,264,996.00          | 681,589.69 |   |   |
| L8                                                | L9  |    | S 12°56'14.27" W | 30.39     | L9  | 2,264,966.38          | 681,582.89 |   |   |
| L9                                                | L10 |    | N 90°00'00" W    | 54.42     | L10 | 2,264,966.38          | 681,528.47 |   |   |
| L10                                               | L11 |    | N 63°31'58.74" W | 36.03     | L11 | 2,264,982.44          | 681,496.21 |   |   |
| L11                                               | L12 |    | N 29°09'11.79" W | 46.92     | L12 | 2,265,023.44          | 681,473.39 |   |   |
| L12                                               | L13 |    | N 00°00'00" E    | 105.60    | L13 | 2,265,129.04          | 681,473.39 |   |   |
| L13                                               | L14 |    | N 43°07'51.82" W | 49.96     | L14 | 2,265,165.49          | 681,439.23 |   |   |
| L14                                               | L1  |    | N 00°00'00" E    | 2.47      | L1  | 2,265,167.97          | 681,439.23 |   |   |
| SUPERFICIE = 10,452.28 m2                         |     |    |                  |           |     |                       |            |   |   |

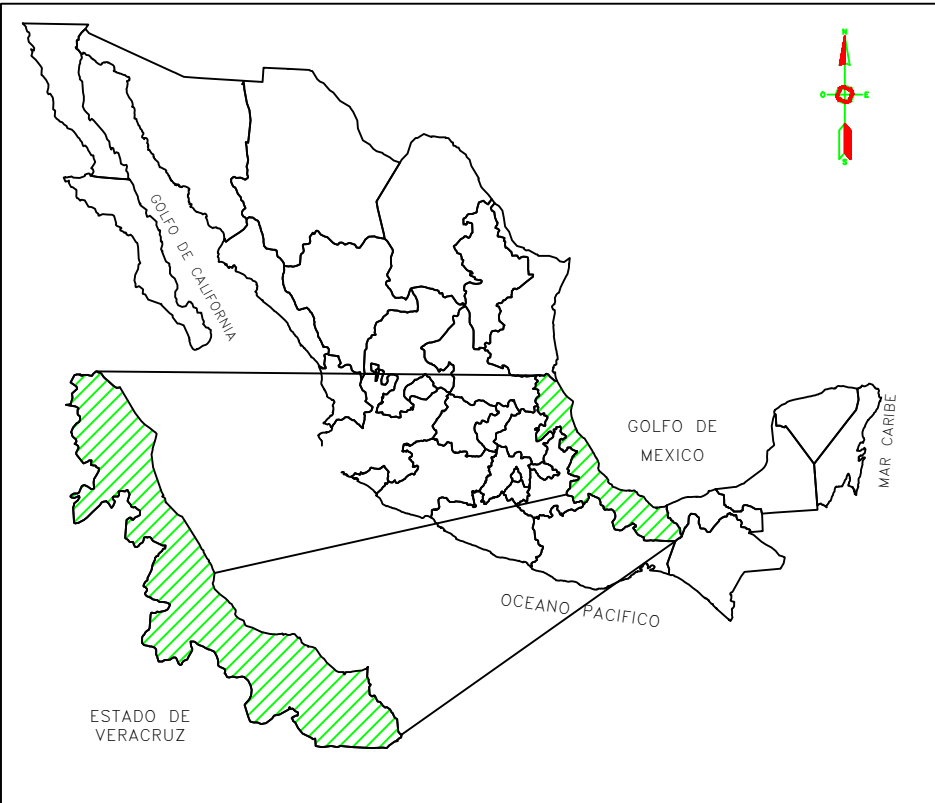
| Punto de muestreo | Zona | UTM         |              |
|-------------------|------|-------------|--------------|
|                   |      | X           | Y            |
| M1                | 14Q  | 681508.0022 | 2265058.9477 |
| M2                | 14Q  | 681515.6696 | 2265050.1768 |
| M3                | 14Q  | 681514.7491 | 2265042.9472 |
| M4                | 14Q  | 681502.5416 | 2265052.3271 |
| M5                | 14Q  | 681502.5087 | 2265043.3856 |
| M6                | 14Q  | 681515.3070 | 2265044.3897 |
| M7                | 14Q  | 681507.4718 | 2265033.6357 |
| M8                | 14Q  | 681506.3317 | 2265017.9450 |
| M9                | 14Q  | 681514.0065 | 2265013.9821 |
| M10               | 14Q  | 681522.6789 | 2265004.3991 |
| M11               | 14Q  | 681505.0023 | 2265061.9239 |
| M12               | 14Q  | 681494.9948 | 2265081.9271 |
| M13               | 14Q  | 681485.9926 | 2265107.9021 |
| M14               | 14Q  | 681473.3854 | 2265129.0376 |
| M15               | 14Q  | 681456.3089 | 2265147.2660 |
| M16               | 14Q  | 681519.0266 | 2265009.9803 |
| L1                | 14Q  | 681506.5455 | 2265064.6953 |
| L2                | 14Q  | 681514.3259 | 2265061.6504 |
| L3                | 14Q  | 681520.9468 | 2265052.1986 |
| L4                | 14Q  | 681517.1835 | 2265031.7594 |
| L5                | 14Q  | 681523.6005 | 2265019.5917 |
| L6                | 14Q  | 681528.8539 | 2265010.2211 |
| L7                | 14Q  | 681526.2419 | 2265001.1157 |
| L8                | 14Q  | 681510.9716 | 2265003.9268 |
| L9                | 14Q  | 681504.0053 | 2265024.9741 |
| L10               | 14Q  | 681498.0026 | 2265052.5393 |
| L11               | 14Q  | 681502.2674 | 2265070.4368 |
| L12               | 14Q  | 681499.9993 | 2265078.9407 |
| L13               | 14Q  | 681486.4055 | 2265089.9922 |
| L14               | 14Q  | 681486.9947 | 2265103.8929 |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 1 |       |    |                  |           |       |                       |            |   |   |
|---------------------------------------------|-------|----|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|---|---|
| LADO                                        | EST   | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            | V | X |
|                                             |       |    |                  |           |       | Y                     | X          |   |   |
| A1-1                                        | A1-2  |    | S 02°38'37.38" W | 7.81      | A1-2  | 2,265,114.17          | 681,486.95 |   |   |
| A1-2                                        | A1-3  |    | S 00°15'45.73" W | 3.08      | A1-3  | 2,265,106.37          | 681,486.59 |   |   |
| A1-3                                        | A1-4  |    | S 07°39'48.41" E | 13.57     | A1-4  | 2,265,089.85          | 681,488.37 |   |   |
| A1-4                                        | A1-5  |    | S 14°17'43.01" E | 4.00      | A1-5  | 2,265,085.97          | 681,488.36 |   |   |
| A1-5                                        | A1-6  |    | S 33°55'28.83" E | 1.15      | A1-6  | 2,265,085.02          | 681,490.00 |   |   |
| A1-6                                        | A1-7  |    | S 64°12'02.15" E | 2.30      | A1-7  | 2,265,084.02          | 681,492.07 |   |   |
| A1-7                                        | A1-8  |    | S 67°18'07.20" E | 3.27      | A1-8  | 2,265,082.76          | 681,495.09 |   |   |
| A1-8                                        | A1-9  |    | S 56°11'52.84" E | 2.70      | A1-9  | 2,265,081.25          | 681,497.34 |   |   |
| A1-9                                        | A1-10 |    | S 41°28'01.84" E | 3.09      | A1-10 | 2,265,078.94          | 681,499.38 |   |   |
| A1-10                                       | A1-11 |    | S 39°16'00.25" E | 7.41      | A1-11 | 2,265,073.20          | 681,504.07 |   |   |
| A1-11                                       | A1-12 |    | S 18°58'44.89" E | 5.20      | A1-12 | 2,265,068.20          | 681,505.52 |   |   |
| A1-12                                       | A1-13 |    | S 04°13'21.42" E | 5.48      | A1-13 | 2,265,062.74          | 681,505.92 |   |   |
| A1-13                                       | A1-14 |    | S 47°15'56.55" E | 3.23      | A1-14 | 2,265,060.55          | 681,508.29 |   |   |
| A1-14                                       | A1-15 |    | S 57°49'50.24" W | 0.22      | A1-15 | 2,265,060.43          | 681,508.11 |   |   |
| A1-15                                       | A1-16 |    | S 57°49'50.24" W | 2.07      | A1-16 | 2,265,059.33          | 681,506.36 |   |   |
| A1-16                                       | A1-17 |    | S 37°50'43.59" W | 0.33      | A1-17 | 2,265,059.07          | 681,506.16 |   |   |
| A1-17                                       | A1-18 |    | N 56°57'59.46" W | 1.41      | A1-18 | 2,265,059.84          | 681,504.98 |   |   |
| A1-18                                       | A1-19 |    | N 31°13'30.80" W | 2.63      | A1-19 | 2,265,062.09          | 681,503.62 |   |   |
| A1-19                                       | A1-20 |    | N 00°00'16.71" W | 6.41      | A1-20 | 2,265,068.50          | 681,503.62 |   |   |
| A1-20                                       | A1-21 |    | N 21°27'17.78" W | 3.88      | A1-21 | 2,265,072.11          | 681,502.20 |   |   |
| A1-21                                       | A1-22 |    | N 34°41'35.40" W | 2.91      | A1-22 | 2,265,074.51          | 681,500.54 |   |   |
| A1-22                                       | A1-23 |    | N 41°04'17.48" W | 5.52      | A1-23 | 2,265,078.67          | 681,496.91 |   |   |
| A1-23                                       | A1-24 |    | N 44°48'45.00" W | 2.75      | A1-24 | 2,265,080.62          | 681,494.98 |   |   |
| A1-24                                       | A1-25 |    | N 60°41'51.44" W | 3.75      | A1-25 | 2,265,082.45          | 681,491.71 |   |   |
| A1-25                                       | A1-26 |    | N 57°56'51.93" W | 3.90      | A1-26 | 2,265,084.52          | 681,488.40 |   |   |
| A1-26                                       | A1-27 |    | N 14°13'06.77" W | 7.29      | A1-27 | 2,265,091.59          | 681,486.61 |   |   |
| A1-27                                       | A1-28 |    | N 07°21'05.96" W | 11.15     | A1-28 | 2,265,102.64          | 681,485.18 |   |   |
| A1-28                                       | A1-29 |    | N 00°00'00" E    | 4.61      | A1-29 | 2,265,107.25          | 681,485.18 |   |   |
| A1-29                                       | A1-30 |    | N 04°07'52.48" E | 5.63      | A1-30 | 2,265,112.86          | 681,485.59 |   |   |
| A1-30                                       | A1-31 |    | N 00°18'38.03" E | 1.37      | A1-31 | 2,265,114.24          | 681,485.59 |   |   |
| A1-31                                       | A1-1  |    | S 87°21'22.82" E | 1.36      | A1-1  | 2,265,114.17          | 681,486.95 |   |   |
| SUPERFICIE = 107.41 m2                      |       |    |                  |           |       |                       |            |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 2 |       |    |                  |           |       |                       |            |   |   |
|---------------------------------------------|-------|----|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|---|---|
| LADO                                        | EST   | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            | V | X |
|                                             |       |    |                  |           |       | Y                     | X          |   |   |
| A2-1                                        | A2-2  |    | N 77°32'16.45" E | 5.51      | A2-2  | 2,265,057.88          | 681,500.78 |   |   |
| A2-2                                        | A2-3  |    | N 37°50'43.59" E | 0.33      | A2-3  | 2,265,059.33          | 681,506.36 |   |   |
| A2-3                                        | A2-4  |    | N 57°49'50.24" W | 2.28      | A2-4  | 2,265,060.55          | 681,506.25 |   |   |
| A2-4                                        | A2-5  |    | N 80°37'27.94" E | 5.38      | A2-5  | 2,265,061.38          | 681,513.55 |   |   |
| A2-5                                        | A2-6  |    | S 36°14'43.30" E | 11.15     | A2-6  | 2,265,052.39          | 681,520.15 |   |   |
| A2-6                                        | A2-7  |    | S 14°10'51.17" W | 5.59      | A2-7  | 2,265,046.98          | 681,518.78 |   |   |
| A2-7                                        | A2-8  |    | N 89°32'53.90" W | 19.33     | A2-8  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |   |   |
| A2-8                                        | A2-9  |    | N 04°48'54.07" E | 5.36      | A2-9  | 2,265,052.47          | 681,499.90 |   |   |
| A2-9                                        | A2-10 |    | N 09°13'20.99" E | 2.74      | A2-10 | 2,265,055.18          | 681,500.34 |   |   |
| A2-10                                       | A2-1  |    | N 09°13'20.99" E | 2.74      | A2-1  | 2,265,057.88          | 681,500.78 |   |   |
| SUPERFICIE = 231.56 m2                      |       |    |                  |           |       |                       |            |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 3 |       |    |                  |           |       |                       |            |   |   |
|---------------------------------------------|-------|----|------------------|-----------|-------|-----------------------|------------|---|---|
| LADO                                        | EST   | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V     | C O O R D E N A D A S |            | V | X |
|                                             |       |    |                  |           |       | Y                     | X          |   |   |
| A3-1                                        | A3-2  |    | S 89°32'53.90" E | 19.33     | A3-2  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |   |   |
| A3-2                                        | A3-3  |    | S 14°10'51.17" W | 16.76     | A3-3  | 2,265,030.73          | 681,514.68 |   |   |
| A3-3                                        | A3-4  |    | S 32°49'50.58" E | 10.63     | A3-4  | 2,265,021.80          | 681,520.44 |   |   |
| A3-4                                        | A3-5  |    | S 57°10'09.42" W | 16.89     | A3-5  | 2,265,012.64          | 681,506.25 |   |   |
| A3-5                                        | A3-6  |    | N 35°31'41.06" W | 4.17      | A3-6  | 2,265,016.04          | 681,503.82 |   |   |
| A3-6                                        | A3-7  |    | N 15°02'20.18" W | 7.06      | A3-7  | 2,265,022.85          | 681,501.98 |   |   |
| A3-7                                        | A3-8  |    | N 09°49'09.53" W | 3.61      | A3-8  | 2,265,026.41          | 681,501.37 |   |   |
| A3-8                                        | A3-9  |    | N 21°05'08.09" W | 1.95      | A3-9  | 2,265,028.23          | 681,500.67 |   |   |
| A3-9                                        | A3-10 |    | N 16°48'56.34" W | 6.23      | A3-10 | 2,265,034.19          | 681,498.87 |   |   |
| A3-10                                       | A3-11 |    | N 00°55'21.98" W | 4.60      | A3-11 | 2,265,038.79          | 681,498.80 |   |   |
| A3-11                                       | A3-12 |    | N 04°01'13.38" E | 3.22      | A3-12 | 2,265,042.01          | 681,499.02 |   |   |
| A3-12                                       | A3-1  |    | N 04°48'54.07" E | 5.14      | A3-1  | 2,265,047.13          | 681,499.45 |   |   |
| SUPERFICIE = 521.64 m2                      |       |    |                  |           |       |                       |            |   |   |

| CUADRO DE CONSTRUCCION AREA DE AFECTACION 4 |      |    |                  |           |      |                       |            |   |   |
|---------------------------------------------|------|----|------------------|-----------|------|-----------------------|------------|---|---|
| LADO                                        | EST  | PV | RUMBO            | DISTANCIA | V    | C O O R D E N A D A S |            | V | X |
|                                             |      |    |                  |           |      | Y                     | X          |   |   |
| A4-1                                        | A4-2 |    | N 57°10'09.42" E | 16.89     | A4-2 | 2,265,012.64          | 681,506.25 |   |   |
| A4-2                                        | A4-3 |    | S 32°49'50.58" E | 4.22      | A4-3 | 2,265,018.26          | 681,522.73 |   |   |
| A4-3                                        | A4-4 |    | S 32°49'50.58" E | 7.54      | A4-4 | 2,265,011.92          | 681,528.81 |   |   |
| A4-4                                        | A4-5 |    | S 32°49'50.58" E | 7.31      | A4-5 | 2,265,005.78          | 681,530.77 |   |   |
| A4-5                                        | A4-6 |    | S 58°19'24.77" W | 15.40     | A4-6 | 2,264,997.02          | 681,518.11 |   |   |
| A4-6                                        | A4-7 |    | N 40°11'43.27" W | 7.12      | A4-7 | 2,265,002.46          | 681,513.52 |   |   |
| A4-7                                        | A4-1 |    | N 35°31'41.06" W | 12.51     | A4-1 | 2,265,012.64          | 681,506.25 |   |   |
| SUPERFICIE = 215.44 m2                      |      |    |                  |           |      |                       |            |   |   |



LOCALIZACIÓN DEL SITIO

- LINEA DE LDV
- PUNTO DE VOLCADURA
- LINEAS EN OPERACION (DUCTOS)
- 2205.00
- CURVA DE NIVEL MAESTRA A CADA 1.00m
- CURVA DE NIVEL ORDINARIA A CADA 0.20m
- VERTICE DE INTERSECCION
- POSTE PEMEX
- ZONA DE EVALUACION
- SONDEO DE LOCALIZACION
- PUNTO DE MUESTREO
- LINEA DE ISOCONCENTRACIÓN HFMS1200 mg/kg

SIMBOLOGIA

COORDENADAS DE INICIO DE LA ESTACION BASE LIGADA A LA RED GEODESICA NACIONAL ACTIVA DEL INEGI.  
NORTE GEOGRAFICO  
DATUM WGS84  
ELIPSOIDE DE REFERENCIA GRS 80  
CUADRICULA A CADA 50.00 mts.  
ZONA UTM 14

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

NOTAS

ÁREA DE AFECTACIÓN POR HFV PARCELA A3 0.40 m

DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE AUTOTANQUE EN KM. 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA – VERACRUZ TRAMO TIHUATLAN – EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE



## Ubicación de la Parcela Agrícola Afectada por Derrame de Diesel.





**Sondeos iniciales dentro de la Parcela Agrícola y del Cauce del Arroyo afectados por Derrame de Diesel.**





**Toma de Muestras con Laboratorio Acreditado ante EMA y Profepa  
Ubicación de Puntos de Muestreo Dentro y Fuera del Área Afectada por  
Derrame de Diesel.**





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

**Toma de Muestras de Suelo Utilizando la Herramienta Manual «Hand Auger».**





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

**Toma de Muestras de Suelo Utilizando la Herramienta Manual «Hand Auger».**





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

**Toma de Muestras de Suelo en frascos de cristal de boca ancha y tapa de teflón.**





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

**Registro de datos de las Muestras de Suelo y disposición de los frascos de cristal en hielera.**





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

**Lavado de Herramientas con Jabón Biodegradable y enjuagado con agua limpia.**









## **PLAN DE MUESTREO**

### **DE SEGUIMIENTO**

**“Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio”**

**DE SUELO POR DERRAME DE DIESEL POR  
VOLCADURA DE UN AUTOTANQUE EN EL KM  
183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA-VERACRUZ,  
TRAMO TIHUATLÁN-EL PALMAR, MUNICIPIO DE  
PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ**

## PLAN DE MUESTREO DE SEGUIMIENTO

DE SUELO POR DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE UN AUTOTANQUE EN  
EL KM 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA-VERACRUZ, TRAMO TIHUATLÁN-EL  
PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ

|                                |                                                                                                           |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Elaborado por:                 | <div></div><br>Consultoría Ambiental, Estudios y Proyectos<br>S.A. de C.V.                                |
| Firma del Responsable Técnico: | NOMBRE DE LA PERSONA<br>FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO<br>PRIMERO DE LA LGTAIP Y 113<br>FRACCIÓN I DE LA LFTAIP |
| Lugar de Elaboración:          | Ciudad de México                                                                                          |
| Fecha:                         | Se establecerá una vez que se tenga la<br>autorización para la remediación del sitio                      |

## 1.- Antecedentes

El tratamiento de “Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado”, que se realizará para el saneamiento de 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Media, ocasionado por el derrame de diésel consistirá en instalar una celda para el tratamiento del suelo para lo que, se hace necesario realizar pruebas periódicamente a fin de verificar el avance en la degradación del contaminante por causa del tratamiento.

De acuerdo al cronograma de actividades, se estima que durante los primeros 15 días se realizará la construcción de la celda de tratamiento, la extracción y el acarreo del suelo contaminado a la celda construida para el tratamiento.

Con base en lo anterior, se considera que será hasta el día 15 cuando se realizará la primera toma de muestras en la celda, y después se realizarán con una periodicidad de 15 días.

Sera a partir de ese momento que se inicie la toma de muestras para dar seguimiento al tratamiento del suelo contaminado a través de la técnica de “Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio”, y será en función de los resultados como se identificará si es necesario hacer los ajustes que se requieran para el tratamiento.

## 2.- Objetivo.

Realizar el seguimiento del saneamiento a través del análisis de muestras del suelo tratado, para evaluar la eficiencia del proceso, a fin de verificar si los resultados son los esperados o para realizar los ajustes necesarios para corregir y mejorar los trabajos de restauración del suelo contaminado.

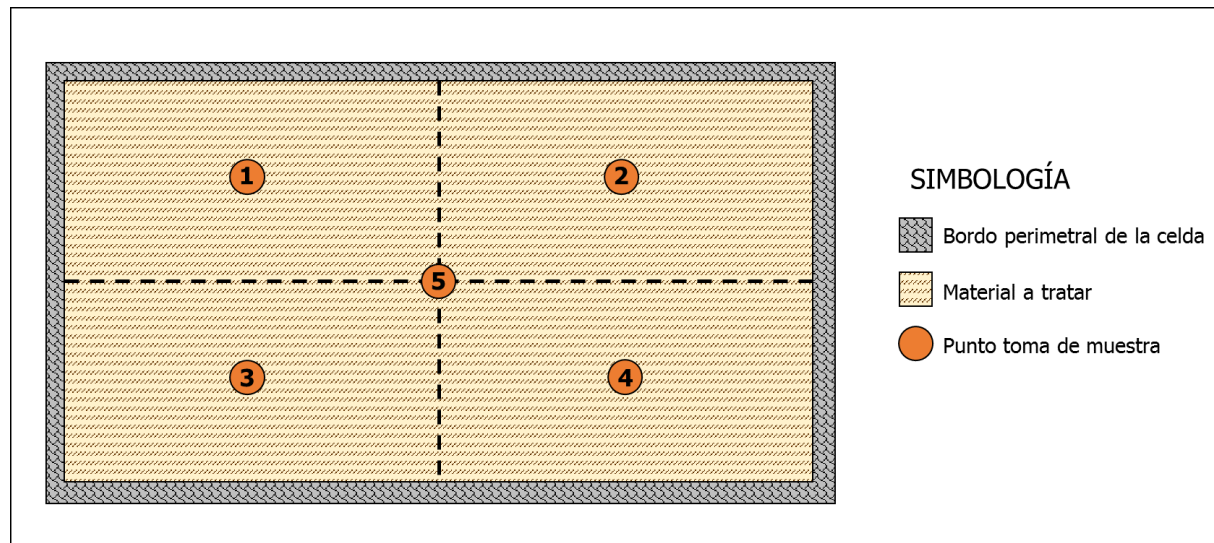
Realizar la toma de muestras de suelo para determinar Hidrocarburos Fracción Media, con base en lo establecido en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

Las muestras serán analizadas con el Equipo de Campo PetroFlag®, la cual es una unidad portátil ligera y robusta. Se maneja a través de un menú para facilitar su uso y utiliza un sistema de memoria EEPROM. El analizador incorpora quince factores de respuesta

dependiendo del contaminante de interés. Los factores de respuesta se correlacionan con combustibles que van desde gasolinas ligeras hasta petróleo crudo pesado. Los resultados se muestran en ppm en una pantalla LCD. El sistema lineal del sistema PetroFlag® es de 20–1,000 PPM para la mayoría de los hidrocarburos.

### 3.- Procedimiento de Muestreo

El tipo de Muestreo a realizar será Selectivo (Dirigido) Representativo, ya que se han seleccionado puntos representativos en la celda.



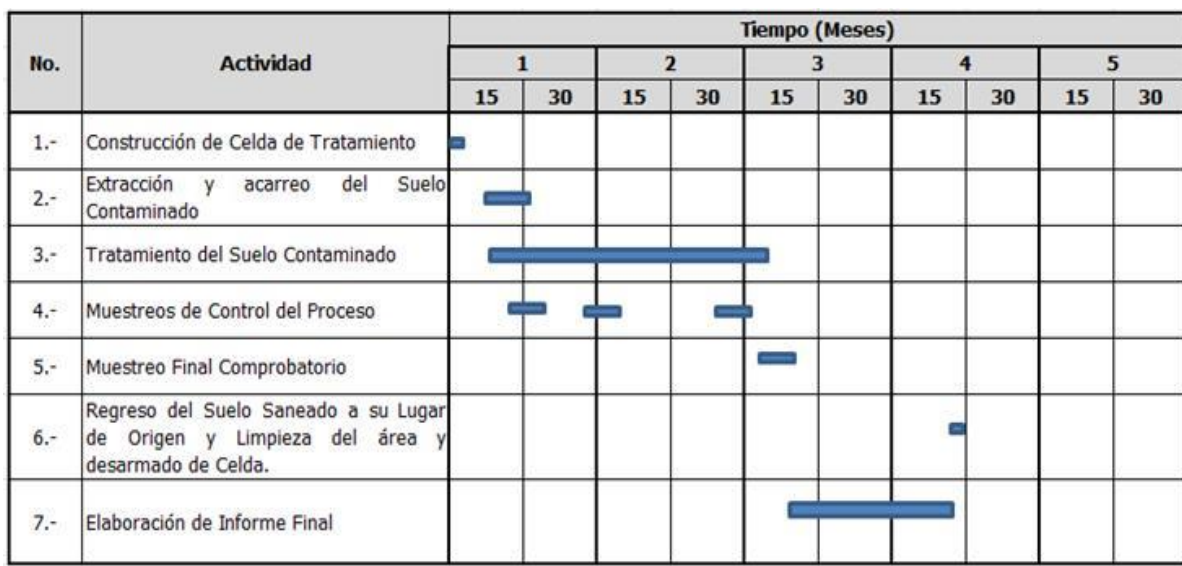
**Figura 1.-** División de la celda de tratamiento para la toma de muestras puntuales para el control de seguimiento.

En cada periodo de seguimiento, los cuales se realizarán cada 15 días, se seleccionarán 5 puntos de muestreo dentro de la celda, de los cuales se colectará 1 muestra a 1.00 m de profundidad para determinar Hidrocarburos Fracción Media.



#### 4.- Volumen de Obra

Como se mencionó anteriormente, el inicio de toma de muestras para el seguimiento del tratamiento se dará a partir del día 15 y dado que se reportó que el contaminante que es un Hidrocarburo Fracción Media, se estima que el tratamiento se podrá lograr en los siguientes 65 días o antes dependiendo las condiciones. Por lo que se proyecta realizar 3 muestreos de seguimiento, de acuerdo al programa que se establece en la *Figura 2*.



**Figura 2.-** Programa de Muestreo de Evaluación de Tratamiento.

De tal forma, el volumen de obra del Muestreo de Seguimiento corresponderá a lo marcado en la *Tabla 1*.

**Tabla 1.-** Relación de muestras a tomar para el Programa de Muestreo de Seguimiento.

| Periodo               | Profundidad | Celda de tratamiento | Total de muestras |
|-----------------------|-------------|----------------------|-------------------|
| Inicio de tratamiento | 1.00 m      | 1                    | 5                 |
| Día 15                | 1.00 m      | 1                    | 5                 |
| Día 30                | 1.00 m      | 1                    | 5                 |
| Día 45                | 1.00 m      | 1                    | 5                 |

De los resultados que se obtengan durante los muestreos, se determinará si se disminuye o aumenta el tiempo de tratamiento, lo cual disminuirá o incrementará el número de muestreos de seguimiento hasta obtener valores que indiquen que el suelo o está ya saneado libre de hidrocarburos o sus valores estarán ya por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de Suelo Agrícola y Forestal.

El análisis de los resultados del muestreo de seguimiento, indicarán si el proceso está operando adecuadamente para degradar los hidrocarburos, o se tienen que hacer ajustes en la forma de operar el sistema.

### **5.- Parámetros a Analizar**

Los parámetros a analizar en muestras de suelo, considerando los contaminantes identificados en el Estudio de Caracterización y con base a lo establecido en la Norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, serán Hidrocarburos Totales del Petróleo Fracción Media.

### **6.- Equipo para toma de Muestras**

Para realizar la perforación del suelo, se utilizará el equipo conocido como “Hand Auger”, con el cual también se tomará la muestra de suelo.

Al terminar la perforación y toma de muestras en cada zona de muestreo, el equipo de perforación Hand Auger será lavado utilizando cepillo, jabón neutro biodegradable y agua limpia.

### **7.- Análisis de Muestras.**

Debido a que es un muestreo de seguimiento, el personal responsable de los trabajos tomará las muestras y las analizará con el equipo PetroFlag®.

Una vez que en el último muestreo realizado se obtengan resultados que indique que ya se ha logrado alcanzar valores por debajo de los LMP establecidos en la NOM-138, se tomará 1 muestra por cada zona y se enviará a un laboratorio para el análisis de HFM, HAP's, pH y

humedad; y así corroborar que los resultados de los análisis de campo demuestran que se ha alcanzado la meta de saneamiento; antes de solicitar el muestreo final comprobatorio.

El personal elaborará el registro de las muestras tomadas en las “Cadenas de Custodia”, donde se anotarán todos los datos correspondientes, tales como nombre de la empresa y responsable del muestreo, ubicación del sitio, clave de identificación de la muestra, hora de la toma, ubicación del punto de muestreo con coordenadas, parámetros a analizar, responsable de la toma de las muestras.

#### **8.- Tiempo Estimado de los Trabajos.**

El tiempo de realización de los trabajos en campo para la toma de muestras de suelo, será de 2 horas para suelo y de lecturas de COV's.

#### **9.- Fecha Propuesta de Muestreo.**

Se establecerán una vez que se inicien los trabajos, pero se cuidara cumplir con la periodicidad propuesta.

# **PLAN DE MUESTREO FINAL**

## **COMPROBATORIO**

**“Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio”**

**DE SUELO POR DERRAME DE DIESEL POR  
VOLCADURA DE UN AUTOTANQUE EN EL KM  
183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA-VERACRUZ,  
TRAMO TIHUATLÁN-EL PALMAR, MUNICIPIO DE  
PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ**

---

Consultoría Ambiental  
Estudios y Proyectos



**PLAN DE MUESTREO FINAL COMPROBATORIO**

**DE SUELO POR DERRAME DE DIESEL POR VOLCADURA DE UN AUTOTANQUE EN EL KM 183+500 DE LA AUTOPISTA POZA RICA-VERACRUZ, TRAMO TIHUATLÁN-EL PALMAR, MUNICIPIO DE PAPANTLA, ESTADO DE VERACRUZ**

|                                       |                                                                                                                         |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Elaborado por:</b>                 | <div></div><br>Consultoría Ambiental, Estudios y Proyectos<br>S.A. de C.V.                                              |
| <b>Firma del Responsable Técnico:</b> | <b>NOMBRE DE LA PERSONA<br/>FÍSICA, ART. 116 PÁRRAFO<br/>PRIMERO DE LA LGTAIP Y<br/>113 FRACCIÓN I DE LA<br/>LFTAIP</b> |
| <b>Lugar de Elaboración:</b>          | Ciudad de México                                                                                                        |
| <b>Fecha propuesta para MFC:</b>      | Se establecerá una vez que se tenga la<br>autorización para la remediación del sitio                                    |

## 1.- Antecedentes

A consecuencia del siniestro ocurrido en el km 183+500 de la autopista Poza Rica-Veracruz, tramo Tihuatlán-El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz, en el que un autotank derramó diésel y que a consecuencia de este derrame se generaron 528.92 m<sup>3</sup> de suelo contaminado con Hidrocarburos Fracción Media.

Con base en lo anterior, se realizarán los trabajos para el saneamiento, donde la técnica de remediación propuesta es “Biorremediación por Biopilas a un lado del sitio contaminado” cuyo objetivo es disminuir o eliminar la concentración de hidrocarburos presentes en el subsuelo, y que básicamente consiste en extraer el suelo contaminado y colocarlo en una celda previamente diseñada y construida, al cual se adiciona una solución acuosa de nutrientes para estimular el metabolismo y la velocidad de crecimiento de los microorganismos endógenos, acelerando las tasas de biodegradación, dando lugar a la eliminación del hidrocarburo contaminante.

Las pruebas de control realizadas, ayudarán a verificar que a través del tratamiento se está degradando el nivel de contaminación generado por Hidrocarburos Fracción Media (contaminante detectado en el Estudio de Caracterización), hasta que las concentraciones de estos compuestos se encuentren por debajo de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la Norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 para uso de suelo agrícola y forestal, por lo que se considera se ha logrado el objetivo de los trabajos de saneamiento.

De acuerdo en lo anterior, es que se propone realizar un Muestreo Final Comprobatorio, a fin de que de forma oficial se demuestre a la autoridad ambiental que se ha saneado el área afectada de acuerdo a lo establecido en la Norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

**2.- Objetivo.**

Realizar la toma de muestras de suelo en el área tratada para determinar Hidrocarburos Fracción Media, a fin de identificar si se tiene concentraciones por debajo de los “Límites Máximos Permisibles” establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

**3.- Procedimiento de Muestreo**

El tipo de Muestreo a realizar será Selectivo (Dirigido) Representativo, ya que se han seleccionado puntos representativos del sitio.

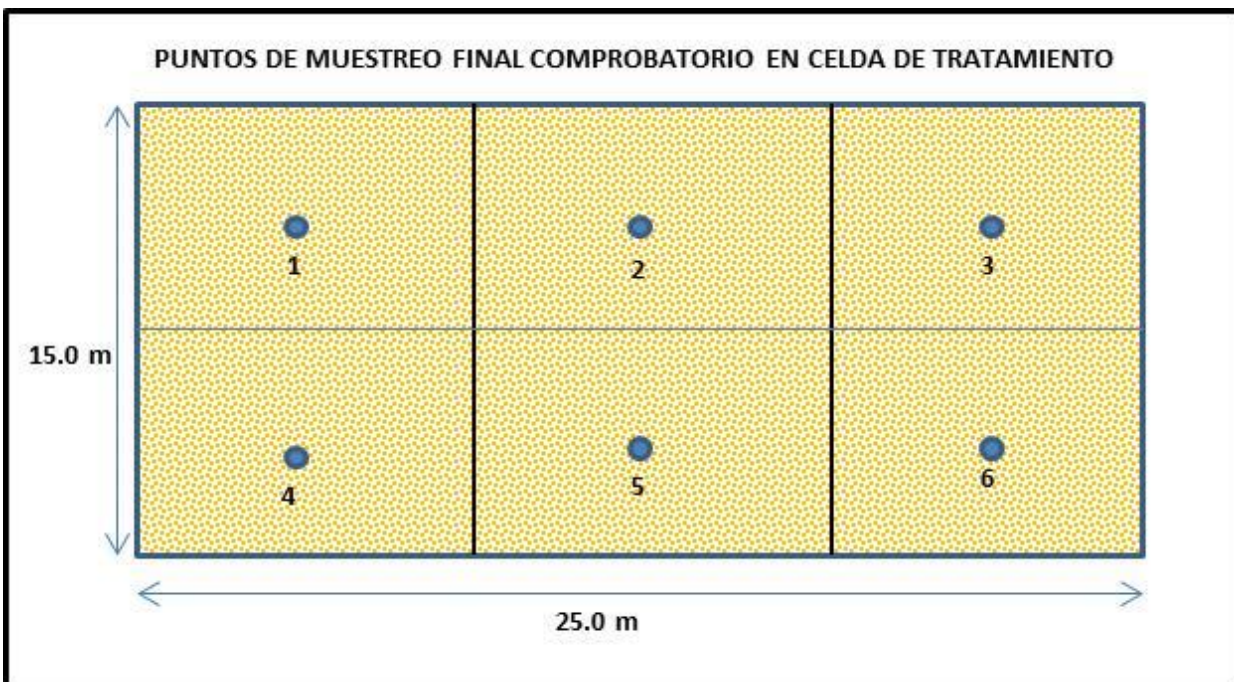
Sin embargo y a petición de la autoridad, el muestreo también podrá ser aleatorio a fin de verificar que toda el área ha sido tratada y saneada.

**4.- Volumen de Obra**

Para el muestreo final, se propone que la celda sea dividida en 6 secciones y al centro de cada sección se ubique el punto de muestreo y se tomen 2 muestras a la profundidad de 0.60 m y 1.30 m del espesor que ocupa el material dentro de la celda. De igual manera se propone tomar 2 muestras en el talud del cerro, 3 muestras en el cauce del arroyo, 4 muestras en el piso del área excavada y 4 muestras en los muros del área excavada. El total de muestras a tomar será de 25 muestras. Adicionalmente se tomarán 2 duplicados. En total se tomarán 27 muestras dentro de la celda de tratamiento y en las zonas excavadas.

|                            |             |
|----------------------------|-------------|
| En Celda:                  | 12 muestras |
| En el Talud del Cerro      | 2 muestras  |
| En el Cauce del Arroyo     | 3 muestras  |
| En Piso de Área Excavada:  | 4 muestras  |
| En Muros de Área Excavada: | 4 muestras  |
| Muestras Duplicadas        | 2 muestras  |
| Total Muestras             | 27 muestras |

En las siguientes figuras se muestra la distribución de los Puntos de Muestreo en las Celdas de tratamiento y en las áreas excavadas.



**Figura 1.** Puntos de muestreo en la celda de tratamiento para la toma de muestras finales



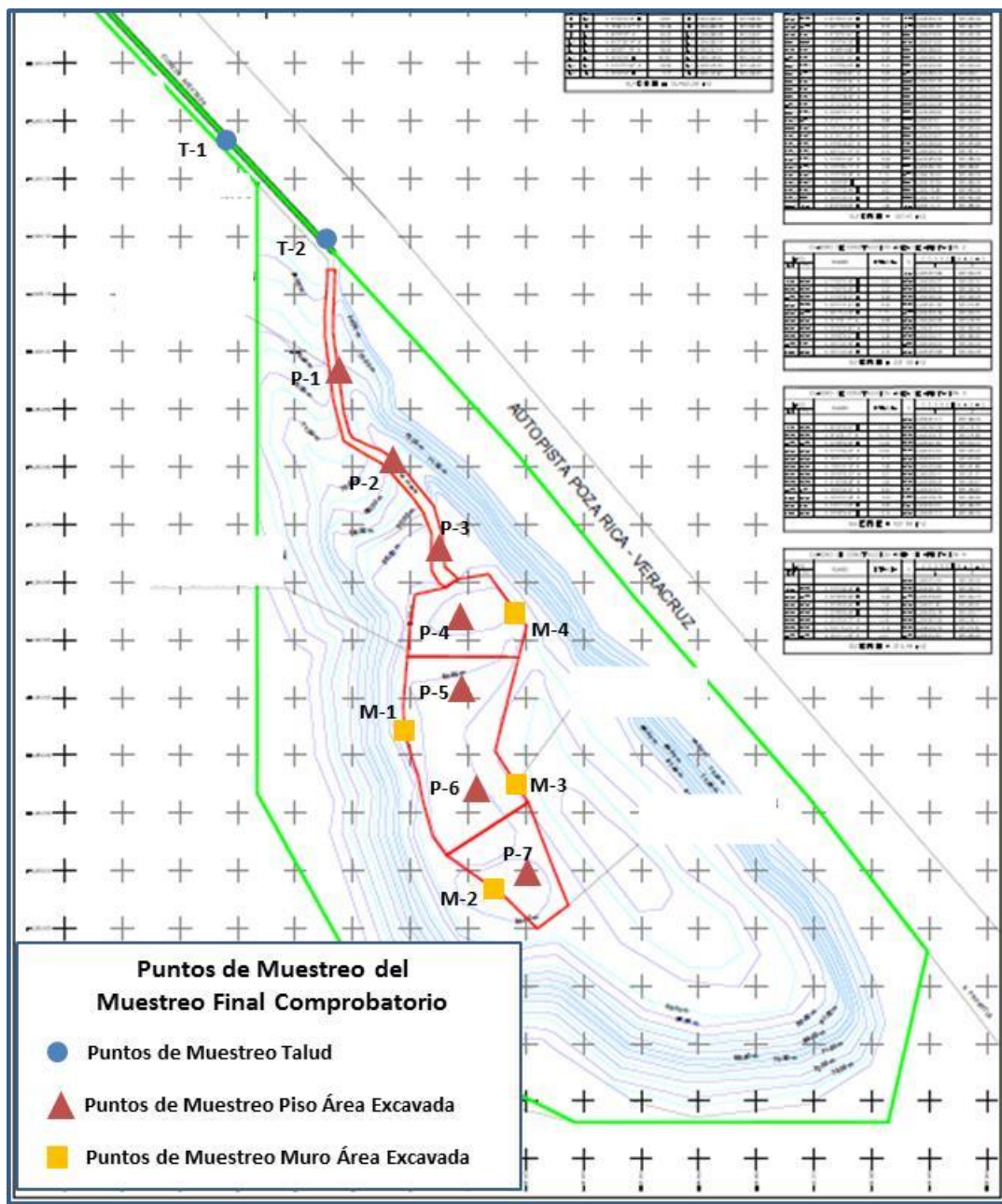


Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo en las áreas excavadas

## 5.- Parámetros a Analizar

Los parámetros a analizar considerando los contaminantes identificados en el Estudio de Caracterización y con base a lo establecido en la Norma NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, serán Hidrocarburos Totales del Petróleo Fracción Media.

El total de muestras a analizar será de 25 muestras simples más 2 muestras duplicadas (27 muestras totales). A todas ellas se les analizarán Hidrocarburos Totales del Petróleo Fracción Media, pH y humedad.

#### **6.- Equipo para toma de Muestras**

Para realizar la perforación del suelo, se utilizará el equipo conocido como “Hand Auger”, a través del cual también se tomará la muestra de suelo.

Al terminar la perforación y toma de muestras en cada pozo, el equipo de perforación Hand Auger será lavado utilizando cepillo, jabón neutro biodegradable y agua limpia.

#### **7.- Laboratorio para Toma de Muestras y Análisis.**

El muestreo y análisis se realizará mediante un laboratorio acreditado ante la EMA y la PROFEPA.

Las muestras de suelo serán simples y serán dispuestas en frascos de cristal limpios con tapa de teflón, se verificará que la muestra de suelo llene a tope el recipiente para colocar posteriormente la tapa. Los frascos serán etiquetados y sellados y posteriormente colocados en una hielera a 4°C hasta su entrega al laboratorio, el cual será en un tiempo menor a 8 horas posteriores a la terminación del muestreo.

El personal del laboratorio elaborará el registro de las muestras tomadas en las “Cadenas de Custodia”, donde se anotarán todos los datos correspondientes, tales como Nombre de la Empresa y Responsable del Muestreo, Ubicación del sitio, Clave de Identificación de la Muestra, Hora de la Toma, Ubicación del Punto de Muestreo en Coordenadas, Parámetros a Analizar, Responsable de la Toma de las Muestras.

La Cadena de Custodia, también deberá incluir la identificación de las personas que participan en las operaciones de entrega y recepción en cada una de las etapas de transporte, incluyendo fecha, hora y firma de los participantes

**8.- Tiempo Estimado de los Trabajos.**

El tiempo de realización de los trabajos en campo para la toma de muestras de suelo, será de 1 día hábil.

**9.- Fecha Propuesta de Muestreo.**

Se establecerán una vez que se inicien los trabajos, y se tenga la certeza de que se ha logrado el saneamiento del suelo contaminado.

**LABORATORIOS Y  
SUMINISTROS AMBIENTALES  
E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.**



# **CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.**

**ORIÓN # 44COL. PRADO CHURUBUSCO,  
CDMX**

**INFORME DE RESULTADOS DE  
MUESTRAS DE SUELO**

**TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO  
MARZO-2021**



**O.S.: 2103051-CAEPSA**





Toluca, Estado de México  
2021-Marzo-08

**CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS  
Y PROYECTOS S.A. DE C.V.**  
ORIÓN # 44 COL. PRADO CHURUBUSCO, CDMX

At'n [REDACTED]

**Asunto: INFORME DE RESULTADOS DE MUESTRAS DE SUELO**

En relación al muestreo practicado el día 02 de Marzo del presente año en el sitio identificado como: **Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán – El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz**, nos permitimos informarle lo siguiente:

Las muestras fueron analizadas por LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V., el cual cuenta con acreditación ante la Entidad Mexicana de Acreditación (E.M.A.) y aprobación ante la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA).

Los métodos de muestreo y análisis, están referenciados en la Normatividad Nacional, los cuales son indicados en los resultados del análisis.

De acuerdo con los análisis realizados se determina que algunas muestras analizadas con los parámetros: **Hidrocarburos Fracción Media EXCEDEN** los Límites Máximos Permisibles, mientras que los **Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos NO EXCEDEN** de acuerdo a los Límites Máximos Permisibles que establece la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012.

El presente informe está integrado por resultados del estudio, cromatogramas, cadena de custodia, acreditación ante la E.M.A., aprobación ante PROFEPA, además cuenta con holograma de seguridad, sello de relieve y código QR.

Agradecemos su interés en nuestros servicios y esperamos poder atenderle en futuras ocasiones.

Atentamente.

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

[REDACTED]

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización por escrito de LABSA SA de CV



## Hidrocarburos en Suelos

Con relación a los Hidrocarburos en suelo analizados para la Fracción Media y los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos, bajo los métodos NMX-AA-145-SCFI-2008 y NMX-AA-146-SCFI-2008, Bajo los criterios de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 respectivamente, presentamos a continuación los valores obtenidos:

| Identificación de la Muestra | Resultado Hidrocarburos en Suelos (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles |                                                |              |
|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                                           |                   | Fracción (pm)                | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| M1 0.35                      | 6700.00                                   | 967.949           | Media (C10-C28)<br>170-430°C | 1,200                                          | NO CUMPLE    |
| M1 0.5                       | 354.00                                    | 51.142            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M2 0.35                      | 7890.00                                   | 1139.868          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M2 0.5                       | 510.65                                    | 73.774            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M3 0.5                       | 8347.21                                   | 1205.921          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M3 0.65                      | 379.45                                    | 54.819            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M4 0.35                      | 9478.23                                   | 1369.320          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M4 0.5                       | 627.58                                    | 90.666            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M5 0.5                       | 4687.52                                   | 677.206           |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M5 0.65                      | 685.94                                    | 99.098            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M6 0.5                       | 7685.24                                   | 1110.287          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M6 0.65                      | 278.52                                    | 40.238            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M7 0.5                       | 8214.67                                   | 1186.773          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M7 0.50 Dup                  | 7954.68                                   | 1149.213          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M7 0.65                      | 412.87                                    | 59.647            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M8 0.5                       | 6201.58                                   | 895.942           |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M8 0.65                      | 397.20                                    | 57.383            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M9 0.4                       | 12468.21                                  | 1801.282          |                              |                                                | NO CUMPLE    |

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización por escrito de LABSA SA de CV





| Identificación de la Muestra | Resultado Hidrocarburos en Suelos (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles |                                                |              |
|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                                           |                   | Fracción (pm)                | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| M9 0.55                      | 746.85                                    | 107.897           | Media (C10-C28) 170-430°C    | 1,200                                          | CUMPLE       |
| M10 0.4                      | 15347.54                                  | 2217.259          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M10 0.55                     | 824.51                                    | 119.117           |                              |                                                | CUMPLE       |
| M10 0.55 Dup                 | 788.65                                    | 113.936           |                              |                                                | CUMPLE       |
| M11 0.2                      | 7412.52                                   | 1070.887          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M11 0.4                      | 352.34                                    | 50.903            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M11 0.40 Dup                 | 296.45                                    | 42.828            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M12 0.2                      | 9384.29                                   | 1355.748          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M12 0.4                      | 641.56                                    | 92.686            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M13 0.2                      | 5241.37                                   | 757.221           |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M13 0.4                      | 412.57                                    | 59.604            |                              |                                                | CUMPLE       |
| M14 0.05                     | 2874.65                                   | 415.301           |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M15 0.05                     | 3218.75                                   | 465.013           |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M15 0.05 Dup                 | 2946.21                                   | 425.639           |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| M16 0.1                      | 14875.27                                  | 2149.030          |                              |                                                | NO CUMPLE    |
| L1 0.15                      | < L.C.                                    | -                 |                              |                                                | CUMPLE       |
| L1 0.15 Dup                  | < L.C.                                    | -                 |                              |                                                | CUMPLE       |
| L2 0.15                      | 40.58                                     | 5.863             |                              |                                                | CUMPLE       |
| L3 0.15                      | < L.C.                                    | -                 |                              |                                                | CUMPLE       |
| L4 0.15                      | 28.74                                     | 4.152             |                              |                                                | CUMPLE       |
| L5 0.15                      | 39.87                                     | 5.760             |                              |                                                | CUMPLE       |
| L6 0.15                      | < L.C.                                    | -                 |                              |                                                | CUMPLE       |
| L7 0.15                      | < L.C.                                    | -                 |                              |                                                | CUMPLE       |

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización por escrito de LABSA SA de CV



| Identificación de la Muestra | Resultado Hidrocarburos en Suelos (mg/kg) | Incertidumbre ( $\pm$ ) | *Límites Máximos Permisibles |                                                |              |
|------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                                           |                         | Fracción (pm)                | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| L8 0.15                      | 57.84                                     | 8.356                   | Media (C10-C28)<br>170-430°C | 1,200                                          | CUMPLE       |
| L9 0.15                      | 47.84                                     | 6.911                   |                              |                                                | CUMPLE       |
| L10 0.15                     | 22.21                                     | 3.209                   |                              |                                                | CUMPLE       |
| L11 0.15                     | < L.C.                                    | -                       |                              |                                                | CUMPLE       |
| L12 0.15                     | < L.C.                                    | -                       |                              |                                                | CUMPLE       |
| L13 0.15                     | < L.C.                                    | -                       |                              |                                                | CUMPLE       |
| L14 0.15                     | < L.C.                                    | -                       |                              |                                                | CUMPLE       |

\*Límites Máximos Permisibles con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

# LABSA





## Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos

A continuación se presenta la tabla comparativa de estos parámetros:

| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                   | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| M1 0.35                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M1 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M2 0.35                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M2 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M3 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M3 0.65                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización por escrito de LABSA SA de CV



| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                   | Agrícola, Forestal, Pecuaria y de Conservación | Cumplimiento |
| M4 0.35                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M4 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M5 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M5 0.65                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M6 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M6 0.65                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización por escrito de LABSA SA de CV





| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                   | Agrícola, Forestal, Pecuário y de Conservación | Cumplimiento |
| M7 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M7 0.50 Dup                  | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M7 0.65                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M8 0.5                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M8 0.65                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M9 0.4                       | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |



| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre ( $\pm$ ) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                         | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| M9 0.55                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M10 0.4                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M10 0.55                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M10 0.55 Dup                 | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M11 0.2                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M11 0.4                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |

Queda estrictamente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización por escrito de LABSA SA de CV





| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre ( $\pm$ ) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                         | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| M11 0.40 Dup                 | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M12 0.2                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M12 0.4                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M13 0.2                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M13 0.4                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
| M14 0.05                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                       | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                       | 2                                              | CUMPLE       |



| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                   | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| M15 0.05                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M15 0.05 Dup                 | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| M16 0.1                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L1 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L1 0.15 Dup                  | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L2 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |





| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                   | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| L3 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L4 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L5 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L6 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L7 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L8 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |



| Identificación de la Muestra | Parámetro                | Resultado (mg/kg) | Incertidumbre (±) | *Límites Máximos Permisibles                   |              |
|------------------------------|--------------------------|-------------------|-------------------|------------------------------------------------|--------------|
|                              |                          |                   |                   | Agrícola, Forestal, Pecuario y de Conservación | Cumplimiento |
| L9 0.15                      | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L10 0.15                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L11 0.15                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L12 0.15                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L13 0.15                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
| L14 0.15                     | Benzo (a) antraceno      | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (b) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (k) fluoranteno    | < L.C.            | -                 | 8                                              | CUMPLE       |
|                              | Benzo (a) pireno         | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Dibenzo (a,h) antraceno  | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |
|                              | Indeno (1,2,3-cd) pireno | < L.C.            | -                 | 2                                              | CUMPLE       |

\*Límites Máximos Permisibles con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012





ANEXO

# INFORME DE LABORATORIO

LABSA



## INFORME FINAL DE RESULTADOS DE PRUEBA

O.T. DE LABORATORIO: 121030044

### DATOS DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL: CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

DIRECCIÓN: ORIÓN # 44 COL. PRADO CHURUBUSCO, CDMX

### DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO: 2021-03-02

O.T. DE MUESTREO: 210030035

### DATOS DE LA(S) MUESTRA(S)

INFORMACIÓN DE LA(S) MUESTRA(S): Las muestras fueron entregadas a nuestro laboratorio el día 2021-03-03 por Emmanuel Flores Merced.

LAPSO DE ANÁLISIS: 2021-03-03 al 2021-03-06

FECHA DE INFORME: 2021-03-08

SITIO DE MUESTREO: Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |        |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M1 0.35                                             | I (±)  | M1 0.5     | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030675                                          |        | 2103030676 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.03                                                | -      | 7.24       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 6700.00                                             | 967.95 | 354.00     | 51.14 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 18.23                                               | 0.09   | 18.72      | 0.09  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

LABSA





| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M2 0.35                                             | I (±)   | M2 0.5     | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030677                                          |         | 2103030678 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.12                                                | -       | 7.32       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 7890.00                                             | 1139.87 | 510.65     | 73.77 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 20.09                                               | 0.10    | 25.08      | 0.12  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M3 0.5                                              | I (±)   | M3 0.65    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030679                                          |         | 2103030680 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.35                                                | -       | 7.24       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 8347.21                                             | 1205.92 | 379.45     | 54.82 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 21.43                                               | 0.10    | 21.00      | 0.10  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA



| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M4 0.35                                             | I (±)   | M4 0.5     | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030681                                          |         | 2103030682 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.27                                                | -       | 7.22       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 9478.23                                             | 1369.32 | 627.58     | 90.67 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 20.91                                               | 0.10    | 18.83      | 0.09  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |        |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M5 0.5                                              | I (±)  | M5 0.65    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030683                                          |        | 2103030684 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.26                                                | -      | 7.29       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 4687.52                                             | 677.21 | 685.94     | 99.10 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 21.55                                               | 0.10   | 24.03      | 0.12  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA





| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M6 0.5                                              | I (±)   | M6 0.65    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030685                                          |         | 2103030686 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.32                                                | -       | 7.32       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 7685.24                                             | 1110.29 | 278.52     | 40.24 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 16.55                                               | 0.08    | 21.60      | 0.10  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |             |         | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|-------------|---------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M7 0.5                                              | I (±)   | M7 0.50 Dup | I (±)   |                                         |           |
|                                         | 2103030687                                          |         | 2103030688  |         |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.24                                                | -       | 7.31        | -       | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 8214.67                                             | 1186.77 | 7954.68     | 1149.21 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 15.82                                               | 0.08    | 16.15       | 0.08    | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.      | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.      | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.      | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.      | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.      | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.      | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

**LABSA**



| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |        | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|--------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M7 0.65                                             | I (±) | M8 0.5     | I (±)  |                                         |           |
|                                         | 2103030689                                          |       | 2103030690 |        |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.28                                                | -     | 7.27       | -      | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 412.87                                              | 59.65 | 6201.58    | 895.94 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 21.57                                               | 0.10  | 21.24      | 0.10   | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |         | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|---------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M8 0.65                                             | I (±) | M9 0.4     | I (±)   |                                         |           |
|                                         | 2103030691                                          |       | 2103030692 |         |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.33                                                | -     | 7.29       | -       | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 397.20                                              | 57.38 | 12468.21   | 1801.28 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 25.83                                               | 0.12  | 23.37      | 0.11    | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA





| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |         | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|---------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M9 0.55                                             | I (±) | M10 0.4    | I (±)   |                                         |           |
|                                         | 2103030693                                          |       | 2103030694 |         |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.22                                                | -     | 7.19       | -       | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 746.85                                              | 3.21  | 15347.54   | 2217.26 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 21.50                                               | 0.08  | 18.96      | 0.09    | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |        |              |        | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------|--------------|--------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M10 0.55                                            | I (±)  | M10 0.55 Dup | I (±)  |                                         |           |
|                                         | 2103030695                                          |        | 2103030696   |        |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.30                                                | -      | 7.14         | -      | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 824.51                                              | 119.12 | 788.65       | 113.94 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 19.37                                               | 0.09   | 20.41        | 0.10   | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

**LABSA**



| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M11 0.2                                             | I (±)   | M11 0.4    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030697                                          |         | 2103030698 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.21                                                | -       | 7.26       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 7412.52                                             | 1070.89 | 352.34     | 50.90 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 20.00                                               | 0.10    | 18.86      | 0.09  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |         | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|---------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M11 0.40 Dup                                        | I (±) | M12 0.2    | I (±)   |                                         |           |
|                                         | 2103030699                                          |       | 2103030700 |         |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.11                                                | -     | 7.36       | -       | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 296.45                                              | 42.83 | 9384.29    | 1355.75 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 21.02                                               | 0.10  | 19.02      | 0.09    | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -       | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA





| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |        | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|--------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M12 0.4                                             | I (±) | M13 0.2    | I (±)  |                                         |           |
|                                         | 2103030701                                          |       | 2103030702 |        |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.28                                                | -     | 7.40       | -      | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 641.56                                              | 92.69 | 5241.37    | 757.22 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 20.36                                               | 0.10  | 16.98      | 0.08   | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |        | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|--------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M13 0.4                                             | I (±) | M14 0.05   | I (±)  |                                         |           |
|                                         | 2103030703                                          |       | 2103030704 |        |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.21                                                | -     | 7.14       | -      | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 412.57                                              | 59.60 | 2874.65    | 415.30 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 17.66                                               | 0.09  | 11.57      | 0.06   | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd]]Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA



| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |        |              |        | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------|--------------|--------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M15 0.05                                            | I (±)  | M15 0.05 Dup | I (±)  |                                         |           |
|                                         | 2103030705                                          |        | 2103030706   |        |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.14                                                | -      | 7.13         | -      | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 3218.75                                             | 465.01 | 2946.21      | 425.64 | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 9.04                                                | 0.04   | 15.57        | 0.08   | ANEXO A5-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -      | < L.C.       | -      | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |         |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | M16 0.1                                             | I (±)   | L1 0.15    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030707                                          |         | 2103030708 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.01                                                | -       | 7.15       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 14875.27                                            | 2149.03 | < L.C.     | -     | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 27.85                                               | 0.13    | 21.14      | 0.10  | ANEXO A5-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -       | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA





| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L1 0.15 Dup                                         | I (±) | L2 0.15    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030709                                          |       | 2103030710 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.24                                                | -     | 7.21       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | < L.C.                                              | -     | 40.58      | 5.86  | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 15.93                                               | 0.08  | 18.32      | 0.09  | ANEXO A5-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L3 0.15                                             | I (±) | L4 0.15    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030711                                          |       | 2103030712 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.16                                                | -     | 7.23       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | < L.C.                                              | -     | 28.74      | 4.15  | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 16.95                                               | 0.08  | 14.96      | 0.07  | ANEXO A5-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA



| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L5 0.15                                             | I (±) | L6 0.15    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030713                                          |       | 2103030714 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.26                                                | -     | 7.34       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 39.87                                               | 5.76  | < L.C.     | -     | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 17.07                                               | 0.08  | 16.65      | 0.08  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L7 0.15                                             | I (±) | L8 0.15    | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030715                                          |       | 2103030716 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.16                                                | -     | 7.29       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | < L.C.                                              | -     | 57.84      | 8.36  | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 20.42                                               | 0.10  | 24.74      | 0.12  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA





| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L9 0.15                                             | I (±) | L10 0.15   | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030717                                          |       | 2103030718 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.26                                                | -     | 7.25       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | 47.84                                               | 6.91  | 22.21      | 3.21  | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 19.18                                               | 0.09  | 17.36      | 0.08  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L11 0.15                                            | I (±) | L12 0.15   | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030719                                          |       | 2103030720 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.07                                                | -     | 7.18       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 15.09                                               | 0.07  | 12.98      | 0.06  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd])Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

# LABSA



| PARÁMETRO(S)                            | IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA(S) / CÓDIGO DE MUESTRA(S) |       |            |       | MÉTODO DE REFERENCIA                    | REALIZADO |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------|------------|-------|-----------------------------------------|-----------|
|                                         | L13 0.15                                            | I (±) | L14 0.15   | I (±) |                                         |           |
|                                         | 2103030721                                          |       | 2103030722 |       |                                         |           |
| pH (UpH)                                | 7.18                                                | -     | 7.21       | -     | 9045D pH 2004                           | JGM/JMC   |
| HFM (mg/Kg)                             | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-145-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| Humedad (%)                             | 18.64                                               | 0.09  | 19.14      | 0.09  | ANEXO AS-05 DE LA NOM-021-SEMARNAT-2000 | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Antraceno) (mg/Kg)     | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [b] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [k] Fluoranteno) (mg/Kg)   | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Benzo [a] Pireno) (mg/Kg)        | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Dibenzo [a,h] Antraceno) (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |
| HAP's (Indeno [1,2,3-cd]]Pireno (mg/Kg) | < L.C.                                              | -     | < L.C.     | -     | NMX-AA-146-SCFI-2008                    | JGM/JMC   |

L.C.= Límite de Cuantificación

I (±)= Incertidumbre, en esta columna se reporta el intervalo de confianza al valor verdadero del mensurado

| OBSERVACIONES |                                                                                                                                                                                                                          |                      |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PARÁMETRO(S)  | LÍMITE DE CUANTIFICACIÓN O MÍNIMO A CUANTIFICAR*                                                                                                                                                                         | NORMA                | LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (L.M.P.)                                                                                                                                                                                                                          |
| HFM           | 5.5430 mg/kg                                                                                                                                                                                                             | NMX-AA-145-SCFI-2008 | *Agrícola Forestal Pecuario y de Conservación: 1200 mg/kg.                                                                                                                                                                                                 |
| HAP'S         | Benzo [a] Antraceno: 0.33 mg/Kg<br>Benzo [b] Fluoranteno: 0.33 mg/Kg<br>Benzo [k] Fluoranteno: 0.33 mg/Kg<br>Benzo [a] Pireno: 0.33 mg/Kg<br>Dibenzo [a,h] Antraceno: 0.33 mg/Kg<br>Indeno [1,2,3-cd] Pireno: 0.33 mg/Kg | NMX-AA-146-SCFI-2008 | Agrícola Forestal Pecuario y de Conservación:<br>• Benzo[a]pireno: 2mg/Kg.<br>• Dibenzo [a, h]antraceno: 2mg/Kg.<br>• Benzo[a]antraceno: 2mg/Kg.<br>• Benzo[b]fluoranteno: 2mg/Kg.<br>• Benzo[k]fluoranteno: 8mg/Kg.<br>• Indeno (1,2,3-cd)pireno: 2mg/Kg. |

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





# LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V. CADENA DE CUSTODIA



Gabino Vázquez 144, San Pedro  
Totoltepec, Toluca, Estado de  
México, C.P. 50200  
Tel: (722) 273 1275  
Email: contacto@labsa.mx  
www.labsa.mx

O.T. Lab.: 121030044

Identificación: FR-SGC-19.01

Revisión: 7

Fecha de última revisión: 2019-09-03

Inicio de Vigencia: 2013-01-01

|                   |                                                         |
|-------------------|---------------------------------------------------------|
| Datos del Cliente |                                                         |
| Razón Social:     | CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V. |
| Dirección:        | ORIÓN # 44 COL. PRADO CHURUBUSCO, CDMX                  |
| Giro:             | AMBIENTAL                                               |
| Atención:         | [Redacted]                                              |
| Tel/e-mail:       | [Redacted]                                              |

| Tipo de análisis Requerido |     |     |    |         |
|----------------------------|-----|-----|----|---------|
| No. de Contenedores        | HFM | HAP | pH | HUMEDAD |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |
| 4                          | X   | X   | X  | X       |





# LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V. CADENA DE CUSTODIA



Gabino Vázquez 144, San Pedro  
Totoltepec, Toluca, Estado de  
México, C.P. 50200  
Tel: (722) 273 1275  
Email: contacto@labsa.mx

O.T. Lab.: 121030044

Identificación: FR-SGC-19.01

Revisión: 7

Fecha de última revisión: 2019-09-03

Inicio de Vigencia: 2013-01-01

|                   |                                                         |
|-------------------|---------------------------------------------------------|
| Datos del Cliente |                                                         |
| Razón Social:     | CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V. |
| Dirección:        | ORIÓN # 44 COL. PRADO CHURUBUSCO, CDMX                  |
| Giro:             | AMBIENTAL                                               |
| Atención:         | [Redacted]                                              |
| Tel/e-mail:       | [Redacted]                                              |

Tipo de análisis Requerido

| Identificación de la muestra | Código de la muestra | Fecha de Muestreo | Hora de Muestreo | Matriz | No. de Contenedores | HFM | HAP | pH | HUMEDAD |
|------------------------------|----------------------|-------------------|------------------|--------|---------------------|-----|-----|----|---------|
| M10 0.55                     | 2103030695           | 2021-03-02        | 13:44            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M10 0.55 Dup                 | 0696                 | 2021-03-02        | 13:44            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M11 0.2                      | 0697                 | 2021-03-02        | 14:56            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M11 0.4                      | 0698                 | 2021-03-02        | 15:01            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M11 0.40 Dup                 | 0699                 | 2021-03-02        | 15:01            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M12 0.2                      | 0700                 | 2021-03-02        | 14:33            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M12 0.4                      | 0701                 | 2021-03-02        | 14:38            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M13 0.2                      | 0702                 | 2021-03-02        | 14:44            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M13 0.4                      | 0703                 | 2021-03-02        | 14:48            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M14 0.05                     | 0704                 | 2021-03-02        | 15:07            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M15 0.05                     | 0705                 | 2021-03-02        | 15:10            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M15 0.05 Dup                 | 0706                 | 2021-03-02        | 15:10            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| M16 0.1                      | 0707                 | 2021-03-02        | 15:15            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L1 0.15                      | 0708                 | 2021-03-02        | 14:16            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L1 0.15 Dup                  | 0709                 | 2021-03-02        | 14:16            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L2 0.15                      | 0710                 | 2021-03-02        | 14:11            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L3 0.15                      | 0711                 | 2021-03-02        | 14:08            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L4 0.15                      | 0712                 | 2021-03-02        | 14:02            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L5 0.15                      | 0713                 | 2021-03-02        | 13:56            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L6 0.15                      | 0714                 | 2021-03-02        | 13:50            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |

(V= Vidrio) (P=Plástico) (B=Bolsa) (G= Garrafón) (L=Liner) (Vi=Vial Ámbar) (VA= Vidrio Ámbar)

Tipo de Contenedor: V V V V

(h=horas) (d=días) (m=meses) (R=Refrigeración) (NA=No Aplica)

Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d 14 d 14 d

Conservador: NA NA NA NA

(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) Volumen de muestras: 250g 250g 250g 250g

|                     |                     |                            |                                                                                                                          |
|---------------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Entrega de Muestras | Entrega de Muestras | Entrega de Muestras        | Sito de Muestreo:                                                                                                        |
| Nombre y firma:     | Nombre y firma:     |                            | Km 183 + 500' de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz |
| Fecha:              | Fecha:              |                            |                                                                                                                          |
| Hora:               | Hora:               |                            |                                                                                                                          |
| Recibo de muestras  | Recibo de muestras  | Requerimientos especiales: | Nombre del laboratorio que recibe las muestras:                                                                          |
| Nombre y firma:     | Nombre y firma:     |                            | LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.                                                       |
| Fecha:              | Fecha:              |                            |                                                                                                                          |
| Hora:               | Hora:               |                            |                                                                                                                          |

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012  
Suelo Agrícola

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

Condiciones de preservación  
Temperatura 4°C (-/-, 2°C)

No. de Proyecto

210030035

Contacto de LABSA:

Ivonne Gabriel Paz

Contacto del cliente:

BIOL. JUAN CARLOS VARGAS MELLADO

Observaciones

□: HCL 1:1  
•: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
○: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 mol/L  
△: HNO<sub>3</sub>  
Concentrado  
#: K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> al 20%  
Φ: NaOH  
F: Formaldehído  
10%  
Ω: Ácido  
Suprapuro  
†: Disolución  
buffer(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y  
NH<sub>4</sub>OH)  
«: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1  
¢: HNO<sub>3</sub> 1:1

Tipo de muestra

Compuesta= C Simple= S

Preservación Cumple: Si X No

Etiquetado cumple: Si X No

Prioridad

Normal X

Urgente

Días

Página 2 de 3





# LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V. CADENA DE CUSTODIA



Gabino Vázquez 144, San Pedro  
Totoltepec, Toluca, Estado de  
México, C.P. 50200  
Tel: (722) 273 1275  
Email: contacto@labisa.mx

LABSA O.T. Lab.: 121030044

Identificación: FR-SGC-19.01

Revisión: 7

Fecha de última revisión: 2019-09-03

Inicio de Vigencia: 2013-01-01

**Datos del Cliente**

**Razón Social:** CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

**Dirección:** ORIÓN # 44 COL. PRADO CHURUBUSCO, CDMX

**Giro:** AMBIENTAL

**Atención:** [Redacted]

**Tel/e-mail:** [Redacted]

**Tipo de análisis Requerido**

| Identificación de la muestra | Código de la muestra | Fecha de Muestreo | Hora de Muestreo | Matriz | No. de Contenedores | HFM | HAP | pH | HUMEDAD |
|------------------------------|----------------------|-------------------|------------------|--------|---------------------|-----|-----|----|---------|
| L7 0.15                      | 2103030715           | 2021-03-02        | 13:52            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L8 0.15                      | 0716                 | 2021-03-02        | 13:54            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L9 0.15                      | 0717                 | 2021-03-02        | 14:00            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L10 0.15                     | 0718                 | 2021-03-02        | 14:06            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L11 0.15                     | 0719                 | 2021-03-02        | 14:19            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L12 0.15                     | 0720                 | 2021-03-02        | 14:23            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L13 0.15                     | 0721                 | 2021-03-02        | 14:26            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| L14 0.15                     | 0722                 | 2021-03-02        | 14:35            | Suelo  | 4                   | X   | X   | X  | X       |
| Blanco de campo              | 0723                 | 2021-03-02        | 15:25            | Suelo  | 1                   | X   | X   | X  | X       |
| Blanco de viaje              | 0724                 | 2021-03-02        | 15:25            | Suelo  | 1                   | X   | X   | X  | X       |

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

**No. de Proyecto**  
210030035

**Contacto de LABSA:**  
Ivonne Gabriel Paz

**Contacto del cliente:**  
BIOL. JUAN CARLOS VARGAS MELLADO

**Observaciones**

(V= Vidrio) (P=Plástico) (B=Bolsa) (G= Garrafón) (L=Liner) (VI=Vial Ámbar) (VA= Vidrio Ámbar) Tipo de Contenedor: V V V V

(h=horas) (d=días) (m=meses) (R=Refrigeración) (NA=No Aplica) Tiempo máximo de espera: 14 d 14 d 14 d 14 d

Conservador: NA NA NA NA

(L: Litro) (g: gramo) (Kg: Kilo gramo) Volumen de muestras: 250g 250g 250g 250g

□: HCL 1:1  
●: Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>  
○: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4 mol/L  
△: HNO<sub>3</sub>  
Concentrado  
●: K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> al 20%

Φ: NaOH  
F: Formaldehído  
10%  
Ω: Ácido  
Suprapuro  
†: Disolución

buffer(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y  
NH<sub>4</sub>OH)  
α: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1:1  
C: HNO<sub>3</sub> 1:1

| Entrega de Muestras | Entrega de Muestras | Entrega de Muestras                          | Sito de Muestreo:                                                                                                       |
|---------------------|---------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Nombre y firma:     | Nombre y firma:     |                                              | Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz |
| Fecha:              | Fecha:              |                                              |                                                                                                                         |
| Hora:               | Hora:               |                                              |                                                                                                                         |
| Recibo de muestras  | Recibo de muestras  | Requerimientos especiales:                   | Nombre del laboratorio que recibe las muestras:                                                                         |
| Nombre y firma:     | Nombre y firma:     | NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012<br>Suelo Agrícola | LABORATORIOS Y SUMINISTROS AMBIENTALES E INDUSTRIALES S.A. DE C.V.                                                      |
| Fecha:              | Fecha:              |                                              |                                                                                                                         |
| Hora:               | Hora:               |                                              |                                                                                                                         |

**Tipo de muestra**  
Compuesta= C Simple= S

**Preservación Cumple:** Si X No

**Etiquetado cumple:** Si X No

**Prioridad**  
Normal X  
Urgente  
Días



# FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO



Identificación: FR-MTA-018.1

Revisión: 7

Fecha de última revisión: 2020-01-20

Inicio de Vigencia: 2013-01-01

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

Fecha: 2021-02-24

Lugar: Papantla, Veracruz

O.T.: 210030035

## Información General

Razón Social: CONSULTORÍA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.

Dirección: ORIÓN # 44 COL. PRADO CHURUBUSCO, CDMX

Giro: AMBIENTAL

Contacto: [Redacted] Correo electrónico: [Redacted] Teléfono: [Redacted]

Descripción breve del problema: Volcadura de autotanque de 33 000 L. de capacidad, perteneciente la empresa TRANSPORTES JSV S.A DE C.V. en el Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar.

Origen de la contaminación: Autotanque

Objetivo del muestreo: Se realizará muestreo y análisis inicial, para determinar la presencia o ausencia de hidrocarburos en zona de impacto, con base en los lineamientos de la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Final.

Sitio de Muestreo: Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz

Necesidad del estudio: ☒ Requerimiento de la Autoridad ☐ Control Interno Otro: [Redacted]

## Personal involucrado en el proyecto y sus responsabilidades y actividades.

Ingeniero de proyecto (Signatario): Juan Carlos Alcantara Benitez

## Responsabilidades y actividades:

| Actividades                                                                                                                                    | Tiempo estimado de ejecución |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| X Recabar información con el cliente de las causas que originaron la contaminación en el sitio.                                                | 15 minutos                   |
| X Realizar el reconocimiento físico en el sitio de muestreo para plantear la estrategia de muestreo.                                           | 20 minutos                   |
| X Seleccionar el número de puntos de muestreo de acuerdo al área contaminada establecida en la norma.                                          | 5 minutos                    |
| X Realizar la ubicación de los puntos de muestreo con la ayuda del localizador en el sitio.                                                    | 20 minutos                   |
| X Establecer los parámetros que deben analizarse en el laboratorio en función del producto contaminante establecido en la tabla 1 de la norma. | 5 minutos                    |
| X Establecer los niveles de profundidad ( cuando no estén determinadas por el responsable de caracterizar el sitio) de los puntos de muestreo. | 15 minutos                   |

| Actividades                                                                                                                                    | Tiempo estimado de ejecución |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| X Vigilar el cumplimiento de los niveles de perforación en el suelo para la toma de muestras en los puntos establecidos en el plan de muestreo | 1 día                        |
| X Establecer los criterios de aseguramiento de calidad y establecidos en el plan de muestreo y vigilar su cumplimiento.                        | 10 minutos                   |
| X Realizar el llenado de los formatos de campo, etiquetas, cadena de custodia.                                                                 | 20 minutos                   |
| X Vigilar el cumplimiento de empaque y preservación de las muestras con hielo.                                                                 | 10 minutos                   |
| X Establecer la estrategia de envío de muestras al laboratorio.                                                                                | 10 minutos                   |

Técnico de Campo: Emmanuel Flores Merced

Técnico de Campo: [Redacted]

| Actividades                                                                                                                    | Tiempo estimado de ejecución |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| X Realizar la descontaminación del equipo de perforación (hand auger) y muestreo, antes de cada toma de muestra.               | 3 minutos                    |
| X Realizar la perforación del suelo en los puntos establecidos en el plan de muestreo.                                         | 10 minutos                   |
| X Realizar la preservación de las muestras tomadas en sitio y vigilar la misma hasta la entrega de muestras en el laboratorio. | 10 minutos                   |
| X En ausencia del ingeniero de proyecto, debe de cumplir sus actividades antes mencionadas.                                    | 1 día                        |

## Características del sitio para la planeación del muestreo.

Superficie del polígono (ha): 0.15 Área de suelo a muestrear (ha): 0.116722

Profundidad de interés (m): 0.05, 0.20, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.65

Condiciones en que se tomará la muestra: Con base a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

Uso de Suelo Predominante: Suelo Agrícola

# FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO



Identificación: FR-MTA-018.1  
Revisión: 7  
Fecha de última revisión: 2020-01-20  
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Croquis de ubicación del sitio (localización geográfica y vías de acceso):

# Se Anexa Croquis

Procedimiento y/o criterio a emplear para el muestreo y análisis:

LBS-MTA-018 Método para la toma de muestra de suelo contaminado con hidrocarburos derivados del petróleo de acuerdo a la NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012

## Criterios para el muestreo:

Forma de realizar el muestreo:

Simple ☒

Método de muestreo:

Estadístico ☒

Dirigido ☒

Tipo de Muestreo:

Aleatorio ☒

Aleatorio Simple ☒

Sistemático ☒

Estratificado ☒

Otros ☒

Técnica de Muestreo:

Manual ☒

Mecánica ☒

Tiempo estimado:

1 día

Tipo de hidrocarburo derramado:

Gasolina

Parámetros a analizar para la(s) muestra(s) tomada(s):

| Fracción Ligera | BTEX | Fracción Media | Fracción Pesada | HAP |
|-----------------|------|----------------|-----------------|-----|
| -               | -    | X              | -               | X   |

Numero de puntos a muestrear y la profundidad:

30 puntos a profundidad de : 0.05, 0.20, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, 0.65

Justificación de la profundidad: A petición del Cliente

| No. de muestras a tomar                     | Tipo de recipiente contenedor de la muestra               |   | Volumen de muestra |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---|--------------------|
| 43                                          | Liner de PVC de 2" de 250 mL con tapa de teflón           | - | ---                |
|                                             | Frasco de vidrio ámbar de 250 mL con contratapa de teflón | X | 250 gramos         |
| No. de muestras de aseguramiento de Calidad | Tipo de recipiente contenedor de la muestra               |   | Volumen de muestra |
| 5                                           | Liner de PVC de 2" de 250 mL con tapa de teflón           | - | ---                |
|                                             | Frasco de vidrio ámbar de 250 mL con contratapa de teflón | X | 250 gramos         |

Es pasivo ambiental

Si ☒

No ☐

Si es pasivo ambiental, recopilar antecedentes históricos, elementos geológicos e hidrogeológicos:



# FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO



Identificación: FR-MTA-018.1  
Revisión: 7  
Fecha de última revisión: 2020-01-20  
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Croquis del sitio con sus puntos de muestreo:

# Se Anexa Croquis

Se anexa plano georeferenciado en coordenadas UTM (tamaño mínimo 60cm x 90 cm), donde se indica la superficie del polígono del sitio, la ubicación de los puntos de muestreo, las vías de acceso al sitio, así como edificaciones y estructuras en el sitio.

Justificación de la ubicación de los puntos de muestreo: A petición del cliente.

## Equipo, materiales y reactivos a utilizar:

|   |                                  |       |                                      |   |                            |   |                                |
|---|----------------------------------|-------|--------------------------------------|---|----------------------------|---|--------------------------------|
| X | Muestreador hand auger           | X     | Martillo                             | X | Bitácora de muestreador    | X | Bolígrafos (negra, azul, roja) |
| - | Perforadora mecánica (opcional)  | X     | Barreta                              | X | Etiquetas y sellos         | X | Plumón de tinta indeleble      |
| X | Geoposicionador                  | X     | Llave perica                         | X | Cadena de custodia         | X | Recipiente para muestras       |
| X | Cámara fotográfica               | X     | Cucharón/cuchara de acero inoxidable | X | Hojas de campo             | X | Cubeta                         |
| X | Espátula de acero inoxidable     | X     | Charola de acero inoxidable          | X | Plan de muestreo           | X | Bolsas para basura             |
| X | Cepillo cerdas duras de plástico | X     | Martinete (opcional)                 | X | Cinta adhesiva             | X | Agua purificada (garrafón)     |
| X | Pala                             | X     | Guantes de látex                     | X | Hieleras                   | X | Agua potable                   |
| X | Flexómetro                       | X     | Papel absorbente                     | X | Guantes de carnaza/blutoff | X | Jabón libre de fosfatos        |
| X | Blanco de Campo y Viaje (Suelo)  | Otro: |                                      |   |                            |   |                                |

| Medidas de aseguramiento de Calidad:                | Si | No | No Aplica |
|-----------------------------------------------------|----|----|-----------|
| *Lavado de material entre tomas (ver procedimiento) | X  |    |           |
| Uso de material nuevo                               | X  |    |           |
| Etiquetas                                           | X  |    |           |
| Sellos                                              | X  |    |           |
| Duplicados de campo                                 | X  |    |           |
| Conservación adecuada de las muestras               | X  |    |           |
| Cadena de custodia                                  | X  |    |           |
| Bitácora                                            | X  |    |           |
| Procedimiento                                       | X  |    |           |



# FORMATO PARA LA ELABORACIÓN DEL PLAN DE MUESTREO



Identificación: FR-MTA-018.1  
Revisión: 7  
Fecha de última revisión: 2020-01-20  
Inicio de Vigencia: 2013-01-01

Especificación de la identificación de las muestras: Las muestras se identificarán con su respectiva etiqueta y sello a cada recipiente, la identificación se realizará a petición del cliente.

Requisitos de traslado:

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Conservador                        | Hielo |
| Empacado y flejado en hileras      | Sí    |
| Preservación de muestra(s) a <4 °C | Sí    |

## \*PROCEDIMIENTO DE LAVADO DE MATERIAL

- 1.- El primer tiempo consiste en remover todos los residuos de suelo impregnados en ellos, con el uso de los materiales de limpieza (cepillo de cuerdas duras de plástico espátulas, etc.).
- 2.- En el segundo, se introduce el material y/o equipo al primer recipiente (cubeta) previamente preparado con agua potable y jabón libre de fosfatos para su lavado con el uso de cepillos.
- 3.- En el tercero se enjuaga el material y/o equipo con agua purificada.
- 4.- En el cuarto, nuevamente se enjuaga el material y/o equipo con agua purificada.
- 5.- En el quinto, finalmente se seca con el papel absorbente.

| Medidas y equipo de seguridad: |                                              |
|--------------------------------|----------------------------------------------|
| X                              | Acordonar el área                            |
| X                              | Casco de seguridad                           |
| X                              | Botas de seguridad                           |
| X                              | Traje tyvek (opcional)                       |
| X                              | Overol                                       |
| X                              | Lentes de seguridad                          |
| X                              | Tapones auditivos (opcional)                 |
| X                              | Mascarilla con filtro para vapores orgánicos |
| X                              | Chaleco anti-reflejante (opcional)           |

## Logística a realizar en campo.

Fecha y hora estimada de llegada de personal de LABSA al sitio de muestreo: 2021-03-02 a las 10:00 h.

Persona o dependencia que recibirá en sitio de muestreo: Personal de CAEPSA

Fecha y hora estimada de inicio de muestreo: 2021-03-02 a las 11:00 h.

Fecha y hora estimada para concluir el muestreo: 2021-03-02 a las 16:00 h.

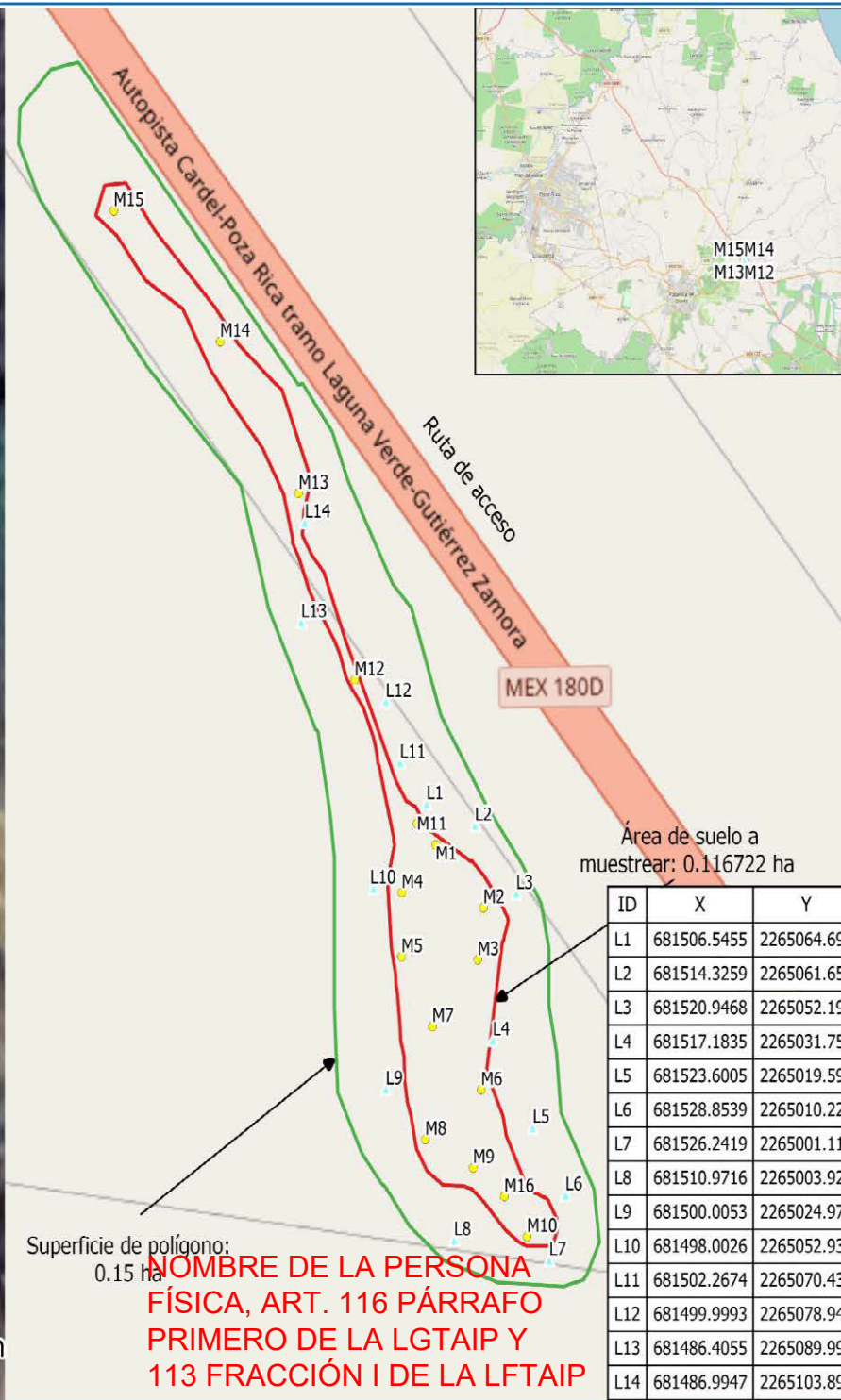
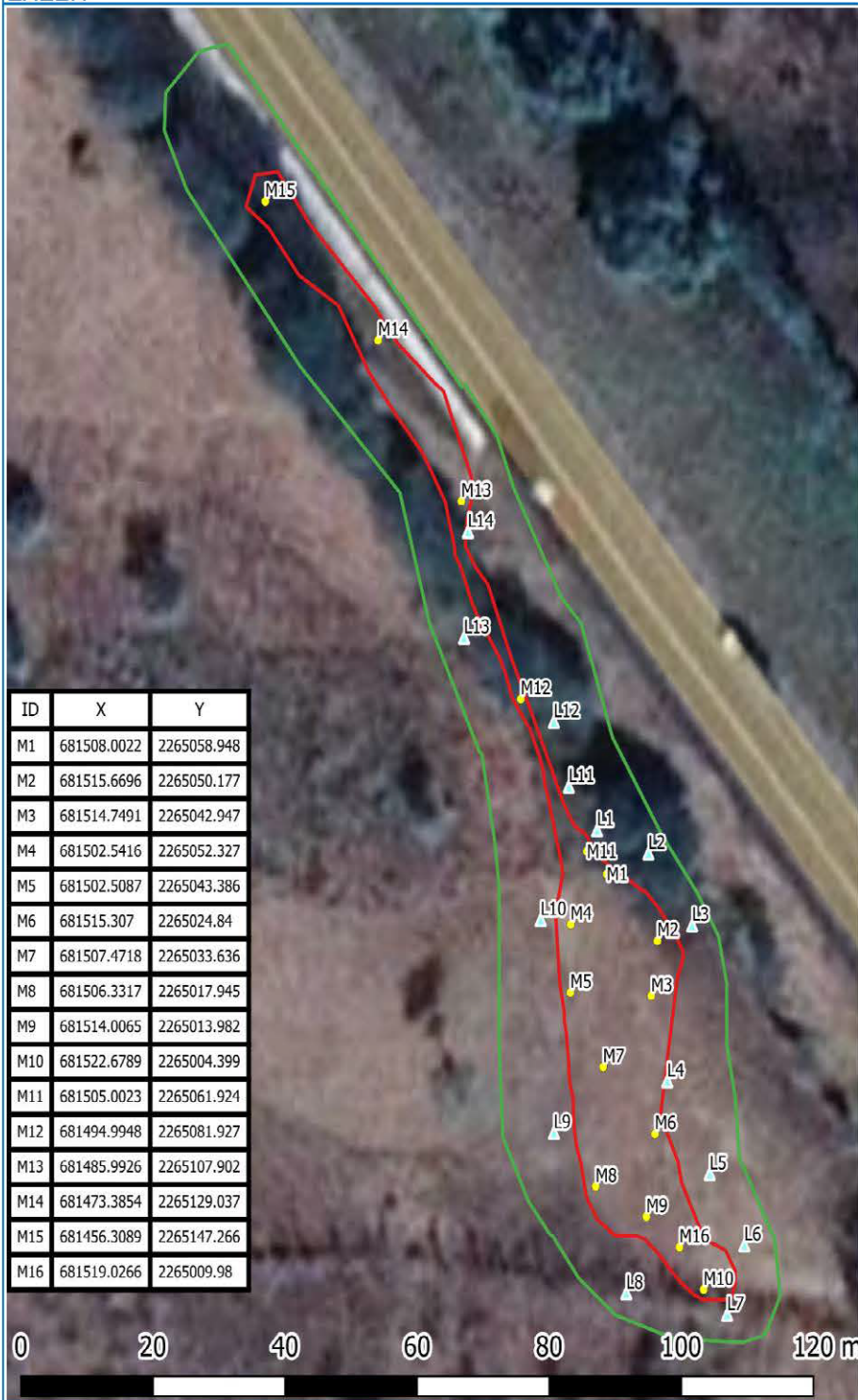
Observaciones adicionales: En caso de no concluir el muestreo se continuará al día siguiente.

| Descripción de las actividades de muestreo:                                             | Sí | No | No aplica |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|----|-----------|
| Se preparará y colocará blanco de campo y de viaje.                                     | X  |    |           |
| Se preparará y armará el equipo hand auger.                                             | X  |    |           |
| Se lavará el equipo de muestreo, antes de cada toma de muestra.                         | X  |    |           |
| Se realizará la toma de muestra en recipientes adecuados de acuerdo al tipo de analito. | X  |    |           |
| Se colocará sello y etiqueta a la muestra.                                              | X  |    |           |
| Se tomará registro de la coordenada UTM del punto de muestreo.                          | X  |    |           |
| Se registrará la toma muestra en hoja de campo.                                         | X  |    |           |
| Se registrará la muestra en cadena de custodia.                                         | X  |    |           |
| Se resguardará la muestra tomada en hilera con hielo a 4°C.                             | X  |    |           |

Registro de incidencias y desviaciones del plan de muestreo: Sin incidencias

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





## Leyendas

- Punto de Muestreo
- Polígono Área de muestreo
- Vías de acceso Principal
- Delegación o Municipio
- Ruta de Acceso

## NOTAS:

A) La imagen representada en el plano, es solo con fines de referencia. Por lo tanto, pueden existir variaciones en la zona donde se obtuvo dicha imagen.

Fuente: Google Earth

B) Se anexa tabla con coordenadas de los sitios de muestreo

## INFORMACIÓN ADICIONAL

Datum: WGS84

Proyección UTM:  
14Q

Municipio:  
Papantla, Veracruz

Entidad Federativa:  
Veracruz



|                                                                     |                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Razón Social:                                                       | CONSULTORIA AMBIENTAL ESTUDIOS Y PROYECTOS S.A. DE C.V.                                                                 |
| Superficie de Área de Estudio:                                      | 0.116722                                                                                                                |
| Total de Puntos de Muestreo:                                        | 30                                                                                                                      |
| Calle de Acceso Principal:                                          | Laguna Verde-Gutiérrez Zamora                                                                                           |
| Referencias de Acceso Principal:                                    | A un costado de la carretera principal                                                                                  |
| Uso del suelo predominante:                                         | Suelo Agrícola                                                                                                          |
| Descripción de edificaciones y estructuras en el sitio de muestreo: | Km 183 + 500 de la Autopista Poza Rica-Veracruz, Tramo Tihuatlán - El Palmar, Municipio de Papantla, Estado de Veracruz |
| Fecha:                                                              | 2021-03-02                                                                                                              |
| Elaboró:                                                            |                                                                                                                         |