



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

**CONTRATO PARA "ESTUDIOS ESPECÍFICOS Y PROYECTO DE INGENIERÍA PARA EL CIERRE TÉCNICO DEL TIRADERO A CIELO ABIERTO DENOMINADO "LAS MATAS", EN VERACRUZ" QUE CELEBRAN POR UNA PARTE EL EJECUTIVO FEDERAL POR CONDUCTO DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR EL LIC. INGEMAR GOVEA CASTRO, EN SU CARÁCTER DE DIRECTOR GENERAL DE RECURSOS MATERIALES, INMUEBLES Y SERVICIOS, Y EL ING. RICARDO ORTÍZ CONDE, EN SU CARÁCTER DE DIRECTOR DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS QUIÉN ACTÚA COMO ADMINISTRADOR DEL PRESENTE CONTRATO, A QUIENES EN LO SUCESIVO SE LES DENOMINARÁ "LA SEMARNAT" Y POR LA OTRA, "CONSULTORES MEXICANOS EN PROYECTOS DE INGENIERÍA, S.C.", REPRESENTADA EN ESTE ACTO POR LA C. ERIKA HEIDI AGUILAR GARCÍA, EN SU CARÁCTER DE REPRESENTANTE LEGAL, A QUIEN EN LO SUCESIVO SE LE DENOMINARÁ "EL PROVEEDOR", QUIENES ACTUANDO EN CONJUNTO SE LES DENOMINARÁ "LAS PARTES", DE CONFORMIDAD CON LAS SIGUIENTES:**

**DECLARACIONES**

**1. Declara "LA SEMARNAT" bajo protesta de decir verdad:**

- 1.1 Que es una Dependencia del Poder Ejecutivo Federal de la Administración Pública Federal Centralizada en términos del Artículo 90 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los artículos 2 y 26 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal.
- 1.2 Que de conformidad con lo establecido en el artículo 32 Bis de la citada Ley, le corresponde, entre otros asuntos: fomentar la protección, restauración y conservación de los ecosistemas y recursos naturales y bienes y servicios ambientales, con el fin de propiciar su aprovechamiento y desarrollo sustentable, así como formular y conducir la política nacional en materia de recursos naturales, siempre que no estén encomendados expresamente a otra dependencia, así como en materia de ecología, saneamiento ambiental, agua, regulación ambiental del desarrollo urbano y de la actividad pesquera, con la participación que corresponda a otras dependencias y entidades.
- 1.3 El Lic. Ingemar Ariel Govea Castro, Director General de Recursos Materiales, Inmuebles y Servicios está facultado para suscribir el presente contrato, en atención a lo dispuesto en los artículos 19, fracción XXIII, y 36, fracción VI, del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, así como el numeral II.4.1 de las Políticas, Bases y Lineamientos en Materia de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

- 1.4 Con fecha 11 de enero de 2019, a través de la Suficiencia Presupuestal registrada bajo el número de folio 00161 autorizada por el Ing. Luis Antonio Jiménez Jiménez, en su carácter de Director General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, se informa que dentro del Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el ejercicio fiscal 2019, específicamente en la partida presupuestal **33501 (Estudios e investigaciones)**, existe suficiencia presupuestal para cubrir la prestación económica que se genera con la suscripción de este contrato.
- 1.5 Que dentro de su estructura orgánica administrativa se encuentra la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, unidad administrativa que requiere de los servicios de **“EL PROVEEDOR”**, por lo tanto, el Administrador del presente instrumento es el Ing. Ricardo Ortiz Conde, en su carácter de Director de Gestión Integral de Residuos, adscrito a dicha Dirección General, o quien lo sustituya en el cargo, será responsable de vigilar que se dé cumplimiento a las obligaciones que se deriven del presente contrato y hacerlas constar por escrito, informando a la Dirección General de Recursos Materiales, Inmuebles y Servicios del posible incumplimiento que se pudiera presentar.
- 1.6 Este contrato se celebra como resultado del procedimiento de **Licitación Pública Número LA-016000997-E4-2019** de carácter **Nacional Electrónica**, mismo que se instrumentó de conformidad con los artículos 26 fracción I, 26 Bis fracción II y 28 fracción I de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, cuyo fallo fue emitido y dado a conocer el 05 de febrero de 2019; aunado a que de conformidad con las Declaraciones del presente contrato y la documentación presentada y anexada al expediente correspondiente, las actividades desarrolladas por **“EL PROVEEDOR”** están plenamente relacionadas con los servicios objeto de este contrato y se garantiza que se reúnen las mejores condiciones disponibles para el Estado en cuanto a precio, calidad, financiamiento, oportunidad y demás circunstancias pertinentes.
- 1.7 En apego al artículo 19 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, la Dirección General de Planeación y Evaluación, mediante oficio DGPE/001/2019 de fecha, 11 de enero de 2019, señala que en los archivos de la dependencia no existen trabajos sobre la materia que satisfagan los requerimientos de **“LA SEMARNAT”** y (el área requirente), manifiesta bajo protesta de decir verdad, que no cuenta con personal capacitado o disponible para su realización. Mediante Formato con número de referencia UAF/006/2019 de fecha 11 de enero de 2019, el Ing. Carlos Manuel Jiménez Alonso, Titular de la Unidad de Administración y Finanzas del Ramo autorizó la



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

erogación para la contratación de los servicios objeto de este contrato, de conformidad con el Acuerdo mediante el cual se delega en los servidores públicos mencionados, la facultad para autorizar las erogaciones relacionadas a la contratación de servicios de consultorías, asesorías, estudios e investigaciones que requieran efectuar las unidades administrativas y órganos descentrados de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicado en el Diario Oficial de la Federación el 3 de septiembre de 2013, suscrito por el Titular de "**LA SEMARNAT**".

- 1.8 Su Registro Federal de Contribuyentes es el número **SMA941228 GU8** y;
- 1.9 Señala como domicilio, para efectos de este contrato, el ubicado en Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11320, Ciudad de México.
2. **"EL PROVEEDOR"** declara a través de su Representante Legal, bajo protesta de decir verdad, que:
- 2.1 Acredita la legal existencia de su representada con la Escritura Pública Número 66,891, de fecha 24 de abril de 1989, otorgada ante la fe del Lic. Alberto T. Sánchez Colín, Notario Público No. 83, actuando como asociado y en el protocolo del Lic. Ignacio R. Morales Lechuga, titular de la Notaría No. 116, de la Ciudad de México, la cual es una persona moral legalmente constituida conforme a las leyes de la República Mexicana, debidamente inscrita en el Registro Público de la Propiedad y del Comercio, bajo el folio mercantil No.18454 de fecha 23 de junio de 1989, bajo la denominación "**CONSULTORES MEXICANOS EN PROYECTOS DE INGENIERIA, S.A.**".
- 2.2 Mediante Escritura Pública Número 134,221, de fecha 07 de noviembre de 2018, otorgada ante la fe de Lic. José Eugenio Castañeda Escobedo, Notario Público No. 211, de la Ciudad de México, se protocolizó de la junta ordinaria de socios de "**CONSULTORES MEXICANOS EN PROYECTOS DE INGENIERIA, S.A.**" la autorización para enajenación de parte social, representativa del capital social de la sociedad la renuncia y designación de socio administrador y la revocación y otorgamiento de poderes.
- 2.3 La C. Erika Heidi Aguilar García, acredita su personalidad y facultades en su carácter de Representante Legal de Consultores Mexicanos en Proyectos de Ingeniería, S.C.; mediante la Escritura Pública Número 134,221, de fecha 07 de noviembre de 2018, otorgada ante la fe del Lic. José Eugenio Castañeda Escobedo, Notario Público No. 211 de la Ciudad de México, mismas que no le han sido revocadas, limitadas o modificadas en forma alguna.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

- 2.4 Cuenta con Cédula de Registro Federal de Contribuyentes **CMP890424 F92**.
- 2.5 Es mexicana y conviene que, aún y cuando llegare a cambiar de nacionalidad, seguirse considerando como mexicana por cuanto a este contrato se refiere y no invocar la protección de ningún gobierno extranjero bajo pena de perder en beneficio de la nación mexicana, todo derecho derivado de este contrato.
- 2.6 La C. Erika Heidi Aguilar García, en su carácter de Representante Legal, se identifica en este acto con Credencial para Votar, expedido por el Instituto Nacional Electoral en el año 2014.
- 2.7 La persona moral que representa se encuentra inscrita en el Registro Federal de Contribuyentes con la clave de identificación fiscal **CMP890424 F92** y tiene como objeto social entre otros: La combinación de los recursos y/o esfuerzos de los socios para la realización de estudios y proyectos de ingeniería, arquitectura, mercadotecnia, finanzas, administración, económicos y de factibilidad para todo tipo de desarrollos inmobiliarios, turísticos, industriales y comerciales.
- 2.8 Tiene capacidad jurídica para contratar y reúne las condiciones y recursos técnicos, humanos y económicos para obligarse a la ejecución de los servicios objeto de este contrato, y no existe impedimento alguno que le impida su celebración y cumplimiento.
- 2.9 Conoce plenamente el contenido y requisitos que establece la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, su Reglamento, así como las disposiciones legales y administrativas aplicables al presente contrato, en especial el alcance de los artículos 59 y 60 del mismo ordenamiento legal, relativos a la falsedad de información, así como las sanciones del orden civil, penal y administrativo que se imponen a quienes declaran con falsedad.
- 2.10 Bajo protesta de decir verdad, manifiesta no encontrarse en los supuestos de los artículos 50 y 60, tercer párrafo de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, en caso de que alguna de las personas físicas que forman parte de **“EL PROVEEDOR”**, se encuentren en los supuestos señalados anteriormente, el contrato será nulo previa determinación de la autoridad competente.
- 2.11 Conoce el domicilio de **“LA SEMARNAT”**.
- 2.12 Manifiesta que su representada, se encuentra dentro de la estratificación catalogada como **MICRO EMPRESA**.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

- 2.13 De manera previa a la formalización del presente contrato y en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 32-D, primero, segundo, tercero y cuarto párrafos del Código Fiscal de la Federación y de conformidad con la regla 2.1.39. de la Resolución Miscelánea Fiscal para el ejercicio 2018, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 2018 y que entró en vigor el día 01 de enero de 2018, presentó copia de respuesta, de fecha 07 febrero de 2019, con número de folio 19NA2880449, emitido por el Servicio de Administración Tributaria, sobre el cumplimiento de las obligaciones fiscales de la empresa "Consultores Mexicanos en Proyectos de Ingeniería, S.C.".
- 2.14 De manera previa a la formalización del presente contrato y en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 32-D del Código Fiscal de la Federación y de conformidad con la regla Primera de las Reglas para la Obtención de la Opinión de Cumplimiento de Obligaciones Fiscales en Materia de Seguridad Social, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de febrero de 2015 y que entró en vigor el día 3 de marzo de 2015, presentó copia de respuesta, de fecha 08 de febrero de 2019, con número de folio 1549661355879259452282, emitido por el Instituto Mexicano del Seguro Social, sobre el cumplimiento de sus obligaciones fiscales en materia de seguridad social de la empresa "Consultores Mexicanos en Proyectos de Ingeniería, S.C.".
- 2.15 De manera previa a la formalización del presente contrato y en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 32-D del Código Fiscal de la Federación y de conformidad con la regla Primera del Acuerdo RCA-5789-01/17 tomada en Sesión Ordinaria número 790, del 25 de enero de 2017 del Consejo de Administración del INFONAVIT, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 28 de junio de 2017, presentó copia de respuesta de fecha 07 de febrero de 2019, con número de oficio CGRF/GSFyCF/GCPCyG/0000060736/2019, emitido por el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores, sobre el cumplimiento de sus obligaciones fiscales en materia de aportaciones y amortizaciones patronales, de la empresa "Consultores Mexicanos en Proyectos de Ingeniería, S.C.".
- 2.16 Ha inspeccionado debidamente el lugar en donde se prestarán los servicios objeto de este contrato y considerado todos los factores que intervienen en su ejecución. Asimismo, manifiesta haber revisado los documentos e información proporcionada por **"LA SEMARNAT"**, para el debido cumplimiento del objeto del contrato.
- 2.17 Cuenta con las siguientes licencias, autorizaciones y permisos necesarios para la adecuada ejecución del contrato: Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección

**CONTRATO DCRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y manejo especial.

- 2.18 Conoce plenamente las necesidades y características del servicio que requiere **“LA SEMARNAT”** y que ha considerado todos los factores que intervienen en su ejecución, por lo que manifiesta que dispone de elementos suficientes para contratar y obligarse en los términos de este contrato, y que para su cumplimiento y ejecución cuenta con la experiencia, los recursos técnicos, financieros, administrativos y humanos necesarios, para la entrega óptima del **SERVICIO**.
- 2.19 Que las actividades pactadas en el presente contrato son compatibles con su objeto social, por lo que no tiene impedimento alguno para obligarse en los términos del presente contrato y prestar sus servicios a **“LA SEMARNAT”** en los términos aquí estipulados y para poner su mayor capacidad, diligencia, calidad, esmero, eficiencia y oportunidad en el cumplimiento de sus obligaciones a favor de **“LA SEMARNAT”**, bajo su más estricta responsabilidad.
- 2.20 Reconoce y acepta que cuenta con los elementos propios a que se refiere el artículo 13 de la Ley Federal del Trabajo y en consecuencia es el único patrón de todas y cada una de las personas que intervengan en el desarrollo y ejecución del objeto de este contrato.
- 2.21 Señala como su domicilio para efectos del presente instrumento el ubicado en Avenida Insurgentes Sur No. 170, 1er piso, Col. Del Valle, Alcaldía de Benito Juárez, C.P. 03100, Ciudad de México. Teléfono: 80000 6701 y 5652 5487. Correo Electrónico: proyectoscmpli@gmail.com.

**3. Declaran “LAS PARTES” que:**

- 3.1 El presente contrato se celebra en términos de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, su Reglamento y de forma supletoria en lo que corresponda, el Código Civil Federal, la Ley Federal de Procedimiento Administrativo y el Código Federal de Procedimientos Civiles, de conformidad con lo establecido por el artículo 11 de la Ley citada en primera instancia.
- 3.2 De conformidad con las anteriores declaraciones, las partes reconocen su personalidad jurídica y la capacidad legal que ostentan, asimismo conocen el alcance y contenido de este contrato y están de acuerdo en someterse a las siguientes:



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

**CLÁUSULAS**

**PRIMERA.- OBJETO**

**"EL PROVEEDOR"** se obliga con **"LA SEMARNAT"** a realizar hasta su total terminación y prestar eficazmente el servicio de **"Estudios específicos y proyecto de ingeniería para el cierre técnico del tiradero a cielo abierto denominado "Las Matas" en Veracruz"**. Para la ejecución del presente objeto **"EL PROVEEDOR"** tendrá que cumplir con las especificaciones estipuladas en el "Anexo Único", que forma parte integrante del presente instrumento, constante de 140 fojas útiles conforme a lo siguiente: declaraciones y clausulado (30 fojas útiles), Especificaciones Técnicas de **"LA SEMARNAT"** (32 fojas útiles), Propuesta Técnica (76 fojas útiles) y Propuesta Económica (2 fojas útiles) de **"EL PROVEEDOR"**.

Las obligaciones que se convienen en el objeto de este contrato son divisibles toda vez que por las características de los servicios materia del mismo, se trata de entregables que **"EL PROVEEDOR"** presentara en momentos distintos, por lo que la garantía se hará efectiva por el monto proporcional a la parte del objeto del contrato que no haya sido prestada o respecto de la cual se haya incumplido.

**SEGUNDA.- VIGENCIA DEL CONTRATO**

Las partes convienen en que la vigencia del presente contrato iniciará el 06 de febrero de 2019 y concluirá el 31 de julio de 2019.

**TERCERA.- MONTO DEL CONTRATO**

El importe total a pagar por los servicios es de **\$1,492,000.00 (Un millón cuatrocientos noventa y dos mil pesos 00/100 M.N.)**, más la cantidad de **\$238,720.00 (Doscientos treinta y ocho mil setecientos veinte mil pesos 00/100 M.N.)** correspondiente al 16% del Impuesto al Valor Agregado; por lo que el monto total de este contrato asciende a la cantidad de **\$1,730,720.00 (Un millón setecientos treinta mil setecientos veinte pesos 00/100 M.N.)**.

El precio unitario de los servicios mismo que se considerará fijo y no estará sujeto a ajustes, de conformidad con lo siguiente:

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

<b>Descripción</b>	<b>Unidad de Medida</b>	<b>Cantidad solicitada</b>	<b>Costo Unitario sin I.V.A.</b>
A) Estudios Específicos-Marco Contextual	Estudio	1	\$1,149,000.00
B) Proyecto de Ingeniería del cierre técnico del tiradero.	Estudio	1	\$343,000.00
	Subtotal		\$1,492,000.00
	I.V.A.		\$238,720.00
	Total		<b>\$1,730,720.00</b>

El monto antes señalado incluye todos los gastos que se originen como consecuencia de su realización, tales como materiales, sueldos, honorarios, organización, dirección técnica propia, administración, prestaciones sociales y laborales a su personal, entre otros.

**CUARTA.- PLAZO Y LUGAR DE PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

**"EL PROVEEDOR"** se obliga a prestar los servicios amparados en el presente contrato, en un plazo de 14 semanas contables a partir del día natural siguiente a la notificación del fallo.

La ejecución y el lugar de prestación de los servicios por parte de **"EL PROVEEDOR"** se realizarán conforme a las condiciones descritas en el "Anexo Único".

**QUINTA.- FACTURACIÓN, PLAZO Y CONDICIONES DE PAGO**

**"LA SEMARNAT"** efectuará el pago en pesos de los Estados Unidos Mexicanos, sobre el servicio devengado, siempre y cuando **"EL PROVEEDOR"** preste el mismo a entera satisfacción de **"LA SEMARNAT"** de acuerdo con lo establecido en el "Anexo Único" que forma parte integrante de este contrato.

Para que la obligación de pago se haga exigible, **"EL PROVEEDOR"** deberá sin excepción alguna presentar factura remitiéndola vía correo electrónico al Administrador del Contrato al correo electrónico ricardo.conde@semarnat.gob.mx, o al que en su caso se le notifique, así como toda la documentación que ampare la prestación de los servicios a entera satisfacción de **"LA SEMARNAT"**, de conformidad

*J*  
*A*  
*E*



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

con los requerimientos, características y plazos contenidos en este contrato y en el "Anexo Único" que se acompaña al presente; el citado pago se realizará a través de medios de comunicación electrónica a la cuenta bancaria que al efecto haya acreditado "**EL PROVEEDOR**", la cual deberá ser registrada en el Sistema Integral de Administración Financiera Federal, o bien según los procedimientos establecidos por "**LA SEMARNAT**", a través de la Dirección General de Programación y Presupuesto, con la aprobación de Dirección de Gestión Integral de Residuos, dentro de los 20 días naturales posteriores a la presentación del recibo de honorarios o factura referida en líneas precedentes, área que deberá validar la documentación y dar su Visto Bueno.

El pago se realizará dentro del plazo señalado en el párrafo que antecede, considerando que no existan aclaraciones al importe o especificaciones a los trabajos facturados y que los documentos de cobro hayan sido presentados en tiempo, de lo contrario, el plazo para el pago se recorrerá en forma proporcional.

La factura deberá contener todos los datos y registros requeridos por las disposiciones fiscales vigentes; asimismo, el importe deberá presentar desglosado el concepto del Impuesto al Valor Agregado, y en su caso, de los impuestos aplicables.

Los impuestos que se deriven del contrato serán cubiertos por cada una de las partes de acuerdo a las disposiciones legales vigentes y aplicables en la materia.

En caso de que las facturas entregadas por "**EL PROVEEDOR**" para su pago presenten errores o deficiencias "**LA SEMARNAT**" dentro de los tres días hábiles siguientes a su recepción, indicará por escrito a "**EL PROVEEDOR**" las deficiencias que deberá corregir. El periodo que transcurra a partir de la entrega del citado escrito y hasta que "**EL PROVEEDOR**" presente las correcciones, no se computará para efectos del artículo 51 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. Una vez corregida la factura correspondiente, reiniciará el cómputo del plazo antes mencionado.

Los pagos se harán a través de medios de comunicación electrónica. Para el caso de que se presenten pagos en exceso o se determine la rescisión del contrato se estará a lo dispuesto por el párrafo tercero y cuarto del artículo 51 la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

**SEXTA.- TRANSFERENCIA DE DERECHOS**

**"EL PROVEEDOR"** se obliga a no ceder en forma parcial o total, en favor de cualquier otra persona física o moral, sus derechos y obligaciones derivados de este contrato y su "Anexo Único", con excepción de los derechos de cobro por los servicios ejecutados, en cuyo supuesto se deberá contar con la previa autorización

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

por escrito de **“LA SEMARNAT”** en los términos del último párrafo del artículo 46 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

**“EL PROVEEDOR”** podrá solicitar la realización de la cesión de los derechos de cobro a favor de un intermediario financiero de su elección, en virtud del acuerdo que **“LA SEMARNAT”** tiene concertado con Nacional Financiera, S.N.C. denominado “Programa de Cadenas Productivas”, a efecto de apoyar a los proveedores, contratistas o prestadores de servicios de **“LA SEMARNAT”**, a través de operaciones de factoraje y descuento electrónico de hasta el 100% del importe de los títulos de crédito y/o documentos en que se consignen derechos de crédito expedidos por **“LA SEMARNAT”**, incluyendo los intereses correspondientes, por lo que será la misma Nacional Financiera, el canal para la recepción de los poderes, actas constitutivas y carta de adhesión que firmen los proveedores y contratistas. Todo lo anterior de conformidad con lo establecido en las “Disposiciones Generales a las que deberán sujetarse las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal para su incorporación al Programa de Cadenas Productivas de Nacional Financiera, S. N. C., Institución de Banca de Desarrollo, sin menoscabo de lo establecido en el último párrafo del artículo 46 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

Para tales efectos, **“EL PROVEEDOR”** deberá entregar a **“LA SEMARNAT”** copia certificada expedida por Notario Público del convenio que haya celebrado con Nacional Financiera, S. N. C., Institución de Banca de Desarrollo, en el que conste su incorporación al Programa de Cadenas Productivas, sin cuyo requisito no procederá la cesión de derechos de cobro solicitada por **“EL PROVEEDOR”** por este medio.

Independientemente de lo anterior, **“EL PROVEEDOR”** deberá presentar a **“LA SEMARNAT”** escrito en el que manifieste que los contra recibos por pagar, materia de la cesión de derechos de cobro, no han sido negociados o comprometidos previamente.

Si con motivo de la realización de la operación de la cesión de derechos de cobro solicitada por **“EL PROVEEDOR”** se origina un atraso en el pago, no procederá el pago de gastos financieros a cargo de **“LA SEMARNAT”** a que se refiere el artículo 51 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. En este caso, los gastos financieros serán cubiertos por el intermediario financiero que haya seleccionado **“EL PROVEEDOR”**.

**SÉPTIMA.- PRECIOS FIJOS**

**“EL PROVEEDOR”** se obliga a mantener fijos los precios unitarios de sus servicios establecidos en el “Anexo Único”, no pudiendo incrementarlo, no obstante, las



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

variaciones económicas en salarios mínimos, insumos, pasajes, cuotas, devaluación de la moneda, actos inflacionarios, entre otros, que se presenten en el país durante la vigencia del contrato, en cuyo caso, dicho sobreprecio será absorbido por él, sin que ello repercuta de manera cuantitativa o cualitativa en la prestación del servicio.

**OCTAVA.- VERIFICACIÓN Y ACEPTACIÓN DE LOS SERVICIOS**

Al término de la vigencia del presente contrato, el servidor público responsable de verificar su cumplimiento, deberá entregar a **“EL PROVEEDOR”** la constancia de cumplimiento de las obligaciones contractuales, por escrito, en la que conste o certifique que el servicio ha sido realizado conforme a lo establecido en el presente acuerdo de voluntades y a entera satisfacción de **“LA SEMARNAT”**. Asimismo, **“EL PROVEEDOR”** manifiesta su conformidad de que hasta en tanto no sea otorgada dicha constancia, el servicio prestado se tendrán por no recibido, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 84, último párrafo, del Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

De conformidad con los artículos 57 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y 107 de su Reglamento **“EL PROVEEDOR”** se obliga a proporcionar a la Secretaría de la Función Pública y al Órgano Interno de Control de **“LA SEMARNAT”** toda la información y documentación que en su momento se requiera con motivo de las auditorias, visitas o inspecciones que practiquen y que se relacionen con el presente contrato, aún concluida la vigencia del contrato y por el tiempo que de acuerdo a la regulación fiscal le corresponda conservarla.

**NOVENA.- SUPERVISIÓN DE LOS SERVICIOS**

**“LA SEMARNAT”** a través del Ing. Ricardo Ortiz Conde, en su carácter de Director de Gestión Integral de Residuos, o quien los sustituya en el cargo, quien fue designado como Administrador del Contrato, supervisarán y vigilarán en todo tiempo el servicio objeto de este contrato, el cual deberá realizarse en los plazos establecidos en el “Anexo Único”. 

**“EL PROVEEDOR”** acepta que el Administrador del Contrato de **“LA SEMARNAT”** vigilará, supervisará y revisará en todo tiempo el servicio objeto de este contrato y dará a **“EL PROVEEDOR”** por escrito, las instrucciones que estime pertinentes relacionadas con su ejecución en la forma convenida, a fin de que se ajuste a las especificaciones contenidas en el “Anexo Único” a que se alude en la cláusula denominada Objeto del presente instrumento jurídico, así como a las modificaciones que, en su caso, ordene por escrito **“LA SEMARNAT”** y sean aprobados por ésta.   


**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

Asimismo, "**LA SEMARNAT**" sólo recibirá o aceptará "**LOS SERVICIOS**" materia del presente "**CONTRATO**", previa supervisión del cumplimiento estricto de las especificaciones requeridas, de conformidad con lo establecido en el presente "**CONTRATO**".

La supervisión del servicio que realice "**LA SEMARNAT**" no libera a "**EL PROVEEDOR**" del cumplimiento de sus obligaciones contraídas en este contrato así, como de responder por deficiencias en la calidad del servicio una vez concluido éste. Lo anterior, en el entendido de que el ejercicio de esta facultad, no será considerada como aceptación tácita o expresa del servicio, ni libera a "**EL PROVEEDOR**" de las obligaciones que contrae bajo este contrato.

De conformidad con el artículo 57 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, la Secretaría de la Función Pública, podrá realizar las visitas e inspecciones que estime necesarias, así como verificar la calidad del servicio establecida en el presente contrato, pudiendo solicitar a "**LA SEMARNAT**" y a "**EL PROVEEDOR**" todos los datos e informes relacionados con los actos de que se trate.

En el caso de atraso en el cumplimiento de las fechas o plazos pactados para la prestación de los servicios, el Administrador del Contrato, procederá a notificar a "**EL PROVEEDOR**" o a su representante legal la pena respectiva, preferentemente dentro de los 30 (treinta) días hábiles siguientes a la fecha en que se hayan generado las penas convencionales, notificando, igualmente a la Dirección General de Programación y Presupuesto, para que ésta reciba de parte de "**EL PROVEEDOR**", el comprobante que acredite el pago de la pena convencional formato "Pago Electrónico de Derechos, Productos y Aprovechamientos, Esquema e5cinco", o el que determine en su caso el Sistema de Administración Tributaria (SAT)].

Las penas convencionales serán determinadas por el Administrador del Contrato, en función de los servicios no prestados oportunamente. En las operaciones en que se pacte ajuste de precios, la penalización se calculará sobre el precio ajustado.

Por su parte, "**EL PROVEEDOR**" se obliga a tener en el lugar de los servicios por el tiempo que dure la ejecución de los mismos, a un responsable que deberá conocer el alcance de los servicios, las normas y especificaciones de éstos y estar facultado para ejecutar los servicios a que se refiere este contrato.

El responsable de "**EL PROVEEDOR**" previamente a su intervención en los servicios, deberá ser aceptado por "**LA SEMARNAT**" quien, por conducto del Administrador del Contrato, determinará si reúne los requisitos señalados.



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

En cualquier momento o por razones justificadas, "**LA SEMARNAT**" podrá solicitar el cambio del responsable de "**EL PROVEEDOR**" y éste se obliga a designar a otra persona que reúna los requisitos señalados en esta cláusula.

**DÉCIMA.- MODIFICACIONES**

"**LA SEMARNAT**" podrá acordar con "**EL PROVEEDOR**" por razones fundadas y explícitas respecto del contrato vigente, el incremento en el monto o en la cantidad de los servicios del mismo, siempre que el monto total de las modificaciones no rebase, en conjunto, el 20% de los conceptos y volúmenes establecidos, el precio de los servicios sea igual al originalmente pactado, el contrato esté vigente y "**EL PROVEEDOR**" no se encuentre en incumplimiento.

Asimismo, en el caso de que "**LA SEMARNAT**" lo considere conveniente, podrá ampliar la vigencia del contrato.

En el caso de que el presente contrato incluya dos o más partidas, el porcentaje se aplicará para cada una de ellas.

Cualquier solicitud de modificación que se presente por parte de "**EL PROVEEDOR**" a las condiciones originalmente pactadas deberá tramitarse por escrito exclusivamente ante la Dirección General de Recursos Materiales, Inmuebles y Servicios de "**LA SEMARNAT**", en el entendido de que cualquier cambio o modificación que no sea autorizada expresamente por el área citada, se considerará inexistente para todos los efectos administrativos y legales del presente contrato.

La solicitud de modificación por parte de "**EL PROVEEDOR**", no interrumpirá el plazo para la conclusión de los servicios originalmente pactados.

En términos de lo establecido en el artículo 52 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, no procederá ningún cambio que implique otorgar condiciones más ventajosas comparadas con las establecidas originalmente, podrá modificarse, igualmente por escrito, por detalles de forma que no desvirtúen el contenido esencial del presente instrumento jurídico y del procedimiento de adjudicación del cual se deriva.

En el caso de cualquier modificación a lo pactado en el contrato y/o sus anexos, "**EL PROVEEDOR**" se obliga a entregar a "**LA SEMARNAT**" dentro de los 10 (diez) días naturales siguientes a la fecha de la formalización del convenio modificatorio respectivo, el endoso o documento modificatorio de la fianza otorgada originalmente por la institución afianzadora correspondiente, conforme al artículo 91 del Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

Público, el cual deberá contener la estipulación de que es conjunto, solidario e inseparable de la fianza inicialmente presentada por **“EL PROVEEDOR”**.

En el caso de que **“EL PROVEEDOR”** no cumpla con dicha entrega, **“LA SEMARNAT”** podrá determinar la rescisión administrativa del contrato.

**DÉCIMA PRIMERA.- PAGOS EN EXCESO**

En caso de que existan pagos en exceso que haya recibido **“EL PROVEEDOR”**, éste deberá reintegrar las cantidades pagadas en exceso, más los intereses correspondientes conforme a la tasa que establezca la Ley de Ingresos de la Federación en los casos de prórroga para el pago de créditos fiscales. Los intereses se calcularán sobre las cantidades pagadas en exceso en cada caso y se computarán por días naturales desde la fecha del pago hasta la fecha en que se pongan efectivamente las cantidades a disposición de **“LA SEMARNAT”**. **“LA SEMARNAT”** procederá a deducir dichas cantidades de las facturas subsecuentes o bien **“EL PROVEEDOR”** cubrirá dicho pago con cheque certificado a favor de **“LA SEMARNAT”**.

**DÉCIMA SEGUNDA.- OBLIGACIONES FISCALES**

Las partes pagarán todas y cada una de las contribuciones y demás cargas fiscales que conforme a las leyes federales, estatales y municipales de los Estados Unidos Mexicanos tengan la obligación de cubrir durante la vigencia, ejecución y cumplimiento del presente contrato y sus anexos, sin perjuicio de que **“LA SEMARNAT”** realice, de los pagos que haga a **“EL PROVEEDOR”**, las retenciones que le impongan las leyes de la materia.

**DÉCIMA TERCERA.- GARANTÍA DE CUMPLIMIENTO DEL CONTRATO**

Con fundamento en los artículos 48 fracción II y 49 fracción I de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y el artículo 103 de su Reglamento **“EL PROVEEDOR”** a fin de garantizar el debido cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato, así como para responder de los defectos, vicios ocultos de los bienes o servicios y cualquier otra responsabilidad en los términos señalados en el contrato, deberá presentar a **“LA SEMARNAT”**, dentro de los 10 (diez) días naturales a partir de la fecha de suscripción del contrato, la garantía de cumplimiento, en caso que el último día sea inhábil se deberá presentar a más tardar el último día hábil, de conformidad con:

Póliza de fianza que se constituirá por el 10% del importe total del contrato, estipulado en la Cláusula denominada Monto del Contrato de este instrumento, sin

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

incluir el Impuesto al Valor Agregado, con una vigencia equivalente a la del contrato garantizado, otorgada por institución afianzadora legalmente constituida en la República Mexicana, en términos de la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas y a favor de "**LA TESORERÍA DE LA FEDERACIÓN**".

**"EL PROVEEDOR"** manifiesta expresamente:

- (A) Su voluntad en caso de que existan créditos a su favor contra "**LA SEMARNAT**", de renunciar al derecho a compensar que le concede la legislación sustantiva civil aplicable, por lo que otorga su consentimiento expreso para que en el supuesto de incumplimiento de las obligaciones que deriven del contrato, se haga efectiva la garantía otorgada, así como cualquier otro saldo a favor de "**LA SEMARNAT**".
- (B) Su conformidad para que la fianza que garantiza el cumplimiento del contrato, permanezca vigente durante la substanciación de todos los procedimientos judiciales o arbitrales y los recursos legales que se interpongan, con relación al contrato, hasta que sea dictada resolución definitiva que cause ejecutoria por parte de la autoridad o tribunal competente.
- (C) Su aceptación para que la fianza de cumplimiento permanezca vigente hasta que las obligaciones garantizadas hayan sido cumplidas en su totalidad, en la inteligencia que la conformidad para la liberación deberá ser otorgada mediante escrito suscrito por "**LA SEMARNAT**".
- (D) Su conformidad en que la reclamación que se presente ante la afianzadora por incumplimiento de contrato, quedará integrada con la siguiente documentación:
1. Reclamación por escrito a la Institución de Fianzas.
  2. Copia de la póliza de fianza y en su caso, sus documentos modificatorios.
  3. Copia del contrato garantizado y en su caso sus convenios modificatorios.
  4. Copia del documento de notificación al fiado de su incumplimiento.
  5. En su caso, la rescisión del contrato y su notificación,
  6. En su caso, documento de terminación anticipada y su notificación

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

7. Copia del finiquito y en su caso, su notificación.
8. Importe reclamado.

La fianza deberá contener como mínimo las siguientes declaraciones expresas:

- I. Que se otorga atendiendo todas y cada una de las estipulaciones establecidas en este contrato.
- II. Que para cancelar la fianza, será requisito contar con la constancia de cumplimiento total de las obligaciones contractuales de conformidad con lo establecido en la Cláusula denominada Precios Fijos del presente instrumento;
- III. Que la fianza permanecerá vigente durante el cumplimiento de la obligación que garantice y continuará vigente en caso de que se otorgue prórroga al cumplimiento del contrato, así como durante la substanciación de todos los recursos legales o de los juicios que se interpongan y hasta que se dicte resolución definitiva que quede firme, y
- IV. Que la afianzadora acepta expresamente someterse a los procedimientos de ejecución previstos en la Ley de Instituciones de Seguros y de Fianzas para la efectividad de las fianzas, aún para el caso de que proceda el cobro de indemnización por mora, con motivo del pago extemporáneo del importe de la póliza de fianza requerida. El procedimiento de ejecución será el previsto en el artículo 282 de la citada Ley, debiéndose atender para el cobro de indemnización por mora lo dispuesto en el artículo 283 de dicha Ley;

En el supuesto de que las partes convengan la modificación del contrato vigente, en términos de la Cláusula denominada Modificaciones del presente Contrato, “**EL PROVEEDOR**” deberá contratar la ampliación de la fianza, presentando la modificación y/o endoso de la garantía dentro de los (10) diez días hábiles siguientes a la firma del convenio que modifique el instrumento original, por el importe del incremento o modificación correspondiente.

La garantía de cumplimiento deberá ser presentada en la Subdirección de Comité y Contratos, ubicada en Av. Ejército Nacional No. 223, Piso 17 Ala B, Col. Anáhuac, Del. Miguel Hidalgo, C.P. 11320, Ciudad de México.

**DÉCIMA CUARTA.- PÓLIZA DE RESPONSABILIDAD CIVIL, DEFECTOS Y VICIOS OCULTOS**

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

**"EL PROVEEDOR"** será el único responsable por la mala ejecución de los servicios así como del incumplimiento a las obligaciones previstas en este instrumento cuando no se ajuste al mismo, al igual de los daños y perjuicios que ocasione con motivo de la no prestación de los servicios por causas imputables al mismo, una deficiente realización de los mismos o por no realizarlos de acuerdo con las especificaciones contenidas en el presente contrato, así como aquellos que resultaren como causa directa de la falta de pericia, dolo, descuido y cualquier acto u omisión negligente en su ejecución, salvo que el acto por el que se haya originado hubiese sido expresamente y por escrito ordenado por "**LA SEMARNAT**".

**"EL PROVEEDOR"** deberá presentar una póliza de responsabilidad civil debidamente pagada, en original y copia para el expediente, por un importe equivalente al 10% del monto máximo de este contrato, incluido el I.V.A., a más tardar el día de inicio de la vigencia. Este documento deberá ser entregado en la Dirección de Gestión Integral de Residuos, ubicado en Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Alcaldía Miguel Hidalgo, C.P. 11320, Ciudad de México.

**DÉCIMA QUINTA.- DAÑOS Y PERJUICIOS**

**"EL PROVEEDOR"** será el único responsable por la mala ejecución de los servicios así como del incumplimiento a las obligaciones previstas en este instrumento cuando no se ajuste al mismo, al igual de los daños y perjuicios que ocasione con motivo de la no prestación de los servicios por causas imputables al mismo, una deficiente realización de los mismos o por no realizarlos de acuerdo con las especificaciones contenidas en el presente contrato, así como aquellos que resultaren como causa directa de la falta de pericia, dolo, descuido y cualquier acto u omisión negligente en su ejecución, salvo que el acto por el que se haya originado hubiese sido expresamente y por escrito ordenado por "**LA SEMARNAT**".

**DÉCIMA SEXTA.- PENAS CONVENCIONALES**

Las penas convencionales a las que **"EL PROVEEDOR"** se haga acreedor por incumplimiento en la ejecución de los servicios, se calcularán, de acuerdo a lo establecido en el "Anexo Único" y el presente contrato, de conformidad con lo siguiente:

Las penas convencionales serán cubiertas por **"EL PROVEEDOR"** mediante el "Pago electrónico de Derechos, Producto y Aprovechamientos, esquema e5cinco" ante alguna de las instituciones bancarias autorizadas, acreditando dicho pago con la entrega del recibo bancario a la Dirección de Gestión integral de Residuos.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

La suma de todas las penas convencionales aplicadas a **“EL PROVEEDOR”** no deberá exceder el importe de la garantía de cumplimiento del contrato.

Cuando los servicios no se presten en la fecha o plazo convenido y la pena convencional por atraso rebase el monto de la garantía de cumplimiento del contrato, **“LA SEMARNAT”**, a través del Administrador del Contrato, previa notificación a **“EL PROVEEDOR”**, podrá rescindir este contrato, en términos de la Cláusula denominada Rescisión Administrativa.

Cuando el proveedor presente un atraso en la entrega de los productos esperados de conformidad a las fechas de entrega establecidas en estas especificaciones técnicas se aplicará una pena del 1% (uno por ciento) del importe total de la etapa en que se presente el atraso es decir A) estudios específicos-marco contextual o B) Proyecto de Ingeniería del cierre técnico del tiradero.

En caso que sea necesario llevar a cabo la rescisión administrativa del contrato, la aplicación de la garantía de cumplimiento será proporcional al monto de las obligaciones incumplidas.

Independientemente de la aplicación de la pena convencional a que hace referencia el párrafo que antecede, se aplicarán además las sanciones que deriven de la Ley o la normatividad.

La penalización tendrá como objeto resarcir los daños y perjuicios ocasionados a **“LA SEMARNAT”** con el atraso en la prestación de servicios señalados en el contrato. Las penas son independientes de los daños y perjuicios que ocasionare **“EL PROVEEDOR”** por no cumplir con las condiciones pactadas en el presente contrato.

Para determinar la aplicación de las penas convencionales, no se tomarán en cuenta las demoras motivadas por caso fortuito o causas de fuerza mayor o cualquier otra causa no imputable a **“EL PROVEEDOR”**.

**DÉCIMA SÉPTIMA.- DEDUCCIONES**

**“LA SEMARNAT”** podrá realizar deducciones al pago de los servicios con motivo del incumplimiento parcial o deficiente en que pudiera incurrir **“EL PROVEEDOR”** respecto de los casos concretos especificados en el “Anexo Único” y el presente contrato, conforme a lo siguiente:

Dichas deducciones deberán ser calculadas por el Administrador del Contrato desde que se presente el incumplimiento parcial o deficiente hasta la fecha en que materialmente se cumpla la obligación.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

Los montos a deducir se deberán aplicar en la factura que "**EL PROVEEDOR**" presente para su cobro, inmediatamente después de que el Administrador del Contrato tenga cuantificada la deducción correspondiente y le notifique a "**EL PROVEEDOR**" que incluya el monto de la deducción en su próxima factura, o en su caso, presente la nota de crédito correspondiente acompañada de su factura.

Si el proveedor realiza los servicios de manera diferente o de forma deficiente conforme a lo señalado en las Especificaciones Técnicas o, en si caso no atiende las solicitudes de correcciones de los productos se impondrá una deducción del 1% (uno por ciento) por cada ocasión en que ocurra, misma que se calculará sobre el importe de los servicios proporcionados.

**DÉCIMA OCTAVA.- RESCISIÓN ADMINISTRATIVA**

Ambas partes convienen y "**EL PROVEEDOR**" está de acuerdo en que "**LA SEMARNAT**" podrá en cualquier momento, por causas imputables a "**EL PROVEEDOR**", rescindir administrativamente el presente contrato, cuando éste último incumpla con cualquiera de las obligaciones estipuladas en el mismo. Dicha rescisión operará de pleno derecho, sin necesidad de declaración o resolución judicial, bastando que se cumpla con el procedimiento señalado en el artículo 54 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y en la Cláusula denominada Procedimiento de Rescisión Administrativa del Contrato.

Las causas que pueden dar lugar a que "**LA SEMARNAT**" inicie el procedimiento de rescisión administrativa del contrato, son las siguientes:

- A. Si "**EL PROVEEDOR**" no entrega la garantía de cumplimiento conforme al plazo estipulado en la normatividad vigente y la cláusula denominada Garantía de cumplimiento.
- B. Si "**EL PROVEEDOR**" no entrega la póliza de responsabilidad civil conforme al plazo estipulado en el presente contrato.
- C. Cuando el importe de las penas convencionales alcance el monto de la garantía de cumplimiento.
- D. Si "**EL PROVEEDOR**" es declarado, por autoridad competente, en concurso mercantil o de acreedores o en cualquier situación análoga que afecte su patrimonio.
- E. Si "**EL PROVEEDOR**" cede, vende, traspasa o subcontrata en forma total o parcial los derechos y obligaciones derivados del contrato; o transfiere los derechos de

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

cobro derivados del contrato, sin contar con el consentimiento de **“LA SEMARNAT”**.

- F. Si **“EL PROVEEDOR”** no da a **“LA SEMARNAT”** o a quien éste designe por escrito, las facilidades o datos necesarios para la supervisión o inspección de los servicios.
- G. Si **“EL PROVEEDOR”** incurriera en falta de veracidad, total o parcialmente respecto a la información proporcionada para la celebración de este contrato.
- H. Por no observar discreción debida respecto de la información a la que tenga acceso como consecuencia de la prestación de los servicios contratados.
- I. Si **“EL PROVEEDOR”** presentara un mismo entregable incompleto, deficiente o que no cumpla con las características derivado de las observaciones realizadas por el Administrador del contrato.
- J. Si **“EL PROVEEDOR”** incumple con cualquiera de las obligaciones estipuladas en el Contrato.
- K. Si **“EL PROVEEDOR”** incurriera en cualquier falta grave o no grave durante la vigencia del contrato.

En caso de incumplimiento de **“EL PROVEEDOR”** a cualquiera de las obligaciones del contrato, **“LA SEMARNAT”** podrá optar entre exigir el cumplimiento del mismo y el pago de las penas convencionales por el atraso, o declarar la rescisión administrativa conforme al procedimiento que se señala en la Cláusula denominada Procedimiento de Rescisión Administrativa del Contrato y hacer efectiva la garantía de cumplimiento, en forma proporcional al incumplimiento, sin menoscabo de que **“LA SEMARNAT”** pueda ejercer las acciones judiciales que procedan.

En este caso, la aplicación de la garantía de cumplimiento será proporcional al monto de las obligaciones incumplidas, salvo que, por las características de los servicios, éstos no puedan ser utilizados por **“LA SEMARNAT”** por estar incompletos, en cuyo caso, la aplicación de la garantía correspondiente será total.

En el supuesto de que sea rescindido el contrato, no procederá el cobro de las penas por atraso ni la contabilización de las mismas al hacer efectiva la garantía de cumplimiento si la hubiere.

Si **“EL PROVEEDOR”** es quien decide rescindirlo, será necesario que acuda ante la autoridad judicial y obtenga la declaración o resolución correspondiente.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.****DÉCIMA NOVENA.- PROCEDIMIENTO DE RESCISIÓN ADMINISTRATIVA DEL CONTRATO**

Ambas partes convienen que para los efectos de que sea "**LA SEMARNAT**" quien determine rescindir el contrato, iniciará el procedimiento con la comunicación por escrito a "**EL PROVEEDOR**" del hecho u omisión que constituya el incumplimiento de cualquiera de sus obligaciones, con el objeto de que éste dentro de un plazo máximo de 5 (cinco) días hábiles manifieste por escrito lo que a su derecho convenga, y aporte en su caso, las pruebas que estime pertinentes; transcurrido dicho plazo "**LA SEMARNAT**" resolverá considerando los argumentos y pruebas que hubiere hecho valer "**EL PROVEEDOR**", por lo que "**LA SEMARNAT**" en el lapso de los 15 (quince) días hábiles siguientes deberá fundar y motivar su determinación y comunicarlo por escrito a "**EL PROVEEDOR**". Cuando se rescinda el contrato "**LA SEMARNAT**" elaborará y notificará el finiquito correspondiente, además declarará de pleno derecho y en forma administrativa la rescisión del mismo, sin necesidad de declaración judicial alguna.

Si previamente a la determinación de dar por rescindido el contrato, se prestaren los servicios, el procedimiento iniciado quedará sin efecto, previa aceptación y verificación de "**LA SEMARNAT**" de que continúa vigente la necesidad de los mismos aplicando, en su caso, las penas convencionales correspondientes.

Como consecuencia de la rescisión por parte de "**LA SEMARNAT**", ésta quedará obligada a cubrir el costo del servicio, sólo hasta la proporción que éste haya sido devengado en forma satisfactoria para la misma, por lo tanto, "**LA SEMARNAT**" queda en libertad de contratar los servicios de otro proveedor y los costos que esto origine serán descontados del pago señalado en primer término, obligándose "**EL PROVEEDOR**" a reintegrar los pagos progresivos que haya recibido, más los intereses correspondientes, conforme a lo establecido en el artículo 51 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. Lo anterior, en forma independiente a las sanciones que establezcan las disposiciones legales aplicables en la materia y a las contenidas en el presente contrato.

Se podrá negar la recepción de los servicios una vez iniciado el procedimiento de rescisión administrativa del contrato, cuando "**LA SEMARNAT**" ya no tenga la necesidad de los servicios, por lo que en este supuesto "**LA SEMARNAT**" determinará la rescisión administrativa del contrato y hará efectiva la garantía de cumplimiento.

Si iniciada la rescisión "**LA SEMARNAT**" dictamina que seguir con el procedimiento puede ocasionar algún daño o afectación a las funciones que tiene encomendadas, podrá determinar no dar por rescindido el presente contrato, en cuyo caso, le establecerá otro plazo a "**EL PROVEEDOR**" para que subsane el incumplimiento que

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

hubiere motivado el inicio del procedimiento. Dicho plazo deberá hacerse constar en un convenio modificatorio en términos de los dos últimos párrafos del artículo 52 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, quedando facultada **“LA SEMARNAT”** para hacer efectivas las penas convencionales que correspondan.

De actualizarse el último párrafo del artículo 54 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, **“LA SEMARNAT”** podrá recibir los servicios, previa verificación de que continúa vigente la necesidad de los mismos y se cuenta con partida y disponibilidad presupuestaria del ejercicio fiscal vigente, en cuyo caso, mediante Convenio se modificará la vigencia del presente contrato con los precios originalmente pactados. Cualquier pacto en contrario se considerará nulo.

**VIGÉSIMA.- CASO FORTUITO O FUERZA MAYOR Y SUSPENSIÓN DE LOS SERVICIOS**

Ninguna de las partes será responsable ante la otra por causa que derive de caso fortuito o fuerza mayor.

Si durante la vigencia del contrato se presenta caso fortuito o fuerza mayor, **“LA SEMARNAT”** podrá suspender la prestación del servicio hasta por un plazo de 30 (treinta) días naturales, lo que bastará sea comunicado por escrito de una de las partes a la otra con 5 (cinco) días naturales contados a partir de que se presente el evento que la motivó, a través de un oficio con acuse de recibo, procediendo **“LA SEMARNAT”** al pago de los servicios efectivamente prestados; si concluido el plazo persistieran las causas que dieron origen a la suspensión, **“LA SEMARNAT”** podrá dar por terminada anticipadamente la relación contractual que se formaliza.

Cualquier causa de fuerza mayor o caso fortuito, no obstante que sea del dominio público deberá acreditarse documentalmente por la parte que la padezca y notificar a la otra parte dentro del plazo mencionado en el párrafo que antecede a través de un oficio con acuse de recibo. Cuando se le notifique a **“LA SEMARNAT”**, deberá ser ante la Dirección General de Recursos Materiales Inmuebles y Servicios, con copia al Administrador del Contrato. En caso de que **“EL PROVEEDOR”** no dé aviso en el término a que se refiere este párrafo, acepta que no podrá reclamar caso fortuito o fuerza mayor.

**“EL PROVEEDOR”** podrá solicitar la modificación al plazo y/o fecha establecida para la conclusión de los servicios, por caso fortuito o fuerza mayor que ocurran de manera previa o hasta la fecha pactada.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

Para estos efectos cuando "**EL PROVEEDOR**" por causa de fuerza mayor o caso fortuito no pueda cumplir con sus obligaciones en la fecha convenida, deberá solicitar por escrito a la Dirección General de Recursos Materiales Inmuebles y Servicios, con copia al Administrador del Contrato, una prórroga al plazo pactado, sin que dicha prórroga implique una ampliación al plazo original, acompañando los documentos que sirvan de soporte a su solicitud, en la inteligencia de que si la prórroga solicitada se concede y no se cumple, se aplicará la pena convencional correspondiente en términos de la cláusula denominada Penas Convencionales.

Cuando se determine justificado el caso fortuito o fuerza mayor, se celebrará entre las partes, a más tardar dentro de los treinta días naturales siguientes a que se reanuden los servicios o se actualice la condición operativa a que hubiere quedado sujeta la misma, un convenio modificatorio de prórroga al plazo respectivo sin la aplicación de penas convencionales, en términos del artículo 91 del Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, debiendo "**EL PROVEEDOR**" actualizar las garantías correspondientes.

En caso de que "**EL PROVEEDOR**" no obtenga la prórroga de referencia, por ser causa imputable a éste el atraso, se hará acreedor a la aplicación de las penas convencionales correspondientes.

No se considera caso fortuito o fuerza mayor, cualquier acontecimiento resultante de la falta de previsión, negligencia, impericia, provocación o culpa de "**EL PROVEEDOR**", o bien, aquellos que no se encuentren debidamente justificados, ya que de actualizarse alguno de estos supuestos, se procederá a la aplicación de las penas convencionales que se establecen en la cláusula correspondiente.

En caso de que la suspensión obedezca a causas imputables a "**LA SEMARNAT**", ésta deberá reembolsar los gastos no recuperables que haya erogado "**EL PROVEEDOR**", durante el tiempo que dure la suspensión, siempre y cuando se encuentren debidamente comprobados y se relacionen directamente con el objeto del contrato, o bien, podrá modificar el contrato a efecto de prorrogar la fecha o plazo para la prestación de los servicios. En este supuesto deberá formalizarse el convenio modificatorio respectivo, no procediendo la aplicación de penas convencionales por atraso. Asimismo, y bajo su responsabilidad podrá suspender la prestación del servicio, en cuyo caso únicamente se pagarán aquellos que hubiesen sido efectivamente prestados.

**VIGÉSIMA PRIMERA.- TERMINACIÓN ANTICIPADA DEL CONTRATO**

Ambas partes convienen que para los efectos de que sea "**LA SEMARNAT**" quien podrá en cualquier tiempo dar por terminada anticipadamente la relación

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

contractual que se formaliza cuando concurran razones de interés general, o bien, cuando por causas justificadas se extinga la necesidad de requerir los servicios originalmente contratados y se demuestre que de continuar con el cumplimiento de las obligaciones pactadas se ocasionaría algún daño o perjuicio al Estado o se determine la nulidad total o parcial de los actos que dieron origen al contrato con motivo de la resolución que emita la autoridad competente en un recurso de inconformidad o intervención de oficio emitida por la Secretaría de la Función Pública, lo anterior de conformidad con el artículo 54 Bis de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y primer párrafo del artículo 102 de su Reglamento.

En este supuesto **“LA SEMARNAT”** procederá a reembolsar, previa solicitud de **“EL PROVEEDOR”** los gastos no recuperables en que haya incurrido siempre que éstos sean razonables, estén debidamente comprobados y se relacionen directamente con este contrato, los cuales serán pagados dentro de un término que no podrá exceder de cuarenta y cinco días naturales posteriores a la solicitud fundada y documentada por **“EL PROVEEDOR”**.

**“EL PROVEEDOR”**, en términos de lo dispuesto en el artículo 102 del Reglamento de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, podrá solicitar de manera fundada y documentada a **“LA SEMARNAT”** el pago de gastos no recuperables, en un plazo máximo de un mes contado a partir de la fecha de la terminación anticipada del contrato.

Lo anterior, en términos del artículo 54 Bis de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público. Para tal efecto pagará a **“EL PROVEEDOR”** los servicios efectivamente prestados, hasta la fecha de la terminación.

La terminación anticipada se sustentará mediante dictamen que **“LA SEMARNAT”** elabore y en el que se precisen las razones o las causas justificadas que dan origen a la misma.

**VIGÉSIMA SEGUNDA.- CESIÓN DE DERECHOS**

**“EL PROVEEDOR”** no podrá ceder, vender, traspasar o subcontratar los derechos y obligaciones derivados del presente contrato, en ninguna forma y por ningún concepto, a favor de cualquier otra persona, con excepción de los derechos de cobro, en cuyo caso deberá contar con el consentimiento expreso y por escrito de **“LA SEMARNAT”**, en términos del artículo 46, último párrafo, de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

**"LA SEMARNAT"** manifiesta su consentimiento, para que **"EL PROVEEDOR"** pueda ceder sus derechos de cobro a favor de un intermediario financiero, mediante operaciones de factoraje o descuento electrónico en cadenas productivas, conforme a lo previsto en las Disposiciones Generales a las que deberán sujetarse las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal para su incorporación al Programa de Cadenas Productivas de Nacional Financiera, S.N.C., Institución de Banca de Desarrollo, publicados en el Diario Oficial de la Federación el 28 de febrero de 2007, y sus reformas y adiciones publicadas el 6 de abril de 2009 y 25 de junio de 2010.

**VIGÉSIMA TERCERA.- AUTONOMÍA DE LAS DISPOSICIONES**

La invalidez, ilegalidad o falta de coercibilidad de cualquiera de las disposiciones del presente contrato de ninguna manera afectarán la validez y coercibilidad de las demás disposiciones del mismo.

**VIGÉSIMA CUARTA.- INTERVENCIÓN**

**LAS SECRETARIAS DE HACIENDA Y CRÉDITO PÚBLICO, DE LA FUNCIÓN PÚBLICA, Y DE ECONOMÍA,** así como el Órgano Interno de Control en **"LA SEMARNAT"** y demás órganos fiscalizadores tendrán la intervención que las leyes y reglamentos en la materia les señalen, en la celebración y cumplimiento de este contrato.

**VIGÉSIMA QUINTA.- RESPONSABILIDAD LABORAL, CIVIL Y FISCAL**

Para efectos del cumplimiento del presente contrato, **"EL PROVEEDOR"** se obliga a proporcionar el personal especializado para la ejecución de los servicios contratados y será responsable de los antecedentes de su personal, garantizándolos en forma adecuada, por lo que queda expresamente estipulado que el presente contrato se suscribe en atención a que **"EL PROVEEDOR"** cuenta con el personal técnico y profesional necesario, experiencia, materiales, equipo e instrumentos de trabajo propios para ejecutar los servicios objeto del mismo.

**"EL PROVEEDOR"** reconoce y acepta que actúa como empresario y patrón del personal que ocupa para la ejecución del objeto de este contrato, por lo que será el único responsable de las obligaciones derivadas de las disposiciones legales y demás ordenamientos en materia del trabajo y seguridad social para con sus trabajadores.

Asimismo, **"EL PROVEEDOR"** reconoce y acepta que, con relación al presente contrato, actúa exclusivamente como proveedor independiente, por lo que nada de lo contenido en este instrumento jurídico, ni la práctica comercial entre las partes,

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

creará una relación laboral o de intermediación en términos del artículo 13 de la Ley Federal del Trabajo, entre "**EL PROVEEDOR**", incluyendo sus vendedores y/o subcontratistas y sus respectivos funcionarios o empleados, y "**LA SEMARNAT**".

Asimismo las partes aceptan y reconocen expresamente que no son aplicables a este contrato, las disposiciones de la Ley Federal del Trabajo, ni de la Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado, reglamentaria del apartado "B" del artículo 123 constitucional sino únicamente la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, su Reglamento y demás normatividad aplicable.

Por lo anterior, en caso de cualquier reclamación o demanda, relacionada con los supuestos establecidos en la presente cláusula y proveniente de cualquiera de las personas antes mencionadas, que pueda afectar los intereses de "**LA SEMARNAT**" o involucrarla, , "**EL PROVEEDOR**" exime desde ahora a "**LA SEMARNAT**" de cualquier responsabilidad fiscal, laboral y de seguridad social, civil, penal y de cualquier otra índole, que pudiera darse como consecuencia directa de la prestación de los servicios materia del presente instrumento, quedando obligado a intervenir de manera inmediata en estos casos, por lo que en ningún momento se considerará como patrón sustituto o solidario, ni como intermediaria a "**LA SEMARNAT**" respecto de dicho personal.

**"EL PROVEEDOR"** estará obligado a cumplir con la inscripción y pago de cuotas al Instituto Mexicano del Seguro Social, para lo cual deberá entregar a "**LA SEMARNAT**" las constancias de cumplimiento, de manera bimestral, del personal que se encuentre asignado a "**LA SEMARNAT**", para la prestación del presente contrato, dentro de los 20 días hábiles después de concluido el bimestre.

**VIGÉSIMA SEXTA.- INFORMACIÓN Y CONFIDENCIALIDAD**

Que para garantizar el acceso a la información pública de conformidad con los artículos 3 y 5 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública y el artículo 70 fracciones XXVII, XXVIII de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública, las partes otorgan su consentimiento, para que en caso de solicitarse de acuerdo al procedimiento correspondiente, se proporcionen los datos que obran en el presente instrumento jurídico, salvo los que la propia ley considera como información confidencial o reservada, en términos de los artículos 110 y 113 de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública .

Por su parte, "**EL PROVEEDOR**" se obliga a comunicar a "**LA SEMARNAT**" de cualquier hecho o circunstancia que en razón de los servicios prestados sea de su conocimiento y que pueda beneficiar o evitar un perjuicio a la misma.

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

“**EL PROVEEDOR**” se obliga a guardar confidencialidad de los trabajos o servicios contratados y a no proporcionar ni divulgar datos o informes inherentes a los mismos.

“**EL PROVEEDOR**” igualmente conviene en limitar el acceso a dicha información confidencial, a sus empleados o representantes, a quienes en forma razonable podrá dar acceso, sin embargo, necesariamente los harán partícipes y obligados solidarios con él mismo, respecto de sus obligaciones de confidencialidad pactadas en virtud de este contrato.

Cualquier persona que tuviere acceso a dicha información deberá ser advertida de lo convenido en este contrato, comprometiéndose a realizar esfuerzos razonables para que dichas personas observen y cumplan lo estipulado en esta cláusula.

Ambas partes convienen en considerar información confidencial a toda aquella relacionada con las actividades propias de “**LA SEMARNAT**” así como la relativa a sus funcionarios, empleados, consejeros, asesores, incluyendo sus consultores.

De la misma manera convienen en que la información confidencial a que se refiere esta cláusula puede estar contenida en documentos, fórmulas, cintas magnéticas, programas de computadora, diskettes o cualquier otro material que tenga información jurídica, operativa, técnica, financiera, de análisis, compilaciones, estudios, gráficas o cualquier otro similar.

También será considerada información confidencial, la proporcionada y/o generada por “**LA SEMARNAT**” que no sea del dominio público y/o del conocimiento de las autoridades.

Las obligaciones de confidencialidad asumidas por “**EL PROVEEDOR**” en virtud de este contrato subsistirán ininterrumpida y permanentemente con toda fuerza y vigor aún después de terminado o vencido el plazo del presente contrato, en el territorio nacional o en el extranjero.

En caso de incumplimiento a las obligaciones estipuladas en esta cláusula, “**EL PROVEEDOR**” conviene en pagar los daños y perjuicios que en su caso ocasione a “**LA SEMARNAT**”.

**VIGÉSIMA SÉPTIMA.- PROPIEDAD DE LOS TRABAJOS O SERVICIOS**

“**EL PROVEEDOR**” conviene en que no podrá divulgar por medio de publicaciones, informes o en cualquier otra forma, el programa, datos obtenidos de la prestación de los servicios objeto de este contrato ni el resultado de éstos, sin la autorización expresa

**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

de "**LA SEMARNAT**", pues dichos programas, datos y resultados son propiedad de esta última.

**VIGÉSIMA OCTAVA.- PATENTES, MARCAS Y DERECHOS DE AUTOR**

"**EL PROVEEDOR**" asume toda la responsabilidad por las violaciones que se causen en materia de patentes, marcas y derechos de autor, con respecto a la propiedad de los trabajos o servicios objeto de este contrato.

En caso de llegarse a presentar una demanda en los términos establecidos en el párrafo anterior, "**LA SEMARNAT**" notificará a "**EL PROVEEDOR**", para que tome las medidas pertinentes al respecto, "**EL PROVEEDOR**" exime a "**LA SEMARNAT**" de cualquier responsabilidad.

"**EL PROVEEDOR**" tendrá derecho a que se respeten los derechos de autor que en su caso se generen por la prestación de los servicios objeto del presente contrato y cede, en todo caso, a "**LA SEMARNAT**" los derechos patrimoniales que le pudieran corresponder u otros derechos exclusivos que resulten, mismos que invariablemente se constituirán a favor de "**LA SEMARNAT**".

**VIGÉSIMA NOVENA.- RECONOCIMIENTO CONTRACTUAL**

El presente contrato constituye el acuerdo único entre las partes en relación con el objeto del mismo y deja sin efecto cualquier otra negociación o comunicación entre éstas, ya sea oral o escrita, anterior a la fecha en que se firme el mismo.

Las partes acuerdan que en el caso de que alguna de las cláusulas establecidas en el presente instrumento fuere declarada como nula por la autoridad jurisdiccional competente, las demás cláusulas serán consideradas como válidas y operantes para todos sus efectos legales.

"**EL PROVEEDOR**" reconoce que los convenios modificatorios y/o de terminación anticipada y/o de prórroga serán suscritos por el servidor público que firma este contrato, o quien lo sustituya o quien esté facultado para ello.

"**EL PROVEEDOR**" reconoce y acepta que la rescisión administrativa de este contrato podrá llevarse a cabo por el servidor público que lo suscribe o quien esté facultado para ello.

Para el caso de que exista discrepancia entre la Convocatoria a la Licitación Pública y el Contrato, prevalecerá lo establecido en la Convocatoria, las modificaciones a la misma y las que resulten de la o las juntas de aclaraciones.



**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.**

**TRIGÉSIMA.- CONCILIACIÓN**

De acuerdo con lo dispuesto por los artículos 77, 78 y 79 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y servicios del Sector Público, en cualquier momento durante la vigencia del presente contrato, se podrá solicitar ante la Secretaría de la Función Pública o el Órgano interno de Control de esta Secretaría, procedimiento de conciliación por desavenencias derivadas del cumplimiento del presente contrato, el cual podrá ser requerido por cualquiera de las partes.

El procedimiento de conciliación, no podrá solicitarse si el presente contrato fue rescindido administrativamente, ello sin perjuicio de que se solicite conciliación respecto del finiquito que deban formularse como consecuencia de la rescisión determinada.

Si en el procedimiento de conciliación, se llega a un acuerdo respecto del cumplimiento del presente contrato, la validez del mismo, estará condicionada a la formalización del convenio ante autoridad judicial.

No podrá iniciarse otra conciliación sobre los mismos aspectos cuando las partes en un procedimiento anterior no hayan logrado un arreglo, salvo que en la nueva solicitud de conciliación se aporten elementos no contemplados en la negociación anterior.

**TRIGÉSIMA PRIMERA.- JURISDICCIÓN**

Las partes convienen que, para la interpretación y cumplimiento de este contrato, así como para lo no previsto en el mismo, se someterán a la jurisdicción y competencia de los Tribunales Federales con residencia en la Ciudad de México, renunciando al fuero que pudiera corresponderles en razón de su domicilio o vecindad presente o futura o por cualquier otra causa.

**LEÍDO QUE FUE POR LAS PARTES QUE EN EL INTERVIENEN Y SABEDORES DE SU CONTENIDO, ALCANCE Y EFECTOS LEGALES, SE FIRMA EL PRESENTE CONTRATO, CONSTANTE DE 30 FOJAS ÚTILES Y 110 FOJAS QUE CONFORMAN EL ANEXO ÚNICO, PARA HACER UN TOTAL DE 140, EN CINCO TANTOS, AL CALCE Y AL MARGEN POR TODOS LOS QUE EN EL INTERVIENEN EN LA CIUDAD DE MÉXICO, EL DÍA 15 DE FEBRERO DE 2019.**

*Z*  
*A*  
*GJ*

**SEMARNAT**SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES**CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.  
“ESTUDIOS ESPECÍFICOS Y PROYECTO DE  
INGENIERÍA PARA EL CIERRE TÉCNICO  
DEL TIRADERO A CIELO ABIERTO  
DENOMINADO “LAS MATAS” EN  
VERACRUZ”.****CONTRATO DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019.****POR “LA SEMARNAT”.**

Ingemar Ariel Govea Castro.  
Director General de Recursos  
Materiales,  
Inmuebles y Servicios

Ricardo Ortiz Conde  
Director de Gestión Integral de  
Residuos  
Administrador del Contrato

**POR “EL PROVEEDOR”.**

Erika Heidi Aguilar García  
Apoderado Legal de Consultores  
Mexicanos en Proyectos de  
Ingeniería, S.C.

LAS ANTEFIRMAS Y FIRMAS QUE ANTECEDEN CORRESPONDEN AL CONTRATO **DGRMIS-DAC-DGIR-001/2019**, DE FECHA 15 DE FEBRERO DE 2019, QUE CELEBRA EL EJECUTIVO FEDERAL POR CONDUCTO DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, CON “CONSULTORES MEXICANOS EN PROYECTOS DE INGENIERIA, S.C.”.- CONSTE.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## Estudios Específicos y Proyecto de Ingeniería para el Cierre Técnico del Tiradero a Cielo Abierto denominado "Las Matas", en Veracruz

### Especificaciones Técnicas

#### I. Introducción

La gestión de los residuos sólidos es un tema estrechamente relacionado con el cuidado del medio ambiente, al ser éstos una de las principales causas de contaminación del suelo, agua y en un menor grado, del aire.

Una inadecuada gestión de los residuos trae consigo problemas ambientales, sociales, políticos, financieros y de salud incosteadables e irreversibles. Por lo que es de gran importancia promover la prevención, aprovechamiento, tratamiento y el manejo adecuado de los mismos.

El gobierno federal ha fortalecido su estructura institucional, incorporando nuevas actividades y designando recursos financieros y humanos destinados a fortalecer la política en materia de residuos. Estas acciones han dado como resultado una sociedad más informada y preocupada en integrar el desarrollo sostenible, que desacople el impacto negativo al ambiente del desarrollo económico del país.

En México, sigue predominando el manejo básico de los RSU que consiste en recolectar y disponer los residuos en rellenos sanitarios, desaprovechando aquellos residuos que son susceptibles de reincorporarse al sistema productivo.

Una disposición inadecuada de los residuos trae consigo grandes costos ambientales; al contaminar el suelo, agua y aire; hecho que afecta a millones de personas de manera directa o indirecta. Además, con el crecimiento urbano cada vez resulta más difícil encontrar sitios apropiados para la construcción de nuevos rellenos sanitarios, por lo que es indispensable recuperar aquellos residuos valorizables, disminuyendo de esta manera el volumen que es destinado a disposición final.

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Para el caso específico de México, el 79% de la generación total de los RSU es enviada a disposición final. De esta cantidad, el 61% es depositado en 238 rellenos sanitarios y 50 sitios controlados; el 16% en tiraderos a cielo abierto y el 2% restante, se desconoce dónde se deposita. Lo que representa que alrededor de 6.8 millones de toneladas al año de residuos sólidos urbanos no se disponen adecuadamente, ocasionando los impactos anteriormente descritos y haciendo indispensable la rehabilitación o en su caso la clausura de los tiraderos a cielo abierto.

## II. Justificación

El sitio de disposición final (SDF) de residuos sólidos urbanos y de manejo especial denominado "**Las Matas**" opera como **tiradero a cielo abierto** y se ubica en la Macro Región Golfo Sur/Región Olmeca del Estado de Veracruz, en el ejido Tacoteno, en el Km 180 de la carretera Minatitlán-Coatzacoalcos. El sitio de disposición final tiene en su totalidad una superficie aproximada de 25 hectáreas, los cuales corresponden a terrenos ejidales.

En terrenos del ejido Tacoteno rentados a diversos municipios, se disponen los residuos sin ningún tipo de cumplimiento para su ubicación según la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, ya que se encuentra ubicado en zona de humedales y con presencia de tuberías de PEMEX y torres de CFE.

El SDF "Las Matas" ha venido operando aproximadamente por dos décadas, como tiradero a cielo abierto de Minatitlán y Cosoleacaque principalmente. A partir del año 2011 hasta el 2016, estuvieron depositando los Municipios de Minatitlán, Cosoleacaque y Coatzacoalcos un promedio de 800 ton/día.

El SDF "Las Matas" es identificado como uno de los pasivos ambientales más importantes del país sin que hasta el momento se haya determinado el grado de contaminación del suelo y subsuelo ya que se encuentra ubicado en una zona de humedales.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Durante el mes de diciembre de 2018 se realizó el "Estudio de Topografía y Geofísica en el Sitio Identificado como Las Matas, Veracruz", los principales hallazgos obtenidos son:

- Se identificaron espesores de basura de hasta 7 m de altura en contacto con el suelo nativo, en una zona donde se extienden los humedales del sistema lagunar del Río Coatzacoalcos, afectando su condición natural, biodiversidad y funcionamiento hídrico.
- Subyaciendo a las capas de residuos, se registraron matrices de suelo compuesto por areniscas limosas, entremezcladas en algunas partes con lutitas, que le dan condiciones de un acuífero libre y semiconfinado, susceptible de ser contaminado con la percolación de los lixiviados, provenientes de las capas de basura superiores.
- Después de capas de basura, los materiales subyacentes presentaron valores de resistividad muy bajos, que indican sustratos con mucha humedad y altas concentraciones de sales por la presencia de lixiviados que han penetrado hacia las capas inferiores del subsuelo.

Estos hallazgos justifican la clausura y saneamiento de este sitio para controlar los impactos negativos al medio ambiente y a la salud humana por una inadecuada disposición final de residuos. Por lo que resulta necesario realizar los estudios específicos y proyecto de ingeniería que proporcione los lineamientos técnicos para el cierre técnico del tiradero a cielo abierto.

Cabe señalar que el resultado del Estudio de Topografía y Geofísica en el Sitio Identificado como Las Matas, Veracruz, será puesto a disposición de El Participante que resulte adjudicado con el estudio objeto de las presentes Especificaciones Técnicas.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



### III. Objetivos

- a) Realizar los estudios específicos para determinar los parámetros de diseño, necesarios para realizar el cierre técnico del tiradero a cielo abierto denominado "Las Matas", en Veracruz.
- b) Desarrollar el proyecto de ingeniería para el cierre técnico del tiradero a cielo abierto denominado "Las Matas", en Veracruz, apegándose a lo indicado en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.

### IV. Nombre del servicio

Estudios Específicos y Proyecto de Ingeniería para el Cierre Técnico del Tiradero a Cielo Abierto denominado "Las Matas", en Veracruz.

### V. Ubicación geográfica

El sitio de disposición final identificado como Las Matas, se ubica en las afueras de la localidad de Minatitlán, en el estado de Veracruz, a 114 kilómetros al suroeste de dicha población; abarcando ambos lados de la Carretera del Golfo, que conecta con Coatzacoalcos, en una zona de humedales, en donde se tiene una alta biodiversidad.

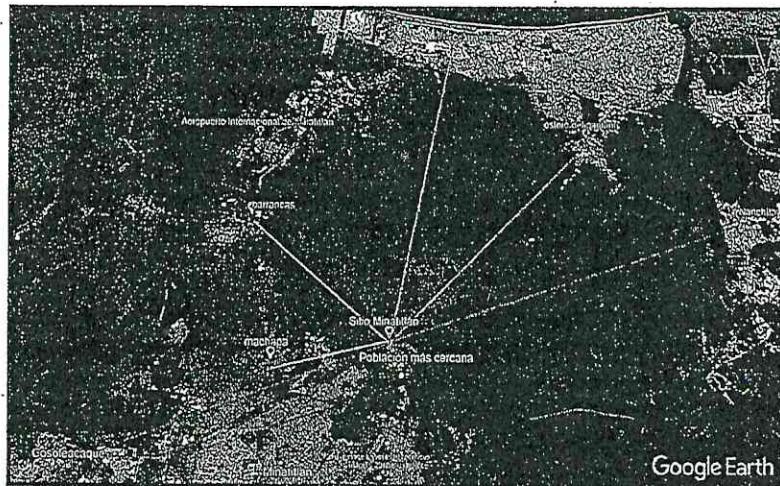
Las coordenadas reportada en Google Earth son: Latitud: 18° 2' 6.51" N  
Longitud: 94° 31' 45.09" O

El sitio de referencia, como se muestra en la siguiente imagen, colinda a 11 kilómetros al norte con el municipio de Coatzacoalcos, a unos 10 kilómetros al noreste con el municipio Estero del Pantano, a unos 13 kilómetros al este con el municipio de Nanchital, a unos 9 kilómetros al noroeste con el aeropuerto internacional de Minatitlán, a unos 6 kilómetros al noroeste con la localidad llamada Barrancas, a unos 4 kilómetros al suroeste con Machapa y a unos 11 kilómetros con la localidad de Cosoleacaque:

0000035

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## VI. Fecha de inicio y periodo de vigencia del pedido o contrato

A partir del día natural siguiente a la notificación del fallo y hasta el 31 de Julio de 2019.

## VII. Lugar de prestación del servicio

Las actividades necesarias para los estudios específicos y proyecto de ingeniería se desarrollarán en el sitio de interés, y los entregables serán recibidos en la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico de SEMARNAT, ubicada en Avenida Ejército Nacional No. 223, Piso 16 Ala B, Col. Anáhuac C.P. 11320, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

5

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## VIII. Requerimientos que debe cubrir El participante

El interesado en prestar el servicio a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, deberá contar con experiencia mínima de 12 meses comprobable en el desarrollo de estudios específicos y proyectos de ingeniería para el cierre de sitios de disposición final de residuos, así como contar con conocimientos técnicos o con el personal especializado para desarrollar actividades inherentes a la planeación, evaluación, seguimiento, control y retroalimentación en por lo menos 6 de los siguientes campos:

- Gestión ambiental
- Elaboración y diseño de documentos técnicos
- Contexto social, económico, institucional y ambiental en la zona donde se ubica el sitio de disposición final conocido como Las Matas, en Veracruz
- Legislación ambiental en materia de residuos a nivel estatal y municipal
- Planeación estratégica
- Mecanismo de coordinación y concertación
- Coordinación de grupos multidisciplinarios de especialistas en temas ambientales a nivel local, subnacional, nacional e internacional
- Metodología de Marco Lógico para el desarrollo de programas e indicadores
- Análisis de escenarios, estrategias y acciones
- Manejo de planes, programas y proyectos gubernamentales
- Experiencia sobre la Administración Pública Federal

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Se requiere que El participante acredite por lo menos los siguientes recursos humanos:

- a. Director de proyecto con experiencia en desarrollo de estudios ambientales
- b. Grupo de trabajo compuesto por:
  - 1 Coordinador de proyecto, con conocimiento en ingeniería, geología o similar
  - 3 Ingenieros de proyecto, con conocimientos en ingeniería, geología o similar

## IX. Especificaciones y características técnicas del servicio

### A) Estudios específicos – Marco contextual

#### 1. Geología

- 1.1. Definir las diferentes unidades litológicas que se manifiesten en la zona de estudio.
- 1.2. Describir cada unidad, resaltando su litología, estructura, textura, alteración y relaciones estratigráficas; estimando cualitativamente su permeabilidad y variaciones en ellas.
- 1.3. Elaborar un plano con las secciones geológicas que muestren su interpretación.
- 1.4. Generar mapas de isopacas e isocimas para ayudar a visualizar el movimiento del agua subterránea.

Para lograr un modelo geológico preciso, la interpretación se auxiliará con los resultados del Estudio de Geofísica realizado del sitio y de la geotecnia que se deberá realizar en el sitio, conforme a las especificaciones que se describen más adelante.

7

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México, C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Los cortes litológicos serán obtenidos a partir de los afloramientos de materiales que se observan en la vecindad del vertedero, de estudios previos efectuados en la zona de interés, así como de los perfiles estratigráficos que se obtendrán de las perforaciones para el muestreo de lixiviados, biogás y residuos confinados, que se describen más adelante.

## 2. Geohidrología

- 2.1. Precisar las características litológicas y estructurales de cada una de las formaciones aflorantes en el sitio de interés, orientando las tareas particularmente hacia aquellos puntos de interés que se considere necesario verificar; por ejemplo, existencia de fallas geológicas o terrenos muy fracturados, contactos de distintas unidades, etc.
- 2.2. Definir la superficie de contacto entre los residuos depositados en los sitios de interés y el suelo nativo de la zona.

Con la información que resulte de lo antes señalado, y con base en la cartografía previamente analizada:

- 2.3. Identificar las unidades hidrogeológicas locales presentes en el área (definidas estas por su comportamiento y características hidráulicas); es decir, por su porosidad (intergranular, fisural o Kárstica), conductividad hidráulica similar y comportamiento hidráulico (libre, confinado o semi-confinado).
- 2.4. Formular una cartografía específica con las secciones que muestren la distribución de unidades hidrogeológicas presentes en el sitio y su interrelación entre sí.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Asimismo:

- 2.5. Efectuar un inventario de obras de captación de agua, con el cual se identificarán y geoposicionarán, todos los pozos, corrientes de agua superficiales, norias y manantiales dentro del área de estudio y a una distancia de 500 m de los linderos de ella, precisando las características constructivas visuales de los mismos, así como la litología sobre la que afloran, nivel estático y nivel dinámico.
- 2.6. Efectuar una campaña piezométrica durante las visitas de campo (obtención de la elevación del nivel estático y dinámico en caso de ser posible), para obtener con ellas configuraciones de iso-elevaciones del nivel estático, nivel dinámico, establecimiento de direcciones de flujo locales y secundarias, velocidades de flujo.
- 2.7. Obtener, a través de sondas, parámetros de conductividad eléctrica, pH, temperatura y, en su caso, espesor del producto libre.
- 2.8. Incluir dentro de la campaña piezométrica, los pozos que se habilitarán para la caracterización de lixiviados y residuos confinados.
- 2.9. Habilitar al menos dos piezómetros, ubicados pendiente arriba y abajo del área de estudio.
- 2.10. Efectuar 3 pruebas de bombeo o de permeabilidad, según las características de las construcciones (pozos), así como de factores hidrogeológicos (una en uno de los pozos de muestreo, una más aguas arriba del flujo subterráneo y otra aguas abajo del mismo), las cuales serán interpretadas por el método de Jacob o Hvorslev, obteniendo con ello la Transmisividad y Conductividad Hídrica.
- 2.11. Consultar en bibliografía especializada, así como en las bases de datos de la CONAGUA, la calidad química del agua subterránea presente en el área de estudio.

9

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México, C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 2.12. Obtener por lo menos una muestra de agua subterránea en el piezómetro, ubicado aguas arriba para determinar los iones fundamentales ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{CO}_3^{--}$  y  $\text{HCO}_3^-$ ), así como sólidos totales disueltos; alcalinidad, dureza, y DBO. Con esta información y los resultados de la caracterización de los lixiviados, determinar índices hidro-geoquímicos, diagramas de Piper, Stiff, Wilcox y Schoeler, para la clasificación geoquímica del agua subterránea.
  
- 2.13. Formular los planos concéntricos a la configuración de iso-espesores de producto libre detectado (en caso de presentarse) y corregido, así como la cuantificación del mismo en el medio subterráneo.
  
- 2.14. Establecer el modelo hidrogeológico local, en el cual se plasmará el comportamiento del acuífero, identificando las unidades hidrogeológicas, así como sus características hidráulicas, determinación de flujos locales e intermedios, velocidades de flujo e infiltración, entradas y descargas del sistema de aguas subterráneas, así como el modelo hidro-geoquímico del área de estudio y se determinará la Vulnerabilidad Acuífera a través de las metodologías DRASTIC ó SINTACS.
  
- 2.15. Emitir las recomendaciones pertinentes para el monitoreo ambiental:

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



### 3. Muestreo, caracterización y análisis de residuos y lixiviados

- 3.1. Realizar la perforación de tres pozos exploratorios de 4" φ hasta 15 m de profundidad, los cuales se habilitarán con ademe de PVC hidráulico, ranurado, prefiltro de grava, sello de bentonita y tapón de PVC. La estratigrafía que resulte de ellos, se deberá relacionar con los registros de resistividad del estudio geofísico ya realizado por LA SEMARNAT; todo ello para una mayor comprensión de las características físicas de los materiales confinados en el sitio de interés. Dos pozos se localizarán en el Vertedero de Minatitlán y uno más en el de Cosoleacaque. La ubicación de estos pozos se realizará en aquellas zonas con mayor conductancia, según los perfiles isoresistivos obtenidos con el Estudio de Geofísica realizado del sitio por LA SEMARNAT.
- 3.2. De los núcleos que se obtengan, empacar tres muestras representativas de los residuos extraídos para su análisis en laboratorio, con el fin de conocer su composición y caracterización físico-química.
- 3.3. Definir las características particulares de los residuos confinados a partir de las muestras que se tomen, mediante la determinación del peso volumétrico ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ), de la caracterización química (CHON/carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno), así como la caracterización física definida por la humedad, cenizas y materia orgánica.
- 3.4. Los lixiviados que se obtengan de las perforaciones, serán muestreados en el fondo de los pozos y analizados en laboratorio para conocer su composición y caracterización físico-química, lo cual servirá para establecer el manejo adecuado que se les deba dar. Los parámetros a determinar son:

11

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Sólidos totales	Zinc (Zn+2)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	pH	Cianuros (CN-)
Contenido Orgánico Total (COT)	Turbiedad	Cadmio (Cd+2)
Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	Cloruros (Cl-)	Fosfatos totales (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	Arsénico (As+3,+5)
Nitrógeno amoniaco (como NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Calcio (Ca+2)	Plomo (Pb+2,+4)
Mercurio total (Hg+2)	Cobre (Cu+2)	Cromo total (Cr+3,+6)
Bacterias coliformes totales (NMP/100 ml)	Sodio (Na+1)	Magnesio (Mg+2)
Bacterias coliformes fecales (NMP/100 ml)	Níquel (Ni+2)	Nitrógeno orgánico
Ácidos Grasos Volátiles	Potasio (K+1)	Hierro total (Fe+2,+3)

Además de los parámetros señalados en la NOM-083, determinar las concentraciones de hidrocarburos y metales totales, según los métodos y normas siguientes:

- TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción pesada: EPA METHOD 1664A-2009
- TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción media: EPA METHOD 8015BB-1996
- TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción ligera: EPA METHOD 8015BB-1996
- HAP's (hidrocarburos aromáticos policíclicos): EPA METHOD 624.2-1995
- BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) o COV: EPA METHOD 1664A-2009
- Metales totales en lixiviados (As, Cr (VI), Cd, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn): NMX-AA-051-SCFI-2001

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## 4. Pruebas de productividad de biogás

- 4.1. Realizar una serie de mediciones en forma continua, del flujo de biogás tanto en el vertedero de Minatitlán, como en el de Cosoleacaque. Estas mediciones, permitirán conocer entre otras cosas, las tasas actuales de emisión del biogás en cada uno de los pozos, es decir el flujo, así como la temperatura y el intervalo de variación de la presión de salida del biogás. Los parámetros que se determinarán con las pruebas a ejecutar, serán los siguientes:
  - 4.1.1. Presión
  - 4.1.2. Temperatura
  - 4.1.3. Flujo natural
  - 4.1.4. Composición del biogás (Metano, Bióxido de Carbono y otros)
- 4.2. Para realizar las mediciones indicadas, se habilitarán seis pozos de 4" φ hasta una profundidad de 5 metros, tres en el vertedero de Minatitlán y tres en el de Cosoleacaque, cuya localización se hará de acuerdo a los perfiles isorresistivos obtenidos con el Estudio de Geofísica realizado, en aquellas zonas con mayor resistividad a nivel superficial. Los pozos se ademarán con tubería de PVC hidráulico, con perforaciones al tresbolillo de 1" φ en toda su periferia, a cada 25 cm.
- 4.3. Utilizar para las mediciones analizadores portátiles de campo, con una mínima probabilidad de error.
- 4.4. Las pruebas consisten en extraer el biogás aplicando presión negativa con un equipo de extracción regenerativo de al menos 1 HP de potencia.

13

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 4.5. Las pruebas deben tener una duración mínima de una semana, realizando dos mediciones diarias, determinando y monitoreando como mínimo cada 12 horas en cada uno de los seis pozos perforados, los parámetros ya mencionados.
- 4.6. Realizar tres mediciones sin extracción forzada, en las baterías de pozos habilitados en los vertederos ya mencionados, en un lapso de 24 horas, determinando por lo menos la composición del biogás y la presión natural.
- 4.7. Como resultado de la evaluación de los parámetros ya comentados, determinar los volúmenes y características del biogás producido en un horizonte de por lo menos 10 años.
- 4.8. Establecer el esquema conceptual, y el arreglo técnico del sistema para su captación, tanto en las zonas de disposición final de Minatitlán y Cosoleacaque, así como en el ex tiradero de Coatzacoalcos.
- 4.9. A efecto de determinar la calidad del gas extraído, se deberá tomar una muestra de biogás para analizar su composición en un cromatógrafo de gases. Los parámetros que se registrarán con el cromatógrafo de gases, serán: CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, partículas, VOCs, SO<sub>2</sub>, CO, NOx, Hexano, Xileno, Tolueno e Hidrocarburos Totales.

## 5. Mecánica de suelos

- 5.1. Obtener muestras inalteradas de suelo natural de diferentes partes de la zona, con la idea de hallar bancos de material de donde pueda obtenerse el suelo que se utilizará para construir la capa de sello final del sitio, que asegure la no infiltración del agua pluvial que luego se convierte en lixiviados contaminantes.
- 5.2. Realizar análisis de mezclas de suelo con sales minerales, aplicando diferentes proporciones y definir las mejores condiciones de impermeabilidad para sellar los residuos.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 5.3. Las muestras se obtendrán mediante pozos a cielo abierto de 1.50 m X 1.50 m y hasta 2 m de profundidad como máximo. Las determinaciones que se harán en laboratorio con las muestras, se precisan a continuación:
  - 5.3.1. Granulometría.
  - 5.3.2. Límites de Consistencia y Clasificación SUCS.
  - 5.3.3. Capacidad de Carga.
  - 5.3.4. Cohesión y Angulo de Fricción Interna.
  - 5.3.5. Compactación Proctor Estándar para mezclas de suelo con sales minerales, en proporción del 4%, 6% y 8%.
  - 5.3.6. Permeabilidad con permeámetro de carga constante, para el 80%, 90% y 95% de la Prueba Proctor Estándar y para cada uno de los proporcionamientos de sales.
- 5.4. Efectuar los análisis de estabilidad pertinentes para el diseño de los taludes externos, considerando la condición de sismo.

## 6. Hidrología superficial

- 6.1. Realizar un estudio que evalúe el régimen local relativo a los escurrimientos y a la presencia de cuerpos de agua superficiales en el entorno, para generar los parámetros de diseño de los sistemas de drenaje pluvial, así como para determinar el comportamiento hidrológico de la región donde está el tiradero de basura.
- 6.2. El estudio debe reporta las características particulares de la hidrología superficial de la zona donde se asienta el tiradero de Las Matas; utilizando como apoyo la información pluviométrica de la estación climatológica más cercana a este sitio.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 6.3. Evaluar los parámetros climatológicos, tales como precipitación, infiltración, escorrentía y evapotranspiración. Lo anterior para tener un estimado del coeficiente de escurrimiento, coeficiente de infiltración, volumen de infiltración, precipitación, escurrimiento y evapotranspiración en el área de estudio.
- 6.4. Determinar la microcuenca a la que pertenece la zona de estudio y obtener sus parámetros morfométricos.
- 6.5. Elaborar un modelo digital del terreno, con el cual se efectuará una reconstrucción de la red de drenaje existente en los vertederos de Minatitlán y Cosoleacaque, localizando los puntos de descarga de la misma, que son más susceptibles a ser impactados, lo anterior considerando la información del levantamiento topográfico detallado, realizado previamente por la SEMARNAT.
- 6.6. Obtener las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) y de altura de precipitación-duración-período de retorno ( $hp-D-Tr$ ) para períodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años.

## B) Proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero

El proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero a cielo abierto de "Las Matas", incluirá a los actuales tiraderos de Minatitlán y Cosoleacaque, así como al ex tiradero de Coatzacoalcos, que se localiza en la vecindad de este último y que se incendió hace unos meses.

Se utilizará la información obtenida a partir de los estudios específicos señalados anteriormente. Es importante mencionar que el proyecto en sí mismo, debe minimizar los impactos al ambiente y a la salud de la población. Además, incluir dentro de las tareas a desarrollar, un plan de mantenimiento y un programa de monitoreo ambiental.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## 7. Metodología para el cierre técnico del tiradero

- 7.1. Describir los procedimientos que se deben ejecutar, para alcanzar la compactación de los residuos, previo a su cobertura, de tal suerte que alcancen una condición estable y un peso volumétrico que asegure su estabilidad.
- 7.2. Describir la metodología para el afine de los taludes, previo a la colocación del material de cubierta.
- 7.3. Formular los criterios para verificar el acabado que deba darse a las plataformas, bermas y taludes de la geomorfología final, que tendrán los tiraderos por atender.
- 7.4. Establecer la metodología y los procedimientos para el esparcido del material de cubierta sobre los cuerpos de basura, indicando la compactación que deba alcanzarse y los mecanismos para verificar su cumplimiento.
- 7.5. Elaborar una descripción de los trabajos que deberán realizarse para crear el sistema para la extracción y control del biogás y todos los elementos que constituirán el sistema para el control de los lixiviados.

## 8. Diseño de la geometría y de la estabilidad física del sitio

- 8.1. Aplicando la teoría de Arthur Casagrande, llevar a cabo la revisión de la estabilidad física, tanto de los taludes críticos como de los estables en apariencia, con el fin de rectificar su geometría integral para garantizar su integridad física al corto y al largo plazo, a efecto de eliminar cualquier posibilidad de que se presenten fallas de talud, deslizamientos y "desgarramientos" por esfuerzos de tensión que al poner en riesgo la estructura general del vertedero, redunden en liberación de impactantes ambientales y afectación de la infraestructura del vertedero.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Lo anterior, con base en el Estudio de Topografía realizado del sitio y empleando los resultados de las pruebas de laboratorio practicadas a las muestras de los residuos confinados, particularmente en lo que se refiere a su densidad, humedad y capacidad de carga.

9. Diseño de la infraestructura hidráulica para el manejo de los escorrentimientos pluviales

- 9.1. A partir de la información meteorológica relativa a la precipitación pluvial, representativa de la micro región donde se ubica el sitio objeto de estudio, diseñar la infraestructura hidráulica compuesta de: cañerías, canales abiertos, alcantarillas, estructuras de desfogue y obras de arte en general, que permitan manejar eficientemente y sin riesgo alguno para el sitio en general y siempre buscando la no infiltración a los paquetes de basura, la fracción del agua pluvial que escorrirá sobre sus distintos elementos (bermas, taludes y plataformas); considerando para ello, más variedad de escenarios de caudales de agua a manejar, definidos por lluvias con períodos de recurrencia de 10, 25, 50 y 100 años.

10. Diseño del sistema de captación, extracción y control del biogás

- 10.1. Habiendo definido el volumen de residuos confinados en el sitio de interés, proceder a cuantificar la generación total de biogás, empleando para ello, la tasa de producción de metano y bióxido de carbono por tonelada de basura, obtenida a partir de un balance estequiométrico que se debe realizar con los resultados de la composición química de la basura.
- 10.2. Elaborar la estimación del peso del metano y bióxido de carbono producidos a partir del balance antes señalado y de los respectivos pesos moleculares del metano, bióxido de carbono y de la materia orgánica degradable, así como de la cantidad de esta última con base seca, por una unidad de peso de 1,000 kilogramos de residuos sólidos.

18

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 10.3. Para el cálculo de la cantidad de biogás que potencialmente puede ser aprovechable, aplicar un modelo matemático de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), que emplea una ecuación de degradación, la cual asume que el tiempo entre la disposición de la basura y el inicio de la generación de biogás es de un año.
- 10.4. Con la cuantificación de la generación de biogás por extraer, diseñar y dimensionar las estructuras que deberán ser habilitadas para la captación y conducción del biogás.
- 10.5. A partir de los resultados obtenidos con las pruebas de campo, calcular y determinar el número, ubicación y características de las estructuras necesarias para el sistema de extracción de biogás, así como la interconexión de ellas, de tal forma que alimenten al sistema de extracción forzada, así como al respectivo quemador para la destrucción del biogás, o bien al equipo para su aprovechamiento, en caso de que esto sea factible.

## 11. Diseño del sistema de acondicionamiento y reinfiltración de lixiviados

- 11.1. Con el fin de precisar la producción potencial de lixiviados, que se generan por la infiltración de un porcentaje del agua de lluvia al interior de la basura confinada en el vertedero, aplicar un balance hídrico que considere la precipitación pluvial, la evaporación real (a partir de las temperaturas registradas), así como el volumen de agua escurrido; empleando para ello, la metodología de Thornwaite.
- 11.2. Efectuar dicho balance para cada uno de los meses del año, diferenciando los distintos eventos de precipitación que se hayan registrado, como son las lluvias torrenciales y las precipitaciones de larga duración.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 11.3. A partir de la cuantificación de la producción de lixiviados con el Balance de Agua y habiendo definido la humedad necesaria para promover los procesos de estabilización de los residuos confinados en los sitios de interés; diseñar el sistema de acondicionamiento de los lixiviados, para su recirculación al interior de los paquetes de basura; con el fin de acelerar los procesos de estabilización de la fracción orgánica presente en los residuos, con lo cual se reducirá también, la carga contaminante de los lixiviados.
- 11.4. Diseñar los subdrenes para la captación e intercepción de los lixiviados, así como los dispositivos para infiltrar los lixiviados ya inoculados al interior de los residuos confinados en los vertederos de Minatitlán y Cosoleacaque, en las cantidades y los tiempos que resulten de los balances estequiométricos que se hayan formulado, con la composición química de los residuos, obtenida a partir de los resultados de los análisis de laboratorio.

12. Diseño de la cobertura con la que se deberán impermeabilizar las superficies

- 12.1. Con la información obtenida a partir del estudio geotécnico y con base en los resultados del balance de agua (que se realizará a nivel de la superficie del suelo para conocer el porcentaje de la precipitación pluvial que puede infiltrarse hacia el subsuelo y por tanto, al interior de los paquetes de basura confinada); definir el espesor del sello o capa de cubierta para sellar las áreas expuestas del vertedero, con el fin de evitar el ingreso del agua de lluvia hacia el interior de los residuos; ya que la infiltración de los lixiviados inoculados, permitirá satisfacer requerimientos de humedad que demande la degradación de la basura, por lo que se deberá evitar por todos los medios posibles, el ingreso al relleno de cualquier otro aporte de humedad, para no alterar la estequiometría de los procesos de degradación de los residuos.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 12.2. Las especificaciones de impermeabilidad y grado de compactación con las que se debe construir dicha capa, deberán definirse con base en las características del espécimen elegido que haya reportado el coeficiente de permeabilidad menor, con el proporcionamiento de la sal mineral utilizada más reducido y con la menor energía de compactación.
- 12.3. Especificar las características con las que se deben preparar y acondicionar las superficies por impermeabilizar, después de haber realizado el movimiento de la basura para alcanzar los niveles de proyecto especificados, previo a la colocación del sello de cubierta.

## 13. Infraestructura complementaria

- 13.1. El diseño del cierre técnico del tiradero de Las Matas, debe incluir la infraestructura complementaria que se listan a continuación:

13.1.1. Caseta de Vigilancia

13.1.2. Oficinas

13.1.3. Cuarto de Máquinas

13.1.4. Servicios Sanitarios

13.1.5. Edificaciones de Control Ambiental (Módulos de Acondicionamiento y/o Tratamiento de Lixiviados y Módulo de Concentración, Condensación y Extracción del Biogás)

13.1.6. Cerca Perimetral

13.1.7. Área de Acceso y Espera

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 13.2. La infraestructura complementaria, se debe integrar como un Proyecto Ejecutivo que incluya las memorias de cálculo, planos, especificaciones, cuantificación de volúmenes y presupuesto base; conteniendo los datos precisos y suficientes detalles para su correcta interpretación y correspondiente ejecución en campo. La información que deberá contener el proyecto ejecutivo será la siguiente:

13.2.1. Proyecto Arquitectónico

13.2.2. Proyecto Estructural

13.2.3. Proyecto Constructivo: Albañilería, Acabados, Trazo, Detalles

13.2.4. Proyecto de Instalaciones Eléctricas y Alumbrado

13.2.5. Proyecto de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias

13.2.6. Proyectos de Instalaciones Especiales

13.2.7. Proyecto de Obras Exteriores

13.2.8. Proyecto de Mobiliario Urbano

13.2.9. Proyecto de Señalamiento

#### 14. Caminos de Acceso y Servidumbre

- 14.1. Incluir en el diseño del cierre técnico del tiradero a cielo abierto, los caminos de acceso a las instalaciones y a las diferentes áreas de trabajo que se habilitarán en el tiradero Las Matas; así como un camino de servidumbre perimetral a lo largo de la periferia de los sitios por ser rehabilitados, que sirva como franja de amortiguamiento perimetral.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 14.2. Los caminos tendrán un ancho mínimo de 6 metros, serán de circulación permanente y estarán equipados con las obras hidráulicas que le permitan un buen drenaje. No se utilizará asfalto ni concreto hidráulico para su encarpetado.
- 14.3. Incluir el trazo y las curvas horizontales y verticales, el cálculo de la curva masa, el perfil longitudinal y las secciones con cadenamientos a cada 20 m.

## 15. Proyecto Eléctrico

- 15.1. Incluir el alumbrado de áreas exteriores, el alumbrado para las edificaciones y el suministro de energía para el funcionamiento de los sistemas para el control del biogás y los lixiviados.
- 15.2. Considerar las áreas que es necesario iluminar, los niveles mínimos de iluminación, el sembrado de ductos y cableado, los detalles de altura de montaje, los diagramas, el detalle de las instalaciones, las cargas, las características y especificaciones de los materiales y equipos, el cálculo del nivel de iluminación, calibre y caída de tensión de conductores, protecciones y sistema de tierras; todo ello conforme a las normas oficiales mexicanas en vigor.
- 15.3. Identificar para el suministro de energía a los sistemas de biogás y lixiviados, considerando la demanda en condiciones máximas de consumo, los requerimientos energéticos de cada una de las estructuras de control, la protección de los circuitos, los componentes de la instalación, la acometida, el análisis de un transformador y las especificaciones a cumplir.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## 16. Presupuesto base para los trabajos del cierre técnico

- 16.1. A partir de la cuantificación de los volúmenes de trabajo requeridos para el cierre técnico del tiradero a cielo abierto de Las Matas, formular el catálogo de conceptos y las especificaciones técnicas complementarias; así como preparar el presupuesto base, incluyendo los precios unitarios y los números generadores.

## 17. Programa de mantenimiento

- 17.1. Formular un programa de mantenimiento posclausura, en el que se describan detalladamente los trabajos a realizar, para llevar a cabo las reparaciones que sean necesarias por las consecuencias de los asentamientos diferenciales que se presentarán por efecto de la estabilización de los residuos sólidos.
- 17.2. El programa debe incluir, el mantenimiento de la cobertura final de clausura; para reparar grietas y hundimientos, así como los daños ocasionados por los agentes eroivos (escorrentíos pluviales y viento).

## 18. Programa de monitoreo ambiental

- 18.1. Proponer un programa de monitoreo ambiental posclausura, para dar cumplimiento lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-083/SEMARNAT-2003, el cual deberá ser instrumentado, hasta que el sitio se haya estabilizado completamente.
- 18.2. Dicho programa, se enfocará a la medición y control de todos los impactantes ambientales que se generen en el sitio, una vez saneado y recuperado, privilegiando al biogás y los lixiviados, por sus efectos sobre el ambiente y la salud pública.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## 19. Proyecto Constructivo

- 19.1. El proyecto constructivo, será un expediente que reúna el conjunto de planos que hayan surgido de las diferentes tareas señaladas en estas Especificaciones Técnicas, y que permitirán desarrollar los trabajos constructivos para realizar el cierre técnico del tiradero Las Matas. Los planos que deben integrar este expediente, se indican a continuación:
- 19.1.1. Planos Topográficos, incluyendo la planta y los cortes transversales y longitudinales
  - 19.1.2. Planos con la ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de lixiviados, las muestras de suelos y donde se realizaron las perforaciones para el muestreo y las que se utilizarán para los estudios de productividad de biogás.
  - 19.1.3. Planos con los proyectos de los sistemas para el control de biogás y lixiviados, incluyendo equipamiento y detalles.
  - 19.1.4. Planos con la localización y el detalle de la infraestructura para el control de los escurrimientos superficiales.
  - 19.1.5. Planos con el trazo, elevaciones, secciones y detalles constructivos de los caminos de acceso.
  - 19.1.6. Planos con las secciones transversales, longitudinales y dimensionamiento en planta de la morfología y acabados finales de los tiraderos que integran el Vertedero de Las Matas.
  - 19.1.7. Planos de Trazo, que permitirán la ubicación en campo de la infraestructura a ejecutar.
  - 19.1.8. Planos de los trabajos civiles, que incluirán tanto los arquitectónicos, estructurales, de iluminación de instalaciones, de acabados y de detalles constructivos.

25

Av. Ejército Nacional No. 223, Col. Anáhuac, Ciudad de México. C.P. 11320 Teléfono: (55)56280718

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- 19.1.9. Planos de cotas exhaustivas. Éstos planos se refieren al dimensionamiento de todas las cotas posibles de los diferentes elementos de los edificios, como: anchos y claros de ventanas, puertas, escalones, barandales, mochetas, etc.
- 19.2. Todos los planos del Proyecto de Constructivo deberán contar con el formato que sea autorizado, presentándose impresos en hojas de papel bond en tamaño 60x90 cm y en medio magnético en Auto Cad, versión 2004 o superior

## X. Normas oficiales mexicanas, normas técnicas o normas internacionales

Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

## XI. Productos esperados

Los entregables que deben presentarse en formato electrónico e impreso y se enlistan a continuación:

- i. Reporte técnico de los estudios específicos que integre:
  - a. Descripción del Marco Geológico-Geohidrológico de la zona de interés, incluyendo el modelo hidrogeológico local, que describa el comportamiento del acuífero subyacente e hidrología superficial.
  - b. Muestreo, Caracterización y Análisis de Residuos y Lixiviados, incluyendo la interpretación de los resultados.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



- c. Resultados de las Pruebas de Productividad del Biogás, realizadas en los vertederos de Minatitlán y Cosoleacaque.
- d. Estudio Geotécnico, que incluya las recomendaciones para el diseño de la cobertura de los residuos confinados.
- ii. Proyecto de Ingeniería del Cierre Técnico del tiradero a cielo abierto Las Matas, en Veracruz.
  - a. Metodología para el cierre técnico
  - b. Diseño de la geometría y de la estabilidad física del sitio
  - c. Diseño de la infraestructura hidráulica para el manejo de los escurrimientos pluviales
  - d. Diseño del sistema de captación, extracción y control del biogás
  - e. Diseño del sistema de acondicionamiento y reinfiltración de lixiviados
  - f. Diseño de la cobertura con la que se deberán impermeabilizar las superficies
  - g. Infraestructura complementaria
  - h. Caminos de Acceso y Servidumbre
  - i. Proyecto Eléctrico
  - j. Presupuesto base para los trabajos del cierre técnico
  - k. Programa de mantenimiento
  - l. Programa de monitoreo ambiental

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



m.Proyecto Constructivo

## XII. Plazo de entrega

Etapa	Semanas contadas a partir del día natural siguiente a la notificación del fallo													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A) Estudios específicos – Marco contextual														
B) Proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero														

## XIII. Administración del contrato

La administración del contrato estará a cargo del Ing. Ricardo Ortíz Conde, Director de Gestión Integral de Residuos, de la Dirección General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, o quien lo sustituya en el cargo.

## XIV. Método y responsable de la validación de la correcta prestación del servicio o de la recepción de los bienes a adquirir

El Ing. Ricardo Ortíz Conde, Director de Gestión Integral de Residuos, y el Ing. Luis Antonio Jiménez Jiménez, Director General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico, revisarán conjuntamente los productos finales, tomando en cuenta los elementos de soporte 3(textos e imágenes).

La revisión de referencia se llevará a cabo durante los cinco días hábiles posteriores a la entrega. En su caso, El participante contará con cinco días hábiles para solventar las deficiencias, una vez que se le notifiquen formalmente por escrito y/o correo electrónico.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



Dichas deducciones deberán ser calculadas por el Administrador del contrato desde que se presente el incumplimiento parcial o deficiente hasta la fecha en que materialmente se cumpla la obligación.

Los montos a deducir se deberán aplicar en la factura que El participante presente para su cobro, inmediatamente después de que el Administrador del contrato tenga cuantificada la deducción correspondiente y le notifique El participante que incluya el monto de la deducción en la factura o, en su caso, presente la nota de crédito correspondiente acompañada de su factura.

### XV.3 Causales de rescisión

LA SEMARNAT podrá en cualquier momento, por causas imputables al participante, rescindir administrativamente el contrato, cuando este último incumpla con cualquiera de las obligaciones estipuladas en él mismo. Dicha rescisión operará de pleno derecho, sin necesidad de declaración o resolución judicial, bastando que se cumpla con el procedimiento señalado en el artículo 54 de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público y en la Cláusula denominada Procedimiento de Rescisión Administrativa del Contrato.

La causa que puede dar lugar a que LA SEMARNAT inicie el procedimiento de rescisión administrativa del contrato, es que se realice por tercera ocasión un mismo entregable incompleto, deficiente o que no cumpla con las características, derivado de las observaciones realizadas por el administrador del contrato; lo anterior, con independencia de las causas que se puedan señalar en el contrato respectivo.

En caso de incumplimiento de El participante a cualquiera de las obligaciones del contrato, LA SEMARNAT podrá optar entre exigir el cumplimiento del mismo y el pago de las penas convencionales por el atraso y hacer efectiva la garantía de cumplimiento, sin menoscabo de que LA SEMARNAT pueda ejercer las acciones judiciales que procedan.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## XV. Penas convencionales, deducciones al pago y causales de rescisión

### XV.1 Penas convencionales

Si El participante presenta un atraso en la entrega de los productos esperados de conformidad a las fechas de entrega establecidas en estas Especificaciones Técnicas, se aplicará como pena convencional el 1% (uno por ciento) del importe total de la etapa en la que se presente el atraso, es decir, A) Estudios específicos – Marco contextual o B) Proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero, sin incluir el Impuesto al Valor Agregado, por cada día de atraso, debiéndose pagar a favor de la Tesorería de la Federación.

El importe de las penas convencionales no podrá ser mayor al 10% (diez por ciento) del importe total del contrato.

### XV.2 Deducciones al pago

Si El participante realiza los servicios de manera diferente o de forma deficiente conforme a lo señalado en las Especificaciones Técnicas o, en su caso, no atienda las solicitudes de correcciones de los productos, "LA SEMARNAT" le impondrá una deducción al pago del 1% (uno por ciento) por cada ocasión en que ocurra, misma que se calculará sobre el importe de los servicios proporcionados de manera diferente o de forma deficiente y se descontará de la factura pendiente de pago.

El participante tendrá un plazo de cinco días hábiles para atender las deficiencias que presenten los productos.

LA SEMARNAT podrá realizar deducciones al pago de los servicios con motivo del incumplimiento parcial o deficiente en que pudiera incurrir El participante.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



En el supuesto de que sea rescindido el contrato, no procederá el cobro de las penas por atraso ni la contabilización de las mismas al hacer efectiva la garantía de cumplimiento, si la hubiere.

## XVI. Garantías, pólizas de responsabilidad civil, defectos y vicios ocultos

La garantía será divisible, de conformidad a lo establecido en los artículos 48 fracción II y 49 fracción I de la Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público, la garantía de cumplimiento deberá ser emitida por una Institución legalmente autorizada y expedida a favor de la Tesorería de la Federación amparando el 10% (diez por ciento) del monto total de los servicios solicitados.

No aplican pólizas de responsabilidad civil, defectos o vicios ocultos.

## XVII. Propuesta económica

La propuesta económica se deberá presentar tomando como base el siguiente formato:

Descripción	Unidad de medida	Cantidad	Precio Unitario
		Solicitada	Sin IVA
A) Estudios específicos – Marco contextual	Estudio	1	
B) Proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero	Estudio	1	
		Subtotal	
		IVA	
		Total	

## XVIII. Derechos de autor

Toda la información, programas, datos y resultados que se generen con motivo de los servicios que se solicitan serán propiedad de LA SEMARNAT.

# SEMARNAT

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y  
RECURSOS NATURALES



## XIX. Forma de pago

El monto total del contrato se pagará en dos exhibiciones mediante la presentación de la factura y la documentación que ampare los entregables, el cumplimiento de las actividades y de los productos del servicio, de la siguiente manera:

35%	A la finalización y entrega del reporte técnico de los estudios específicos (A)
65%	A la finalización y entrega del proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero (B)

Elaboró

Ing. Ricardo Ortiz Conde  
Director de Gestión Integral de Residuos

Revisó

Ing. Luis Antonio Jiménez Jiménez  
Director General de Fomento Ambiental, Urbano y Turístico

Enero de 2019



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

669 de 820

# PROUESTA TÉCNICA

## III PROPUESTA DE TRABAJO

### a) METODOLOGÍA PARA LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO

A handwritten signature in blue ink, appearing to begin with the letter "A".

A handwritten signature in blue ink, appearing to begin with the letters "Ed".

A handwritten signature in blue ink, appearing to begin with the letter "El".



## Propuesta Metodológica

### Estructura de la Propuesta

CMPI ha preparado una propuesta técnica para la elaboración de Proyecto referente a "Estudios Específicos y Proyecto de Ingeniería para el Cierre Técnico del Tiradero a Cielo Abierto denominado "Las Matas", en Veracruz "

Nuestra propuesta metodologica esta dividida en dos Etapas y cada Etapa incluye una serie de tareas y actividades las cuales se apegan a lo solicitado en los términos de referencia de la licitación.

Es importante aclarar que algunas actividades señaladas en los términos de referencia fueron agruparon dentro de una de las actividades propuestas por ser consideradas como subactividades.

A lo largo del presente documento se hará una transcripción de lo solicitado en los Terminos de Referencia resaltando dicho texto en cursivas para pronta referencia del lector. CMPI hace suyo todos los alcances solicitados en los terminos transcritos.

Para cada una de las actividades y subactividades solicitadas en los términos se establecerá la metodología que proponemos emplear.

En algunos casos se propondrán algunas subactividades adicionales por considerar que estas son indispensable para el correcto desarrollo del proyecto, entendiendo que los solicitado por SEMARNAT fue a manera enunciativa más no limitativa.

Consultores Mexicanos en Proyectos de Ingeniería cuenta no solo con personal altamente calificado para el desarrollo de todas las tareas además posee equipos de campo los cuales serán utilizados para lograr los objetivos del estudio. En cada actividad donde se utilice equipo se presentarán fotos y características generales de cada uno de dichos equipos.

Cada tarea será diseñada para lograr un objetivo específico el cual será señalado en el texto. La suma de los objetivos por actividad y tarea permitirán alcanzar los objetivos de la ETAPA

La primera Etapa incluye 6 tareas y 40 actividades las a su vez incluyen una serie de subactividades.

A handwritten signature consisting of stylized initials, possibly 'Ed' or 'Eduardo'.

A handwritten signature consisting of stylized initials, possibly 'Ed' or 'Eduardo'.



## Primera Etapa

### Objetivo Específico de la ETAPA

- a) Realizar los estudios específicos para determinar los parámetros de diseño, necesarios para llevar a cabo el cierre técnico del tiradero a cielo abierto denominado "Las Matas", en Veracruz.

### Tarea 1 Geología

#### Transcripción de lo solicitado en los TdR

- 54 Definir las diferentes unidades litológicas que se manifiesten en la zona de estudio.  
54 Describir cada unidad, resaltando su litología, estructura, alteración y relaciones estratigráficas; estimando cualitativamente su permeabilidad y variaciones en ellas.  
54 Elaborar un plano con las secciones geológicas que muestren su interpretación.  
54 Generar mapas de isopacas e isocimas para ayudar a visualizar el movimiento del agua subterránea.

Para lograr un modelo geológico preciso, la interpretación se auxiliará con los resultados del Estudio de Geofísica realizado del sitio y de la geotecnia que se deberá realizar en el sitio, conforme a las especificaciones que se describen más adelante.

Los cortes litológicos serán obtenidos a partir de los afloramientos de materiales que se observan en la vecindad del vertedero, de estudios previos efectuados en la zona de interés, así como de los perfiles estratigráficos que se obtendrán de las perforaciones para el muestreo de lixiviados, biogás y residuos confinados, que se describen más adelante.

#### I. Objetivos específicos de la tarea de Geología según nuestro entendimiento del problema

- a) Definir como la geología local puede favorecer o impedir la migración de contaminantes en el subsuelo con base en las características petrofísicas y estructurales de las rocas.
- b) Determinar los aspectos críticos, factores de éxito o asuntos precautorios de la geología local y regional que deben ser considerados en el diseño del proyecto ejecutivo para el cierre técnico de ambos sitios "

#### II. Actividades a desarrollar y metodología

Para lograr los objetivos de esta tarea lo primero que se requiere es integrar un plano base regional, mismo que será utilizado en otras tareas tales como geohidrología, hidrología superficial y la mecánica de suelos.

1. Elaboración del plano geológico regional el cual será construido mediante la siguiente metodología:

- Se llevará a cabo una revisión bibliográfica de INEGI para determinar si en la zona de interés existen levantamientos topográficos con LIDAR, en caso de existir dicha información se utilizara como base topográfica, de lo contrario se utilizará la topografía del plano a menor escala que exista disponible en INEGI.
- Se recopilarán en INEGI el o los planos geológicos regionales así mismo se consultarán fuentes especializadas tales como el Servicio Geológico Mexicano.
- Con esta información se construirá un plano base preliminar el cual será verificado en campo mediante caminamientos geológicos en la zona con el propósito de identificar en los afloramientos la estratigrafía regional, el grado de intemperismo de las rocas superficiales, estructuras geológicas tales como fallas, fracturas, grietas por disolución que puedan afectar la migración de contaminantes o la estabilidad de las estructuras del sitio. Las estructuras encontradas serán plasmadas en el plano base regional.
- Se realizará un análisis geomorfológico con imágenes de satélite el cual servirá de apoyo a los caminamientos descritos para identificar estructuras geológicas de interés.
- Con la información del plano geológico base se desarrollarán secciones estratigráficas regionales en las cuales se señalarán las estructuras encontradas y su probables efectos en la zona de interés.

## 2. Modelo geológico regional

- Una vez realizado el plano y las secciones estas serán descritas en el capítulo de geología, geomorfología y geología estructural de la zona, poniendo énfasis en aspectos que por su naturaleza o génesis pueden afectar positiva o negativamente la movilidad de los contaminantes (lixiviados o hidrocarburos)

## 3. Plano geológico local.

- Este plano será construido integrando la información del plano geológico regional y la topografía del levantamiento que realizó SEMARNAT para el desarrollo de este proyecto
- Se realizarán caminamientos geológicos en la periferia de los predios para determinar los tipos de rocas, la secuencia estratigráfica, el grado de intemperismo de la roca superficial, así como la presencia de estructuras geológicas que puedan afectar la estabilidad de las estructuras propuestas o favorecer o mitigar la migración de contaminantes.

## 4. Secciones estratigráficas del subsuelo en la zona de interés

- Se construirán secciones estratigráficas del subsuelo utilizando la información de los recortes de perforación que se llevarán a cabo.



- Se recopilará en fuentes electrónicas información de mecánica de suelos en la zona de interés los cuales servirán de apoyo.
- Se revisará la interpretación de las secciones geoeléctricas y en caso de ser necesario se calibrarán dichas secciones con las que cuenta SEMARNAT, con base en la información de las secciones estratigráficas obtenidas de la perforación de pozos. Esta es una subactividad importante dada la ley de Archie y el principio de superposición de capas.

### **5. Modelo geológico local**

- Establecer el modelo geológico con base en la integración de toda la información, mismo que será utilizado en el modelo geohidrológico
- Interpretación del Modelo Geológico con el propósito de establecer aspectos críticos factores de éxito y asuntos precautorios de la migración de contaminantes y la estabilidad de las estructuras
- Se determinará la capacidad de intercambio catiónico que tiene el suelo en el cual se asientan los residuos. La determinación de dicha capacidad es importante dado que permite establecer la cantidad de contaminantes que pueden ser absorbidos por metro cúbico de suelo, lo cual impide o limita la migración vertical de ciertos aniones y cationes en el subsuelo. Esta capacidad depende de la litología principalmente el contenido de arcillas y las características de los contaminantes (lixiviados o hidrocarburos).

### **6. Alcances específicos y Productos esperados de esta Tarea**

1. Plano geológico regional
2. Secciones geológicas regionales
3. Modelo Geológico Regional
4. Plano geológico local
5. Secciones estratigráficas locales
6. Modelo geológico local

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Erika Heidi Aguilar Garcia'.

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'A'.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'EJ'.

## Tarea 2.- Geohidrología

### Transcripción de lo solicitado en los TdR

- 2.1 *Precisar las características litológicas y estructurales de cada una de las formaciones aflorantes en el sitio de interés, orientando las tareas particularmente hacia aquellos puntos de interés que se considere necesario verificar; por ejemplo, existencia de fallas geológicas o terrenos muy fracturados, contactos de distintas unidades, etc.*
- 2.2 *Definir la superficie de contacto entre los residuos depositados en los sitios de interés y el suelo nativo de la zona.*

*Con la información que resulte de lo antes señalado, y con base en la cartografía previamente analizada:*

- 2.3 *Identificar las unidades hidrogeológicas locales presentes en el área (definidas estas por su comportamiento y características hidráulicas); es decir, por su porosidad (intergranular, fisural o kárstica), conductividad hidráulica similar y comportamiento hidráulico (libre, confinado o semi-confinado).*
- 2.4 *Formular una cartografía específica con las secciones que muestren la distribución de unidades hidrogeológicas presentes en el sitio y su interrelación entre sí.*

*Asimismo:*

- 2.5 *Efectuar un inventario de obras de captación de agua, con el cual se identificarán y geoposicionarán, todos los pozos, corrientes de agua superficiales, norias y manantiales dentro del área de estudio y a una distancia de 500 m de los linderos de ella, precisando las características constructivas visuales de los mismos, así como la litología sobre la que afloran, nivel estático y nivel dinámico.*
- 2.6 *Efectuar una campaña piezométrica durante las visitas de campo (obtención de la elevación del nivel estático y dinámico en caso de ser posible), para obtener con ellas configuraciones de iso-elevaciones del nivel estático, nivel dinámico, establecimiento de direcciones de flujo locales y secundarias, velocidades de flujo.*
- 2.7 *Obtener, a través de sondas, parámetros de conductividad eléctrica, Ph, temperatura y, en su caso, espesor del producto libre.*
- 2.8 *Incluir dentro de la campaña piezométrica, los pozos que se habilitarán para la caracterización de lixiviados y residuos confinados.*
- 2.9 *Habilitar al menos dos piezómetros, ubicados pendiente arriba y abajo del área de estudio.*
- 2.10. *Efectuar 3 pruebas de bombeo o de permeabilidad, según las características de las construcciones (pozos), así como de factores hidrogeológicos (una en uno de los pozos de muestreo, una más aguas arriba del flujo subterráneo y otra aguas abajo del mismo), las cuales serán interpretadas por el método de Jacob o Hvorslev, obteniendo con ello la Transmisividad Conductividad Hidráulica.*
- 2.11. *Consultar en bibliografía especializada, así como en las bases de datos de la CONAGUA, la calidad química del agua subterránea presente en el área de estudio.*
- 2.12. *Obtener por lo menos una muestra de agua subterránea en el piezómetro ubicado aguas arriba para determinar los iones fundamentales ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ —y  $\text{HC03}^-$ ), así como sólidos totales disueltos, alcalinidad, dureza, y DBO. Con esta información y los resultados*

*A*  
*El*

*de la caracterización de los lixiviados, determinar índices hidro-geoquímicos, diagramas de Pipper, Stiff, Wilcox y Schoeler, para la clasificación geoquímica del agua subterránea.*

*2.13. Formular los planos concernientes a la configuración de iso-espesores de producto libre detectado (en caso de presentarse) y corregido, así como la cuantificación del mismo en el medio subterráneo.*

*2.14. Establecer el modelo hidrogeológico local, en el cual se plasmará el comportamiento del acuífero, identificando las unidades hidrogeológicas, así como sus características hidráulicas, determinación de flujos locales e intermedios, velocidades de flujo e infiltración, entradas y descargas del sistema de aguas subterráneas, así como el modelo hidro-geoquímico del área de estudio y se determinará la Vulnerabilidad Acuífera a través de las metodologías DRASTIC o SINTACS.*

*2.15. Emitir las recomendaciones pertinentes para el monitoreo ambiental*

## **I. Objetivos específicos de la tarea de Geolohidrología según nuestro entendimiento del problema**

- a) *Determinar la movilidad (velocidad, magnitud y sentido) de los contaminantes una vez que entran en contacto con el manto freático.*
- b) *Determinar la linea base de contaminación del Acuífero*
- c) *Caracterizar la vulnerabilidad del acuífero*
- d) *Determinar el tipo de estructuras o acciones que deberán implementarse para reducir el riesgo de exposición de los contaminantes*

## **II. Actividades a desarrollar y metodología**

### **1. Identificación de las unidades geohidrológicas regionales y locales en las cuales se encuentra el agua subterránea.**

- Con base en los perfiles estratigráficos obtenidos en la tarea anterior (geología) se establecerán las unidades hidrogeológicas de la zona identificando unidades impermeables y permeables
- Se llevará a cabo la recopilación bibliográfica de estudios geohidrológicos que se hayan realizado con antelación, buscando obtener de dichos estudios información sobre los parámetros hidráulicos de las diferentes unidades geohidrológicas, tales como Transmisividad, Coeficiente de Almacenamiento, Permeabilidad. Esta información será contrastada con la información obtenida en el presente proyecto.
- Se identificarán los tipos de acuífero presentes en la zona (libre, semiconfinado o confinado) de acuerdo con la información bibliográfica y la interpretación geohidrológica de las pruebas de bombeo llevadas a cabo en el presente estudio.



**2. Identificación y mapeo de las estructuras geológicas presentes en la zona de interés que pueden llegar a tener un impacto en la movilidad de los contaminantes (fallas, fracturas, grietas de disolución)**

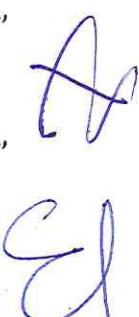
- Con base en los resultados de la tarea anterior (geología), se llevará a cabo una interpretación geohidrológica sobre los efectos que pueden tener las estructuras geológicas identificadas, en el flujo local del agua subterránea.
- Se identificará las zonas de recarga y descarga del acuífero local y del acuífero regional

**3. Secciones hidrogeológicas regionales y locales**

- Utilizando la información antes citada, la interpretación petrofísica de los recortes de perforación de los pozos perforados, y la información de los sondeos eléctricos verticales realizados por SEMARNAT, se construirán secciones hidrogeológicas en las cuales se establecerán las condiciones hidráulicas y las condiciones de frontera de las diferentes unidades hidrogeológicas.

**4. Dirección de flujo del agua subterránea y su gradiente hidráulico**

- Se llevará a cabo un censo de pozos norias o manantiales existentes en la periferia del área de interés. El censo incluirá de manera enunciativa pero no limitativa la siguiente información:
  - Propietario (público o privado)
  - Uso del Agua (potable, riego, servicios, otro)
  - Profundidad del nivel Estático
  - Elevación del brocal en metros sobre el nivel medio del mar
  - Características del afloramiento (diametro profundidad, procedimiento constructivo)
  - Equipamiento (tipo de bomba y potencia)
  - Calidad del agua (ph, conductividad, oxígeno disuelto, temperatura, olor, color)
  - Horas de operación al día, mes, año
  - Gasto promedio día mes año
  - Distancia al sitio de interés
- Con la información del censo se seleccionarán los afloramientos hidráulicos que puedan ser usados para establecer una red de monitoreo del agua





subterranea, la cual será completada con los dos piezometros que se habilitarán en el presente proyecto

- Se realizará la nivelación de brocales y la ubicación geográfica de los mismos partiendo de un mismo banco de nivel para todos los pozos que integren la red
- Se realizará una campaña de levantamiento piezométrico en la red de monitoreo
  - Mediante el uso de una sonda eléctrica se medirá la profundidad del nivel freático en todos los pozos que integran la red de monitoreo
  - La campaña será realizada en el menor tiempo posible en un mismo día
  - No se utilizarán pozos en operación por lo que todos los niveles serán del nivel estático
  - En caso de que algun pozo se encuentre en operación se identificará en el plano y se registrará la profundidad del nivel dinámico señalando el gasto de extracción.
- Con la información obtenida de la campaña, se construirán planos de iso profundidad e iso elevación del nivel estático
- Se elaborará el plano piezométrico de la zona mediante el cual se identificará la dirección de flujo, estructuras hidrogeológicos como parteaguas hidrogeológicos, zonas preferenciales de flujo. Así mismo la información piezométrica servirá para determinar junto con la información obtenida en las pruebas de bombeo ( $T,k$ ) el cálculo de la velocidad del agua subterranea mediante el empleo de la ecuación de Darcy.

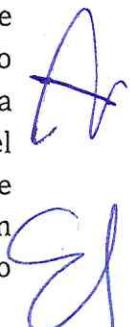
## 5. Piezometros uno aguas arriba y otro aguas debajo de acuerdo con la dirección del flujo subterraneo

- La perforación de piezometros se realizará en un diámetro de 8 pulgadas a una profundidad de 10 metros. En caso de encontrar algun afloramiento ubicado aguas abajo y aguas arriba del sitio de interés solo se procederá a su habilitación como piezometro.
  - En caso de recurrir a la perforación los pozos cumplirán con la NOM-003-CNA-1996 y ASTM D-5092-04 y contarán con las siguientes características:

- Tubo liso de 4" de diámetro interior, cedula 40, en material PVC con ranuras de 2 mm. El tubo ranurado será instalado conforme a la profundidad del nivel freático.
- Una masa filtrante e inerte de arena sílica, en la parte ranurada del tubo.
- Una capa de bentonita en la parte superior del pozo cubriendo el tubo liso, de un espesor mínimo de .06 m y sellado de cemento en la parte superior.
- Una tapa metálica sellada que evite la infiltración de agua o líquido en el pozo y sellada con cemento. En este registro se aplicará cemento pulido en las paredes del mismo y se aplicara pintura para evitar infiltración de agua pluvial al interior.
- La identificación de los pozos será con su registro y cubierta metálica y u triángulo equilátero pintado de negro al centro de dicha cubierta.

**6. Se llevara a cabo la determinación de las caracterización hidrogeológica y parámetros hidráulicos del acuífero local.**

- Desarrollar 3 pruebas de bombeo en pozos existentes y/o en pozos perforados en el marco del presente, con el propósito de determinar los siguientes parámetros:
  - La conductividad hidráulica del acuífero
  - Gasto óptimo de extracción para maximizar la extracción de la fase libre
  - Transmisividad del acuífero
  - Coeficiente de almacenamiento
  - Condiciones de Frontera
- Interpretación de las pruebas usando modelos matemáticos reconocidos en la literatura de acuerdo con el tipo de acuífero.
- Determinar el volumen de extracción e inyección por día/semana/mes
- Las pruebas de bombeo se realizarán primero a gasto variable en tres diferentes regímenes de explotación por un período máximo de 2 horas y una vez identificado el gasto óptimo se realizará una prueba a gasto constante por el tiempo necesario para que se estabilice el cono de abatimiento. Todas las pruebas serán graficadas e interpretadas en campo con el propósito de reducir el margen de error. Los modelos a utilizar para la interpretación de datos, en caso de que se trate de un acuífero libre serán el método de Thies-Jacob, y en caso de que se trate de un pozo parcialmente penetrante se utilizará el método de Neuman ambos métodos permiten determinar el coeficiente de almacenamiento y transmisividad del acuífero en la zona.



- Durante las pruebas de bombeo se realizará la medición del nivel freático en los pozos más cercanos, con el propósito de identificar el radio de influencia de cada uno de estos.

## 7. Determinación de la linea base de contaminación.

- Se llevará a cabo una recopilación bibliográfica en bases de datos de CONAGUA sobre la calidad del agua subterránea en la zona
- Mediante el uso de muestreador discreto se obtendrá una muestra del agua subterránea aguas a bajo del probable foco de contaminación que representa el Tiradero a cielo abierto.
- La muestra será enviada al laboratorio para que se determinen las concentraciones de los principales iones ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{--}$ ,  $\text{CO}_3^{--}$  y  $\text{HC}_03^-$ ), así como sólidos totales disueltos, alcalinidad, dureza, y DBO.
- En toda la red de monitoreo se llevaran a cabo mediciones de conductividad, temperatura, ph y oxígeno disuelto mediante el uso de una sonda HANNA así mismo se utilizará una sonda PETROSEN para determinar la presencia de hidrocarburos totales en el agua subterránea
- Con la información obtenida en campo mediante el uso de las sondas, los datos de laboratorio se llevarán a cabo un análisis hidrogeoquímico del agua subterránea con lo cual se establecerá la linea base de contaminación.
- En el caso de que sea detectada una pluma contaminante con hidrocarburos se utilizará una sonda bifásica para determinar su espesor

## 8. Definición del Modelo geohidrológico local

- Establecer el modelo hidrogeológico local conceptual, en el cual se plasmará el comportamiento del acuífero libre, semiconfinado o confinado
- Se llevará a cabo la identificación las unidades hidrogeológicas, así como sus características hidráulicas, determinación de flujos locales e intermedios, velocidades de flujo e infiltración, entradas y descargas del sistema de aguas subterráneas,
- Se definirán las características hidrogeoquímicas en la zona saturada y no saturada de las distintas plumas de contaminación producidas por los residuos.
- Se establecerán el proceso de migración de los contaminantes en el suelos y acuíferos (residuos sólidos o derrames de hidrocarburos)
- Se realizará una evaluación sobre la fuente de contaminación a partir de parámetros geoquímicos fácilmente medibles en el campo



- Se determinará la Vulnerabilidad del acuífero a través del método de indexación y superposición el cual combina un conjunto de características o atributos físicos del suelo, la zona no saturada y los acuíferos, a los cuales se asigna un valor numérico según su importancia en la evaluación de la vulnerabilidad utilizando el Método DRASTIC (Aller y otros, 1987).

#### 9. Recomendaciones para el control de la pluma contaminante

- Se establecerán las alternativas de solución para el control y/o remediación de la pluma contaminante según el tipo de contaminante encontrado.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Erika Heidi Aguilar Garcia".

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "AF".

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "EL".



### Tarea 3.- Muestreo, caracterización y análisis de residuos y lixiviados.

#### Transcripción de lo solicitado en los TdR

- 1.1 Realizar la perforación de tres pozos exploratorios de 4" con hasta 15 m de profundidad, las cuales se habilitarán con ademe de PVC hidráulico, ranurado, prefiltro de grava, sello de bentonita y tapón de PVC. La estratigrafía que resulte de ellos, se deberá relacionar con los registros de resistividad del estudio geofísico ya realizado por LA SEMARNAT, todo ello para una mayor comprensión de las características físicas de los materiales confinados en el sitio de interés. Dos pozos se localizarán en el Vertedero de Minatitlán y uno más en el de Cosoleacaque. La ubicación de estos pozos se realizará en aquellas zonas con mayor conductancia, según los perfiles isorresistivos obtenidos con el Estudio de Geofísica realizado del sitio por LA SEMARNAT.
- 1.2 De los núcleos que se obtengan, empacar tres muestras representativas de los residuos extraídos para su análisis en el laboratorio, con el fin de conocer su composición y caracterización físico-química.
- 1.3 Definir las características de los residuos confinados, a partir de las muestras que se tomen, mediante la determinación del peso volumétrico (kg/m<sup>3</sup>), de la caracterización química (CHON/carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno), así como la caracterización física definida por la humedad, cenizas y materia orgánica.
- 1.4 Los lixiviados que se obtengan de las perforaciones, serán muestreados en el fondo de los pozos y analizados en laboratorio para conocer su composición y caracterización físico-química, lo cual servirá para establecer el manejo adecuado que se les deba dar. Los parámetros a determinar son:

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Sólidos totales	Zinc (Zn+2)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	pH	Cianuros (CN-)
Contenido Orgánico Total (COT)	Turbiedad	Cadmio (Cd+2)
Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	Cloruros (Cl-)	Fosfatos totales (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	Arsénico (As+3,+5)
Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Calcio (Ca+2)	Plomo (Pb+2,+4)
Mercurio total (Hg+2)	Cobre (Cu+2)	Cromo total (Cr+3,+6)
Bacterias coliformes totales (NMP/100 ml)	Sodio (Na+)	Magnesio (Mg+2)
Bacterias coliformes fecales (NMP/100 mil)	Níquel (Ni+2)	Nitrógeno orgánico
Ácidos Grasos Volátiles	Potasio (K+)	Hierro total (Fe+2,+3)

- 1.5 Además de los parámetros señalados en la NOM-083, determinar las concentraciones de hidrocarburos y metales totales, según los métodos y normas siguientes:

TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción pesada: EPA METHOD 1664A-2009  
 TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción media: EPA METHOD 8015BB-1996  
 TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción ligera: EPA METHOD 8015BB-1996  
 HAP's (hidrocarburos aromáticos policíclicos): EPA METHOD 624.2-1995



BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) o COV: EPÀ METHOD 1664A-2009  
 Metales totales en lixiviados (As, Cr (VI), Cd, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn): NMX-AA-051-SCFI-2001

**I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema**

- a) Determinar las características de la pluma de contaminación
- b) Determinar las características de los contaminantes presentes en la zona
- c) Conocer la estratigrafía de los residuos
- d) Conocer el grado de degradación que tienen los residuos dispuestos
- e) Calibrar el modelo de georesistividad

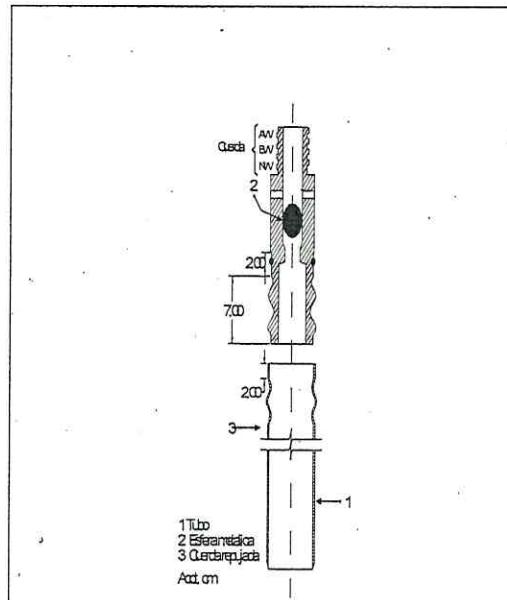
**II. Actividades a desarrollar y metodología**

**1. Perforación de 3 pozos exploratorios hasta 15 m de profundidad dos en el tiradero de Minatitlán y uno en el de Cosoleacaque**

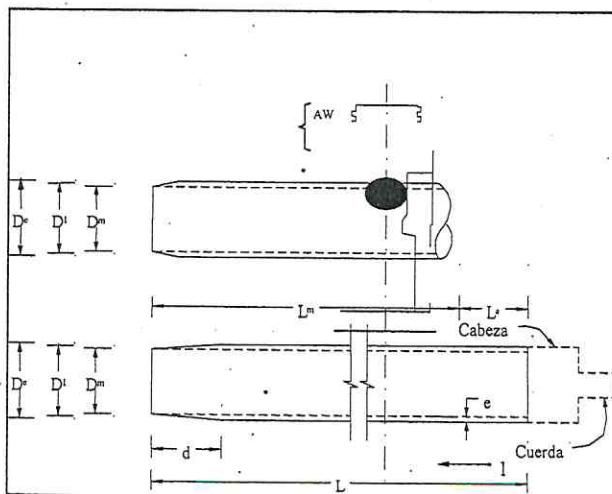
- Los pozos se construirán de acuerdo a las siguientes especificaciones:
  - Cada pozo será de máximo 8 pulgadas de diámetro con tubería de hasta 4 pulgadas y tendrá una profundidad de hasta 15 metros
  - El equipo de perforación contará con un sistema antichispa para evitar algún incendio o posible explosión en los estratos en donde se tienen acumulaciones de biogás.
  - Para la perforación de los pozos se empleará equipo de tipo rotario, sin utilización de fluidos de perforación. El equipo es comúnmente conocido como Hollow Stem Auger y Solid-Fligh Auger (Helicoidal).

**2. Toma de Muestras de materiales atravezados durante la perforación**

- Para la toma de muestras inalteradas de residuos sólidos, se utilizará el mismo equipo de Perforación con sistema Rotario- Percusión e Hidráulico, marca ACKER AD-II, montado sobre camión International, para sus ensayos respectivos.
- El Tubo de Muestreo será del Tipo de pared delgada, conocido como Tubo Shelby)



- Se hincará con velocidad constante entre 15 y 30 cm, sobre una longitud de 75 cm; esto es, queda sin muestra una longitud mínima de 15 cm, donde se alojan azolvres que pudieran haber quedado dentro del tubo.
- Después del hincado se dejará el muestreador en reposo 5 minutos, para que la muestra se expanda en el interior y aumente su adherencia contra las paredes; enseguida se corta la base del espécimen girando dos vueltas el muestreador, se saca al exterior y se limpia sus extremos y se identifica el tubo, para su envío a laboratorio y proceder a realizar los ensayos respectivos.



Tubo de pared delgada tipo Shelby

*AS*  
*El*



**3. Se llevará a cabo el registro geotécnico de la perforación.**

- El registro del sondeo geotécnico debe contener toda la información necesaria para reconstruir los eventos y observaciones del sitio de la perforación.
- Para tal efecto los registros que se utilizarán contendrán la siguiente información:
  - Localización.
  - Fecha.
  - Tipo de perforadora.
  - Tipo de barreno.
  - Tipo de sondeo.
  - Tipo de muestreo.
  - Profundidad de exploración.
  - Registro gráfico.
  - Profundidad de muestreo.
  - Tipo de Tubo de Muestreo.
  - Clasificación visual del suelo.
  - Notas y observaciones.
- Los resultados de la perforación se registrarán en formatos como los siguientes:

*A  
El*



REGISTRO DE CAMPO PARA SONDEOS																						
OBRA: POZOS PARA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS																						
LOCALIZACIÓN:																						
SONDEO N°:	POZO 2 (POZO PROFUNDO DE MONITOREO)	PROF. DE PROYECTO:	19.60 m	EQUIPO DE PERFORACIÓN: ACKER MOD. AD-11																		
N.A.F.:	NO SE DETECTÓ	PROF. REAL:	20.60 m	COTA DE BROCAL: TERRENO NATURAL																		
FECHA: 24-Dic-04																						
MUESTRA N°:	PROFUNDIDAD (m.)		AVANCE %	RECUPERACIÓN		PENETRACIÓN No. DE GOLPES					TIPO DE MUESTRADO	CLASIFICACIÓN DE CAMPO					COLOR	CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA DE CAMPO Y OBSERVACIONES				
	INICIAL	FINAL		(m.)	%	16 cm	30 cm	16 cm	10	20		30	40	50	C	M		S	G	B	Pt	Re
*	0.00	0.20	0.20			AVANCE							AUGER	1	2						C b	
*	0.20	16.00	14.80			AVANCE							AUGER					1	C n			
1	16.00	16.80	0.90			PRESIÓN Y ROTACIÓN							TSh					1	C n	SIN RECUPERACIÓN, PRESENCIA DE TELA Y ENVASE PLÁSTICO, RESIDUOS SÓLIDOS CON PRESENCIA DE LIXIVIACIÓN		
*	16.80	20.60	4.60			AVANCE							AUGER					1	C n	RESIDUOS SÓLIDOS CON PRESENCIA DE LIXIVIACIÓN		
CLASIFICACIÓN DEL SUELLO			COLOR			TONO			CLASIFICACIÓN DEL SUELLO			MUESTRADOR			ELABORÓ:							
C ARCILLA	B BOLEOS		V VERDE	A AMARILLO	v VERDOSO	a AMARILLENTO			S SHELBY	N BARRIL NO												
M LIMO	P TURBA		R ROJO	B BLANCO	r ROJIZO	b CLARO			R DENTADO	Nz BARRIL NzL												
S ARENA	R RELLENO		C CAFÉ	N NEGRO	c CAPÉ	n OSCURO			P S.P.T.													
G GRAVA	R ROCA		G GRIS		g GRISACEO				D DENISSON													
1.- MATERIAL PREDOMINANTE			2.- MATERIAL SECUNDARIO			3.- MATERIAL COMPLEMENTARIO			N.R. NO RECUPERO			Ing. J. Marcos Palomares Espino										

- Siguiendo lo solicitado por SEMARNAT los pozos se perforarán en la zona de mayor conductividad obtenida en los sondeos eléctricos verticales, los cuales serán recalibrados tomando en cuenta las muestras obtenidas durante la perforación

#### 4. Análisis en laboratorio de las muestras de materiales atravezados

- Se recolectarán 3 muestras inalteradas del tubo shelby las cuales serán enviadas a laboratorio para su análisis. Dichos análisis se realizarán con base en el peso volumétrico (kg/m<sup>3</sup>) de la caracterización química (CHON/carbono, hidrógeno, oxígeno y nitrógeno), así como la caracterización física definida por la humedad, cenizas y materia orgánica.
- Se determinará la composición química de los residuos sólidos depositados de la siguiente forma:
  - Se tomarán tres muestras inalteradas (con tubo shelby) a diferentes profundidades de los residuos sólidos cuando se esté perforando y se realizarán los siguientes análisis de laboratorio

*J*

*El*

- Las muestras para su análisis se prepararán de acuerdo a la norma NMX-AA-52-1985

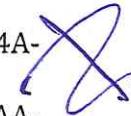
PARÁMETRO	MÉTODO
MATERIA ORGÁNICA	NMX-AA-21-1985
PESO ESPECÍFICO	NMX-AA-15-1985
HUMEDAD	NMX-AA-16-1984
Relación CARBONO/NITROGENO	NMX-AA-67-1985
HIDRÓGENO	NMX-AA-68-1986
OXÍGENO	NMX-AA-80-1986
NITRÓGENO	NMX-AA-24-1984
CENIZAS	NMX-AA-18-1984
pH MUESTRAS SÓLIDAS	NMX-AA-25-1984
NITRÓGENO AMONIACAL	SM-4500
Peso Volumétrico	NMX-AA-19-1985

- Adicionalmente se realizara una inspección ocular para determinar el grado de descomposición de los residuos orgánicos a profundidad
- Una vez finiquitados los trabajos de perforación se obtendrá del fondo de los pozos mediante el uso de un muestreado discreto una muestra de los lixiviados los cuales serán analizados en laboratorio para conocer su composición y caracterización físico-química, lo cual servirá para establecer el manejo adecuado que se les deba dar. Los parámetros a determinar son:




Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Sólidos totales	Zinc (Zn+2)
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	pH	Cianuros (CN-)
Contenido Orgánico Total (COT)	Turbiedad	Cadmio (Cd+2)
Alcalinidad total (como CaCO <sub>3</sub> )	Cloruros (Cl-)	Fosfatos totales (PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> )
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	Sulfatos (SO <sub>4</sub> )	Arsénico (As+3,+5)
Nitrógeno amoniacal (como NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )	Calcio (Ca+2)	Plomo (Pb+2,+4)
Mercurio total (Hg+2)	Cobre (Cu+2)	Cromo total (Cr+3,+6)
Bacterias coliformes totales (NMP/100 mil)	Sodio (Na+)	Magnesio (Mg+2)
Bacterias coliformes fecales (NMP/100 mil)	Níquel (Ni+2)	Nitrógeno orgánico
Ácidos Grasos Volátiles	Potasio (K+)	Hierro total (Fe+2,+3)

- Dado que se sospecha de la posible presencia de una pluma contaminante de hidrocarburos se llevará a cabo un muestreo mediante el uso de un muestreador discreto a diferentes profundidades y mediante el uso de la Sonda Petrosens se determinará la concentración de hidrocarburos totales en todos los pozos y en los residuos de las muestras inalteradas
- Una muestra será enviada a laboratorio con el propósito de determinar la concentración específica
  - TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción pesada: EPA METHOD 1664A-2009
  - TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción media: EPA METHOD 8015BB-1996
  - TPH's (hidrocarburos totales de petróleo) Fracción ligera: EPA METHOD 8015BB-1996
  - HAP's (hidrocarburos aromáticos policíclicos): EPA METHOD 624.2-1995
  - BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno) o COV: EPA METHOD 1664A-2009
  - Metales totales en lixiviados (As, Cr (VI), Cd, Cu, Hg, Ni, Pb y Zn): NMX-AA-051-SCFI-2001
- Los resultados obtenidos servirán para realizar perfiles estratigráficos de la perforación, los cuales serán de mucha utilidad para calibrar los registros






Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000082

688 de 820

eléctricos, facilitar la interpretación de barreras y el entendimiento sobre la movilidad de los lixiviados

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO DE PERFORACIÓN

POZO 1 (POZO DE EXTRACCIÓN)

PROFUNDIDAD 23.50 ELEVACIÓN TERRENO NATURAL

FECHA 19-Dic-04

ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD
	LIMO ARENOSO COLOR CAFÉ CLARO	0.00 - 0.20
	RESIDUOS SÓLIDOS SIN PRESENCIA DE LIXIVIADO COLOR CAFÉ OSCURO	0.20 - 15.50
23.50 m.	RESIDUOS SÓLIDOS SIN PRESENCIA DE LIXIVIADO, ESTRATO MUY RESISTENTE CONFORMADO POR MATERIAL PRODUCTO DE DEMOLICIÓN DE CONCRETO ARMADO Y RESTOS DE ALAMBRE GALVANIZADO	15.50 - 17.00
	RESIDUOS SÓLIDOS SIN PRESENCIA DE LIXIVIADO COLOR CAFÉ OSCURO	17.00 - 20.00
	RESIDUOS SÓLIDOS SIN PRESENCIA DE LIXIVIADO	20.00 - 20.90
M-01	RESIDUOS SÓLIDOS SIN PRESENCIA DE LIXIVIADO COLOR CAFÉ OSCURO	20.90 - 23.50

Erika Heidi Aguilar Garcia  
Representante Legal



## Tarea 4. Pruebas de productividad de biogás

### Transcripción de lo solicitado en los TdR

- 4.1 Realizar una serie de mediciones en forma continua, del flujo de biogás tanto en el vertedero de Minatitlán, como en el de Cosoleacaque. Estas mediciones, permitirán conocer entre otras cosas, las tasas actuales de emisión del biogás en cada uno de los pozos, es decir el flujo, así como la temperatura y el intervalo de variación de la presión de salida del biogás. Los parámetros que se determinarán con las pruebas a ejecutar, serán los siguientes:
  - 4.1.1. Presión
  - 4.1.2. Temperatura
  - 4.1.3. Flujo natural
  - 4.1.4. Composición del biogás (Metano, Bióxido de Carbono y otros)
- 4.2. Para realizar las mediciones indicadas, se habilitarán seis pozos de 4" o hasta una profundidad de 5 metros, tres en el vertedero de Minatitlán y tres en el de Cosoleacaque, cuya localización se hará de acuerdo a los perfiles isorresistivos obtenidos con el Estudio de Geofísica realizado, en aquellas zonas con mayor resistividad a nivel superficial. Los pozos se ademarán con tubería de PVC hidráulico, con perforaciones al tresbolillo de 1" o en toda su periferia, a cada 25 cm.
- 4.3. Utilizar para las mediciones analizadores portátiles de campo, con una mínima probabilidad de error.
- 4.4. Las pruebas consisten en extraer el biogás aplicando presión negativa con un equipo de extracción regenerativo de al menos 1HP de potencia.
- 4.5. Las pruebas deben tener una duración mínima de una semana, realizando dos mediciones diarias, determinando y monitoreando como mínimo cada 12 horas en cada uno de los seis pozos perforados, los parámetros ya mencionados.
- 4.6. Realizar tres mediciones sin extracción forzada, en las baterías de pozos habilitados en los vertederos ya mencionados, en un lapso de 24 horas, determinando por lo menos la composición del biogás y la presión natural.
- 4.7. Como resultado de la evaluación de los parámetros ya comentados, determinar los volúmenes y características del biogás producido en un horizonte de por lo menos 10 años.
- 4.8. Establecer el esquema conceptual, y el arreglo técnico del sistema para su captación, tanto en zonas de disposición final de Minatitlán y Cosoleacaque, así como en el ex tiradero de Coatzacoalcos.
- 4.9. A efecto de determinar la calidad del gas extraído, se deberá tomar una muestra de biogás para analizar su composición en un cromatógrafo de gases. Los parámetros que se registrarán con el cromatógrafo de gases, serán: CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, partículas, VOCs, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, Hexano, Xileno, Tolueno e Hidrocarburos totales.

**I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema**

- a) *Estimar la cantidad de biogás que pueden generar los sitios de las Matas y el tiradero de Cosoleacaque en el tiempo*
- b) *Calcular la curva de decaimiento de producción de biogás en el tiempo de cada sitio*
- c) *Determinar la composición del biogás (CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>) que emana del sitio en estado natural*
- d) *Determinar el flujo (m<sup>3</sup>/hr) de biogás en estado natural de ambos sitios*
- e) *Determinar el flujo (m<sup>3</sup>/hr) de biogás mediante un sistema de flujo inducido*

**II. Actividades a desarrollar y metodología****1. Se perforarán seis pozos para el monitoreo del biogás tres en el tiradero de Minatitlán y tres en el de Cosoleacaque**

- Los pozos se construirán de acuerdo a las siguientes especificaciones:
  - Cada pozo será de máximo 8 pulgadas de diámetro con tubería de 4 pulgadas y tendrá una profundidad promedio de 5 metros, dependiendo del espesor de los depósitos (máximo un 75% del espesor de la capa total residuos).
  - El equipo de perforación contará con un sistema antichispa para evitar algún incendio o posible explosión en los estratos en donde se tienen acumulaciones de biogás.
  - Para la perforación de los pozos se empleará equipo de tipo rotario, (sin utilización de fluidos de perforación), comúnmente conocido como Hollow Stem Auger y Solid-Flight Auger (Helicoidal).



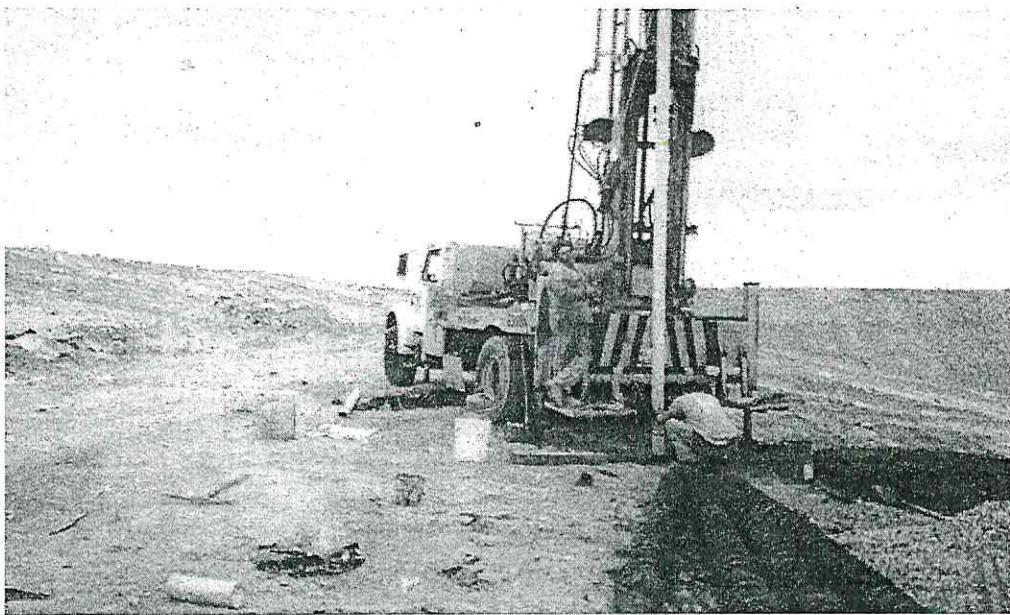


- Los equipos de perforación estarán provistos de los aditamentos necesarios que garanticen los requerimientos solicitados, por ejemplo malacate, depósito de líquidos, compresor, barrenas, herramienta de maniobras.
- Planta generadora de energía eléctrica para el compresor utilizado en la extracción del material (residuos sólidos).
- Terminado el pozo, se retira el material producto de la perforación y se colocará en donde lo indique la supervisión.
- Simultáneamente a la perforación se habilitan los tubos captadores del biogás.
- Habilitación de la Tubería.
  - Tubería de P.V.C. cedula 40 con ranuras de 2 mm, de 4" (0.10 m.) de diámetro.
  - Válvulas, coples, tapones de 4" (0.10 m.) de diámetro de P.V.C. cédula 40.
  - Material de filtro de 3/4" de diámetro para los pozos
  - El material de filtro será de grava graduada.
  - Tee de 4" de diámetro de PVC cédula 40
  - Válvula de hierro galvanizado de 4" de diámetro
- Procedimiento constructivo:
  - La perforación se lleva a cabo en seco, sin la aplicación de agua, ni aditivos estabilizadores (bentonita), puesto que estos, afectan la producción de biogás, inhibiéndola en un caso y tapando los espacios para su libre circulación en el otro. Se iniciará la perforación, utilizando espirales de 4" de diámetro con una longitud de 1.50 m cada uno y una broca tipo abierta hasta la profundidad indicada para cada pozo, una vez barrenado a 4" se sustituirá la broca tipo abierta por la broca de 8", reperforando y retirando la broca para su limpieza y extracción de material, máximo a cada 1.5 m., una vez retiradas las espirales se sondea el pozo para verificar la profundidad especificada.
  - Se ranura la tubería según se indica en el esquema anexo las dimensiones de cada ranura serán de hasta 0.10 m. de largo por 2 mm. de ancho colocadas sobre la superficie del tubo de P.V.C.
  - Se arman los tubos captadores, uniendo dos o más tramos con coples (las uniones deben quedar herméticamente selladas para evitar fugas), hasta alcanzar la longitud que debe ser igual a la profundidad total del pozo menos 0.30 m. que quedan libres entre el extremo inferior del tubo y la base del pozo.

- Dichos tubos una vez alcanzada su longitud, se sellarán en sus extremos inferiores con tapones de P.V.C., para evitar la entrada de material que obstruya las ranuras y por lo tanto la entrada del biogás.

## 2. Equipamiento de los Pozos de prueba y monitoreo

- El equipamiento de los pozos se llevará a cabo en forma inmediata una vez concluida la perforación, evitando el azolve por los constantes derrumbes que suelen presentarse, teniendo que reperforarse dichos pozos, lo cual implica un incremento en los tiempos de ejecución y costos.
- Se colocará dentro del pozo el material granular permeable hasta el nivel especificado en el diseño final del pozo, mismo que será previamente aprobado por la contratante.
- Se introducirá el tubo previamente habilitado, para ello se utilizará la pluma y malacate de la máquina perforadora.

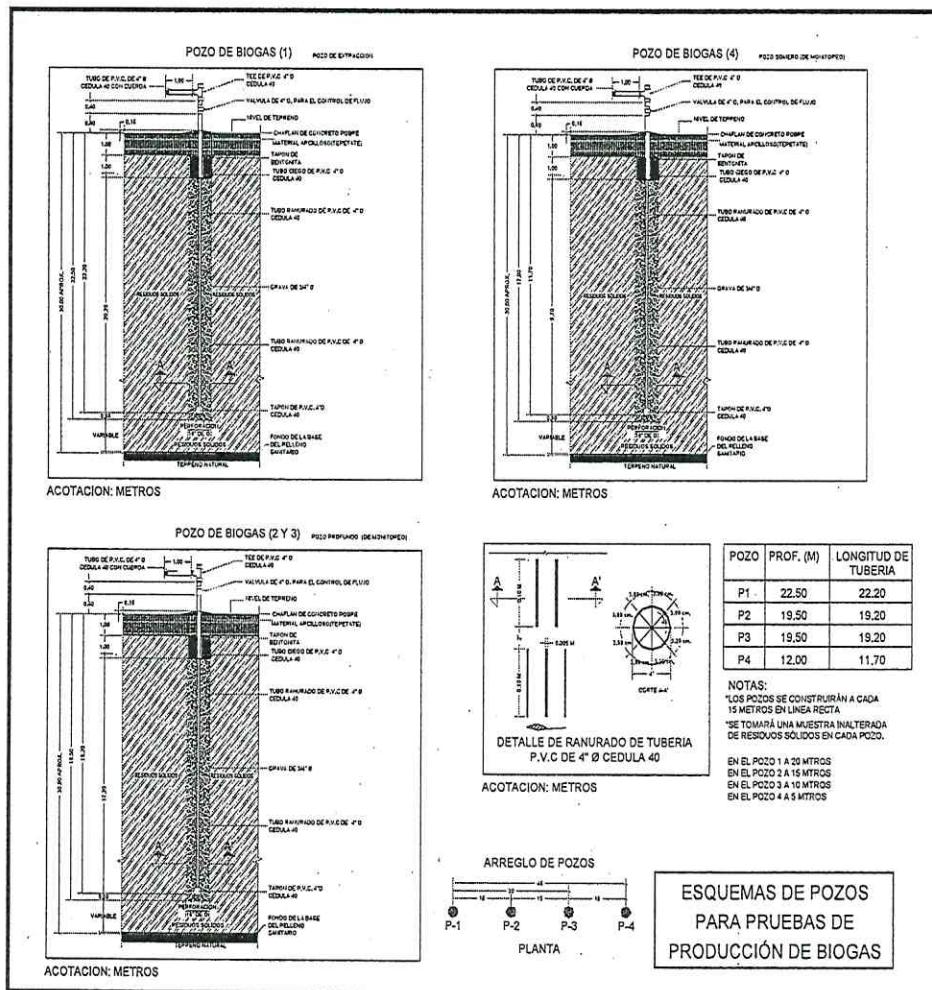


- Se colocará en el espacio anular entre el pozo y el tubo captador el material de filtro hasta el nivel especificado en diseño final del pozo, continuando con material impermeable como tepetate, hasta alcanzar el nivel especificado en el mismo esquema anexo.
- Tapón de Bentonita. Se colocará un tapón de bentonita de 1 metro de espesor, para impedir posibles fugas de biogás o entrada de aire, en la parte superior.
- Material de Cubierta. Entre el nivel rasante de los residuos y el tapón de bentonita, se deberá de colocar material arcilloso que puede ser tepetate,

AF  
EL

con el propósito de disminuir la filtración del agua de lluvia, además de garantizar la presencia de fugas de biogás hacia el exterior.

- Ensamble Superior. Se conectará una tee de 4" de diámetro cédula 40, colocando una válvula que se utilizará como puerto de muestreo del biogás.
- Para fijar el tubo, se coloca un chaflán de concreto pobre ( $F'c 100 \text{ Kg/cm}^2$ ).
- De manera esquemática se muestra el diseño de un pozo tipo para pruebas de producción



### 3. Se llevarán a cabo dos tipos de pruebas de producción de biogás

- Prueba Estática De Largo Plazo
- Prueba Dinámica De Corto Y Largo Plazo

a) Metodología para el desarrollo de las prueba estática






- Esta prueba consistirá en monitorear el biogás que fluye de forma natural a través del pozo de prueba.
- En este tipo de prueba se busca evaluar las condiciones iniciales del comportamiento del biogás en el sitio de disposición final determinando las siguientes variables:
  - Presión (in H<sub>2</sub>O)
  - Temperatura ( °C o °F)
  - Flujo (m<sup>3</sup>/minuto o pcm)
  - Componentes del biogás (%)
- Con estas mediciones se obtendrá un valor promedio del flujo de biogás y con ello se podrá determinar un indicador del flujo potencial en el pozo de extracción al efectuarse la prueba dinámica. El Método 2E indica que el flujo de la prueba dinámica es aproximadamente el doble del obtenido en la prueba estática.
- Equipos, Materiales y Formatos.
  - Equipo de medición
  - Analizador de biogás (GEM 2000 plus) y accesorios (mangueras, termómetro).
  - Tubo de Pitot para medición de presión.
  - Herramientas y Materiales:
  - Equipo de protección y complementario
- Procedimiento para la ejecución de la prueba estática
  - Tendrá una duración de cinco días monitoreando cada 8 horas

POZO	VARIABLE	DIAS						
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
1, 2, 3 y 4	CH <sub>4</sub> CO <sub>2</sub> O TEMPER BALANCE (NITRÓGENO) FLUJO	CADA 8 HORAS						

- En los seis pozos se tomarán las lecturas correspondientes a CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O, Balance, Temperatura, Presiones y Flujo, los cuales se registrarán en los formatos anexos.



**b) Metodología para el desarrollo de las prueba dinámica**

- Son mediciones que se llevan a cabo en los pozos de extracción de biogás, induciendo la salida mediante la aplicación de presión negativa con un equipo de succión.
- Se simularán las condiciones de captación mediante la aplicación de una fuerza mecánica para la extracción del biogás que se genera en el interior de los estratos de los residuos confinados.
- Se determinará el radio de influencia del pozo de extracción con respecto a los pozos de monitoreo; mediante la diferencia de presiones encontradas en cada uno de éstos.
- Se buscará determinar las condiciones de frontera del flujo en los pozos de extracción así como las presiones y concentraciones de metano, dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno (balance) y temperatura.

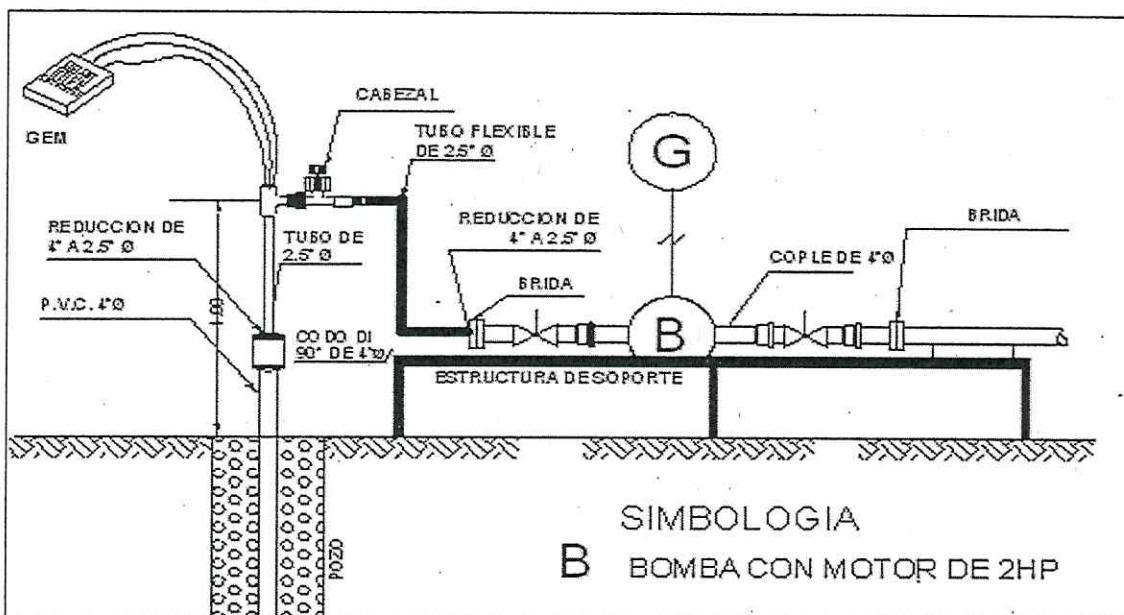
**c) Equipos, Materiales y Formatos.**

- Además de lo citado en la prueba estática, se requiere de equipo mecánico eléctrico, para llevar a cabo la prueba dinámica:
  - i. Analizador de biogás (GEM 2000 plus) y accesorios (mangueras, termómetro).
  - ii. Tubo de Pitot para medición de presión.
  - iii. Medidor de velocidad de flujos gaseosos
  - iv. Bomba de vacío de 2 hp
  - v. Barómetro
  - vi. Equipo de Seguridad para personal técnico de campo
  - vii. Equipo de gases de calibración
  - viii. Planta de energía eléctrica a gasolina
  - ix. Variador de velocidad
- El sistema de bombeo por emplear tiene una capacidad nominal de 1,000 pies<sup>3</sup>/minuto, equipado con un rotor de aluminio fundido, acoplado directamente a un motor trifásico de 2HP, a 3600 rpm con sistema antichispa en las carcasas, válvula de succión y descarga manual de 4" de diámetro.

*Z*  
*El*



**SISTEMA DE CAPTACIÓN PRUEBA DINÁMICA**



**d) Procedimiento de las pruebas dinámicas**

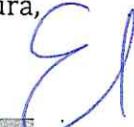
- Se realizará primero una prueba de corto plazo, la cual tendrá una duración de un día monitoreando cada ocho horas en cada uno de los pozos perforados, esta prueba se realiza con el fin de detectar intrusión de aire o emisión de lixiviados, definiendo las condiciones de inicio de la prueba continua, si esto no

se detecta, se inicia con las pruebas de largo plazo y bombeo continuo, bajo el régimen de bombeo del doble de lo establecido en la prueba estática.

- Cálculo del gasto óptimo de explotación.- Se realizará la extracción del gas, variando la capacidad de succión, en al menos 4 diferentes gastos. Durante la prueba se realizarán mediciones del contenido de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, las cuales serán graficadas para obtener el gasto óptimo de explotación (punto donde la concentración de metano, no desciende del 48% y la concentración del oxígeno no se encuentra por arriba del 5%).
- Prueba de largo plazo y bombeo continuo.
  - Una vez que se ha efectuado el arreglo de pozos, conforme el arreglo aceptado, el equipo de bombeo y el cabezal, se procederá a aplicar el bombeo continuo del biogás, durante una semana, registrando las mediciones en el formato correspondiente.
  - El bombeo se efectuará al gasto óptimo de explotación, obteniendo dicho gasto mediante el variador de flujo conectado al motor eléctrico. Las mediciones se realizarán alternadamente en cada uno de los pozos

Por Ejemplo:

- Día Lunes:
  - Primer Monitoreo:
    - 6:00 AM Monitoreo de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O, Balance, Temperatura, Presiones y Flujo en el pozo 1.
    - 6:10 AM. Monitoreo de las mismas variables en el pozo 2
    - 6:20 AM Monitoreo de las mismas variables en el pozo 3
  - Segundo Monitoreo
    - 12:40 PM Monitoreo de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O, Balance, Temperatura, Presiones y Flujo en el pozo 1.
    - 12:50 PM. Monitoreo de las mismas variables en el pozo 2
    - 13:00 PM Monitoreo de las mismas variables en el pozo 3
  - Tercer Monitoreo
    - 19:20 PM Monitoreo de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O, Balance, Temperatura, Presiones y Flujo en el pozo 1.
    - 19:30 PM. Monitoreo de las mismas variables en el pozo 2
    - 19:40 PM Monitoreo de las mismas variables en el pozo 3
  - Cuarto Monitoreo
    - 19:20 PM Monitoreo de CH<sub>4</sub>, CO<sub>2</sub>, O, Balance, Temperatura, Presiones y Flujo en el pozo 1.



- 19:30 PM. Monitoreo de las mismas variables en el pozo 2
- 19:40 PM Monitoreo de las mismas variables en el pozo 3

- Repitiendo las mismas actividades durante toda la semana.
  - I. Acotaciones importantes durante la realización de la prueba

El método 2E (EPA) indica que existe infiltración de aire, si:

- Se presenta un incremento en la temperatura mayor de los 55°C, que es la temperatura máxima establecida para la prueba estática.
- El porcentaje de oxígeno es mayor al 5%, ya que si hay un contenido de oxígeno mayor, puede indicar la entrada de oxígeno
- El contenido de nitrógeno es mayor a 20%, un contenido alto de nitrógeno puede indicar la entrada de oxígeno.

*y por ende la posibilidad de presentarse un incendio dentro del estrato.*

- Cuando se registre infiltración de aire en el medio (lo cual se puede observar si el porcentaje de oxígeno es mayor a cero %), se regulará la succión con el variador de velocidad del equipo de bombeo hasta que se registre nuevamente cero % de Oxígeno

**e) Las muestras del biogás serán tomadas por los laboratorio y se analizarán por:**

- Cromatografía los componentes principales como son el metano y el bióxido de carbono Hexano Tolueno COVs.
- Espectroscopía de flama: compuestos clorados, y sulfurados
- Colorimetría: compuestos de amoniaco

1	Compuestos Orgánicos Volátiles
2	SO2
3	CO
4	NOx
5	Hexano
6	Xileno
7	Tolueno
8	Hidrocarburos Totales

**f) Interpretación y análisis de resultados**

- Definición de condiciones de frontera (radio de influencia).-La interpretación de los datos obtenidos durante la prueba de largo plazo, junto con el análisis de las condiciones actuales permitirá identificar condiciones de heterogeneidad en los

*A*

*G*



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000093

699 de 820

residuos, lo cual es necesario para considerarlo en el arreglo de pozos de explotación que se recomendará.

Erika Heidi Aguilar Garcia.  
Representante Legal



## 5. Tarea Mecánica de suelos

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

- 5.1 Obtener muestras inalteradas de suelo natural de diferentes partes de la zona, con la idea de hallar bancos de material de donde pueda obtenerse el suelo que se utilizará para construir la capa de sellado final del sitio, que asegure la no infiltración del agua pluvial que luego se convierte en lixiviados contaminantes.
- 5.2 Realizar análisis de mezclas de suelo con sales minerales, aplicando diferentes proporciones y definir las mejores condiciones de impermeabilidad para sellar los residuos.
- 5.3 Las muestras se obtendrán mediante pozos a cielo abierto de 1.50 m X 1.50 m y hasta 2 m de profundidad como máximo. Las determinaciones que se harán en laboratorio con las muestras, se precisan a continuación:
  - 5.3.1. Granulometría.
  - 5.3.2. Límites de Consistencia y Clasificación SUCS.
  - 5.3.3. Capacidad de Carga.
  - 5.3.4. Cohesión y Ángulo de Fricción Interna.
  - 5.3.5. Compactación Proctor Estándar para mezclas de suelo con sales minerales, en proporción del 4%, 6% y 8%.
- 5.4 Permeabilidad con permeámetro de carga constante, para el 80%, 90% y 95% de la Prueba Proctor Estándar y para cada uno de los proporcionamientos de sales.
- 5.5 Efectuar los análisis de estabilidad pertinentes para el diseño de los taludes externos, considerando la condición de sismo.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Encontrar en la zona bancos de materiales pétreos que puedan usarse como material para cubierta
- b) Determinar las características geotécnicas de los materiales pétreos que pueden ser utilizados como material de cubierta
- c) Determinar la capacidad de carga del suelo con el propósito de garantizar la estabilidad de taludes externos
- d) Determinar la mezcla de sales minerales y suelo buscando encontrar la mezcla óptima para favorecer la permeabilidad del material de cubierta

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Construcción de Pozos a Cielo Abierto (PCA):

- Los PCA's son excavaciones superficiales que se realizan mediante medios mecánicos o manuales, tienen como finalidad levantar el perfil estratigráfico de sus paredes y tomar muestras en los diferentes estratos. Dichas excavaciones tendrán un área de 1.5 x 1.5m. (como mínimo), con profundidades 2m pero dependerán del material encontrado, de la posición del nivel freático, factores de seguridad y métodos de excavación

A

EJ

- Para este proyecto se excavarán hasta 3 PCA's. La ubicación y espaciamientos de los PCA's se determinarán después de la primera visita de verificación de puntos de interés y planeación de las actividades de campo.
- En cada uno de los PCA realizados, un geólogo especialista mecánica de suelos describirá la estratigrafía de los materiales geológicos presentes en las paredes de la excavación y definirá algunas de las propiedades geotécnicas de los materiales a partir de índices de campo, e indicará los horizontes en donde se tomarán muestras inalteradas para posteriores ensayos de laboratorio. En la siguiente fotografía se puede observar un PCA.

Foto 1. Pozo a Cielo Abierto PCA.



## 2. El muestreo de material alterado e inalterado

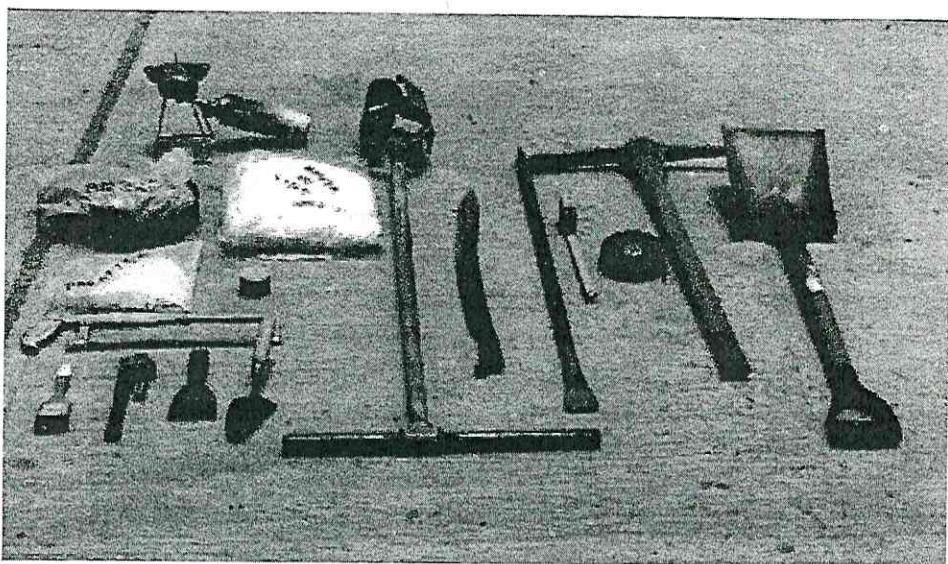
- El muestreo consiste en obtener una porción de suelo, para posteriormente analizarlo y determinar sus características y propiedades. En este estudio se obtendrán hasta 3 muestras inalteradas y 3 muestras alteradas representativas de suelo en los diferentes horizontes encontrados en el subsuelo.
- Las muestras alteradas son aquellas que están constituidas por el material disgregado o fragmentado de diversos estratos, en las que quedan representados cada uno de los diferentes materiales en la proporción en la que participan (SCT, 2003). En el presente trabajo se tomará hasta 3 muestras representativas alteradas, las muestras se pueden tomar a medida que progrese la excavación o bien una vez terminada ésta.
- Para realizar el muestreo se abre una ranura vertical de sección uniforme, de 20 cm de ancho por 15 cm de profundidad y se extrae el material representativo de cada estrato (aproximadamente 15 Kg). El material se puede colocar en costales de


tejido cerrado, en bolsas de Polietileno. Cada muestra debe llevar sujetas dos etiquetas de identificación, una dentro y otra afuera, en las cuales se anota el nombre de la obra, la fecha, clave de la muestra y la profundidad a que se tomó la muestra. A partir del conocimiento de la estratigrafía se debe programar el muestreo inalterado

- Los instrumentos requeridos para realizar este tipo de muestreo son los que se observan en la siguiente foto, mismos que se enlistan continuación:

Foto 2. Instrumentos necesarios para la toma de muestra representativa alterada.

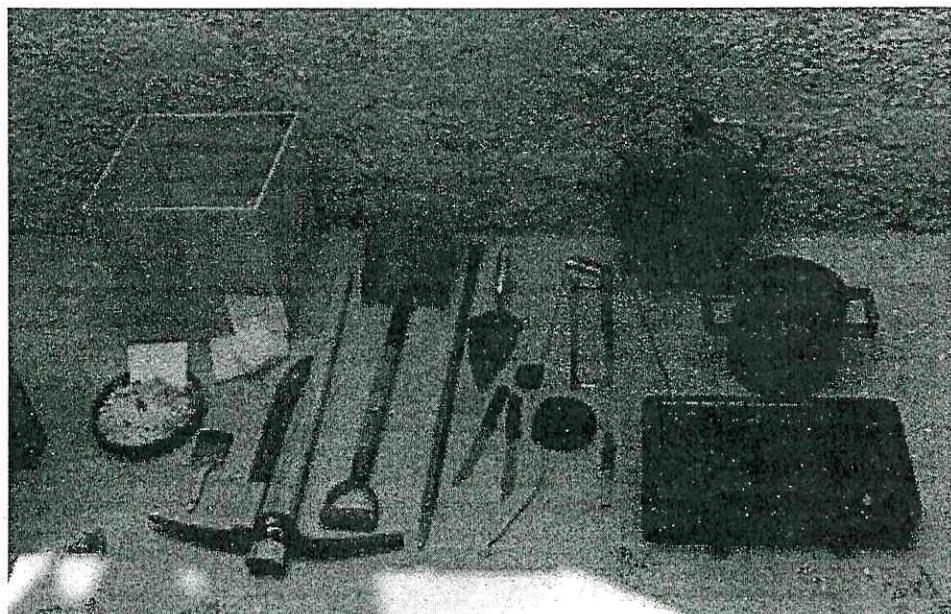


- Herramientas tales como picos, palas, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil, machetes y arcos con segueta o con alambre de acero.
- Posteadoras.
- Barrenas helicoidales.
- Tubos para extensiones de las posteadoras y barrenas helicoidales.
- Llaves Stillson.
- Lona ahulada, más o menos cuadrada, de aproximadamente 3 m por lado.
- Bolsas de lona ahulada.
- Bolsas de plástico, frascos de vidrios u otros recipientes impermeables para muestras representativas.
- Cordel.
- Cinta adhesiva.
- Cinta métrica de 20 m de longitud.
- Flexómetro de 5 m de longitud.
- En el presente trabajo se colectarán hasta 3 muestras cúbicas inalteradas dentro de los PCA's. Este tipo de muestras son aquellas en las que se conserva la estructura y el

contenido de agua natural del suelo en el lugar donde se toma la muestra, por lo que su obtención, envase y transporte, requieren cuidados especiales a fin de no alterarlas. Son generalmente cúbicas, de aproximadamente 20 a 40 cm por lado, que se recubren con una membrana impermeable hecha de manta de cielo, parafina y brea para protegerlas y evitar la pérdida de agua durante el transporte y almacenamiento.

- El muestreo se hace preparando muestras de tipo cúbicas, cuidadosamente labradas, a la profundidad requerida. Estas muestras cúbicas, de 20 a 40 cm de arista, se deben proteger de inmediato con manta de cielo, que se impregna con una mezcla caliente de brea y parafina, utilizando una brocha para evitar la pérdida del contenido natural de agua. La muestra se debe orientar marcando la parte superior con una "S"
- Los instrumentos requeridos para realizar este tipo de muestreo son los que se observan en la siguiente foto, mismos que se enlistan continuación:

Foto 3. Instrumentos necesarios para la toma de muestra representativa alterada.



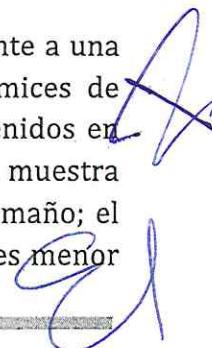
- Herramientas tales como picos, palas, barretas, cuchillos, espátulas, cucharas de albañil, machetes y arcos con segueta o con alambre de acero.
- Parafina y brea.
- Manta de cielo.
- Estufa o lámpara de gas.
- Recipiente metálico para calentar y mezclar la parafina con la brea (una parte de brea y cuatro de parafina).
- Brochas.



- Cajones de madera para empacar las muestras.
- Aserrín, viruta o paja.
- Cinta métrica de 20 m de longitud.
- Flexómetro de 5 m de longitud.

### 3. Ensayos de laboratorio para determinar las propiedades índice de los suelos.

- Las propiedades índice permiten la diferenciación de suelos de una misma categoría, con condiciones de estado y comportamiento físico similar. Los ensayos índice de los suelos tienen como objetivo expresar cuantitativamente las características de un suelo; son parámetros de clasificación de suelos. Dentro de los ensayos índice de suelos se encuentran los ensayos de contenido de agua, densidad relativa, densidad, gravedad específica, porosidad, granulometría y límites de Atterberg.
- Ensayos de contenido de agua, densidad relativa, densidad, gravedad específica, porosidad:
  - Estos ensayos se encuentran estandarizados por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, ASTM, 1994), y mediante ecuaciones que relacionan volúmenes y masas de las muestras tomadas es posible determinar propiedades como: peso específico de la muestra, peso específico de la partícula, peso específico seco, gravedad específica, contenido de agua, grado de saturación, porosidad e índice de poros. Se realizarán este tipo de ensayos a todas las muestras tomadas en campo
- Ensayos granulométricos:
  - Estos ensayos se encuentran estandarizados por la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO, ASTM, 1994), y en la Norma ASTM D422-63, *Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils* (ASTM, 2016). Se realizarán este tipo de ensayos a todas las muestras tomadas en campo.
  - Este ensayo se utiliza para determinar la distribución del tamaño de los granos en una muestra de suelo, lo que sirve como un indicador subjetivo de la resistencia, compresibilidad, permeabilidad y estabilidad del suelo, ya que suelos con una buena distribución granulométrica (suelos bien graduados) tienen unas mejores propiedades geotécnicas.
  - El procedimiento de este ensayo consiste en hacer pasar sucesivamente a una muestra de suelo (de masa conocido) a través de un juego de tamices de aberturas descendentes, hasta la malla No. 200 (0.074 mm); los retenidos en cada malla se pesan y el porcentaje que representa la masa total de la muestra se suma a los porcentajes retenidos en todas las mallas de mayor tamaño; el complemento a 100% de esa cantidad da el porcentaje de suelo que es menor



que el tamaño representado por la malla en cuestión. Así puede tenerse un punto de la curva acumulativa correspondiendo a cada abertura (Juárez, 2005). En la siguiente foto se presentan los diferentes tamices estandarizados para hacer la prueba.

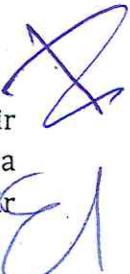
- Las partículas menores a la malla No. 200 (0.074 mm) no pueden ser separadas mediante métodos de mecánicos de tamices, por lo que para cuantificar el porcentaje de masa que pertenece a los diferentes tamaños de limos y arcillas, se utiliza el método del hidrómetro El funcionamiento de este instrumento está basado en la ley de Stokes (1850), esta ley proporciona una relación entre la velocidad de sedimentación de las partículas suspendidas en un fluido con el tamaño de las mismas. El procedimiento y cálculo de la porción de muestra que corresponde a cada tamaño de partícula es igual que en el caso de los tamices. En la siguiente foto se presenta el instrumento utilizado para el ensayo de granulometría con hidrómetro.
- Los resultados obtenidos se presentan en un gráfico semilogarítmico, donde en las abscisas se representa el diámetro de la partícula en forma logarítmica, y en las ordenadas de forma aritmética se representa el porcentaje que pasa por cada tamiz. En la siguiente figura se presenta un ejemplo de una curva granulométrica típica de una arena limosa de grano medio.
- Una vez trazada la curva granulométrica, existen dos coeficientes que sirven para una descripción cuantitativa de la muestra, el coeficiente de uniformidad ( $C_u$ ) y el coeficiente de curvatura ( $C_c$ ).
- El coeficiente de uniformidad representa la relación entre el diámetro correspondiente al tamiz por el que pasa un 60% del material y el diámetro correspondiente por el que pasa un 10%; indica lo bien o mal graduado de un material; si  $1 < C_u < 5$  el material está bien graduado, si  $C_u > 5$  el material está mal graduado. Se calcula con la ecuación:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

- El coeficiente de curvatura indica la forma de la curva en su parte central, para que se considere un suelo bien graduado;  $1 < C_c < 3$ , se calcula con la siguiente expresión:

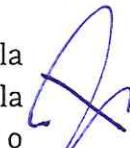
$$C_c = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}}$$

- Plasticidad y límites de Atterberg
  - La plasticidad se define como la capacidad de un material de sufrir deformaciones rápidas al soportar una carga, sin producir rebote elástico una vez que la carga deja de aplicarse, sin sufrir variación volumétrica y sin sufrir



agrietamiento. Se realizarán este tipo de ensayos a todas las muestras tomadas en campo.

- En mecánica de suelos, este concepto se aplica generalmente a la fracción fina de los suelos (<malla No. 200), y en términos simples puede entenderse como la variación de la consistencia del suelo en función de su contenido de humedad, se basa en el principio de que un suelo seco se comporta como un sólido, pasando por un estado semisólido o plástico con el contenido de humedad adecuado o se comporta como un líquido si el contenido de humedad rebasa cierto límite. Los contenidos de humedad y puntos de transición de un suelo a otro se denominan límites de Atterberg.
- El Límite Líquido (LL) se define como el contenido de agua (en porcentaje) necesario para que un suelo deje de comportarse de forma plástica y empiece a comportarse de forma semilíquida, es decir, el contenido de agua para el cual el suelo plástico adquiere una resistencia al corte de 2,45 kPa (SCT, 2003). El ensayo se realiza en laboratorio mediante un instrumento denominado copa de Casagrande, (siguiente figura) y el procedimiento y equipos necesarios se encuentran estandarizados y descritos en el *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (ASTM, 2000) y en el *Libro de Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales* (SCT, 2003).
- El Límite Plástico (LP) puede definirse como el contenido de agua (en porcentaje), de un suelo en el límite entre los estados plástico y quebradizo (deleznable). El contenido de agua en el cual un suelo no puede ser más deformado al enrollarlo en 3.2 mm en diámetro de hebra sin desmenuzarlo.
  - El ensayo se realiza en laboratorio y el procedimiento y equipos necesarios se encuentran estandarizados y descritos en el *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils* (ASTM, 2000) y en el *Libro de Métodos de Muestreo y Pruebas de Materiales* (SCT, 2003). En la siguiente foto se observa un ejemplo de los rollos de suelo generados para este ensayo.
  - El Índice Plástico (IP) puede definirse como el umbral de contenido de agua (en porcentaje) en el que un suelo se comporta de forma plástica o semiplástica, es decir la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, se expresa mediante la ecuación:
    - $IP = LL - LP$
    - Una vez habiéndose calculado los valores de LL, LP e IP, estos se grafican en la carta de plasticidad elaborada por Casagrande (1942) el cual clasifica la fracción fina del suelo en función de sus límites de Atterberg en arcillas (C) o limos (M), que pueden ser de alta plasticidad (H) o de baja plasticidad (L) y suelos orgánicos (O). Los límites de Atterberg son un indicador subjetivo de la capacidad de deformación y consolidación de un suelo arcilloso.





- Clasificación del suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCS):
  - Finalmente con los resultados del ensayo granulométrico y de los límites de Atterberg es posible clasificar el suelo según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelo (SUCS), se realizará la clasificación de suelos a todas las muestras tomadas en campo (20 muestras).
  - Este sistema divide a los suelos en 2 grandes grupos, la fracción gruesa con partículas mayores a la malla No. 200 (0.074 mm) y menores a la malla 3" (7.62 mm). Y la fracción fina conformada por partículas más pequeñas a la malla No.200. La fracción gruesa se divide a su vez en gravas y arenas teniendo como límite la malla No.4 (4.76 mm), cada división se subdivide según su contenido de finos en limpia o con finos y por último se subdivide según el nivel de graduación en bien graduados y mal graduados. La fracción fina se subdivide según sus límites de Atterberg. En la siguiente tabla se presenta el Sistema Único de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Ensayos de laboratorio para determinar las propiedades de resistencia del suelo
  - El objetivo de estos ensayos, es encontrar los parámetros de resistencia (cohesión y ángulo de fricción) que precisan el criterio de rotura de un suelo. El criterio de rotura más ampliamente aceptado en la mecánica de suelos, es el criterio de rotura de Morh-Coulomb (1776), el cual establece una superficie de fluencia del medio continuo, definida por un modelo matemático lineal que está en función de la tensión tangencial ( $\tau$ ) y la tensión normal ( $\sigma_N$ ) en un plano; y tienen como constantes del material la cohesión ( $C$ ) y el ángulo de fricción ( $\phi$ ) del suelo. La expresión matemática que define el criterio de rotura de Morh-Coulomb es:
  - $$\tau = \sigma_N * \tan \phi + C$$
  - Este modelo matemático, define una línea recta que marca el límite al cual puede alcanzar cualquier círculo de Morh de un suelo sin sufrir rotura, a esta línea se le conoce como envolvente de Morh.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

- Existen una gran variedad de métodos para determinar los parámetros de resistencia de un suelo, sin embargo en el presente trabajo sólo se contemplan realizar dos tipos de ensayos: ensayo de compresión axial no confinada y ensayo triaxial de consolidación rápida, los cuales se describen brevemente a continuación.
- Ensayo de compresión axial no confinada ( $q_u$ ):
  - La resistencia a la compresión axial no confinada ( $q_u$ ) se define como el mínimo esfuerzo compresivo necesario para romper una muestra no confinada de suelo, de forma cilíndrica, en condiciones normalizadas. Este ensayo de laboratorio se encuentra normalizado y estandarizado en la Norma D2166-91 *Test Method for Unconfined Compressive Strength of Cohesive Soil* (ASTM, 200). En el presente estudio, se realizará este tipo de ensayo a todas las muestras inalteradas tomadas en campo
  - El objetivo de este ensayo es obtener una medida de la resistencia a la compresión de un suelo en estado no confinado, este método provee un valor aproximado de la resistencia y la cohesión de un suelo en términos de sus esfuerzos totales y es únicamente aplicable a suelos cohesivos.
  - El método consiste en aplicar un esfuerzo axial ( $\sigma_1$ ) de forma rápida y constante, a una muestra de forma cilíndrica no confinada ( $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ ), mediante el uso de un aparato de compresión. El aparato de compresión puede ser una báscula de plataforma equipada con un marco de carga activado con un gato de tornillo, o con un mecanismo de carga hidráulica, o cualquier otro instrumento de compresión con suficiente capacidad de control para proporcionar la velocidad de carga adecuada. En lugar de la báscula de plataforma es común que la carga sea medida con un anillo o una celda de carga fijada al marco, este tipo de ensayos sirve para determinar el riesgo (en función de la inclinación) de deslizamiento de los taludes en caso de sismo.



Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal





## 6. Tarea Hidrología superficial

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

1. Realizar un estudio que evalúe el régimen local relativo a los escurrimientos y a la presencia de cuerpos de agua superficiales en el entorno, para generar los parámetros de diseño de los sistemas de drenaje pluvial, así como para determinar el comportamiento hidrológico de la región donde está el tiradero de basura.
2. El estudio debe reportar las características particulares de la hidrología superficial de la zona donde se asienta el tiradero de Las Matas; utilizando como apoyo la información pluviométrica de la estación climatológica más cercana a este sitio
3. Evaluar los parámetros climatológicos, tales como precipitación, infiltración, escorrentía y evapotranspiración. Lo anterior para tener un estimado del coeficiente de escurrimiento, coeficiente de infiltración, volumen de infiltración, precipitación, escurrimiento y evapotranspiración en el área de estudio.
4. Determinar la microcuenca a la que pertenece la zona de estudio y obtener sus parámetros morfométricos.
5. Elaborar un modelo digital del terreno, con el cual se efectuará una reconstrucción de la red de drenaje existente en los vertederos de Minatitlán y Cosoleacaque, localizando los puntos de descarga de la misma, que son más susceptibles a ser impactados, lo anterior considerando la información del levantamiento topográfico detallado, realizado previamente por la SEMARNAT.
6. Obtener las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) y de altura de precipitación-duración-período de retorno ( $hp\text{-}D\text{-}Tr$ ), para períodos de 10, 25, 50 y 100 años.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Determinar la cantidad de agua pluvial que va ha ser necesario desviar para que no entre a la zona de los tiraderos
- b) Determinar la estructura y dimensión de los drenes pluviales perimetrales e internos
- c) Determinar la cantidad potencial de agua que puede ser infiltrada para definir el espesor y tipo de material de la cubierta

### II. Actividades a desarrollar y metodología para ambos sitios

#### 1 Cálculos de escurrimientos pluviales

- Delimitación y descripción de la cuenca local
  - Se recopilara información topográfica de la zona de interés mapas escala 1:25,000 en caso de existir se utilizaran los levantamientos con LIDAR realizados por INEGI

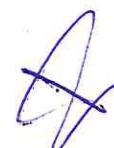
- Con la información recopilada y el levantamiento topográfico realizado por SEMARNAT se integrara el modelo digital del terreno.
- Se identificarán todos los escurrimientos que existan en la cuenca clasificando estos por perene o temporal
- Se delimitara la cuenca y micro cuencas en las que se encuentra ambos sitios de disposición final
- Se determinará los parámetros morfométricos (triangular, ovalada; rectangular) de la cuenca, y la longitud máxima desde el parteaguas mas lejano hasta el punto de salida
- Se calcularé el área de la cuenca, y sus pendientes promedio y máxima
- Se describirá el tipo de suelo y vegetación en la zona

## 2. Evaluación de parametros climatológicos

- Se recopilará información de por lo menos los últimos 20 años, de las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio preseleccionado referente a:
  - Temperatura
  - Precipitación
  - Evaporación
  - Velocidad y dirección de vientos
- Con esta información se establecerá el comportamiento del sitio de estudio en relación con los fenómenos climatológicos considerados, con un periodo de retorno de 100 años, de acuerdo con lo solicitado en la NOM-083-SEMARNAT-2003.
- Se realizará un análisis estadístico para obtener las curvas de Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF) y de altura de precipitación-duración-período de retorno (hp-D-Tr), para períodos de 10, 25, 50 y 100 años.

## 3 Cálculo del balance hídrico de la cuenca

- Se utilizará el Método de Balance de Agua de C.W. Thornthwaite, que básicamente es una ecuación de balance que considera las entradas y salidas de agua en un relleno sanitario. En este método se parte de información meteorológica de la zona en cuestión y se determinan diversos parámetros adicionales relacionados con la disponibilidad de humedad dentro y fuera del relleno para determinar la infiltración de agua hacia los estratos de residuos. Este método se aplica actualmente en todos los proyectos de diseño de rellenos sanitarios a nivel mundial, y es un requisito indispensable considerado por la USEPA (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos), para el cálculo de los lixiviados generados en un relleno sanitario.





$$L = ( P + Hre + Hfa ) - ( E + Es + Cab + Hme )$$

- ✓ Donde:
- ✓ P = Precipitación
- ✓ Hre= Humedad restante
- ✓ Hfa= Humedad fase aerobia
- ✓ E = Evapotranspiración
- ✓ Es = Escurrimiento
- ✓ Cab= Capacidad de absorción
- ✓ Hme= Humedad metabólica

- Realizar un estudio que evalúe el régimen local relativo a los escurrimientos y a la presencia de cuerpos de agua superficiales en el entorno, para generar los parámetros de diseño de los sistemas de drenaje pluvial, así como para determinar el comportamiento hidrológico de la región donde está el tiradero de basura

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Erika Heidi Aguilar Garcia".

Erika Heidi Aguilar Garcia  
Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Elvira Hernandez".

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Elvira Hernandez".



## Segunda Etapa

### Objetivo Específico de la ETAPA

- a) Realizar los proyectos ejecutivo y constructivo de las obra necesarios para llevar a cabo el cierre técnico del tiradero a cielo abierto denominado "Las Matas", en Veracruz.

#### Transcripción de los solicitado en los TdR

##### B) Proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero

El proyecto de ingeniería del cierre técnico del tiradero a cielo abierto de "Las Matas", incluirá a los actuales tiraderos de Minatitlán y Cosoleacaque, así como al ex tiradero de Coatzacoalcos, que se localiza en la vecindad de este último y que se incendió hace unos meses.

Se utilizará la información obtenida a partir de los estudios específicos señalados anteriormente. Es importante mencionar que el proyecto en sí mismo, debe minimizar los impactos al ambiente y a la salud de la población. Además, incluir dentro de las tareas a desarrollar, un plan de mantenimiento y un programa de monitoreo ambiental.

### 7. Tarea Metodología para el cierre técnico del tiradero

#### Transcripción de los solicitado en los TdR

- 7.1. Describir los procedimientos que se deben ejecutar, para alcanzar la compactación de los residuos previo a su cobertura, de tal suerte que alcancen una condición estable y un peso volumétrico que asegure su estabilidad.
- 7.2. Describir la metodología para el afine de los taludes, previo a la colocación del material de cubierta.
- 7.3. Formular los criterios para verificar el acabado que debe darse a las plataformas, bermas y taludes de la geomorfología final que tendrán los tiraderos por atender.
- 7.4. Establecer la metodología y los procedimientos para el esparcido del material de cubierta sobre los cuerpos de basura, indicando la compactación que deba alcanzarse y los mecanismos para verificar su cumplimiento.
- 7.5. Elaborar una descripción de los trabajos que deberán realizarse para crear el sistema para la extracción y control del biogás y todos los elementos que constituirán el sistema para el control de los lixiviados.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- b) Determinar los parámetros y procedimientos de ingeniería requeridos para el reacomodo de los residuos existentes en estructuras compactas estables y seguras



- c) Determinar las especificaciones técnicas necesarias para desarrollar las obras de cobertura, desvío de aguas pluviales, control de biogás y lixiviados
- d) Determinar la cantidad potencial de agua que puede ser infiltrada para definir el espesor y tipo de material de la cubierta

## II. Actividades a desarrollar y metodología

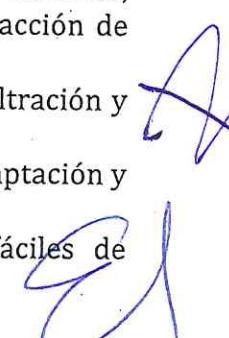
### 1. Cálculo volumétrico de la capacidad actual del sitio

- Se determinará el peso volumétrico actual de los residuos dispuesto y con base en la experiencia de CMPI y los resultados del estudio de geotécnica en lo referente a la estabilidad de taludes externos, se propondrán los niveles de compactación requeridos, así como la geometría de las plataformas y pendiente de los taludes.

### 2. Descripción de los procedimientos operativos para el reacomodo de residuos, conformación de plataformas, taludes, bermas y caminos perimetrales y cubierta final de los residuos.

- Se describirán los procedimientos operativos que se requieren para lograr el nivel de compactación recomendado, incluyendo el tipo de equipo y su forma de operación
- Se describirá la metodología que deberá seguir el constructor para lograr la conformación y cubierta final de taludes, de manera de lograr su mayor estabilidad y reducir el deslave de material de cubierta en la época de lluvias.
- Se definirán los criterios técnicos tales como nivel de compactación, pendientes máximas, tipo de materiales que se utilizará en taludes bermas y caminos, con base en los tipos de materiales disponibles en los bancos de material cercano al sitio y su mejoramiento mediante sales minerales
- Se definirá el procedimiento que deberá seguir el constructor para lograr el óptimo esparcido del material de cubierta sobre los residuos compactados
- Se realizará la selección del método de operación bajo los siguientes pasos:
  - i. Con base en la evaluación de las características de los residuos, volumen, humedad, grado de compactación, entre otros y
  - ii. En segundo lugar las condiciones en que se encuentran depositados los residuos sólidos en el terreno, con la finalidad de seleccionar el método adecuado para efectuar el movimiento y conformación de los residuos, y posteriormente ser cubiertos con material inerte.
- De manera general, existen dos métodos que se utilizan para efectuar el cierre y rehabilitación de tiraderos, que son: el método de área y el método de trinchera, que pueden utilizarse dependiendo de las condiciones y características particulares de cada sitio, aunque cabe señalar que estos dos métodos pueden sufrir algunas variaciones

- Es importante señalar que la filosofía para la rehabilitación y clausura, será efectuar el menor movimiento de residuos y aprovechar al máximo, el volumen disponible del sitio, sin menoscabo de la seguridad, la estética y el control de la contaminación ambiental del mismo.
- El proyecto considera dos etapas de operaciones, la primera será la clausura y la segunda etapa la rehabilitación.
- Se buscará en el diseño la manera de que los residuos ocupen la menor área posible, siempre y cuando sus taludes y altura cumplan con los requerimientos de seguridad establecidos en el proyecto. Después de realizada esta operación, se cubrirán los residuos sólidos con material inerte importado de un banco de material cercano.
- Una vez realizada la selección del método de operación más adecuado para lograr la clausura y rehabilitación del tiradero a cielo abierto, es necesario efectuar una planeación de las operaciones de movimiento, conformación y colocación de cobertura temporal o final. Se podrá seleccionar uno de dos procedimientos que están en función del avance esperado de la obra, como son:
  - Depositar el material de cobertura al pie del talud de los residuos conformados.
  - Descargar el material en la parte superior del talud de los residuos conformados.
- La primera opción se efectúa cuando la superficie horizontal de la celda no permite el acceso de los camiones a la parte superior de ésta, por lo que se tiene que descargar el material al pie del talud, para posteriormente esparcirlo y compactarlo uniformemente sobre los residuos.
- El segundo procedimiento que será evaluado consiste en depositar el material en la parte superior de la plataforma; claro que esto dependerá de las dimensiones de la superficie horizontal de la plataforma y, de la posibilidad de construir una rampa de acceso para los camiones a efecto de posteriormente esparcirlo y compactarlo sobre los residuos sólidos.
- El material de cubierta, deberá cumplir con las siguientes funciones:
  - Evitar la aparición insectos y atracción de moscas y otros insectos, minimizar la proliferación de roedores, así como controlar la atracción de aves y otros animales.
  - Controlando el escurrimiento de agua pluvial, minimizando la infiltración y disminuyendo la erosión.
  - Controlar el flujo de biogás. Dirigiendo el flujo hacia los pozos de captación y facilitando el monitoreo de la cantidad y calidad del mismo.
  - Minimizar los posibles incendios: Confinando los materiales fáciles de incendiarse y controlando y disminuyendo la entrada de oxígeno.





- Disminuir el impacto estético negativo al medio ambiente: Evitando la dispersión de papales, controlando los malos olores y estableciendo una apariencia agradable del sitio.
- Operar adecuadamente durante la clausura de otras zonas: Facilitando el acceso y tránsito de vehículos, así como la facilidad de trabajo en épocas de lluvias y creando zonas para la construcción de obras provisionales (oficinas, campamentos, etc.).
- Soportar cubierta vegetal y Minimizar la erosión por viento.
- Asegurar la estabilidad de taludes y saturación de los residuos sólidos

### 3 Diseño de sistemas de control de lixiviados y biogás

Con base en los resultados de los estudios de la Primera Etapa, se realizará el diseño de ingeniería para la captación de biogás y lixiviados estos diseños incluirán memoria de cálculo, especificaciones técnicas, diseño ingenieril de todas las estructuras necesarias. En el caso de los sitios donde no exista adecuada información (Coatzacualco) el diseño de estas obras se realizara con base en la experiencia del consultor y a nivel anteproyecto.

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

## 8. Tarea diseño de la geometría y de la estabilidad física del sitio

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

*8.1. Aplicando la teoría de Arthur Casagrande, llevar a cabo la revisión de la estabilidad física, tanto de los taludes críticos como de los estables en apariencia, con el fin de rectificar su geometría integral para garantizar su integridad física al corto y al largo plazo, a efecto de eliminar cualquier posibilidad de que se presenten fallas de talud, deslizamientos y "desgarramientos" por esfuerzos de tensión que al poner en riesgo la estructura general del vertedero, redunden en liberación de impactantes ambientales y afectación de la infraestructura del vertedero.*

*Lo anterior, con base en el Estudio de Topografía realizado del sitio y empleando los resultados de las pruebas de laboratorio practicadas a las muestras de los residuos confinados, particularmente en lo que se refiere a su densidad, humedad y capacidad de carga.*

## I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) *Determinar los parámetros y procedimientos de ingeniería requeridos para el reacomodo de los residuos existentes en estructuras compactas estables y seguras*

## II, Actividades a desarrollar y metodología

### 1, Análisis de estabilidad de taludes

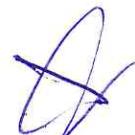
- Utilizando la topografía realizada en el sitio y empleando los resultados de las pruebas de laboratorio (humedad densidad y capacidad de carga), se llevará a cabo un análisis de estabilidad de taludes utilizando el método de Arthur Casagrande .
- Se realizarán los cálculos de esfuerzos por tensión que pueden poner en riesgo la estabilidad de los taludes. Estos análisis permitirán establecer los ángulos de reposo de los taludes y con esto las dimensiones de las plataformas y el ancho de las bermas.

### 2, Determinación de parámetros

- Con base en estos cálculos se definirán los parámetros y procedimiento de ingeniería requeridos para el reacomodo de los residuos existentes.



Erika Heidi Aguilar Garcia  
Representante Legal





## 9. Tarea diseño de la infraestructura hidráulica para el manejo de los escorrentimientos pluviales.

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

9.1. A partir de la información meteorológica relativa a la precipitación pluvial, representativa de la micro región donde se ubica el sitio objeto de estudio, diseñar la infraestructura hidráulica compuesta de: canaletas, canales abiertos, alcantarillas, estructuras de desfogue y obras de arte en general, que permitan manejar eficientemente y sin riesgo alguno para el sitio en general y siempre buscando la no infiltración a los paquetes de basura, la fracción del agua pluvial que escurrirá sobre sus distintos elementos (bermas, taludes y plataformas); considerando para ello, más variedad de escenarios de caudales de agua a manejar, definidos por lluvias con períodos de recurrencia de 10, 25, 50 y 100 años.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Determinar las dimensiones y tipos de infraestructuras hidráulicas que garanticen(en períodos de recurrencia de 10, 25, 50 y 100 años) el desalojo de aguas pluviales y escorrentimientos evitando su infiltración en los residuos así como erosión en taludes y bermas

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Dimensionamiento de obras hidráulicas para el desvío de aguas pluviales

- Utilizando los resultados del análisis meteorológico y su respectivo balance hídrico se lleva a cabo el dimensionamiento de canales, canaletas, alcantarillas estructuras de desague y otras obras que permitan asegurar la mínima infiltración en la masa de residuos dispuestos.

Erika Heidi Aguilar Garcia  
Representante Legal

## 10. Tarea Diseño del sistema de captación, extracción y control de biogás.

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

10.1. Habiendo definido el volumen de residuos confinados en el sitio de interés, proceder a cuantificar la generación total del biogás, empleando para ello, la tasa de producción de metano y bióxido de carbono por tonelada de basura, obtenida a partir de un balance estequiométrico que se debe realizar con los resultados de la composición química de la basura.

10.2. Elaborar la estimación del peso del metano y bióxido de carbono producidos a partir del balance antes señalado y de los respectivos pesos moleculares del metano, bióxido de carbono y de la materia orgánica degradable, así como de la cantidad de esta última con base seca, por una unidad de 1,000 kilogramos de residuos sólidos.

10.3. Para el cálculo de la cantidad de biogás que potencialmente puede ser aprovechable, aplicar un modelo matemáticos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA), que emplea una ecuación de degradación, la cual asume que el tiempo entre la disposición de la basura y el inicio de la generación de biogás es de un año.

10.4. Con la cuantificación de la generación de biogás por extraer, diseñar y dimensionar las estructuras que deberán ser habilitadas para la captación y conducción del biogás.

10.5. A partir de los resultados obtenidos con las pruebas de campo, calcular y determinar el número, ubicación y características de las estructuras necesarias para el sistema de extracción de biogás, así como la interconexión de ellas, de tal forma que alimenten al sistema de extracción forzada, así como al respectivo quemador para la destrucción del biogás, o bien al equipo para su aprovechamiento, en caso de que esto sea factible.

### Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Diseñar los sistemas de captación de biogás con base en el potencial de generación de cada sitio

## II, Actividades a desarrollar y metodología

### 1. Predicción de flujos de biogás en el tiempo

- Para estimar el potencial de producción de biogás, se utilizará el Modelo Mexicano de Biogás, que está basado en una ecuación de degradación de primer orden. Este modelo requiere datos específicos tales como el año de apertura, año de clausura, índices de disposición anual, precipitación promedio anual y eficiencia del sistema de recolección. El modelo provee valores para el índice de generación de metano ( $k$ ) y la generación potencial de metano ( $Lo$ ). Estos valores fueron desarrollados usando datos específicos de rellenos sanitarios de México y la relación entre los valores de  $k$  y  $Lo$ , y la precipitación promedio anual en algunos rellenos sanitarios de Estados Unidos. Los valores de  $k$  y  $Lo$  varían dependiendo de la precipitación



promedio anual y pueden utilizarse para producir proyecciones de generación de biogás para rellenos sanitarios municipales localizados en las diferentes regiones de México.

- El Modelo estima la generación de biogás producida por la degradación de desechos en rellenos sanitarios (la descomposición anaeróbica de los desechos en los rellenos sanitarios causa generación de biogás); además asume que la composición del biogás es aproximadamente 50 por ciento metano (CH<sub>4</sub>) y 50 por ciento otros gases entre ellos: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y trazos de otros componentes.
- Este modelo calcula:
  - Volumen de generación de biogás en metros cúbicos por minuto (m<sup>3</sup>/min) y en metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/hr).
  - Contenido de energía en el biogás generado en billones de joules por año (G J/año). Se asume que el índice de generación de metano está a su máximo al momento de la clausura o al momento de colocar los residuos finales en el relleno sanitario.
- Explicación de la ecuación de decaimiento de primer orden utilizada en el modelo  
 El método utiliza una ecuación de degradación de primer orden que asume lo siguiente:
  - a) La generación de biogás llega a su máximo después de un periodo de tiempo antes de la generación de metano.
  - b) El periodo es de un año desde la colocación de los residuos y el comienzo de la generación de biogás.
  - c) Por cada unidad de residuos, después de un año la generación disminuye exponencialmente mientras la fracción orgánica de los residuos es consumida.

Para sitios donde se conocen los índices de disposición año con año, el modelo estima la generación de biogás en un año dado usando la siguiente ecuación publicada en el Código 40 de Leyes Federales de los Estados Unidos, Parte 60 Sección WWW (40 CFR 60. Subpart WWW):

$$Q_M = \sum_{i=1}^n 2 k L_i M_i (e^{-kt_i})$$

Donde:

n

$\Sigma$  = La suma desde el año de apertura +1 ( $i=1$ ) hasta el año de proyección (n);

El

i=1

QM = Generación máxima de biogás (m<sup>3</sup>/año);

k = Indice de generación de metano (1/año);

Lo = Generación potencial de metano (m<sup>3</sup>/Mg);

M<sub>i</sub> = Masa de residuos sólidos dispuestos en el año i (Mg);

t<sub>i</sub> = Edad de los residuos dispuestos en el año i (años).

La ecuación estima la generación de biogás usando cantidades de residuos dispuestos acumulados a través de un año. Proyecciones para años múltiples son desarrolladas variando la proyección del anual y luego iterando la ecuación.

El año de generación máxima normalmente ocurre en el año de clausura o el año siguiente (dependiendo del índice de disposición en los años finales). Con la excepción de los valores de k y Lo, el modelo mexicano de biogás requiere datos específicos del relleno en cuestión para producir las proyecciones de generación.

El modelo provee los valores de k y Lo. Los valores son calculados basándose en la información recolectada de rellenos sanitarios representativos en México y la relación entre los valores de k y Lo observados en rellenos sanitarios de los Estados Unidos. Los valores de k y Lo varían dependiendo de la precipitación anual y podrán ser usados para producir proyecciones de generación de biogás en rellenos sanitarios localizados en la diferentes regiones de México. La EPA reconoce que es difícil modelar la generación y recuperación de biogás en forma exacta debido a las limitaciones en la información disponible para alimentar el modelo. Sin embargo, con la construcción y operación de nuevos rellenos sanitarios, la disponibilidad de nueva información hará posible la calibración del modelo y el desarrollo de unos valores de k y Lo mejores.

A pesar de que el modelo permite la alimentación de los valores de Lo y k derivados con información propia del relleno sanitario (Los valores de Lo y k pueden ser desarrollados en rellenos sanitarios con sistemas de recuperación de biogás, calibrando el modelo con los datos de recuperación de biogás actuales), es recomendado que se utilicen los valores que el modelo calcula automáticamente.

Con los datos obtenidos en las pruebas de campo y los parámetros analizados de las muestras de residuos sólidos, se procederá a efectuar la estimación de la producción del biogás con respecto al tiempo, para lo cual se aplicarán dos métodos con el fin de comparar los resultados entre uno y otro.

Dichos modelos están basados en una ecuación de degradación de primer orden que asumen:



La generación de biogás llega a su máximo después de un periodo de tiempo antes de la generación de metano.

El periodo es de un año desde la colocación de los residuos y el comienzo de la generación de biogás.

Por cada unidad de residuos, después de un año la generación disminuye exponencialmente mientras la fracción orgánica de los residuos es consumida.

Estos modelos requiere datos específicos tales como el año de apertura, año de clausura, índices de disposición anual, precipitación promedio anual, eficiencia del sistema de recolección, el potencial de producción de metano ( $Lo$ ), y el índice de producción ( $k$ )

Dichos métodos son:

E-PLUS

$$Q = LoR(\exp(-kc) - \exp(-kt))$$

#### SCHOLL-CANYON (aplicada para el modelo Mexicano)

$Q$ = Generación de biogás m<sup>3</sup>/año

$Lo$ = Capacidad potencial de los residuos para generar metano m<sup>3</sup>/Mg

$R$ = Tasa de aceptación promedio de residuos durante la vida activa del relleno

$K$ = Tasa de generación de metano, se supone constante 1/año

$C$ = tiempo desde la clausura del relleno en años

$T$ = tiempo desde el inicio de la colocación de los residuos en el relleno, años.

$$QM = \sum_{i=1}^n k Lo Mi (e^{-kt_i})$$

Donde:

$n$

$\Sigma$  = La suma desde el año de apertura +1 ( $i=1$ ) hasta el año de proyección ( $n$ );

$i=1$

$QM$  = Generación máxima de biogás (m<sup>3</sup>/año);

$k$  = Indice de generación de metano (1/año);

$Lo$  = Generación potencial de metano (m<sup>3</sup>/Mg);

*D*

*EJ*



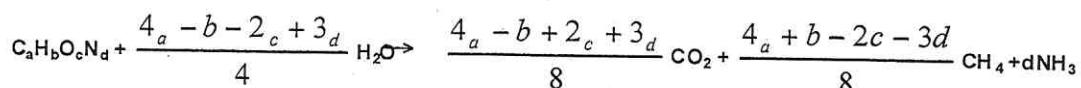
$M_i$  = Masa de residuos sólidos dispuestos en el año i (Mg);

$t_i$  = Edad de los residuos dispuestos en el año i (años).

Para ambos métodos, las variables que intervienen se calculan de la siguiente manera:

$Q$ = se obtiene en la prueba dinámica efectuada en cada uno de los sitios.

$Lo$ = se obtiene utilizando la composición química de los residuos mediante la estequiometría con respecto al Carbono.



El porcentaje y la humedad predominante de la materia orgánica.

La composición típica de los residuos depositados en el Relleno Sanitario:

Subproductos	Porcentaje
Cartón	
Papel	
Trapo	
Residuos de jardinería	
Residuos alimenticios	

COMPOSICION DEL BIOGAS GENERADO POR UNA TON. DE RESIDUOS SÓLIDOS DEPOSITADOS			
COMPUESTO	Kg.	%	M3
METANO			
BIOXIDO DE CARBONO			
BIOGAS			

*A*

*EJ*



K= Se obtiene aplicando ya se el modelo E-Plus o el modelo de SCHOLL CANYON, según corresponda, efectuando una serie de iteraciones hasta obtener una igualación entre los dos componentes de cada modelo.

CH4% = Se obtiene en la prueba de producción.

Estos modelos calculan:

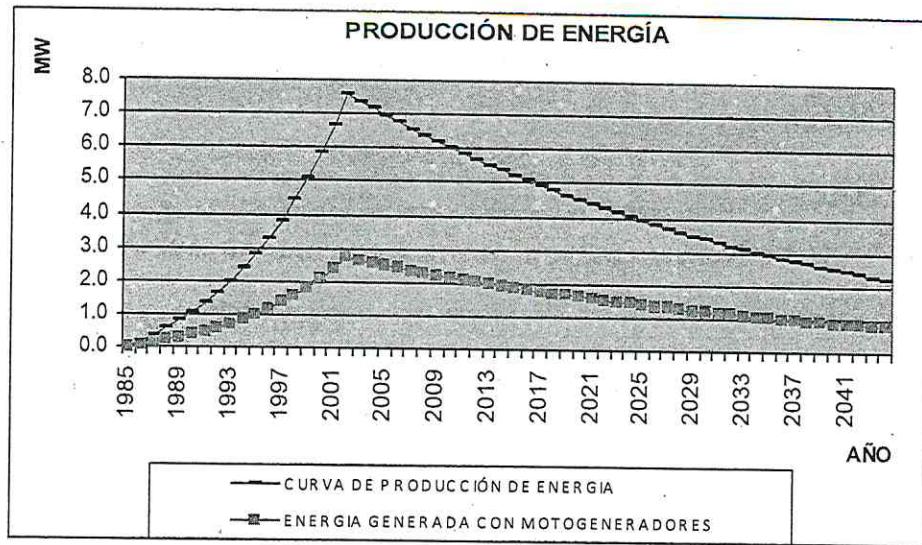
- Volumen de generación de biogás en metros cúbicos por minuto (m<sup>3</sup>/min) y en metros cúbicos por hora (m<sup>3</sup>/hr) a través del tiempo por ejemplo 20 años.
- Contenido de energía en el biogás generado en billones de joules por año (G J/año). Se asume que el índice de generación de metano esta a su máximo al momento de la clausura o al momento de colocar los residuos finales en el relleno sanitario.

#### RESULTADOS DE LA APLICACION DEL MODELO

Año	Consecutivo	Producción de metano en el relleno sanitario Millones de m <sup>3</sup> metano/año	Eficiencia de colección (captación de metano x%) Millones de m <sup>3</sup> metano/año
1			
2			
.			
.			
20			

Se identificará el año donde se tiene la cantidad de metano más alta y el punto donde la generación anual de gas decrece, lo cual se representará gráficamente

D  
El

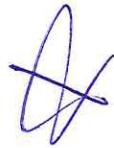


## 2. Arreglo técnico del sistema de captación

- Se diseñará el conjunto de sistemas a través de los cuales será posible la captación, conducción, succión, limpieza, quema de excedentes o de la producción estática por pozo, así como los sistemas de dosificación del biogás para su suministro a la planta generadora en caso de que esto último sea factible dado el volumen de gas metano.
- Para el manejo del biogás se propondrá un arreglo donde se especifiquen las características que se deben cumplir en cuanto a:
  - Ubicación y número de pozos.
  - Sistema de Conducción y tipo y número de cabezales, tipo y número de valvulas,
  - Equios de Succión en caso de que sea factible la extracción activa
  - Equios de quemado ya sea central o por pozo.
  - Trampas de condensados
  - Sistema de limpieza y remoción de humedad.



Erika Heidi Aguilar Garcia  
 Representante Legal




## 11. Tarea Diseño del sistema de acondicionamiento y reinfiltración de lixiviados.

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

11.1. Con el fin de precisar la producción potencial de lixiviados, que se generan por la infiltración de un porcentaje del agua de lluvia al interior de la basura confinada en el vertedero, aplicar un balance hídrico que considere la precipitación pluvial, la evaporación real (a partir de las temperaturas registradas), así como el volumen de agua escurrido; empleando para ello, la metodología de Thornwaithe.

11.2. Efectuar dicho balance para cada uno de los meses del año, diferenciando los distintos eventos de precipitación que se hayan registrado, como son las lluvias torrenciales y las precipitaciones de larga duración.

11.3 A partir de la cuantificación de la producción de lixiviados con el Balance de Agua y habiendo definido la humedad necesaria para promover los procesos de estabilización de los residuos confinados en los sitios de interés; diseñar el sistema de acondicionamiento de los lixiviados, para su recirculación al interior de los paquetes de basura; con el fin de acelerar los procesos de estabilización de la fracción orgánica presente en los residuos, con lo cual se reducirá también, la carga contaminante de los lixiviados.

11.4. Diseñar los subdrenes para la captación e intercepción de los lixiviados, así como los dispositivos para infiltrar los lixiviados ya inoculados al interior de los residuos confinados en los vertederos de Minatitlán y Cosoleacaque, en las cantidades y los tiempos que resulten de los balances estequiométricos que se hayan formulado, con la composición química de los residuos, obtenida a partir de los resultados de los análisis de laboratorio.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Diseñar la infraestructura para la captación de lixiviados y proponer los métodos y sistemas para su eliminación ya sea por métodos de recirculación u evaporación.

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Cálculo del volumen mensual de lixiviados

- Con base en los valores de infiltración de agua pluvial obtenidos del balance hidrico realizado mediante el método de Thornwaithe se establecerá el volumen mensual de producción de lixiviados.
- Se realizará un análisis del volumen total estimado de lixiviados que se encuentra en el sitio de disposición y con base en dicho volumen se determinara el grado de humedad que pueden llegar a tener los residuos dispuestos en los diferentes meses del año.
- Con base en el grado de humedad se definirá el volumen de lixiviados que debe ser temporalmente almacenado o recirculado para mejorar los procesos de descomposición anaeróbica.
- Se tomara en cuenta para estos cálculos las temperaturas y pluviometria del mes.
- 





## 2. Diseño de pretratamiento de los lixiviados

- Con base en los resultados del laboratorio se diseñará el pretratamiento que debe darse a los lixiviados antes de su infiltración.
- Se analizará la factibilidad de implementar sistemas de humedales para realizar un pre tratamiento de los lixiviados antes de su infiltración
- Se analizará la factibilidad de agregar algun tipo de base para mejorar la acidez de los lixiviados antes de su reinyección al relleno.

## 3. Cálculos del flujo diario de lixiviados por infiltrar

- Se determinará mensualmente el volumen de lixiviados que puede ser reinyectado así como los equipos necesarios para el desarrollo de estas tareas.
- Se dará preferencia a la recirculación y tratamiento sobre la evaporación en lagunas.
- Se diseñarán los sistemas de almacenamiento temporal
- Se diseñarán sistemas de captación como pozos de extracción y drenes horizontales para permitir disminuir la presión hidrostatica en caso de presentarse altos niveles de saturación

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Edg".

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Al".

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Ed".



## 12. Diseño de la cobertura con la que se deberán impermeabilizar las superficies

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

12.1 Con la información obtenida a partir del estudio geotécnico y con base en los resultados del balance de agua (que se realizará a nivel de la superficie del suelo y para conocer el porcentaje de la precipitación pluvial que puede infiltrarse hacia el subsuelo y por tanto, al interior de los paquetes de basura confinada); definir el espesor del sello o capa de cubierta para sellar las áreas expuestas del vertedero, con el fin de evitar el ingreso del agua de lluvia hacia el interior de los residuos; ya que la infiltración de los lixiviados inoculado permitirá satisfacer requerimientos de humedad que demande la degradación de la basura, por lo que se deberá evitar por todos los medios posibles, el ingreso al relleno de cualquier otro aporte de humedad, para no alterar la estequiometría de los procesos de degradación de los residuos.

12.2 Las especificaciones de impermeabilidad y grado de compactación con las que se debe construir dicha capa, deberán definirse con base en las características del espécimen elegido que haya reportado el coeficiente de permeabilidad menor, con el proporcionamiento de la sal mineral utilizada más reducido y con la menor energía de compactación.

12.3 Especificar las características con las que se deben preparar y acondicionar las superficies por impermeabilizar, después de haber realizado el movimiento de la basura para alcanzar los niveles de proyecto especificados, previo a la colocación del sello de cubierta.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Diseñar la cubierta final del sitio, con base en los materiales de la zona y adicionando en caso necesario sales minerales, que impida la infiltración del agua pluvial.

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Selección de banco de materiales

- Se realizará el análisis de los bancos de préstamo existentes en la periferia del tiradero identificando entre otros aspectos; distancia al sitio, estado de los caminos de acceso, propiedad de los terrenos, costo del material puesto en camion, características geotécnicas del material, permeabilidad, plasticidad, granulometria entre otros.

#### 2. Cálculo del material de cubierta

- Con datos obtenidos del balance hidráulico mensual se identificará los máximos volúmenes de agua pluvial que son potencialmente infiltrables en la zona del relleno.
- Se elaborarán los cálculos para determinar el espesor y tipo de materiales que se utilizaran para la cubierta final en bermas plataformas y caminos perimetrales.

EJ



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000122

728 de 820

- En caso de que los materiales de la zona no garanticen de manera natural el coeficiente de permeabilidad requerido, se propondrán mezclas con productos tales como sales minerales que puedan mejorar dicho coeficiente.
- Se elaborarán planos donde se señale las cotas finales de proyecto para facilitar su construcción y supervisión.

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Erika Heidi Aguilar Garcia".

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "AF".  
A handwritten signature in blue ink, appearing to read "ED".



## 13. Tarea Infraestructura complementaria

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

13.1. *El diseño del cierre técnico del tiradero de Las Matas, debe incluir la infraestructura complementaria que se listan a continuación:*

13.1.1 *Casetas de Vigilancia*

13.1.2 *Oficinas*

13.1.3 *Cuarto de Maquinas*

13.1.4 *Servicios Sanitarios*

13.1.5 *Edificaciones de Control Ambiental (Módulos de Acondicionamiento y/o Tratamiento de Lixiviados y Módulo de Concentración, Condensación y Extracción del Biogás)*

13.1.6 *Cerca Perimetral*

13.1.7 *Área de Acceso y Espera*

13.2 *La infraestructura complementaria, se debe integrar como un Proyecto Ejecutivo que incluya las memorias de cálculo, planos, especificaciones, cuantificación de volúmenes y presupuesto base; conteniendo los datos precisos y suficientes detalles para su correcta interpretación y correspondiente ejecución en campo. La información que deberá contener el proyecto ejecutivo será la siguiente:*

- ✓ *Proyecto Arquitectónico*
- ✓ *Proyecto Estructural*
- ✓ *Proyecto Constructivo: Albañilería, Acabados, Trazo, Detalles*
- ✓ *Proyecto de Instalaciones Eléctricas y Alumbrado*
- ✓ *Proyecto de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias*
- ✓ *Proyectos de Instalaciones Especiales*
- ✓ *Proyecto de Obras Exteriores*
- ✓ *Proyecto de Mobiliario Urbano*
- ✓ *Proyecto de Señalamiento*

### **I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema**

- a) *Diseñar las obras complementarias que sean necesarias para cumplir con la Norma 083-SEMARNAT-2003*
- b) *Elaborar los documentos base para la construcción de las obras*

### **II. Actividades a desarrollar y metodología**

#### **1. Elaboración de documentos de obra**

- Se realizarán memorias descriptivas, memorias de cálculo, planos, especificaciones técnicas y catálogos de conceptos de todas las obras solicitadas para Las Matas
  - *Casetas de Vigilancia*

*Z*

*EJ*



- *Oficinas*
- *Cuarto de Maquinas*
- *Servicios Sanitarios*
- *Edificaciones de Control Ambiental (Módulos de Acondicionamiento y/o Tratamiento de Lixiviados y Módulo de Concentración, Condensación y Extracción del Biogás)*
- *Cerca Perimetral*
- *Área de Acceso y Espera*

## 2. Parametros y criterios de diseño

- Los proyectos serán diseñados cuidando su funcionalidad y que no rompan con la armonia del paisaje cuidando los costos de construcción y mantenimiento
- Los proyectos que se llevarán a cabo son:
  - ✓ *Proyecto Arquitectónico*
  - ✓ *Proyecto Estructural*
  - ✓ *Proyecto Constructivo: Albañilería, Acabados, Trazo, Detalles*
  - ✓ *Proyecto de Instalaciones Eléctricas y Alumbrado*
  - ✓ *Proyecto de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias*
  - ✓ *Proyectos de Instalaciones Especiales*
  - ✓ *Proyecto de Obras Exteriores*
  - ✓ *Proyecto de Mobiliario Urbano*
  - ✓ *Proyecto de Señalamiento*

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

## 14. Tarea caminos de acceso y servidumbre

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

*Incluir en el diseño del cierre técnico del tiradero a cielo abierto, los caminos de acceso a las instalaciones y a las diferentes áreas de trabajo que se habilitarán en el tiradero Las Matas; así como un camino de servidumbre perimetral a lo largo de la periferia de los sitios por ser rehabilitados, que sirva como franja de amortiguamiento perimetral.*

*Los caminos tendrán un ancho mínimo de 6 metros, serán de circulación permanente y estarán equipados con las obras hidráulicas que le permitan un buen drenaje. No se utilizará asfalto ni concreto hidráulico para su encarpetado.*

*Incluir el trazo y las curvas horizontales y verticales, el cálculo de la curva masa, el perfil longitudinal y las secciones con cadenamientos a cada 20 m.*

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Diseñar los caminos perimetrales y franja de amortiguamiento

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Diseño de Camino perimetral

- a) Se realizará el diseño un camino permanente que será construido en el perímetro, dentro de la zona de amortiguamiento. Este camino permitirá el acceso hacia cualquier área del sitio de disposición final en la etapa del cierre técnico y su respectiva etapa de mantenimiento. Es decir en las etapas de postclausura.
- b) El camino perimetral sera diseñado con 6.00 m de ancho, y deberá iniciar desde la entrada de acceso y posteriormente rodea toda el área de disposición final de residuos sólidos urbanos.
- c) Se propondrán las cotas de nivelación del terreno siguiendo la pendiente topográfica natural del mismo para obtener el nivel de subsanante.
- d) Se definira el nivel de compactación con el fin de mejorar las características de capacidad de carga y compresibilidad del suel
- e) Debido al peso que deberán soportar los caminos, es importante que este sea construido con materiales resistentes no solamente al esfuerzo mecánico, sino también a los factores ambientales como viento, temperatura, etc
- f) Se analizarán los materiales disponibles para la construcción del camino perimetral los cuales podrán estar conformados de la siguiente manera:
- g) Material de cascajo o mezcla de balastro de tezontle en breña con material limo-arenoso compactado
- h) Se definirá el ancho útil del camino perimetral, descontando el correspondiente a la cuneta.

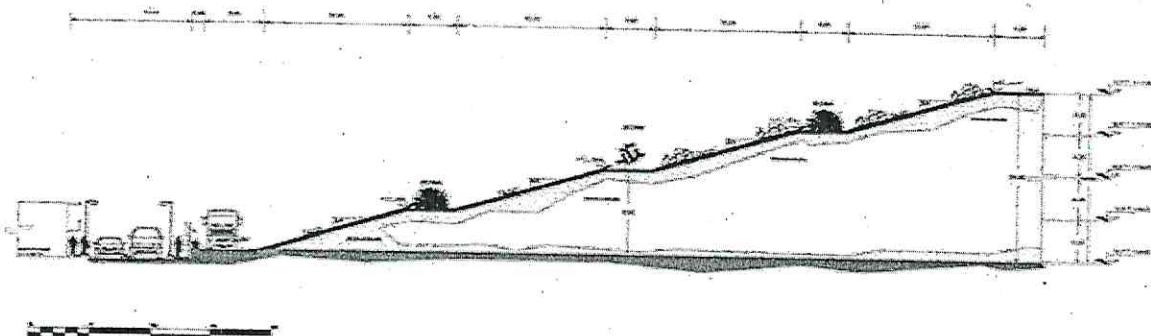




Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000126

732 de 820



A handwritten signature in black ink, appearing to read "Erika Heidi Aguilar Garcia".

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "AH" above "Ed".



## 15. Tarea Proyecto Eléctrico

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

15.1 Incluir el alumbrado de áreas exteriores, el alumbrado para las edificaciones y el suministro de energía para el funcionamiento de los sistemas para el control del biogás y los lixiviados.

15.2 Considerar las áreas que es necesario iluminar, los niveles mínimos de iluminación, el sembrado de ductos y cableado, los detalles de altura de montaje, los diagramas, el detalle de las instalaciones, las cargas, las características y especificaciones de los materiales y equipos, el cálculo del nivel de iluminación, y caída de tensión de conductores, protecciones y sistema de tierras; todo ello conforme a las normas oficiales mexicanas vigor.

15.3 Identificar para el suministro de energía los sistemas de biogás y lixiviados, considerando la demanda en condiciones máximas de consumo, los requerimientos energéticos de cada una de las estructuras de control, la protección de los circuitos, los componentes de la instalación, la acometida, el análisis de un transformador y las especificaciones a cumplir.

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- Diseñar todas las obras de suministro de energía eléctrica acordes con la potencia de los motores seleccionados para el control de lixiviados y biogás

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Elaborar proyecto ejecutivo

- Se realizará la memoria de cálculo para determinar la potencia de las bombas y motores necesarios para operar los sistemas para el control de lixiviados y biogás
- Se realizarán todos los planos del proyecto ejecutivo desde el punto de interconexión hasta el punto de entrega
- En caso de requerirse la instalación de algun transformador se calculara las dimensiones del mismo
- Se elaborarán los diagramas unifilares con base en la normatividad vigente
- Se definirá el tipo de tablero, arrancadores, sistemas de protección de tierras entre otros que se requieren para la correcta operación de los equipos.

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal



## 16. Tarea presupuesto base para los trabajos del cierre técnico

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

16.1 A partir de la cuantificación de los volúmenes de trabajo requeridos para el cierre técnico del tiradero a cielo abierto de Las Matas, formular el catálogo de conceptos y las especificaciones técnicas complementarias; así como preparar el presupuesto base, incluyendo los precios unitarios y los números generadores.

#### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Determinar los precios unitarios de todos los costos relacionados con el catalogo de conceptos.

#### II. Actividades a desarrollar y metodología

1. Con base en el catalogo de conceptos se elaborará mediante el uso de sistemas electornicos y bases de datos comunmente usadas en la industria de la construcción el cálculo de todos los precios unitarios que integran en los diferentes proyectos.
2. En caso de conceptos especiales se realizará un mercadeo local para determinar su valor

A handwritten signature in blue ink, appearing to begin with the letters 'H' and 'A'.

A handwritten signature in blue ink, appearing to begin with the letters 'E' and 'L'.



## 17. Tarea programa de mantenimiento

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

17.1 *Formular un programa de mantenimiento posclausura, en el que se describan detalladamente los trabajos a realizar, para llevar a cabo las reparaciones que sean necesarias por las consecuencias de los asentamientos diferenciales que se presentarán por efecto de la estabilización de los residuos sólidos.*

17.2 *El programa debe incluir, el mantenimiento de la cobertura final de clausura, para reparar grietas y hundimientos, así como los daños ocasionados por los agentes erosivos (escorrentíos pluviales y viento).*

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Elaborar un programa detallado para el mantenimiento de todas la obras.

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Posclausura del sitio.

- Para mantener y controlar las condiciones físicas del sitio clausurado, y considerando el uso final propuesto, se diseñarán los siguientes programas detallados:
  - De mantenimiento y control de:
    - Aguas pluviales
    - Erosión
    - Erosión y agrietamiento de la cubierta final
    - Caminos
    - Jardines
    - Instalaciones
  - De monitoreo de:
    - Aguas superficiales
    - Aguas subterráneas
    - Biogás
    - Lixiviados
  - De respuesta a urgencias, como:
    - Incendios
    - Fauna nociva
    - Proliferación de vectores

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal

## 18. Tarea Programa de monitoreo ambiental

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

*18.1 Proponer un programa de monitoreo ambiental posclausura, para dar cumplimiento lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-083/SEMARNAT-2003, el cual deberá ser instrumentado, hasta que el sitio se haya estabilizado completamente.*

*18.2 Dicho programa, se enfocará a la medición y control de todos los impactantes ambientales que se generen en el sitio, una vez saneado y recuperado, privilegiando al biogás y los lixiviados, por sus efectos sobre el ambiente y la salud pública.*

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- Contar con los programas de monitoreo ambiental que garanticen el sostenimiento en el tiempo de los efectos positivos que se obtendrán con las obras del cierre técnico

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Monitoreo ambiental.

- Se diseñará el plan y programa para la operación y monitoreo de los siguientes elementos:
  - Biogás. Se propondrán los parámetros a monitorear, la frecuencia y los métodos de análisis recomendados y la infraestructura requerida para su monitoreo.
  - Lixiviados. Se propondrán los parámetros a monitorear, la frecuencia y los métodos de análisis recomendados y la infraestructura requerida para su monitoreo.
  - Manuales de Operación y Contingencias. Para mantener y controlar las operaciones en la celda de disposición de residuos, se diseñarán los siguientes manuales:
    - De Operación:
      - Celda Diaria
      - Frente de Trabajo
      - Material de cubierta intermedia y final
      - Conformación de Camino de Acceso
    - De respuesta a contingencias, como:
      - Incendios
      - Fauna nociva
      - Lluvias extremas



Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal





## 19. Tarea Proyecto Constructivo

### *Transcripción de los solicitado en los TdR*

19.1 El proyecto constructivo, será . un expediente que reúna el conjunto de planos que hayan surgido de las diferentes tareas señaladas en estas Especificaciones Técnicas, y que permitirán desarrollar los trabajos constructivos para realizar el cierre técnico del tiradero Las Matas. Los planos que deben integrar este expediente, se indican a continuación:

19.1.1 Planos Topográficos, incluyendo la planta y los cortes transversales y longitudinales

19.1.2 Planos con la ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de lixiviados, las muestras de suelos y donde se realizaron las perforaciones para el muestreo y las que se utilizarán para los estudios de productividad de biogás.

19.1.3 Planos con los proyectos de los sistemas para el control de biogás y lixiviados, incluyendo equipamiento y detalles.

19.1.4 Planos con la localización y el detalle de la infraestructura para el control de los escurrimientos superficiales.

19.1.5 Planos con el trazo, elevaciones, secciones y detalle constructivos de los caminos de acceso

19.1.6. Planos con las secciones transversales, longitudinales dimensionamiento en planta de la morfología y acabados finales de los tiraderos que integran el Vertedero de Las Matas.

19.1.7 Planos de Trazo, que permitirán la ubicación en campo de la infraestructura a ejecutar.

19.1.8 Planos de los trabajos civiles, que incluirán tanto los arquitectónicos, estructurales, de iluminación de instalaciones, de acabados y de detalles constructivos.

19.1.9 Planos de cotas exhaustivas. Estos planos se refieren al dimensionamiento de todas las cotas posibles de los diferentes elementos de los edificios, como: anchos y claros de ventanas, puertas, escalones, barandales, mochetas, etc.

19.2 Todos los planos del Proyecto de Constructivo deberán contar con el formato que sea autorizado, presentándose impresos en hojas de papel bond en tamaño 60x90 cm y en medio magnético en Auto 1Cad, versión 2004 o superior

### I. Objetivos específicos de la tarea de según nuestro entendimiento del problema

- a) Contar un expediente que reúna el conjunto de planos que hayan surgido de las diferentes tareas señaladas en estas Especificaciones Técnicas, y que permitirán desarrollar los trabajos constructivos para realizar el cierre técnico del tiradero Las Matas

### II. Actividades a desarrollar y metodología

#### 1. Contenido y características de los expedientes

*D*

*EJ*



- El expediente contará con memorias de cálculo, especificaciones técnicas de obra, catalogo de conceptos y los siguientes planos elaborados en Auto Cad ver 2016
- Planos Topográficos, incluyendo la planta y los cortes transversales y longitudinales
- Planos con la ubicación de los sitios donde se tomaron muestras de lixiviados, las muestras de suelos y donde se realizaron las perforaciones para el muestreo y las que se utilizarán para los estudios de productividad de biogás.
- Planos con los proyectos de los sistemas para el control de biogás y lixiviados, incluyendo equipamiento y detalles.
- Planos con la localización y el detalle de la infraestructura para el control de los escurrimientos superficiales.
- Planos con el trazo, elevaciones, secciones y detalle constructivos de los caminos de acceso.
- Planos con las secciones transversales, longitudinales dimensionamiento en planta de la morfología y acabados finales de los tiraderos que integran el Vertedero de Las Matas.
- Planos de Trazo, que permitirán la ubicación en campo de la infraestructura a ejecutar.
- Planos de los trabajos civiles, que incluirán tanto los arquitectónicos, estructurales, de iluminación de instalaciones, de acabados y de detalles constructivos.
- Planos de cotas exhaustivas. Estos planos se refieren al dimensionamiento de todas las cotas posibles de los diferentes elementos de los edificios, como: anchos y claros de ventanas, puertas, escalones, barandales, mochetas, etc

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Erika Heidi Aguilar Garcia'.

Erika Heidi Aguilar Garcia  
Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Erika Heidi Aguilar Garcia'.



## PRODUCTOS ESPERADOS

De manera enunciativa pero no limitativa se presenta la relación de productos esperados que señaló SEMARNAT en sus bases. Los cuales serán presentados en formato electrónico e impreso:

- ✓ Reporte técnico de los estudios específicos que integre:
  - Descripción del Marco Geológico-Geohidrológico de la zona de interés, incluyendo el modelo hidrogeológico local, que describa el comportamiento del acuífero subyacente e hidrología superficial.
  - Muestreo, Caracterización y Análisis de Residuos y Lixiviados, incluyendo la interpretación de los resultados.
  - Resultados de las Pruebas de Productividad del Biogás, realizadas en los vertederos de Minatitlán y Cosoleacaque.
  - Estudio Geotécnico, que incluya las recomendaciones para el diseño de la cobertura de los residuos confinados.
- ✓ Proyecto de Ingeniería del Cierre Técnico del tiradero a cielo abierto Las Matas, en Veracruz.
- ✓ Metodología para el cierre técnico
- ✓ Diseño de la geometría y de la estabilidad física del sitio
- ✓ Diseño de la infraestructura hidráulica para el manejo de aguas pluviales
- ✓ Diseño de la infraestructura para el manejo de biogás y lixiviados
- ✓ Diseño del sistema de acondicionamiento y reinfiltración lixiviados
- ✓ Diseño de la cobertura con la que se deberán impermeabilizar las superficies
- ✓ Infraestructura complementaria
- ✓ Caminos de Acceso y Servidumbre
- ✓ Proyecto Eléctrico
- ✓ Presupuesto base para los trabajos del cierre técnico
- ✓ Programa de mantenimiento
- ✓ Programa de monitoreo ambiental
- ✓ Proyecto Constructivo

Erika Heidi Aguilar Garcia

Representante Legal



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000134  
740 de 820

# PROUESTA TÉCNICA

## III PROPUESTA DE TRABAJO

### b) PLAN DE TRABAJO PROPUESTO POR EL LICITANTE

A  
El

Ed



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000125

741 de 820

## PLAN DE TRABAJO

ETAPA	Semanas contadas a partir del día natural siguiente a la notificación del fallo													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
A) Estudios Específicos - Marco Contextual														
B) Proyecto de Ingeniería del Cierre Técnico del Tiradero														

Atentamente

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Erika Heidi".

Erika Heidi Aguilar García

Representante Legal

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "EJ" or "Erika Heidi".



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

742 de 820 00136

# PROUESTA TÉCNICA

## III PROPUESTA DE TRABAJO

### c) ESQUEMA ESTRUCTURAL DE LA ORGANIZACIÓN DE LOS RECURSOS HUMANOS

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ax' or 'A. X.'

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'El' or 'E. L.'

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ed' or 'E. d.'



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000139

1 de 2

## **SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES**

### **DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS MATERIALES, INMUEBLES Y SERVICIOS**

#### **DIRECCIÓN DE ADQUISICIONES Y CONTRATOS**

**LICITACIÓN NACIONAL ELECTRÓNICA  
No. LA-016000997-E4-2019**

**"ESTUDIOS ESPECÍFICOS Y  
PROYECTO DE INGENIERÍA  
PARA EL CIERRE TÉCNICO DEL  
TIRADERO A CIELO ABIERTO  
DENOMINADO "LAS MATAS", EN  
VERACRUZ"**

**PROPUESTA ECONÓMICA**

**29 DE ENERO DE 2019.**

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. G.' or 'J. G. G.'.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'E. G.' or 'E. G. G.'.



Consultores  
Mexicanos en  
Proyectos de  
Ingeniería, s.c.

0000140

2 de 2

Dirección General de Recursos Materiales, Inmuebles y Servicios  
SEMARNAT  
Presente

Licitación Pública Nacional Electrónica: No. LA-016000997-E4-2019

Para la presente licitación oferto lo siguiente:

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad Solicitada	Costo Unitario sin I.V.A.
A) Estudios Específicos – Marco Contextual	Estudio	1	1,149,000
B) Proyecto de Ingeniería del Cierre Técnico del Tiradero	Estudio	1	343,000
	Subtotal		1,492,000
	I.V.A.		238,720
	Total		1,730,720

(UN MILLON SETECIENTOS TREINA MIL SETECIENTOS VEINTE PESOS)

A T E N T A M E N T E

BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD

Erika Heidi Aguilar García  
Representante Legal

## Licitación Pública Nacional Electrónica: No. LA-016000997-E4-2019

**MTRO. LUIS EDUARDO DE ÁVILA RUEDA**

**Director de Proyecto**

Tiempo Parcial

**MTRO. GUSTAVO GUZMÁN HERNÁNDEZ**

**Coordinador de Proyecto**

Tiempo Completo

**MTRA. ANA GABRIELA CIRLOS MAGAÑA**

**Ingeniero Proyecto 1**

Tiempo Completo

**MTRO. GUSTAVO SOLORIZANO OCHOA**

**Ingeniero Proyecto 2**

Tiempo Completo

**M.I. NADYA SELENE ALENCASTRO LARIOS**

**Ingeniero Proyecto 3**

Tiempo Completo

### Personal de Apoyo

MTRO. VICTOR MANUEL TORRUCO COLORADO (Tiempo Completo)

MTRA. DORAIDA SOCORRO RODRIGUEZ SORDIA (Tiempo Completo)

DRA. LOURDES MIRZA TREJO (Tiempo Completo)

ATENTAMENTE



**BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD**

Erika Heidi Aguilar Gareca

Representante Legal



### ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA CONCURSANTE

Insertar el organigrama del equipo de trabajo propuesto para el desarrollo del proyecto. Agregar nombres de las personas del equipo.

Puesto Clave	Principales Funciones
Director de Proyecto	Seguimiento general del proyecto. Responsable de las labores de gestión de alto nivel con las autoridades del SEMARNAT. Seguimiento administrativo (formulación de estimaciones y gestión de cobro), formulación de informes y su presentación, participación activa en tareas de geología, geo hidrología, ampliación de biogás y proyecto de ingeniería conceptual
Coordinador Técnico	Encargado del correcto funcionamiento operativo del equipo de especialistas, tanto a nivel técnico como cumplimiento de tiempos y metas. Principal responsable del cumplimiento del programa de trabajo y de la elaboración de informes parciales y presentaciones, participación activa en tareas de geología, mecánica de suelos, pruebas de productividad de biogás, perforación de pozos, diseño de ingeniería de detalle
Ingeniero Proyecto 1	Participación activa en tareas de geo hidrología, hidrología superficial, geotecnia, perforación de pozos, pruebas de bombeo, ingeniera de detalle y conceptual.
Ingeniero Proyecto 2	Participación activa en el desarrollo de manuales técnicos, aspectos generales de los estudios, apoyo a tareas del marco conceptual.
Ingeniero Proyecto 3	Participación activa en el proyecto de ingeniería conceptual y coordinación del grupo técnico de apoyo, revisión del cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003.
Grupo Técnico de Apoyo	Cálculos de ingeniería básica, elaboración de planos y figuras.

### A T E N T A M E N T E



### BAJO PROTESTA DE DECIR VERDAD

Erika Heidi Aguilar García

### Representante Legal

