



U . M . S . N . H .

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

**“PLAN DE REGULARIZACION PARA LA
REHABILITACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL,
CATEGORIA D, PERTENECIENTE AL MUNICIPIO DE
CUITZEO, MICHOACAN.”**

PRESENTA:

**P.I.C. ABRAHAM JACOBO CALVILLO
PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.I. JULIO ALEJANDRO CHAVEZ CARDENAS

Morelia Mich. octubre del 2007



INDICE

Lista de tablas	4
Lista de figuras	4
Anexos	

ANTECEDENTES	5
Antecedentes del actual sitio de disposición	5
Descripción del servicio de limpia actual	7
Indicadores generales	8
Barrido manual	8
Recolección	8
Disposición final	9
1 GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	10
2 METODOS PARA LA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES	12
2.1 Tiradero a cielo abierto	12
2.2 Relleno sanitario	12
2.2.1 Método de trinchera	12
2.2.2 Método de área	13
2.2.3 Método combinado	14
2.3 Incineración	14
2.3.1 Principios de combustión	15
2.3.2 Tipos de incineración e incineradores	15
3 EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL ACTUAL	18
3.1 Ubicación del sitio de disposición final actual	18
3.1.1 Ubicación en las cercanías de un aeródromo o aeropuerto	19
3.1.2 Cercanía de áreas naturales protegidas	19
3.1.3 Cercanía a centros de población	19
3.1.4 Ubicación en sitios no permitidos	19
3.1.5 Cercanía a zonas de inundación	19
3.1.6 Operación del actual sitio de disposición final	19
4 PLAN DE REGULARIZACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL. CATEGORIA “D”	20
4.1 Clasificación de los rellenos sanitarios y sus especificaciones	21
5 ESTUDIOS DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL ACTUAL	23
5.1 Estudio topográfico	23
5.2 Estudio geológico del lugar	24
5.2.1 Localización del área de estudio	24
5.2.2 Unidades litológicas	24
5.2.3 Geología estructural	25
5.2.4 Riesgo geológico	25
5.3 Hidrología	26
5.3.1 Clima	26
5.3.2 Hidrografía	26
5.3.3 Piezometría	26

6 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS	28
6.1 Predimensionamiento del relleno sanitario	28
6.2 Barrera de impermeabilización	29
6.3 Componentes del sistema de impermeabilización artificial con material natural	29
6.4 Infraestructura del sitio de disposición final	29
7 CARACTERISTICAS OPERATIVAS	32
7.1 Controles de entrada y vigilancia	32
7.2 Procedimiento para la construcción de celdas	32
7.3 Procedimiento para la operación de celdas	32
7.3.1 Características de compactación	34
7.3.2 Características de cobertura	34
7.3.3 Operación en época de lluvias	34
7.4 Clausura final de algunas secciones del actual sitio de disposición final	35
7.5 Cronograma de actividades para la rehabilitación y clausura	36
8 PROYECTO DE INVERSION	38
CONCLUSIONES	39
BIBLIAGRAFIA	41
ANEXOS	42

Lista de Tablas

Tabla No.

- 1 Categorías de sitio de disposición final
- 2 Características generales del servicio de recolección municipal
- 3 Categorías de relleno sanitario
- 4 Requisitos y especificaciones para los sitios de disposición final
- 5 Censo de pozos y norias de la zona
- 6 Resumen de los parámetros constructivos para el relleno sanitario del municipio de Cuitzeo Michoacán.
- 7 Cronograma de actividades para la rehabilitación del relleno sanitario
- 8 Cronograma de actividades para la clausura del relleno sanitario

Lista de Figuras

Figura No.

- 1 Estructura organizacional para el Servicio de Limpia Municipal de Cuitzeo, Michoacán.
- 2 Composición de los residuos sólidos municipales
- 3 Procedimiento constructivo método de la trinchera
- 4 Procedimiento constructivo método de área
- 5 Esquema de incinerador
- 6 Horno continuo con recirculación de gases
- 7 Horno tipo volund
- 8 Ubicación regional del sitio de disposición final de Cuitzeo, Michoacán
- 9 Croquis general del actual sitio de disposición final de RSU en el municipio de Cuitzeo Michoacán.
- 10 Ubicación de las unidades litológicas y fallas geológicas de la zona
- 11 Ubicación de los pozos y norias de la zona
- 12 Detalle constructivo para la ventilación de biogas
- 13 Proceso operativo de las celdas
- 14 Construcción y uso del entarimado para trabajos en época de lluvias
- 15 Capas de clausura

Anexos

Anexo

- A Lista de chequeo para el sitio de disposición final del municipio de Cuitzeo Michoacán, para determinar el contenido del Plan de Regularización
- B Datos y predimensionamiento
- C Números generadores
- D Presupuesto
- E Costos de operación
- F Fotografías del actual sitio de disposición final
- G Planos de infraestructura del relleno sanitario
- F Norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003

ANTECEDENTES

En cualquier actividad que el hombre realice por lo general genera residuos o desechos, consecuencia de transformar su entorno para obtener un bienestar común, y mientras el hombre descubra nuevas tecnologías al paso de los años, mayor será la demanda de los recursos y por consecuencia mayor será la producción de residuos o desechos, y habrá la necesidad de retirar, quitar o deshacerse de estos residuos o lo que coloquialmente llamamos basura.

La **basura** es todo aquello considerado como desecho y que se necesita eliminar. La basura es un producto de las actividades humanas al cual se le considera sin valor, repugnante e indeseable por lo cual normalmente se le incinera o coloca en lugares predestinados para la recolección para ser canalizada a tiraderos o vertederos, rellenos sanitarios u otro lugar. Actualmente, se usa ese término para denominar aquella fracción de **residuos** que no son aprovechables y que por lo tanto debe ser tratada o dispuesta para evitar problemas sanitarios o ambientales.

Cabe señalar que la generación de residuos, desechos o a lo que, por lo general llamamos BASURA, es un problema social y económico, por tal motivo las autoridades federales, estatales y municipales que, en conjunto con la sociedad, tienen que dar solución a tal problema, y que por lo general las autoridades municipales son las que tratan o son los encargados directos de solucionar tal problema.

Tal caso se presenta en el municipio de Cuitzeo. Sus autoridades municipales son las que se encargan de recolectar, disponer y confinar los residuos sólidos municipales, por lo tanto es el que opera el sitio de disposición final de los residuos sólidos municipales.

ANTECEDENTES DEL ACTUAL SITIO DE DISPOSICION

El sitio de disposición final denominado relleno sanitario municipal, opera desde el año 1997, bajo responsabilidad del H. Ayuntamiento de Cuitzeo, siendo el propietario del terreno el H. Ayuntamiento de Cuitzeo. La superficie total que ocupa es de 37,436.1m² aproximadamente, de las cuales el 16.29% corresponde a la superficie donde se depositan los residuos y el resto a obras de infraestructura. La categoría a la que corresponde, según la Tabla 1 presentada en la NOM-083-SEMARNAT-2003, es la D, que corresponde a un ingreso de menos de 10 toneladas por día de RSU.

Cabe señalar que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), realizó una inspección al actual sitio de disposición final de los residuos sólidos municipales, encontrando que no cumple con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 en ninguna de sus especificaciones, por tal motivo el H. Ayuntamiento de Cuitzeo está obligado a cumplir con lo establecido en tal norma, y elaborar un programa de regularización y presentarlo ante la Secretaría de Urbanismo y Medio Ambiente, con la finalidad de que se evalúen y presenten las acciones y programas calendarizados para el cierre del sitio actual.

Tabla 1 categorías de sitio de disposición final

Tipo	Tonelaje recibido en sitio de disposición final (Ton/día)	Equivalente en número de habitantes
A	Mayor a 100	Mayor a 100,000
B	De 50 hasta 100	De 50,000 hasta 120,000
C	De 10 y menor que 50	De 12,000 hasta 65,000
D	Menor a 10	Menor a 15,000

La norma *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”- establece especificaciones de protección ambiental no sólo para la selección del sitio, sino también para las etapas de diseño, operación y clausura y toma en cuenta las distintas capacidades de los municipios para resolver la problemática de la disposición final de los residuos sólidos urbanos (RSU). Esta norma en su numeral 11.2 describe las medidas que deberán tomar aquellos municipios en donde operan sitios que no cumplen con la norma, que al texto dice:

“11.2 Los sitios de disposición final que estén en funcionamiento en el momento de entrada en vigor de la presente Norma no podrán seguir operando, a menos que regularicen su situación, conforme al siguiente procedimiento:

a) Durante el periodo de un año a partir de la fecha de entrada en vigor de la Norma, la entidad responsable de la instalación elaborará y someterá a la aprobación de las autoridades competentes un plan de regularización de la misma, que incluya las acciones y medidas que se juzguen necesarias, con el fin de cumplir los requisitos de la presente Norma.

b) Una vez presentado el plan de regularización, las autoridades competentes adoptarán una decisión definitiva en un plazo no mayor a 6 meses, sobre la cancelación o autorización de continuar las operaciones, con base en el plan de regularización y de lo dispuesto en la presente Norma. Las autoridades competentes, adoptarán las medidas necesarias para cerrar las instalaciones que no hayan obtenido, de conformidad con esta Norma, la autorización para continuar sus actividades.

c) Sobre la base del plan de regularización aprobado, la autoridad competente fijará un periodo transitorio para el implemento de dicho plan de regularización”.

Por lo anterior, con el sólo hecho de presentar el Plan de Regularización y ser aprobado por la autoridad ambiental estatal, el municipio dará inicio al cumplimiento con la normatividad vigente.

Conforme a esto, el Municipio de Cuitzeo del estado de Michoacán presenta el Plan de Regularización para su sitio de disposición final de RSU, el cual se denomina RELLENO SANITARIO MUNICIPAL y está ubicado al sureste de la cabecera municipal, con una distancia aproximada de 1.5 Km, con coordenadas geográficas: 19°57'35.4" Latitud norte y 101°07'42.8" Longitud oeste.

Actualmente el sitio de disposición final viene funcionando de forma mecánica, es decir se utiliza regularmente maquinaria para excavar, mover, compactar y cubrir los residuos depositados, utilizando para ello una plantilla de 4 personas y el siguiente equipo: un tractor D8 que se renta por un mes, una máquina retroexcavadora que es propia y un camión de volteo de 7 m³.

En el sitio existen pepenadores, aproximadamente 10. Estos recuperan materiales como: plástico, vidrio, cartón, aluminio, metal, cobre.

El sitio de nominado RELLENO SANITARIO MUNICIPAL, NO fue construido y operado tomando en cuenta las indicaciones del proyecto ejecutivo correspondiente, por lo que NO cuenta con las autorizaciones ambientales estatales y municipales.

DESCRIPCION DEL SERVICIO DE LIMPIA MUNICIPAL ACTUAL

El municipio de Cuitzeo presta el Servicio de Limpia Pública Municipal bajo la siguiente estructura organizacional (ver [Figura 1](#)):

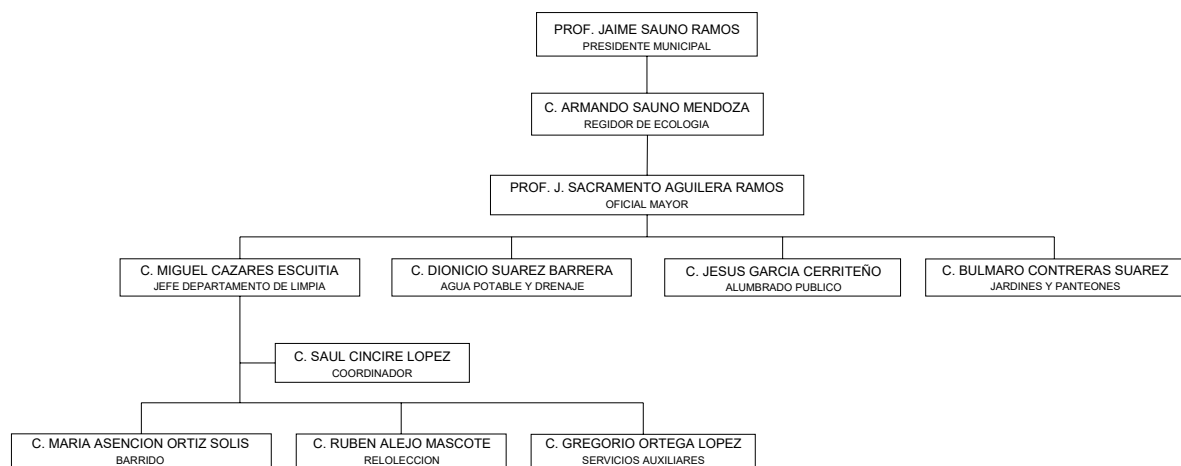


Figura 1: Estructura organizacional para el Servicio de Limpia Municipal de Cuitzeo

El servicio de limpia y aseo urbano atiende al 100% de la población de la cabecera municipal de Cuitzeo, contando con las siguientes etapas del servicio:

- Barrido manual de plazas
- Recolección de basura domiciliaria
- Disposición final de residuos sólidos urbanos

Con esta cobertura de servicio se manejan las 9.46 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos (RSU) que provienen de las localidades del municipio y que ingresan al sitio de disposición final.

Dentro de la estructura y funcionalidad administrativa y técnica con la que se presta el servicio de limpia en Cuitzeo, se encontró que NO cuenta con Reglamento del Servicio de Limpia.

Se trabajan 312 días al año, empleando para ello a 10 trabajadores en todo el servicio.

Indicadores generales

En el municipio NO se cuenta con un estudio de generación y composición de los residuos sólidos producidos por la población.

La generación de RSU per cápita estimada es de 0.4 Kg /habitante día, con un peso volumétrico estimado de 200 Kg /m³.

Barrido Manual

Este servicio se presta en un turno, durante 312 días al año. La plantilla total en esta etapa del servicio de limpia consta de 9 empleados, que solamente están dedicados al barrido de plazas.

Se estima que por lo menos se barren 8000 metros cuadrados de plazas diariamente.

En promedio cada barrendero en vías barre 0.888 Km /día , mientras que se tiene una eficiencia de 888 m²/d en barrido de plazas.

Recolección.

Se estima que se recolectan 9.49 toneladas por día en todo el municipio, lo cual equivale a una cobertura del 90.24% con respecto a la estimación de la generación de RSU en la localidad.

Existen 2 sectores de recolección sin ruta fija que operan en Cuitzeo del Porvenir, y en todas las localidades del municipio que son: San Agustín del Pulque, San Juan Benito Juárez, La Palma, Dr. Miguel Silva, Jeruaco, Chupicuaro, Cuarcuro, Cuamio, Col. Chupicuaro, Epifanio C. Pérez, La Cinta, Col. Rancho Seco, Puerta del Salto y Mariano Escobedo, en un turno que emplean una flotilla de 2 vehículos, recolector de carga trasera y un camión de redilas. La frecuencia de recolección es de 6 veces a la semana, en donde la Tabla 2 presenta las rutas, vehículos, cantidad de empleados y capacidades de recolección.

Tabla 2. Características generales del servicio de recolección municipal.

Ruta No.	Recolector	Día de recolección	No. De Empleados	Capacidad (m ³)	Cantidad promedio recolectada (Ton)
1	Camión Compactador	Lunes a Sábado	1 Chofer 2 Cargadores	12	6.63
2	Ford redilas	Lunes a Sábado	1 Chofer 4 Cargadores	12	2.83
TOTAL ES	2	6	2 Chofer 6 Cargadores	24	9.46



Camión compactador



Camión Ford de redilas o cajones

La cantidad de empleados que prestan el servicio son 8, que incluyen a 2 chóferes de vehículos y 6 cargadores.

Con esta información básica la eficiencia respecto a la cantidad de RSU recolectados es de 1.18 ton /empleado. Los vehículos empleados recorren por lo menos 2 Km. diarios en el recorrido de recolección como en el traslado al sitio de disposición final.

Disposición final

En el relleno sanitario se depositan 9.46 toneladas diarias, desde que el sitio de disposición final conocido como RELLENO SANITARIO MUNICIPAL comenzó a funcionar en el año de 1997. La superficie de terreno que se emplea para la disposición final de residuos es de 37,436.1 metros cuadrados aproximadamente. La operación es mecánica, para ello se reportan los siguientes equipos y herramientas: UN TRACTOR D8 QUE SE RENTA POR UN MES, UNA MAQUINA RETROEXCAVADORA QUE ES PROPIA Y UN CAMION DE VOLTEO DE 7 M³. Se trabaja un promedio de 312 días al año, con 10 empleados del servicio.

La cobertura respecto a la generación estimada es del 90.24%, mientras que se tiene un 99.68% respecto a la recolección.

Lo que respecta a los indicadores de costo, se destinan \$ 894.87 pesos al día, de los cuales el 25% se considera como la fracción correspondiente a mantenimiento preventivo y correctivo. Estos costos incluyen equipo y herramientas de trabajo, salarios del personal, combustibles y lubricantes. El costo por tonelada dispuesta es de \$94.60.

1 GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Los residuos sólidos municipales son la mezcla de residuos orgánicos e inorgánicos resultado de nuestros consumos, como el papel, los plásticos, el metal, el cartón, entre otros, junto con residuos orgánicos, como los restos de comida y jardinería, los cuales se contaminan entre sí, al entrar en contacto unos con otros, evitando un posible reaprovechamiento de ambos.

La composición de los residuos sólidos municipales no es homogénea. Depende de los hábitos de consumo y del poder adquisitivo de cada grupo social. En zonas marginadas, donde el ingreso es bajo, se compone principalmente de residuos orgánicos; mientras que en zonas urbanas, donde el ingreso es mayor, la basura se compone en mayor porcentaje de residuos sólidos como envolturas, plásticos, aluminio, vidrio, etcétera; incluso en colonias residenciales los residuos llegan a contener muebles y electrodomésticos aún útiles.

Por lo anterior podemos suponer que más del 60% de los residuos sólidos municipales son orgánicos, ya que se trata de un municipio que tiene una población de 26,000 habitantes aproximadamente, y que la mayoría de sus habitantes se encuentran en la cabecera municipal que tiene alrededor de 10,000 habitantes y el resto distribuidos en sus 13 localidades. Por lo tanto podemos proponer que el 50% de los residuos sólidos son orgánicos, el 45% son residuos sólidos inorgánicos y el 5% faltante a otros tipos de residuos, como se muestra a continuación.

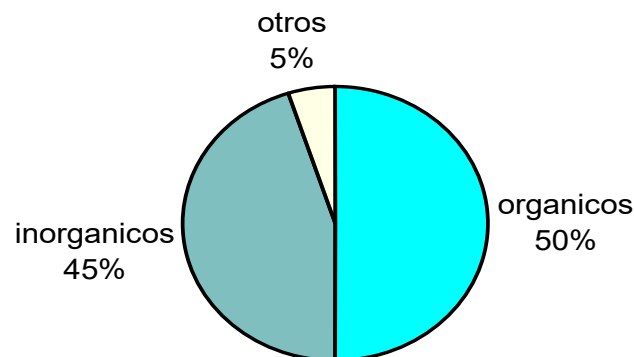


Figura 2. Composición de residuos sólidos municipales

Hay que señalar que no se realizó un estudio de generación y composición de residuos sólidos urbanos producidos por la población, sabemos cuantos kilos por día genera cada habitante y el tipo de basura que genera la población en porcentajes de vidrio, papel, alimentos, cartón, metales, plásticos, pañales, etcétera.

Por lo tanto como no contamos con el estudio anterior utilizaremos los datos proporcionados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que para localidades de 2,500 a 20,000 habitantes consideran una cantidad de 0.4 kg/hab. día, y un peso volumétrico o densidad de los residuos sólidos cuando sean predominantemente orgánicos de 300 kg/m³.

2 METODOS PARA LA DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Se puede decir que los métodos más comunes para la disposición de residuos sólidos municipales son el tiradero a cielo abierto, el relleno sanitario que consiste en el entierro de los residuos, y el método más radical sería la incineración de los residuos sólidos.

2.1 TIRADERO A CIELO ABIERTO

El tiradero a cielo abierto es la práctica más común en los sitios de disposición final en los municipios, constituyendo un gran peligro para el medio ambiente, además de ser una fuente de contaminación del agua por el depósito de desperdicios sólidos en los basureros, contaminando también el sub suelo y el entorno ecológico con olores desagradables, gases que pueden ser venenosos en una proporción mayor al 15%, y generar el aumento de insectos y fauna nocivas, como roedores y canidos.

2.2 RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es el método de disposición final de los residuos sólidos en tierra, en el cual se disminuyen los riesgos para la salud y la seguridad pública. Su método consiste en seguir algunos principios de ingeniería para depositar los residuos, ocupando menos espacios, reduciéndolos al mínimo por medio de la compactación y recubriéndolos con una capa de tierra al término de cada depósito.

Existen tres métodos para la disposición final de residuos sólidos en un relleno sanitario:

2.2.1 Método de trinchera

Se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente una zanja de 1.5 a 2 m de profundidad, cuyo ancho y largo dependerán de la superficie de terreno disponible y el tipo de suelo que se tenga. En este método se coloca y acomodan los residuos dentro de la trinchera, o frente de trabajo, para luego compactarla y cubirla con tierra, que se extrae de la misma zanja.

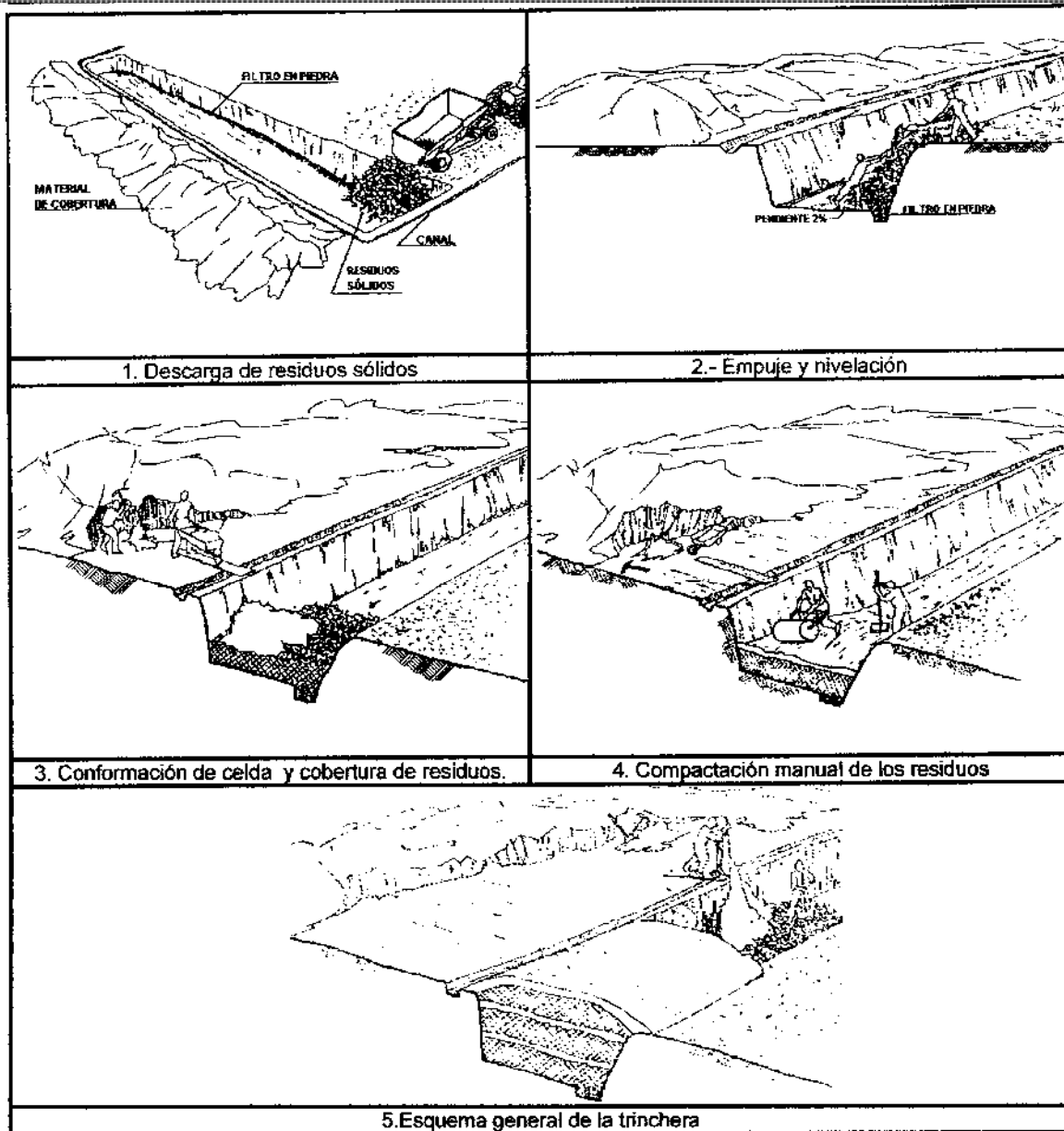


figura 3. Procedimiento constructivo método de la trinchera

2.2.2 Método de área

Se utiliza en regiones relativamente planas, donde no es fácil excavar fosas o trincheras para enterrar los residuos, ya que estos pueden depositarse directamente sobre el suelo preparado, elevando el nivel algunos metros. En estos casos el material de cubierta de los residuos deberá traerse de otros sitios y de ser posible, sacarla de la capa superficial de terreno.

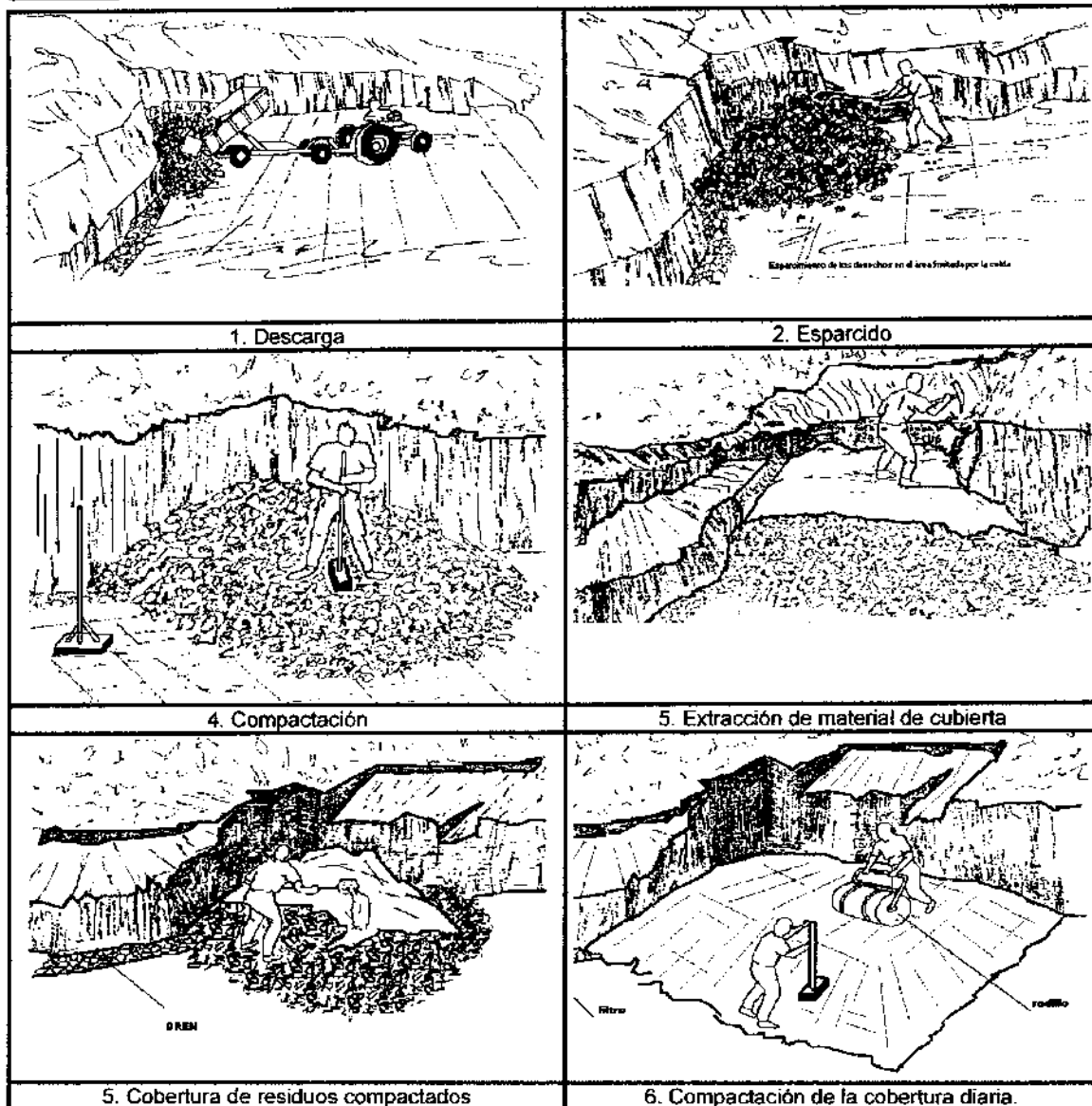


figura 4. Procedimiento constructivo método área

2.2.3 Método combinado

Surge de las dos anteriores, recordando que se inicia excavando trincheras hasta llegar al nivel de la superficie del terreno natural y continúa con el método de área, hasta lograr la altura de diseño para el relleno sanitario.

2.3 INCINERACION

Este es método más efectivo para disponer de los residuos sólidos municipales, pero él más costoso. Uno de los principales inconvenientes que tiene este sistema, es la gran cantidad de polvo y ceniza que salen de las chimeneas que provocan un alto grado de contaminación atmosférica. Esta es la razón por la que no es muy utilizado este método.

Este método es muy utilizado en países donde no tienen espacio para disponer los residuos sólidos en rellenos sanitarios, siendo Inglaterra el país precursor en la

construcción de instalaciones de este tipo, existiendo también en Estados Unidos hornos de incineración de basura.

Los objetivos principales de este tratamiento son la reducción de volumen y del peso de la masa, así como la transformación de la basura en materiales relativamente no combustibles, inodoros, homogéneos, de mejor aspecto y sin valor para el desarrollo de plagas y animales.

2.3.1 Principios de la Combustión

La incineración es un principio de combustión controlada de desechos combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. Para comprender mejor el proceso de incineración debemos estudiar primero los principios de la combustión que se define como un proceso químico de oxidación, acompañado por el desprendimiento de energía (luz y/o calor).

El material combustible de los residuos sólidos están constituidos principalmente por papel, trapo, desechos orgánicos, aceites y grasas y otros residuos similares. Estos compuestos están formados principalmente por celulosa y lignito. Las moléculas de cada uno de estos compuestos contienen una proporción específica de carbono e hidrógeno, elementos que proporcionan energía calorífica, que llegan a alcanzar temperaturas de 2480°C y dado que en los residuos siempre hay humedad se necesita precalentar los desechos para eliminar tal humedad, por lo cual la construcción y operación de un horno para incineración de residuos sólidos municipales es muy costoso.

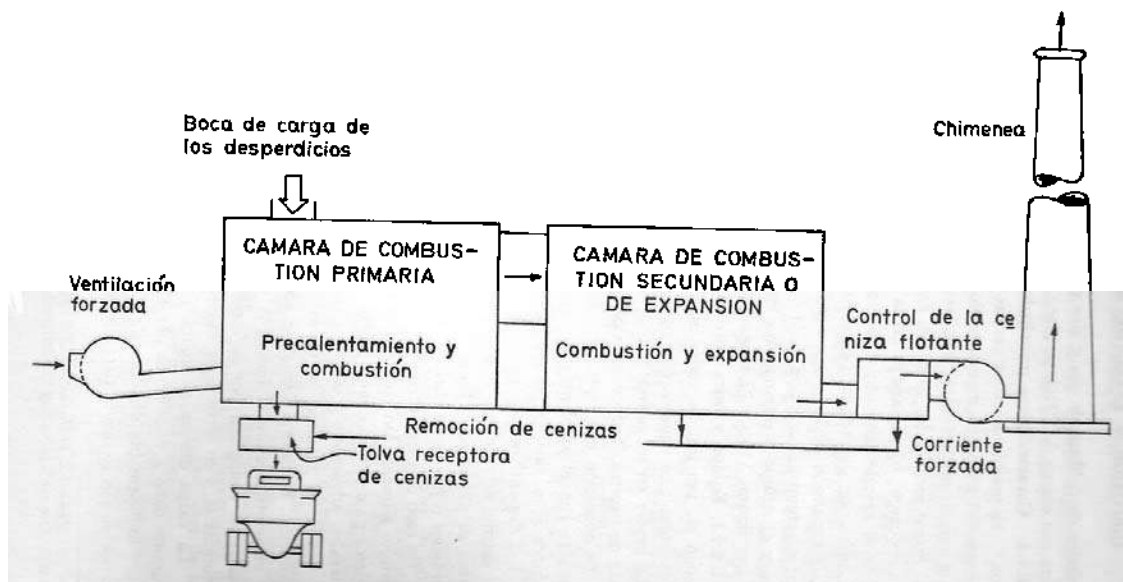


figura 5. Esquema de incinerador

2.3.2 Tipos de Incineración y Hornos Incineradores

La incineración de residuos sólidos, pueden ser clasificados con respecto al lugar donde son amontonados los residuos sólidos, que puede ser en un sitio aislado o en una cavidad del terreno y el fuego es encendido con la ayuda de algún combustible auxiliar. Durante la combustión es necesaria agitar la masa y algunas veces se proveen fuentes de aire adicional. En este tipo de incineración, a un cuando se consigue la reducción del volumen la combustión no es controlada, así como tampoco se reducen las emisiones de contaminantes a la atmósfera. Este método se usa principalmente en los botaderos

abiertos y representa muchos peligros, especialmente para el personal que normalmente se encuentra en estos sitios, además de las emisiones contaminantes a la atmósfera.

Los principales tipos de hornos incineradores son: horno de celdas múltiples, horno continuo con recirculación de gases y el horno tipo Volund.

Horno de celdas múltiples. Este tipo de horno se caracteriza porque se forma de dos a seis celdas colocadas de forma continua, después de la última celda se encuentra la cámara de combustión de gases, que tiene un depósito para acumular polvo y ceniza. La carga de los desechos se realiza de forma intermitente y la incineración se efectúa sobre parrillas accesibles a rastrillos y herramientas para atizar el fuego introducido por puertas delanteras. Una vez que la escoria acumulada sobre la parrilla tiene cierto espesor, se remueve para que caiga sobre una parrilla secundaria, en la cual se le inyecta para la combustión, recalentándose a su paso por lecho incandescente, después las cenizas y escoria se dejan caer a un canal de evacuación, donde son extraídas con una banda transportadora sumergida en agua.

Horno continuo con recirculación de gases. Este tipo de horno tiene dispositivos para carga continua. Tanto como el presecado de la basura como la incineración, se realiza en parrillas mecánicas con movimiento progresivo continuo. En la figura 6 se muestra un horno de este tipo. El horno se carga del pozo de recepción (1), dejando caer los desperdicios en parrillas de presecado (2), donde se somete a la acción de gases calientes de combustión, provenientes de la parrilla de combustión (8) se inicia esta y se completa en el tambor rotatorio (3). Los vapores de agua producidos por el presecado se dirigen a la cámara de combustión secundaria a través del canal de derivación (4), junto con una parte de los gases producto de la combustión, ya que el resto circula a través del tambor rotatorio (3). Las escorias del tambor rotatorio caen al canal de evacuación (6), de donde son extraídas por medio de una banda transportadora sumergida en agua.

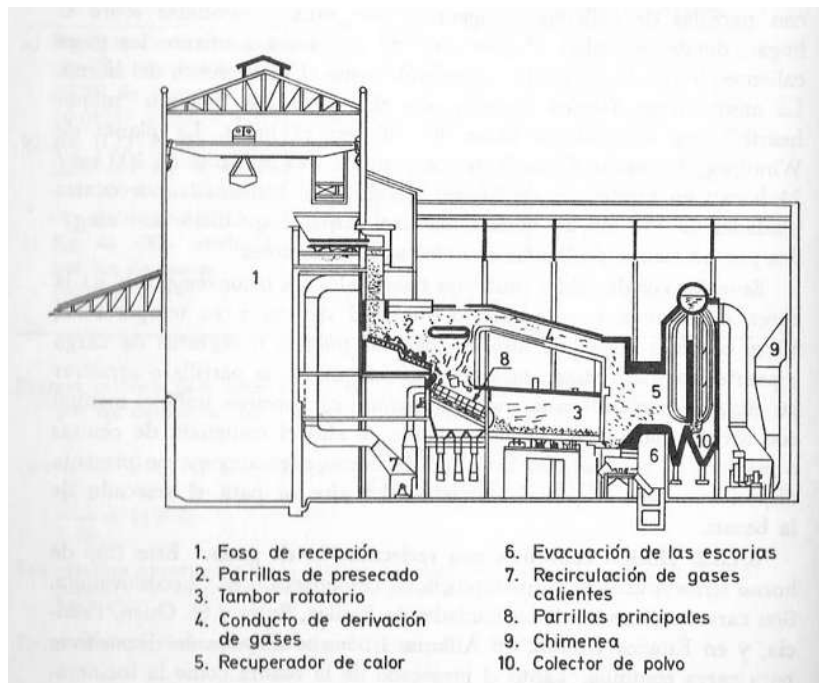


figura 6. Horno continuo con recirculación de gases

Horno Tipo Volund. En la figura 7 se muestra un horno de este tipo. Para precisar mas los conceptos que influyen en el análisis de la figura 7 conviene destacar los siguientes incisos: a) cuando la tolva y el canal de alimentación (4), están llenos de desperdicios constituyen un sello que impide la salida de los gases y golpes de aire al cargar; b) el calor de los gases que suben es cedido a los desperdicios, lográndose que estos prendan en parte en la parrilla de presecado (5); c) la parrilla principal (6) se encuentra dividida en tres zonas, en las que puede regularse separadamente el aire necesario para la combustión; d) los gases de combustión tienen una sola salida, cediendo parte de su calor a los desperdicios depositados en la parrilla de presecado (5) y a una caldera de recuperación de calor (11); e) a la salida de las calderas, los gases eliminan un gran porcentaje de polvo y cenizas en suspensión por medio de ciclones.

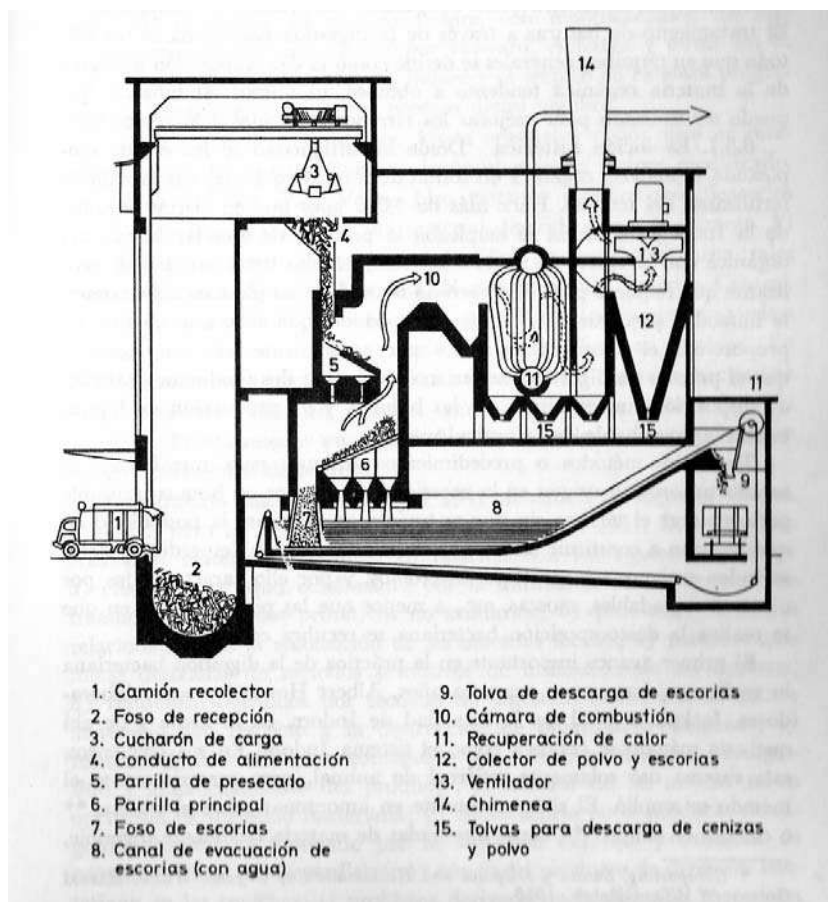


figura 7. Horno tipo Volund

3 EVALUACION DEL CUMPLIMIENTO DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL ACTUAL

Aplicando la lista de chequeo propuesta en el Anexo A de este texto y de la *Guía para la realización de Planes de Regulación conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003*, se efectuó la evaluación del actual sitio de disposición final. Con el resultado se verifica el cumplimiento de la normatividad, conforme a los requerimientos que marca la NOM-083-SEMARNAT-2003 y de acuerdo a la categoría de relleno sanitario correspondiente.

La evaluación hecha por SECRETARIA DE URBANISMO Y MEDIO AMBIENTE se encuentra en el Anexo A del presente documento.

3.1 Ubicación del sitio de disposición final

El sitio de disposición final denominado RELLENO SANITARIO MUNICIPAL y perteneciente al municipio de CUITZEO, está ubicado en las coordenadas geográficas $19^{\circ}57'35.4''$ LATITUD NORTE Y $101^{\circ}07'42.8''$ LONGITUD OESTE. Dentro de la localidad de Cuitzeo del Porvenir. Para una mejor interpretación de estos puntos se sugiere ver la siguiente figura (figura 8) que presenta la regionalización en la cual se localiza este sitio de disposición final.



Figura 8. Ubicación regional del sitio de disposición final de RSU del municipio de Cuitzeo

Los requerimientos fijados en la normatividad para este tipo de sitios de disposición final de RSU se analizan a continuación.

3.1.1 Ubicación en las cercanías de un aeródromo o aeropuerto

El sitio de disposición final de RSU de Cuitzeo, está ubicado a 17 Km noroeste del aeropuerto de Morelia Mich, con lo cual se cumple con especificado en el punto 6.1.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

3.1.2 Cercanía a áreas naturales protegidas

El sitio de disposición final de RSU de Cuitzeo, está fuera de las áreas naturales protegidas del estado de Michoacán, por lo cual se cumple con especificado en el punto 6.1.2 de la NOM-083-SEMARNAT-2003. Ver Figura 8.

3.1.3 Cercanía a centros de población

El sitio de disposición final de RSU de Cuitzeo, está a 3000 metros de la localidad Cuitzeo del porvenir, que es la más cercana, y cuya población es de 8824 habitantes. Por lo anterior, se cumple con especificado en el punto 6.1.3 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

3.1.4 Ubicación en sitios no permitidos

De conformidad a lo observado en la Figura 8, que presenta el plano de la región donde se localiza el sitio de disposición final Relleno Sanitario Municipal, éste se encuentra:

- Fuera de zonas de marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas o fallas geológicas,
- a una distancia de 500 m respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas,
- Fuera de zonas de restricción respecto a pozos en extracción de agua en operación y abandonados.

Si se cumple con lo especificado en los puntos 6.1.4, 6.1.6 y 6.1.7 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

El tipo de rocas encontradas en la región es Toba Riolitica.

3.1.5 Cercanía a zonas de inundación

El sitio de disposición final de RSU de Cuitzeo se encuentra fuera de zonas de inundación, cumpliendo con el punto 6.1.5 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

3.1.6 Operación del actual sitio de disposición final

De acuerdo a lo especificado en el apartado de *Disposición Final* del capítulo de ANTECEDENTES del presente documento, NO se tiene un control a la entrada del sitio para evitar el ingreso de residuos peligrosos y animales, no se realiza la compactación de los residuos sólidos, dándoles cobertura cada fin de semana con lo que se trata de controlar la presencia de fauna nociva, de tal manera que no se cumple con los puntos 8.2, 8.4 y 8.5 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

4 PLAN DE REGULARIZACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL, CATEGORIA "D"

El plan de regularización (PR) es un instrumento para la regularización de todos los sitios de disposición final que están actualmente en funcionamiento, a los municipios que los realicen, en cumplimiento de la NOM-083-SEMARNAT-2003. El PR se refiere únicamente a la estandarización de la disposición final de los residuos sólidos en los municipios que ya operan un sitio de disposición final, en los términos que estipula la normatividad vigente.

Todos los sitios de disposición final que estén funcionando en el momento de entrada en vigor de la NOM-083-SEMARNAT-2003 no podrán seguir operando, a menos que regularicen su situación conforme al procedimiento indicado en la normatividad. Aquellos sitios que no cumplan con los requisitos presentados en la norma deberán presentar un PR ante las autoridades ambientales estatales, en un tiempo no mayor de 12 meses a partir de la entrada en vigor de la norma, estableciendo en él las adecuaciones que serán necesarias efectuar al sitio en su operación de manera tal que cubra las especificaciones de la norma, o bien planteando su clausura bajo los lineamientos establecidos en dicha norma. Una vez presentado el PR, a las autoridades ambientales estatales cuentan con un plazo máximo de 6 meses para emitir un dictamen.

El PR es un proyecto de ingeniería a detalle que consiste en acciones y medidas, en el cual se indican los procesos, actividades, diseños, calendario de obra, personal, costos y maquinaria que se requieren para que un sitio de disposición final que actualmente no cumple con los lineamientos de la norma pueda cumplir con ella, mientras llega al fin de su vida útil o mientras se construye el relleno sanitario que lo sustituirá. Es importante incluir en este plan los criterios a utilizar para la adecuada clausura del actual sitio de disposición final.

Este proyecto debe ser elaborado por profesionales que tengan experiencia en la disposición final de los residuos sólidos urbanos, ya sea que trabaje dentro del ayuntamiento y cuenten con recursos necesarios para su desarrollo, o bien por empresas consultoras especializadas para que lo elaboren. Las autoridades ambientales estatales son las encargadas de guiar a los municipios o entidades de la iniciativa privada en cuanto a los contenidos del PR en concordancia con la norma, así como dar ase sorla en el proceso de elaboración del mismo.

Tanto el PR que se elabore para continuar las operaciones como relleno sanitario, como aquel que se confeccione para su clausura en los tiempos establecidos por la norma deben ser presentados por los responsables de los sitios de disposición final ante las autoridades ambientales estatales para ser aprobados. En caso de ser rechazado, el PR deberá incorporar las indicaciones técnicas recomendadas y ser sometidas a su aprobación según el tiempo establecido por la autoridad.

La NOM-083-SEMARNAT-2003 referente a los requisitos que deben cumplir los sitios de disposición final para los residuos sólidos urbanos, tiene los siguientes elementos generales:

- o Los criterios, estudios y análisis requeridos para la selección del lugar donde se construirá el relleno sanitario
- o Los estudios y criterios básicos para el diseño de ingeniería de este tipo de obra
- o Las características de construcción y operación

- o Las obras complementarias para su funcionamiento
- o Las características del monitoreo ambiental
- o Las bases técnicas a considerar para su clausura final, y
- o El procedimiento para evaluar el cumplimiento de la norma ante las autoridades correspondientes

4.1 CLASIFICACION DE LOS RELLENOS SANITARIOS Y SUS ESPECIFICACIONES

De acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003, los rellenos sanitarios se categorizan en función de la cantidad de residuos sólidos urbanos que recibe diariamente, los cuales incluyen a los de origen domiciliario, comercial e industrial, como los servicios de limpieza de calles y lugares públicos. En la siguiente tabla No. 3 se observan las categorías de los sitios de disposición final.

Tabla 3. Categorías de rellenos sanitarios

Tipo	Tonelaje recibido en sitio de disposición final (Ton/día)	Equivalente en número de habitantes
A	Mayor a 100	Mayor a 100,000
B	De 50 hasta 100	De 50,000 hasta 120,000
C	De 10 y menor que 50	De 12,000 hasta 65,000
D	Menor a 10	Menor a 15,000

Y en la siguiente tabla No. 4 se muestra un resumen de los requisitos y especificaciones para los sitios de disposición final.

Tabla 4. Requisitos y especificaciones para los sitios de disposición final.

Requisitos	Categoría de sitio de disposición final			
	A	B	C	D
A. Especificaciones de selección de sitio				
A.1 Restricciones	x	x	x	x
A.2 Estudios y análisis regionales previos a la selección del sitio	x			
A.3 Estudios y análisis previos a construcción				
A.3.1 Topográfico	x	x	x	
A.3.2 Geotécnico	x	x	x	
A.3.3 Geológico / Hidrológico	x	x		
A.3.4 Generación y composición de residuos	x	x	x	
A.3.5 Generación de biogás	x	x		
A.3.6 Generación de lixiviados	x	x		
B. Características contractivas y operativas				
B.1 Barrera impermeable	1×10^{-7} cm/s	1×10^{-7} cm/s	1×10^{-7} cm/s	1×10^{-5} cm/s

B.2 Extracción, captación, conducción y control de biogás	x	x	x	
B.3 Captación y extracción de lixiviados	x	x	x	
B.4 Drenaje pluvial	x	x	x	
B.5 Área de emergencia	x	x	x	
B.6 Compactación (kg/cm ²)	600-700	>500	>400	>300
B.7 Cobertura	diaria	diaria	diaria	Semanal
B.8 Control de entrada de residuos	x	x	x	x
B.9 Obras complementarias				
B.9.1 Caminos de acceso	x	x	x	
B.9.2 Caminos interiores	x	x		
B.9.3 Cerca perimetral	x	x	x	x
B.9.4 Caseta de vigilancia y control de acceso	x	x	x	x
B.9.5 Bascula	x	x		
B.9.6 Agua potable, electricidad y drenaje	x	x		
B.9.7 Vestidores y servicios sanitarios	x	x	x	
B.9.8 Franja de amortiguamiento, min 10 m	x	x	x	
B.10 Manual de operaciones	x	x	x	
B.11 Programa de monitoreo ambiental				
C Clausura del sitio				
C.1 Cubierta final	Ver NOM	Ver NOM	Ver NOM	Ver NOM
C.2 Conformación final	x	x	x	x
C.3 Mantenimiento	x	x	x	x
C.4 Programa de monitoreo	x	x	x	
C.5 Uso final	x	x	x	X

5 ESTUDIOS Y ANALISIS DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL ACTUAL

5.1 Estudio topográfico del sitio

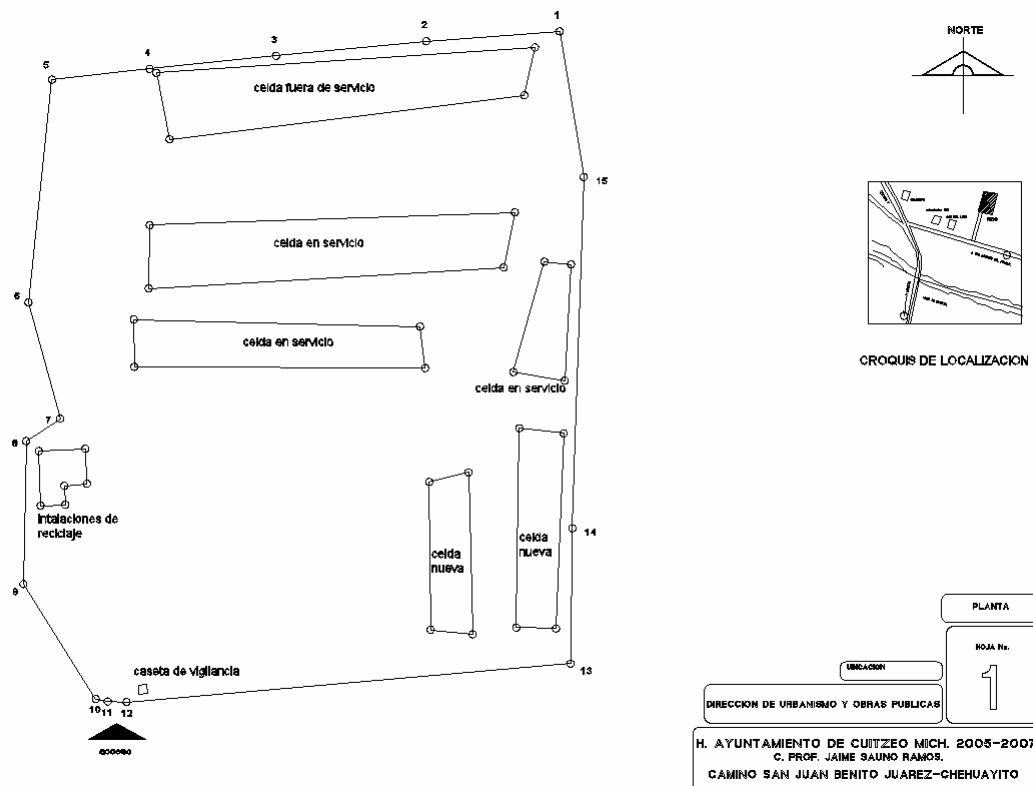
Se efectuaron los trabajos de campo en el terreno en donde se encuentra ubicado el actual sitio de disposición final de RSU del municipio de Cuitzeo, el cual fue efectuado por personal de la Dirección de Urbanismo y Obras Públicas.

Dado que el personal de tal departamento desconoce la ubicación de un banco de nivel se utilizaron cotas arbitrarias, y para la realización de l levantamiento topográfico se utilizo una estación total, tomando datos de vértices del polígono y puntos interiores en coordenadas x y z.

En la Figura 9 se presenta el croquis del terreno.

En el Anexo G plano A se presenta el plano correspondiente.

Figura 9. Croquis general del actual sitio de disposición final de RSU del municipio de Cuitzeo



Dado que la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 no especifica que los rellenos sanitarios de categoría "D" deben de realizar se los estudios geológico, hidrológico y geotécnico. Y dado la complejidad y costos de tales estudios solo se realizara el geológico e hidrológico.

5.2 Estudio geológico del lugar

5.2.1 localización del área de estudio

El área de estudio se localiza a 35 Km al norte de la ciudad de Morelia, Mich. Entre las coordenadas geográficas 19°57'35.4" Latitud norte y 101°07'42.8" Longitud oeste.

El área de estudio cubre una superficie de 25 km², tomando como punto de referencia el terreno del relleno sanitario. Como acceso principal al área del estudio, se tiene la carretera federal No. 43 Morelia-Salamanca, que partiendo de Morelia al norte y al finalizar la calzada que cruza el lago de Cuitzeo, se toma el camino hacia el oriente que conduce a la población de San Agustín del Pulque, con 500m de interior en el camino y 200 m al norte de esta. Ver croquis de localización en el plano A del anexo G

5.2.2 Unidades litológicas

El terreno se ubica dentro de la faja volcánica mexicana, caracterizada por rocas volcánicas cuyas edades son del terciario al reciente. Las características físicas de las rocas que afloran en la zona, se relacionan estrechamente a su origen y a los procesos tectónicos posteriores que disminuyeron o aumentaron su permeabilidad.

Unidad de derrames andesítico (Tma)

Geológicamente en esta área, las rocas más antiguas consideradas del mioceno superior plioceno inferior, afloran al norte (ver figura No. 3). Se han determinado como una secuencia de derrames andesíticos, cuya base está constituida por derrames lajeados de coloración grisácea, textura afanítica y textura compacta. Los derrames se encuentran fuertemente alterados y fragmentados y solo afloran por efecto de fallamiento, el espesor varía y tiene como promedio 10 m.

Derrames de flujos ignimbriticos y rocas riolíticas (Tpir)

Esta secuencia litológica aflora ampliamente en el terreno, corresponde a una serie de derrames de tobas ignimbriticas de estructura compacta e impermeables, que presentan tonalidades que van del rosado al grisáceo.

Esta unidad presenta un alto contenido de cuarzo y en ocasiones, el sílice llega a llenar las cavidades que le dan el aspecto de pseudobandeamiento, también se observan alternancias de estratos de ignimbritas, tobas pumiciticas arenosas y tobas brechoides de color verde que es donde se encuentra el acuífero de mala calidad de la zona, el espesor de esta unidad en conjunto sobrepasa los 50 m y el espesor del estrato ignimbritico varía de 8 a 12 m, se les asigna una edad de plioceno superior y representan una inclinación de 8° hacia el sur.

Tobas pumiciticas, vítreas y brechoides (Tptb)

Afloran en la parte sur y centro del terreno, en la parte superior de esta secuencia se observan tobas arcillosas, de 1 a 3 m de espesor, muy desmenuzables y fácilmente alterables.

En el área de estudio, este estrato presenta fragmentos de sílice amorfo y de rocas ignimbriticas, cuyos diámetros varían desde 1 a 15 cm, de igual forma se aprecian capas de cuarzo lechoso, producto de soluciones hidrotermales, debido a la fuerte tectónica que afecta el área. La parte media de esta unidad, está constituida por tobas pumiciticas granulares, que al intemperizarse muestran color blanco que da origen a una arcilla blanca (caolín), la parte baja de esta unidad, está formada por tobas granulares pumiciticas y tobas brechoides.

5.2.3 geología estructural

En el área de estudio se observa un patrón estructural relevante E-W. El sistema E-W, se manifiesta en los derrames de ignimbritas y riolitas principalmente, pertenece al sistema de fosas y valles del eje neovolcánico y específicamente en la zona se presenta como fallas normales, que dan origen a bloques escalonados y basculados al SW.

5.2.4 riesgo geológico

De la información geológica obtenida, se resume que el terreno que se estudia para relleno sanitario, se localiza en un bloque basculado con orientación de 8° hacia el sur, lo que representa un riesgo en el control de escurrimientos de los lixiviados, ya que debido a esta inclinación de las rocas de subsuelo, provocaría una rápida deposición de las soluciones en el Lago de Cuitzeo.

Se identifica un estrato impermeable que aflora al norte del área de ignimbritas y se profundiza hacia el sur por debajo de la capa de suelo y de las tobas pumiciticas, estas inclinaciones sobre todo el estrato impermeable, deberán tomarse en cuenta para poder colectar los lixiviados en la parte sur del terreno.



Figura 10. Ubicación de las unidades litológicas y fallas geológicas del lugar

5.3 Hidrología

5.3.1 Clima

El clima de la región es semicalido con una temperatura media anual de 18° C y con una precipitación media anual de 900 mm.

5.3.2 Hidrografía

La zona de estudio queda comprendida en la región hidrológica No. 12 (Rio Lerma), cuenca hidrológica del Lago de Cuitzeo. Tiene una forma burdamente ovalada, alargada en dirección E-W, con un área de captación aproximada de 2820 km².

Las corrientes principales de afluencia que cubren la zona son los ríos Grande, Chiquito, Querendaro, Zinapecuaro y San marcos, la mayoría de las corrientes nacen en las partes altas, con su descarga final al Lago de Cuitzeo.

Morfológicamente el área se caracteriza por presentar lomas alargadas y afalladas (Cerro de tarimoro, 1900 msnm), que regionalmente dieron origen a un sistema de bloques escalonados y afallados con basculamiento al SW.

5.3.3 Piezometria

En base a los niveles estáticos de los pozos y norias situados dentro del área de estudio, se obtuvo la información piezometrica relativa a la profundidad de los diferentes niveles del acuífero de la zona. Estos niveles ayudan a conocer la dirección del flujo del agua subterránea, de la cual se obtuvo la información siguiente.

En la configuración de las curvas de igual nivel estático o isopiezas, se observa que la dirección del flujo subterráneo es de norte a sur, en donde los niveles estáticos varían desde 2 m de profundidad para la zona norte, hasta 40 m para la parte sur en la siguiente. Tabla No. 5 se presentan los pozos y norias que influyen en la zona de estudio.

Tabla 5. Censo de pozos y norias de la zona

No.	LOCALIZACION	PROFUNDIDAD (m)	NIVEL ESTATICO (m)	NIVEL DIMAMICO (m)	GASTO (l/s)
1	Bonifacio Reyes	42	22		9
2	Héctor Salinas	80	27	27	15
3	Juan Pérez	80	30		4
4	Rodolfo Alejo	49	14	30	4
5	CNA 504	55	35		15
6	Fidel Agustín	50	15	20	3
7	Fidel García	80	40		9
8	Fidel García	40	15		2
9	Noria	3	2	2	1
10	Agua Pot. Cuitzeo		15		5
11	Noria Atrio iglesia	12	10	11	1
12	Noria (salida Hunad.)	13	10	10	1



Figura 11. Ubicación de los pozos de agua y norias de la zona

6 CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

Para el Plan de Regularización de l sitio de disposición final de RSU de l municipio de Cuitzeo, correspondiente a la categoría “D”, se desarrollan los siguientes aspectos:

6.1 Predimensionamiento del relleno sanitario

Este está en función del número de habitantes, la generación de RSU por habitante por día, las tasas de crecimiento poblacional y de incremento de residuos, las dimensiones de las celdas diarias.

El Anexo B presenta las tablas con los cálculos de predimensionamiento para el diseño específico de la rehabilitación del relleno sanitario de Cuitzeo.

La Tabla 6 presenta un resumen de los parámetros básicos considerados para el diseño de la celda diaria y construcción general del relleno sanitario para el municipio de Cuitzeo.

Tabla 6. Resumen de los parámetros constructivos del relleno sanitario de Cuitzeo.

Parámetro	Unidad	Valor determinado
Población inicial	Habitantes	26208
Tasa de incremento poblacional anual	%	1.9
Tasa de incremento anual de generación de RSU	%	0.75
Altura de celda diaria	M	0.3
Ancho del frente de trabajo	M	3
Profundidad promedio del relleno sanitario	M	5
Compactación promedio de RSU en relleno sanitario	Kg / m ³	300 kg/cm ²
Material de cobertura	% del volumen de RSU depositados	18%
Factor de aumento áreas adicionales		1.2
Días laborables	Días	312
Superficie disponible	Hectáreas	4236.602
Vida útil estimada	Años	10

Aunque se realizó el cálculo del predimensionamiento con los datos antes mostrados, las celdas que se proponen en el proyecto ejecutivo están dentro del rango que se obtuvo de tal cálculo.

6.2 Barrera de impermeabilización

La protección a los mantos acuíferos tiene la función de evitar el ingreso de los lixiviados evitando escurrimientos pluviales al confinamiento, evitar que los residuos estén muy húmedos e impermeabilizar el terreno.

El sistema de impermeabilización del terreno del sitio de disposición final de los RSU del municipio de Cuitzeo se logró por método natural, en función de que el tipo de suelo predominante en el terreno, la cual es Toba Riolitica. Las áreas previstas para la extensión de esta barrera de impermeabilización en la base de las celdas de disposición de residuos se presentan en el plano correspondiente al Anexo G Plano B1.

La impermeabilización del terreno asegura un coeficiente de conductividad hidráulica de 1×10^{-5} cm/s, de tal manera que se cumple con el punto 8.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

6.3 Componentes del sistema de impermeabilización artificial con material natural

El diseño se realizó pensando en utilizar materiales inertes (tepetate), la cual será compactada para formar una base, en capas de 0.1 m de espesor al 90% Proctor, hasta alcanzar un espesor final de 0.3 m.

Los planos descriptivos se encuentran en el Anexo G Plano B1.

Para la formación de la barrera de impermeabilización se utilizara material natural del banco "el melón", que esta ubicado en el km 43 lado izquierdo de la carretera Morelia-Salamanca estando este banco a 2.5 Km. fuera de carretera.

6.4 Infraestructura del sitio de disposición final

Este rubro está referido a las obras complementarias que la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 requiere de acuerdo a la categoría de sitio de disposición final. Los elementos contemplados para un relleno sanitario categoría D son:

Cerca perimetral

Una descripción general es, colocar una cerca perimetral de malla ciclónica y en el acceso una puerta del mismo material.

En el Anexo G Plano B1, se presentan los planos correspondientes conteniendo planta de diseño y detalles constructivos, cumpliendo con el punto 8.6 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Caseta de vigilancia y control de accesos

El actual sitio de disposición final ya cuenta con una caseta de vigilancia.

Otras obras de infraestructura no requeridas por la NOM-083-SEMARNAT-2003 para rellenos sanitarios categoría D consideradas en este proyecto:

Caminos perimetrales

Se presentan los detalles de los caminos perimetrales para circular dentro del relleno sanitario, de acuerdo al arreglo general. Una descripción general es acondicionar los accesos a las celdas con material tezontle o filtro.

En el Anexo G Plano E, se presentan los planos correspondientes conteniendo:

- Plano de arreglo general,
- Acotaciones y secciones
- Planta de diseño y detalles constructivos.

Drenaje pluvial

Las aguas pluviales que caen sobre las áreas vecinas al relleno sanitario muchas veces escurren a éste, causando dificultades en la operación. Interceptar y desviar el escurrimiento pluvial fuera del relleno sanitario contribuye a reducir el volumen de lixiviados. Para esto se construirá un canal en tierra y será dimensionado de acuerdo a las condiciones de precipitación local, área tributaria, características del suelo, vegetación y topografía.

Las dimensiones del canal y su diseño se presentan dentro de los planos estructurales del Anexo G Plano D.

El diseño preparado para este relleno sanitario, presentado en los planos del Anexo G Plano D, se tiene una preparación que consiste en la excavación de zanjas de 0.36 m^2 a lo largo de la periferia del cuerpo de macro celdas, considerando la pendiente natural del terreno y la que será dejada para la clausura del sitio. Se considera la colocación de una cama de arena, tubería de PVC con barrenos en media caña de $\frac{3}{4}$ de pulgada y tubería de 4 pulgadas de diámetro, cubierto con material granular para el relleno de zanjas.

Sistema de captación y extracción de lixiviado

El sistema de control de lixiviados da lugar a un mayor tiempo de infiltración y disminuir su aparición a nivel superficial. Se construirán estos drenajes en todas las bases de los taludes interiores y exteriores de las terrazas o niveles que conforman el relleno sanitario, a fin de evitar su escurrimiento por la superficie de los taludes inferiores y además interconectarlos con el drenaje vertical de biogás.

El sistema de captación consiste en una red horizontal de zanjas de piedra, irrumpiendo el flujo continuo del lixiviado por medio de pantallas en tapia y madera o incluso del mismo terreno.

Los drenes se construirán:

- Preparando el trazado por donde se ubicará el sistema colector del terreno, ver plano del Anexo G Plano C1.
- Excavando las zanjas y construyendo las pantallas cada 10 m, con ancho de 0.2 m, o simplemente se dejan intactos en la zanja estos espacios. Para que el lixiviado pueda escurrir sin rebosar las zanjas, se les dará en el fondo una pendiente del 2% y un borde libre de 0.3 m entre la pantalla y el nivel de la superficie.
- Llenando las zanjas con piedra bola de 4 pulgadas, de manera que permitan más espacios libres para evitar rápida colmatación. Una vez que se tienen las zanjas llenas con piedra, se recomienda colocar sobre ellas un material que sirva para infiltrar los líquidos, ya sea con ramas secas, pasto, hierba o geotextil.

Sistema de captación y extracción de biogás

El sistema para el drenaje de gases está constituido por un sistema de ventilación de tubería perforada de metal revestida en piedra, que funcionará a manera de ventilas, las cuales atraviesan en sentido vertical la celda del sitio de disposición desde el fondo a la superficie. Estas tienen superficies de 0.6 a 1 m por lado, con profundidades que van a unos 0.3 m abajo del nivel o base del relleno, cubriéndose en la parte superior, dejando un respiradero. Las ventilas se construyen verticalmente a medida que avanza el relleno, procurando siempre una buena compactación a su alrededor. Ver Anexo G Plano B1 que presenta el método constructivo planteado y que se muestra en la figura 12.

En el momento de clausura final de la celda, se colocan dos tubos de concreto. Uno perforado para facilitar la captación y salida de biogás y para que los residuos o tierra de cobertura no obstruyan los orificios se reviste de piedra o cascajo a manera de camisa de protección. El segundo tubo, que no está perforado, tiene la finalidad de coleccionar el biogás y quemarlo, para dar cumplimiento a la normatividad vigente. Se estima que dos pozos por hectárea son suficientes.

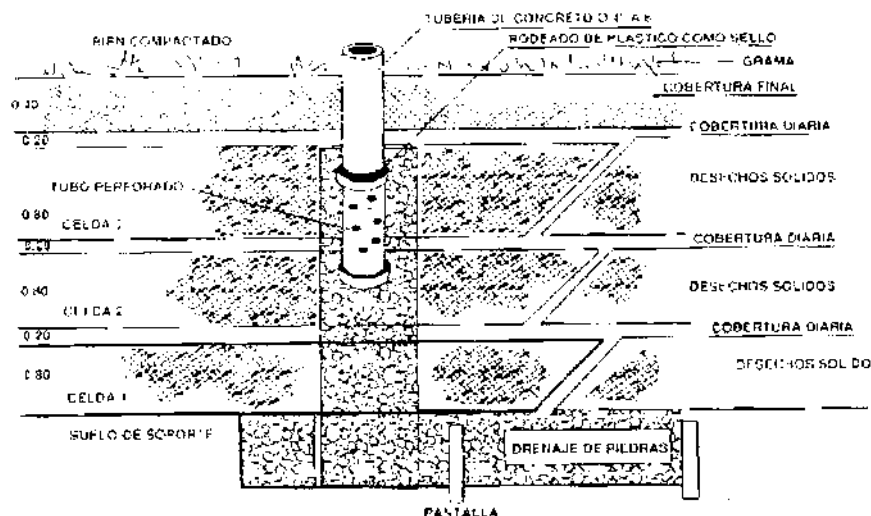


Figura 12. Detalle constructivo para la ventilación de biogás

7 CARACTERISTICAS OPERATIVAS

Los principales aspectos operativos para el adecuado funcionamiento del sitio de disposición final conocido como Relleno sanitario municipal, se desarrollan a continuación, de tal manera que se de cumplimiento a lo establecido por la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Para el sitio de disposición final de Cuitzeo, se ha seleccionado el método de la construcción y operación del relleno sanitario rehabilitado como mecánico.

La construcción y operación del relleno sanitario manual se lleva a cabo siguiendo un plan general de operación, en el que el supervisor está facultado para obrar según su criterio cuando haya situaciones de contingencia.

Antes del inicio del depósito de residuos sólidos en la nueva macro celda, todas las obras de infraestructura del relleno sanitario estarán construidas.

7.1 Controles de entrada y vigilancia

Se contará con un procedimiento para controlar la entrada al relleno sanitario, de manera tal que no se permita el ingreso de personal y vehículos no autorizados que puedan traer residuos considerados como peligrosos, para lo que en la caseta de vigilancia el personal capacitado hará un registro de quienes entran y salen y el tipo de residuos que ingresan, a través de una inspección visual. Con esto se cumple con el punto 8.4 y 8.5 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

Los residuos sólidos urbanos y el material de cobertura serán descargados en la parte superior de la celda ya terminada, a fin de facilitar el trabajo de los obreros para conformar la celda, manteniendo un frente de trabajo estrecho.

7.2 Procedimiento para la construcción de celdas

Para la construcción de la primera celda se recomienda delimitar el área que ocupará, de acuerdo con las dimensiones de diseño (basadas en la cantidad de residuos a ingresar y el grado de compactación)..

Descargar los residuos sólidos en el frente de trabajo a fin de mantener una sola área descubierta en la jornada y evitar los acarreos a distancia. Los residuos se descargan en el frente de trabajo y se esparcen de arriba hacia abajo, procurando mantener una pendiente 3:1.

En el proyecto se proponen dos celdas nuevas que se especifican en el anexo G plano B1, cada celda se propone de 80 mts de largo por 22.50 mts de ancho y con una profundidad aproximada de 5 a 6 mts, en las cuales se tratará de aplicar el método de la trinchera, en el cual se depositarán los residuos en capas de 0.2 a 0.3 mts ya compactados y cubrirlos con una capa de tierra de 0.20 mts, y continuando así hasta llegar a una altura de 5.10 mts.

Una vez llenadas las celdas con residuos sólidos, se propone que se siga operando el relleno sanitario, con el método de área para prolongar la vida útil del sitio de disposición final actual.

7.3 Procedimiento para la operación de las celdas

Para la operación se propone que los camiones recolectores de basura descarguen dentro de las celdas, formando capas de 0.2 a 0.3 mts de espesor para después cubrirlos con una capa de tierra de 0.20 mts de espesor, así hasta llegar o tener las capas de basura, que permita la celda, una vez formada cada capa se utilizará un

compactador o un tambo relleno de concreto para compactar cada capa. En algunos casos que el camión recolector no pueda entrar a la celda podrá descargar en la entrada de la celda para después acomodar la basura con la hoja topadora del compactador o con una maquina retroexcavadora. Todo lo anterior se describe en la siguiente figura.

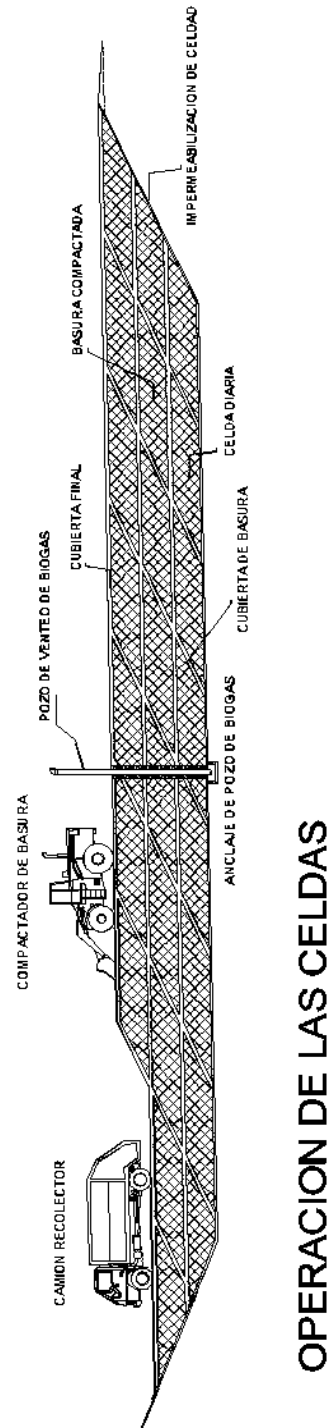


Figura 13. Proceso operativo de las celdas

7.3.1 Características de compactación

Esparcir los residuos sólidos en capas de 20 a 30 cm y compactar, con las herramientas de trabajo, hasta obtener la altura recomendada para la celda de trabajo diaria. El grado de compactación mínimo a alcanzar es de 300 Kg /m³. Con ello se cumple con el punto 8.2 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

7.3.2 Características de cobertura

- Cubrir los residuos compactados con el material de cubierta provisional (plástico) al final de la jornada. La cobertura se manual se hará con material terreo, de un espesor de 20 cm. para taparlas completamente y rellenar las irregularidades de la superficie.
- Cada vez que se realice la cobertura terrea, se compactará toda la celda hasta obtener una superficie uniforme.

Con estas instrucciones se da cumplimiento a los puntos 8.3 y 8.5 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

- Una vez completada la primera base de celdas, se recomienda hacer transitar el vehículo recolector o de volteo por encima de ellas en los períodos de secas para lograr una mayor compactación.

7.3.3 Operación en época de lluvias

Considerando que en la época de lluvias se pueden presentar problemas de operación, se tomarán las siguientes provisiones:

- Reservar algunas áreas en los lugares menos afectados por la lluvia, cercanos a los accesos, para poder operar en las peores condiciones (zonas de emergencia). Estas zonas no se utilizarán a menos que una contingencia ambiental así lo requiera.
- Construir una vía artificial, empleando troncos de madera conformando un entarimado, uniéndolos por medio de alambros de 1/8" de diámetro. Una vez armado el módulo de 3m x 3m, se cubre con cascajo para evitar que los vehículos patinen. Figura 14.
- Aprovechar los escombros, producto de la demolición de construcciones, para conformar y mantener vías internas.
- Reforzar la mano de obra, con una o dos cuadrillas de trabajadores más.
- Programar el movimiento de tierra para periodos de secas, tanto para la extracción de material de cobertura como para la apertura de trincheras.
- Reforzar la práctica de cubrir las celdas con material plástico para impedir la infiltración de agua sobre los residuos depositados.
- Mantener áreas de trabajo estrechas, apoyando las celdas sobre el talud del terreno, procurando que el avance sea más en altura que en extensión.

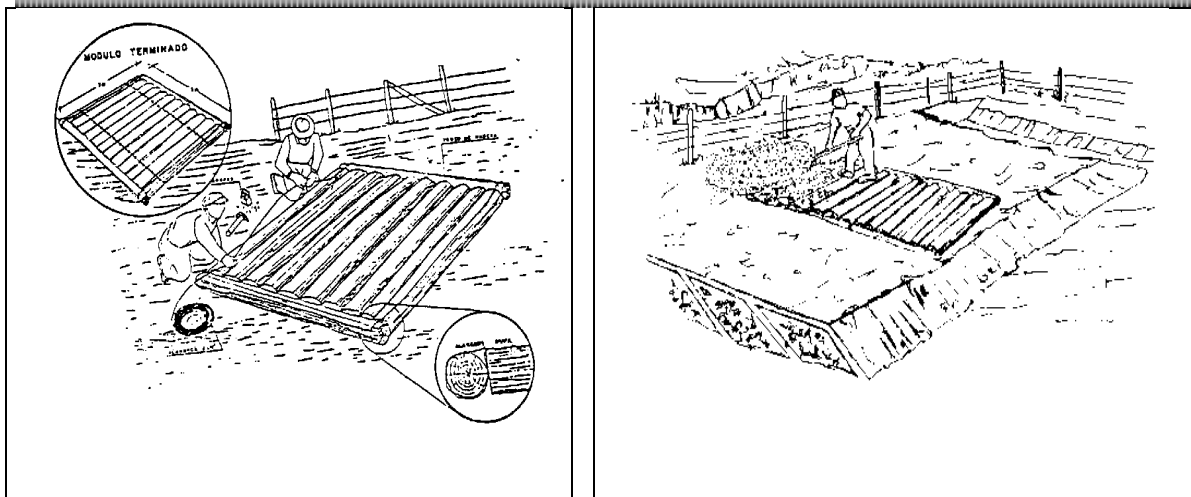


Figura 14. Construcción y uso del entarimado para trabajo en época de lluvias.

7.4 Clausura final de algunas secciones del actual sitio de disposición final

El objetivo de la clausura es confinar los residuos sólidos depositados, de modo tal que los daños al ambiente ocasionados su descomposición y asentamiento del terreno sean mínimos, utilizando para ello técnicas de ingeniería. Para ello la clausura se realizará en dos etapas:

- La clausura final de la superficie del actual sitio de disposición que ha venido sirviendo como depósito de RSU desde el año de 1997, y
- La clausura parcial de las nuevas celdas del relleno sanitario, conforme estas se vayan llenando, hasta el cumplimiento de su vida útil dentro de 10 años.

El uso final que puede darse al sitio clausurado del municipio de Cuitzeo será como áreas verdes o espacios deportivos, nunca para edificación de casas habitación, escuelas, edificios, etc.

Las áreas del sitio de disposición final que alcancen la altura meta, de acuerdo a lo proyectado en el diseño de ingeniería presentado en el anexo G plano B1 del presente documento, deberán ser clausuradas parcialmente conforme al programa de avance.

Para ambas clausuras, el diseño planeado es esencialmente el mismo, como se presentan en los planos correspondientes al Anexo G Plano B1. Con ello se da cumplimiento al punto 9 de la NOM-083-SEMARNAT-2003.

El diseño del sellado final se hará con suelo limo – arcilloso, en capas de 0.25 m hasta alcanzar un espesor total de 0.5 m., la cubierta final será con tepetate compactado en capas de 0.1 m, hasta alcanzar la humedad óptima para dar un 90% Proctor, considerando un espesor total de 0.3 m. Sobre esta cubierta se sembrará pasto cuyas raíces sean poco profundas y resista al biogás.

El método para la clausura de las celdas existentes, se llevara a cabo de la manera siguiente: después de la última capa de material de cubierta de operación normal se colocará una capa de material filtro, para el drenado de gases, enseguida se colocarán 2 capas de tepetate de un espesor de 0.25 mts. Que forman la capa de sello que servirá para evitar la filtración de líquidos en las capas inferiores, después se colocará una capa drenante para agua de lluvia que se hará de grava volcánica, después se colocará un a

capa de geotextil para evitar la erosión de la capa anterior, y como última capa se colocará una cubierta de tierra vegetal para proteger las capas anteriores de algún daño mecánico y después sobre esta capa se sembrará pasto para evitar la erosión de esta capa, se empleará el mismo procedimiento para las celdas nuevas y para las existentes, todo lo anterior se ilustra en la siguiente figura.

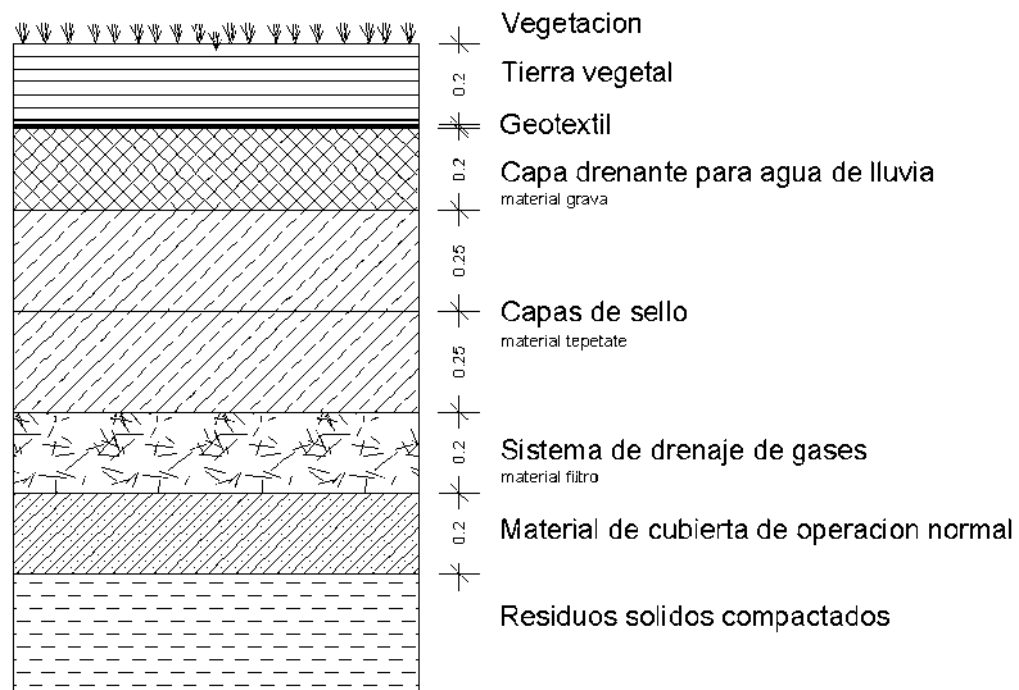


figura 15. Capas de clausura

El arreglo final contempla la adecuación y mantenimiento del dren pluvial perimetral, con pendiente del 2%, y la instalación de los pozos de venteo de biogás, tendiéndose al final un total de dos pozos por hectárea de superficie clausurada.

Los taludes de la macro celda formada se mantendrán en proporción 3:1, así como un mantenimiento constante a los caminos perimetrales y a la cerca perimetral. Los accesorios, como señales de circulación interna, señalamiento exterior, detalles estructurales para su anclaje, se presentan en los planos del Anexo G.

7.5 Cronograma de actividades para la rehabilitación y clausura

De conformidad con las obras de infraestructura, la instauración de la nueva forma de operación y la clausura de la parte norte del actual sitio de disposición final aquí especificadas, para la rehabilitación del sitio de disposición final conocido como Relleno Sanitario Municipal, el municipio de Cuitzeo presenta el calendario de actividades para que las autoridades correspondientes evalúen y autoricen el presente Plan de Regularización presentado. Ver Tabla 7 y 8.

Tabla 7. Cronograma de actividades consideradas para la rehabilitación

Actividad	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Clausura parcial de las celdas existentes												
2. Acondicionamiento del terreno												
3. Construcción de cerca perimetral												
4. Excavación de la base de macro celda												
5. Acarreo – acomodo de material terreo												
6. Construcción barrera de impermeabilización												
7. Construcción sistema de captación y extracción de lixiviado												
8. Preparación base sistema de extracción de biogás												
9. Construcción de caminos perimetrales												
10. Capacitación al personal												
11. Inicio de operaciones del nuevo relleno												

Tabla 8. Cronograma de actividades consideradas para la clausura del relleno sanitario

Actividad	Semanas											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Colocación de la cubierta final												
2. Rehabilitación del drenaje pluvial												
3. Colocación de tuberías para venteo de biogás												
4. Mantenimiento de la cerca perimetral												

8 PROYECTO DE INVERSION

Una vez definidas las características constructivas y operativas con las que se cumplirá la NOM-083-SEMARNAT-2003, se procederá a elaborar un proyecto de inversión para conocer el costo que tendrá la rehabilitación del sitio de disposición final del municipio de Cuitzeo. De las características constructivas definidas en el capítulo 7 de este texto, se presentó una serie de planos que se presentan en el anexo G, en base a estos planos se calcularon los volúmenes de obra o números generadores, presentados en el anexo C con mayor detalle, para conocer que cantidades de obra se necesitan para cubrir las disposiciones que pide la norma NOM-083-SEMARNAT-2003. Y en el anexo D se muestra un presupuesto tentativo de tales actividades a continuación se presenta un resumen de las partidas o actividades principales que se necesitan ejecutar.

Tabla 9. Actividades consideradas para el proyecto de inversión

RESUMEN DE COSTOS DE INVERSION EN INFRAESTRUCTURA	
CONCEPTO	
PREPARACION DEL TERRENO	1,175,739.45
CERCA PERIMETRAL	167,004.09
CAMINOS INTERIORES Y TERRACERIAS	67,311.68
SEÑALIZACIONES	7,979.10
IMPERMEABILIZACION DE CELDAS	1,007,633.40
CLAUSURA DEL SITIO	1,675,676.90
<u>TOTAL</u>	<u>4,102,344.63</u>

También se realizó un análisis tentativo de los costos de operación que se tendrían en un año de operación, dado que en nuestro caso es un relleno sanitario de categoría "D" no se necesita una gran cantidad de maquinaria y personal solo se presenta lo más esencial para su operación. Tal análisis se presenta en el anexo E.

CONCLUSIONES

El sitio de disposición final actual del Municipio de Cuitzeo o denominado relleno sanitario municipal, viola la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 en casi todos los aspectos por lo cual hay que cumplir con tal norma.

El servicio de limpieza municipal cubre en su totalidad el aseo de las plazas públicas, recolección domiciliar y la disposición final de los residuos sólidos, teniendo una eficiencia del 100%, se tiene un gasto diario de \$894 y un costo de \$94 por tonelada dispuesta.

Los residuos sólidos municipales no es una mezcla homogénea, depende del poder adquisitivo de la sociedad que los genera, por lo cual se considera que la mayoría de los residuos sólidos generados en el municipio de Cuitzeo es orgánico, otro porcentaje es inorgánico, y el resto es una mezcla de varios residuos que no se pueden clasificar en los dos anteriores.

El método para disposición final de los residuos sólidos municipales, que contempla la NOM-083-SEMARNAT-2003 es el de relleno sanitario, que se puede realizar por medio del método de la trinchera, área o combinados.

Todo sitio de disposición final de residuos sólidos municipales debe estar normalizado desde el proyecto, diseño, construcción, operación y clausura, por las autoridades municipales y estatales para tener un mejor control de los residuos sólidos municipales.

El actual sitio de disposición final del municipio de Cuitzeo en cuanto a ubicación cumple con la mayoría de disposiciones señaladas en la NOM-083-SEMARNAT-2003, sin embargo no cuenta con un control de acceso adecuado para evitar la fauna nociva y el ingreso de residuos peligrosos.

El plan de regularización es un instrumento de regularización para los sitios de disposición final de los residuos sólidos municipales, operados por particulares o por las autoridades municipales, que no cumplan con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003. El PR es un proyecto de ingeniería a detalle que consiste en acciones y medidas, en el cual se indican los procesos, actividades, diseños, calendario de obra, personal, costos y maquinaria que se requieren para su correcta construcción y operación.

Los estudios previos realizados para la elaboración de este plan de regularización, fueron, el levantamiento topográfico, que fue realizado por personal de la dirección de urbanismo y obras públicas del actual ayuntamiento de Cuitzeo, y los estudios geológico e hidrológico son estudios previos que ya se tenían desde que entro en operación el relleno sanitario.

Según el estudio geológico de la zona, no existe algún riesgo de contaminación del acuífero por infiltración de lixiviados por que existe un estrato de ignimbritas, sin embargo se debe impermeabilizar las celdas con geomembrana sintética y coleccionar los lixiviados con un drenaje apropiado de los mismos.

El estudio hidrológico indica que los niveles de estáticos de pozos y norias varía de 2 a 40 mts, por lo cual no hay riesgo de contaminación de acuíferos en la zona.

Las características constructivas definidas en el capítulo 7, garantizan el buen funcionamiento del relleno sanitario, siempre y cuando se realicen todas y cada una de las actividades ahí mencionadas, tales como la construcción de la barrera de impermeabilización, la cerca perimetral, el sistema de captación y extracción de lixiviados y la captación y extracción de biogás.

Para la operación de llenados de las celdas nuevas se implementará el método de la trinchera siguiendo el siguiente procedimiento, Los residuos se descargan en el frente de trabajo y se esparcen de arriba hacia abajo, procurando mantener una pendiente 3:1. Proponiéndose que los camiones recolectores de basura descarguen dentro de las celdas, formando capas de 0.2 a 0.3 mts de espesor para después cubrirlas con una capa de tierra de 0.20 mts de espesor, así hasta llegar a tener las capas de basura, que permita la celda, una vez formada cada capa se utilizará un compactador o un tambo relleno de concreto para compactar cada capa.

El procedimiento descrito en el capítulo 8 garantiza la correcta confinación de los residuos sólidos municipales, y cabe señalar que el área confinada no será utilizada para construcciones cuya estructura estén en riesgo por la inestabilidad de los residuos ahí confinados, solo será utilizada para espacios deportivos una vez clausurado el sitio de disposición final.

El proyecto de inversión está definido por los números generadores de obra, un presupuesto de los conceptos cuantificados en los números generadores, para conocer el costo de la obra, así como el costo de operación por año del relleno sanitario una vez aplicado este plan de regularización.

Dado que por lo menos el 50% de los residuos sólidos urbanos son considerados como inorgánicos, y tales residuos a su vez están compuestos por plásticos, vidrio, papel, metal y otros productos que se pueden aprovechar o reciclar, haya la posibilidad de que el sector privado o empresas dedicadas al reciclado de algunos productos, tengan la oportunidad de clasificar y reciclar tales productos antes de la disposición final, y obtener un beneficio económico por ello. Propiciando que las autoridades correspondientes y los organismos operadores de los rellenos sanitarios, den las facilidades para tal fin, a través de convenios o contratos.

BIBLIOGRAFIA

- o 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. Diario oficial de la federación, miércoles 20 de Octubre de 2004.
- o GUIA PARA LA ELABORACION DE PROGRAMAS MUNICIPALES PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, 2006. MEXICO 2006
- o PLAN DE REGULARIZACIÓN TIPO PARA LA REHABILITACIÓN DE SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL CATEGORÍA D. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, 2006. MEXICO 2006
- o GUIA PARA LA REALIZACIÓN DE PLANES DE REGULARIZACIÓN CONFORME A LA NOM-083-SEMARNAT-2003. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, 2006. MEXICO 2005
- o MANUAL PARA LA SUPERVISIÓN Y CONTROL DE RELLENOS SANITARIOS. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2006. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH, 2006. MEXICO 2006
- o MANUAL DE MANEJO ADECUADO DE RESIDUOS SÓLIDOS. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Secretaria de Educación Pública, Gobierno del Distrito Federal, ECOCE, Ecología y Compromiso Empresarial. Septiembre de 2003.
- o LA BASURA ES LA SOLUCIÓN. Armando Deffis Caso. Árbol Editorial, 1994
- o INGENIERÍA SANITARIA APLICADA A SANEAMIENTO Y SALUD PÚBLICA. Francisco Unda Opazo. Editorial Limusa, Grupo Noriega Editores. 1993
- o <http://suma.michoacan.gob.mx/>
- o <http://es.wikipedia.org>
- o <http://www.michoacan.gob.mx/municipios/20cuitzeo.htm>
- o <http://www.monografias.com/trabajos10>

ANEXOS

ANEXO A

GUÍA DE VERIFICACIÓN DE LA NOM-083-SEMARNAT -2003

GUÍA DE VERIFICACIÓN DE LA NOM-083-SEMARNAT -2003¹⁵ (Lista de chequeo)

1. Datos Generales.

Estado Michoacán
 Municipio Cuitzeo
 Dirección Francisco Javier Clavijero # 1 Col. centro C.P. _____
 Teléfono _____
 Fax _____ Correo Electrónico _____

Nombre de la persona que apoyó en llenar el formulario por parte del municipio:

Abraham Jacobo Calvillo

Cargo / puesto: Supervisor de Obra
 Dirección _____
 Teléfono _____
 Fax _____ Correo electrónico: _____

2. Información general del actual sitio de disposición final

Nombre del lugar: Relleno Sanitario Municipal
 Coordenadas geográficas: 19°57'35.4" LATITUD NORTE Y 101°07'42.8" LONGITUD OESTE
 El sitio de disposición final es:
☒ Municipal
☐ Privado rentado ☐ prestado ☐ comodato ☐
☐ Concesionado

¿Cuál es la cantidad diaria que el municipio deposita en el sitio de disposición final? 9.46 ton / día
 ¿Cuál es el área total del sitio? 37,436.1 hectáreas
 ¿Cuál es el área para la disposición final? _____ hectáreas
 ¿En que año se empezó la disposición final? 1997
 ¿Cuál es el volumen estimado disponible? _____ m³
 ¿Cuál es la vida útil estimada? 10 años
 ¿Hay pepenadores en el sitio de disposición final (cuantos)? 10

3. Proyecto ejecutivo y Evaluación / manifestación del impacto ambiental

¿El sitio de disposición final cuenta con un proyecto ejecutivo? (6, 7, 8 Y 9)

☐ Si; ☒ No

El sitio de disposición final ¿cuenta con una evaluación o manifestación del impacto ambiental?
 (10.5.5)

☐ Si; ☒ No

¹⁵ Los numerales entre paréntesis corresponden a las secciones indicadas dentro de la NOM-083-SEMARNAT -2003

4. Ubicación

4.1 ¿Qué tipo de residuos ingresa al sitio de disposición final? (5.1)

- ☒ Residuos sólidos urbanos (RSU)
☐ Residuos de manejo especial (RME)
☐ Residuos peligrosos
☐ Residuos biológico- infecciosos
☐ Otros, indicar _____

4.2 ¿A qué tipo corresponde el sitio? (5.2)

- ☐ Tipo A (> 100 ton/día)
☐ Tipo B (50 hasta 100 ton/ día)
☐ Tipo C (10 hasta 50 ton/día)
☒ Tipo D (Menor a 10 ton/día)

4.3 ¿El sitio está ubicado a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio público o aeropuerto? (6.1.1)

- ☐ Si ☒ No

4.4 El sitio está ubicado en un área natural protegida? (6.1.2)

- ☐ Si ☒ No

4.5 ¿Cuál es la distancia del sitio de disposición final a localidades (existentes y contempladas en el plan de desarrollo) mayores de 2,500 habitantes? (6.1.3)

Distancia 1500 m

4.6 ¿El sitio de disposición final se ubicó en zona(s) de: marismas, manglares, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas, fracturas o fallas geológicas? (6.1.4)

- ☐ Si ☒ No

En caso afirmativo, ¿de qué? _____

4.7 ¿El sitio de disposición final se ubica dentro o fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años? (6.1.5)

- ☐ Dentro ☒ fuera

4.8 ¿El sitio de disposición final se ubica en una distancia inferior de 500 m respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas? (6.1.6)

- ☐ Si ☒ No

4.9 ¿El sitio de disposición final se ubica fuera de las restricciones marcadas por la norma respecto a pozos de extracción de agua en operación y abandonados? (6.1.7)

- ☐ Si ☐ No

5. Estudios y análisis previos realizados para la selección del sitio

5.1 Describir el marco geológico regional (solo tipo A) (6.2.1)

5.2 Describir la situación hidrogeológico regional (solo tipo A) (6.2.2)

5.3 Listar los estudios realizados y describir sus resultados respecto al cumplimiento con la NOM-083 (6.3 a 6.5)

6. Características constructivas**¿El sitio de disposición final tiene alguna barrera de impermeabilización?**

Tipo A hasta C, conforme el punto 7.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003

☐ Si☐ No

Tipo D conforme el punto 8.1 de la NOM-083-SEMARNAT-2003

☐ Si☒ No**6.2 ¿Se dispone de un sistema de captación de biogás y se realiza su extracción (Tipo A hasta C)? (7.2)**☐ Si☒ No

Breve descripción del mismo:

¿Se realiza la quema del biogás permanente o hay un aprovechamiento energético (transformación en energía) (Tipo A hasta C)?

☐ Si☒ No

Breve descripción del mismo:

6.3 ¿Se dispone de un sistema de captación de lixiviados y se realiza su extracción (Tipo A hasta C)? (7.3)

☐ Si ☒ No

¿Cuenta con sistema de tratamiento de lixiviados (tipo A hasta C)?

☐ Si ☒ No

En caso afirmativo:

☐ rebombeo

☐ vaporación

☐ Otro, ¿Cuál? _____

6.4 ¿Existe un sistema de drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia (tipo A hasta C)? (7.4)

☐ Si ☒ No

6.5 ¿Existe una área de emergencia (tipo A hasta C)? (7. 5)

☒ Si ☐ No

7. Características operativas**7.1 ¿La compactación de los residuos sólidos depositados alcanza la densidad establecida?**

Para tipo A ($> 600 \text{ kg/m}^3$), B ($> 500 \text{ kg/m}^3$), C ($> 500 \text{ kg/m}^3$) (7.6)

☐ Si ☐ No

Para tipo D ($> 300 \text{ kg/m}^3$) (8.2)

☐ Si ☒ No

7.2 ¿Los residuos son cubiertos en la forma especificada en la NOM-083-SEMARNAT-2003?

Tipo A hasta C, en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito (7.7)

☐ Si ☐ No

Tipo D, por lo menos una vez a la semana (8.3)

☐ Si ☒ No

7.3 ¿Existen las medidas de control para materiales ligeros, fauna nociva e infiltración pluvial (tipo A hasta C)? (7.7)

☐ Si
¿cuales? _____
☒ No

7.4 Para tipo D, ¿existen las medidas de control para evitar el ingreso de residuos peligroso? (8.4)

☐ Si
¿cuales? _____
☒ No

8. Infraestructura

¿El sitio de disposición final cuenta con las infraestructuras necesarias conforme su tipo?
(7.9; 8.4; 8.5; 8.6)

Infraestructura	Tipo				Si	No
	A	B	C	D		
Caminos de acceso	X	X	X			x
Caminos interiores	X	X				x
Cerca perimetral	X	X	X	X		x
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X	X	x	

Infraestructura	Tipo				Si	No
	A	B	C	D		
Báscula	X	X				
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X				
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X			
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	X	X	X			
Oficinas	X					
Servicio Médico y Seguridad Personal	X					

Observaciones: _____

9. Control y Monitoreo (para tipo A hasta C)

9.1 ¿En el sitio de disposición final se cuenta con un manual de operación conforme a la NOM-083?

(7.10-a)

☐ Si ☐ Parcial ☐ No

Observaciones: _____

9.2 ¿En el sitio de disposición final se cuenta con un control de registro conforme a la NOM-083?

(7.10 -b)

☐ Si ☐ Parcial ☐ No

Observaciones: _____

9.3 ¿En el sitio de disposición final hay un informe mensual de actividades requeridas por la NOM-083? (7.1 O-C)

☐ Si ☐ Parcial ☐ No

Observaciones: _____

9.4 ¿Existe un programa de control de impactos ambientales? (7. 11)☐

Si

☐

Parcial

☐

No

Observaciones: _____

10. Clausura final (todas los tipos)

¿Las partes clausuradas en el sitio de disposición final cuentan con los requisitos indicados en el punto 9 de la NOM-083-SEMARNAT -2003?

	Si	Parcial	No
(9.1) Cobertura final		x	
(9.2) Conformación final			X
9.3) Mantenimiento			
(9.4) Programa de monitoreo			X
(9.5) Uso final del sitio			X

Observaciones: _____

11. Observaciones adicionales**Nombre, firma y fecha del levantamiento:**

ANEXO B

DATOS Y PREDIMENSIONAMIENTO

DATOS BASICOS
Relleno sanitario Tipo D

PARAMETRO	UNIDAD	VALOR
Vida útil del relleno	años	10
Distancia al banco de material	km	13
Número de habitantes	hab	26,208
Tasa de crecimiento poblacional anual	%	1.9%
Porcentaje de residuos recolectados	%	90%
Tasa de crecimiento de cobertura de recolección	%	0
Generación per cápita de RSU	kg/hab día	0.40
Tasa de crecimiento anual de la generación de RSU	%	0.5%
Peso volumétrico de RSU compactados	kg/m ³	300
Peso volumétrico de RSU estabilizados	kg/m ³	450
Factor para el cálculo de material de cobertura de las celdas diarias		1.20
Altura media propuesta al relleno sanitario	m	4.5
Factor para el cálculo del aumento a causa de áreas adicionales		1.20
Altura de celda diaria	m	0.3

Relleno sanitario Tipo D (Menor 10 t/día en 15 años) PREDIMENSIONAMIENTO

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Población con servicio recolección (hab)	23,650	24,099	24,557	25,024	25,499	25,984	26,478	26,981	27,493	28,016	28,548	29,090	29,643	30,206	30,780	31,365
Generación per cápita (kg/hab. día):	0.40	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.41	0.41	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.43	0.43	0.43
Cantidad de RSU ingresados al día (T/día):	9	10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	13	13	13	14
Cantidad de RSU ingresados al año (T/año):	3,453	3,536	3,621	3,709	3,798	3,889	3,983	4,079	4,177	4,278	4,381	4,487	4,595	4,706	4,819	4,935
Cantidad RSU acumulados (Ton):	3,453	6,989	10,610	14,319	18,117	22,006	25,989	30,069	34,246	38,524	42,905	47,392	51,987	56,692	61,511	66,446
Volumen RSU compacta. día (m3/día):	32	32	33	34	35	36	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Superficie celda diaria (m2/día)	105	108	110	113	116	118	121	124	127	130	133	137	140	143	147	150
Volumen RSU compacta. año (m3/año):	11,510	11,787	12,071	12,362	12,660	12,965	13,277	13,597	13,925	14,260	14,604	14,956	15,316	15,685	16,063	16,450
Volumen RSU estabiliza. año (m3/año):	7,673	7,858	8,047	8,241	8,440	8,643	8,851	9,065	9,283	9,507	9,736	9,970	10,211	10,457	10,709	10,967
Volumen del Material Cubierta (m3/año):	2,302	2,357	2,414	2,472	2,532	2,593	2,655	2,719	2,785	2,852	2,921	2,991	3,063	3,137	3,213	3,290
Volumen Relleno anual (m3/año) (tiempo de estabilización=5años)	13,812	14,144	14,485	14,834	15,192	11,721	12,004	12,293	12,589	12,892	13,203	13,521	13,847	14,181	14,522	14,872
Volumen Relleno acumulado (m3):	13,812	27,956	42,441	57,276	72,467	84,189	96,192	108,485	121,074	133,966	147,169	160,691	174,537	188,718	203,240	218,112
Área anual requerida para RS (Ha/año):	0.31	0.31	0.32	0.33	0.34	0.26	0.27	0.27	0.28	0.29	0.29	0.30	0.31	0.32	0.32	0.33
Área acumulada para residuos (Ha)	0.31	0.62	0.94	1.27	1.61	1.87	2.14	2.41	2.69	2.98	3.27	3.57	3.88	4.19	4.52	4.85
Área total requerida para RS (Ha.):	0.37	0.69	1.01	1.34	1.68	1.94	2.20	2.48	2.76	3.04	3.34	3.64	3.94	4.26	4.58	4.91
Perímetro del relleno (m)	244	332	402	463	518	557	594	630	664	698	731	763	794	826	856	887

CALCULO DE PERSONAL OPERATIVO EN EL RELLENO SANITARIO MANUAL

No. Hombres para	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15
Movimiento de residuos	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Compacción de residuos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Movimiento de tierras	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Compacción de celdas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL OBREROS	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7

ANEXO C

NUMEROS GENERADORES

HOJA :	1/7
FECHA:	

54

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH.
2005-2007

OBRA: PLAN DE REGULARIZACION PARA LA
REHABILITACION DEL SITIO DE
DISPOSICION FINAL DE LOS SOLIDOS
URBANOS

GENERADORES DE OBRA

HOJA : 2/7
FECHA:

CLAVE	CONCEPTO	LOCALIZACION		LARGO	ANCHO	ALTO	UNIDAD	PZA	RESULTADO	OBSERVACIONES
		EJE	TRAMO TIPO							
	Excavacion por medios mecanicos en material tipo "B" y profundidad de 0.00 a 5.00 mts. Para la formacion de las celdas		celda 1		area	a1 + a2	di/2		volumen	
			0+000		0		0			
			0+010		91.78	148.26	91.78	5	458.9	
			0+015			151.03	240.04	2.5	600.1	
			0+020			299.29	299.29	2.5	748.225	
			0+030			156.58	307.61	5	1538.05	
			0+040			158.89	315.47	5	1577.35	
			0+050			160.32	319.21	5	1596.05	
			0+060			162.09	322.41	5	1612.05	
		0+065			163.11	325.2	2.5	813		
		0+070			107.52	270.63	2.5	676.575		
		0+080			0	107.52	5	537.6		
								10157.9 m³		
			celda 2							
					area	a1 + a2	di/2		volumen	
			0+000		0		0			
			0+010		92.04	92.04	5	460.2		
			0+015		140.03	232.07	2.5	580.175		
			0+020		138.86	278.89	2.5	697.225		
			0+030		138.27	277.13	5	1385.65		
			0+040		137.16	275.43	5	1377.15		
			0+050		137.26	274.42	5	1372.1		
			0+060		139.03	276.29	5	1381.45		
			0+065		138.95	277.98	2.5	694.95		
			0+070		89.46	228.41	2.5	571.025		
			0+080		0	89.46	5	447.3		
								8967.225 m³		
							VOL TOTAL	19125.125 m³		

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH.
2005-2007

OBRA: PLAN DE REGULARIZACIÓN PARA LA
REHABILITACION DEL SITIO DE
DISPOSICION FINAL DE LOS SOLIDOS
URBANOS

GENERADORES DE OBRA

HOJA : 3/7
FECHA:

CLAVE	CONCEPTO	LOCALIZACION		LARGO	ANCHO	ALTO	UNIDAD	PZA	RESULTADO	OBSERVACIONES
		EJE	TRAMO							
	Cerca perimetral									
	Suministro de puerta acceso de dos hojas 3m x 2.0 m						pza		1.00	
	Suministro de puerta ind. de una hoja 3m x 2.0 m.						pza		1.00	
	Suministro y colocación de malla ciclónica galvanizada con apertura de 55 x 55 mm., calibre 11. incluye soporteria de 2.0 m de altura									la longitud es igual al perimetro del terreno
				789.1		2	m²		1578.2	
	Suministro y colocación de postes de tipo esquinero de 42mm. cal. 18 incluye cimentación.									se colocara un poste en cada vertice del terreno
	Suministro de postes de tipo intermedio ind. de 60 mm. ca. 18 de 2.5 m de altura.									se colocaran postes a cada 3 mts de distancia
	Suministro de poste p/puerta ind. de 74mm. cal. 18 de 2.0 m de altura						pza		254	
	Barra superior de 38/60 cal. 20				789.1		ml		789.1	
	Alambre de puas galvanizado (3 hiladas)			789.1			ml	3	2367.3	
	Instalación de cerca de malla tipo ciclón de 2.5 m de altura									
				789.1		2	m²		1578.2	

OBRA: PLAN DE REGULARIZACION PARA LA REHABILITACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL DE LOS SOLIDOS URBANOS	GENERADORES DE OBRA
--	-----------------------------------

HOJA :	4/7
FECHA:	

[illegible]

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH.
2005-2007

OBRA: PLAN DE REGULARIZACION PARA LA REHABILITACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL DE LOS SOLIDOS URBANOS			GENERADORES DE OBRA						HOJA : 5/7		
									FECHA:		
CLAVE	CONCEPTO	LOCALIZACION			LARGO	ANCHO	ALTO	UNIDAD	PZA	RESULTADO	OBSERVACIONES
		EJE	TRAMO	TIPO							
	Compactación de la base en capas no mayores a 20 cm espesor compactadas con tepetate de banco, al 90% P. Proctor incluye afine, extendido, comp. Y agua										
					concepto igual al anterior			m³		1186.56	
	Suministro y colocación de Geomembrana		0+000		22.5						
	Mca. Wastersaver de PVC de 3 mls USA LAB México D.F.		0+010		30.59				2	530.9	
			0+015		34.63				2	326.1	
			0+020		34.96				2	695.9	
			0+030		35.36				2	703.2	
			0+040		35.04				2	704	
			0+050		35.18				2	702.2	
			0+060		35.33				2	705.1	
			0+065		35.41				2	353.7	
			0+070		31.63				2	670.4	
			0+080		22.5			m²	2	541.3	
										5932.8	
	Excavación en zanjas para alojar tubería incluye afine del fondo										
				60	1	6	m³	1	360		
	Suministro y colocación de tubería de PVC rígido con barrenos en media caña de 3/4 de pul. Tubería de 4 pulgadas de diámetro										
				60			ml		60		
	Suministro y colocación de material granular										
	3/4 de pul de diámetro para relleno de zanjas			60	1	1	m³	1	60		

OBRA: PLAN DE REGULARIZACION PARA LA REHABILITACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL DE LOS SOLIDOS URBANOS	GENERADORES DE OBRA
--	----------------------------

HOJA :	6/7
FECHA:	

CLAVE	CONCEPTO	LOCALIZACION			LARGO	ANCHO	ALTO	UNIDAD	PZA	RESULTADO	OBSERVACIONES	
		EJE	TRAMO	TIPO								
	clausura de celdas											
	Suministro de material innerte (tepetate) producto de banco de préstamo seleccionado, para el sello de la base											
			area celdas nuevas	85.63	96.84	0.5				4146.20		
			area celdas existentes	A1	4304.12	0.5				2152.06		
				A2	7996.73	0.5				3998.365		
	Compactación del sello de la base en en capas no mayores a 10 cm espesor con tepetate de banco, al 90% P. Proctor incluye afine, extendido, compactación con medios mecánicos y agua.							m³		10296.63		
			area celdas nuevas	85.63	96.84	0.5				4146.20		
			area celdas existentes	A1	4304.12	0.5				2152.06		
	Suministro de material limo-arcilloso producto de banco de préstamo seleccionado, para la cubierta final											
			area celdas nuevas	85.63	96.84	0.2				1658.48		
			area celdas existentes	A1	4304.12	0.2				860.824		
	Compactación de la cubierta final en capas no mayores a 10 cm espesor con material limo-arcilloso, de banco, al 90 % de la Prueba Proctor incluye incluye afine, extendido, compactación con medios mecánicos y agua.							m³		1599.346		
										4118.65		
	Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.											
	Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.											
	Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.											
	Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.											
	Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.											
	Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.											

OBRA: PLAN DE REGULARIZACION PARA LA REHABILITACION DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL DE LOS SOLIDOS URBANOS	GENERADORES DE OBRA
--	----------------------------

FECHA:

60

ANEXO D

PRESUPUESTO

PREPARACIÓN DEL TERRENO

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Desyerbe y limpia del terreno				
Desyerbe y limpia del terreno a mano incluye acarreo libre a 20 m	m2	0	2.68	0.00
La superficie a preparar es la calculada para 3 años				
Sobreacarreo de material, producto del desyerbe en estaciones subsecuentes	m3/estac	0	8.27	0.00
Despalme de material a mano in- cluye: topografía, mano de obra para remoción, extracción, acarreo libre hasta una distancia de 20m Despalme en material seco a mano clase 1 en todas las zonas	m3	0	63.04	0.00
Carga mecánica y acarreo libre en camión				
Carga mecánica y acarreo libre de 1 km en camión, de material fino o granular	m3	0	15.49	0.00
Sobreacarreo por cada estación de 1 km posteriores al acarreo libre zona suburbana	m3-km	0	3.76	0.00
Trazo y nivelación topográficos				
Levantamiento de poligonales cerradas incluye: señalamiento estacado, marcado, memoria de cálculo, plano topográfico en Ha				
Levantamiento primeras dos hectáreas	Ha	5	2524.27	12,401.84
Levantamiento de 2.0 5.0 hectáreas	Ha	-	2524.27	0.00
Excavación por medios mecánicos en material tipo "B" y profundidad de 0.00 a 5.00 mts. Para la formación de las celdas.	m3	19125.13	60.88	1,164,337.61
Trazo y nivelación para desplante de estructuras				
Trazo y nivelación para desplante de estructuras con equipo de topografía incluye: materiales para señalamiento	m2	0	2.46	0.00
SUBTOTAL			1,176,739.45	

CERCA PERIMETRAL					
Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total	
Cerca de malla ciclónica					
Suministro de puerta acceso de dos hojas 3m x 2.0 m	Pza.	1	1982.3	1,982.30	
Suministro de puerta ind. de una hoja 3m x 2.0 m.	Pza.	1	1034.48	1,034.48	
Suministro y colocación de malla ciclónica galvanizada con apertura de 55 x 55 mm., calibre 11. incluye soportaría de 2.0 m de altura	m2	1578	25.55	40,317.90	
Suministro y colocación de postes de tipo esquinero de 42mm. cal. 18 incluye cimentación.	Pza.	9	278.36	2,505.24	
Suministro de postes de tipo intermedio ind. de 60 mm. ca. 18 de 2.5 m de altura.	Pza.	254	127.62	32,415.48	
Suministro de poste p/puerta ind. de 74mm. cal. 18 de 2.0 m de altura	Pza.	2	407.66	815.32	
Suministro de postes de concreto reforzado de 12 x 12 cm y 250 cm de altura	Pza	0	350	0.00	
Refuerzo horizontal de 38/60 cal. 20	pza	0	46.11	0.00	
Barra superior de 38/60 cal. 20	m	790	53.79	42,494.10	
Alambre galvanizado No.10	kg	0	2.37	0.00	
Alambre galvanizado 15.5 (para amarre)	kg	0	9.83	0.00	
Alambre de puas galvanizado (3 hiladas)	m	2367.3	2.53	5,989.27	La cerca perimetral esta considerada para el Perímetro del terreno actual que es de 789.10 mts lineales
Instalación de cerca de malla tipo ciclón de 2.5 m de altura	m	1578	25	39,450.00	
SUBTOTAL				167,004.09	

SEÑALIZACIONES				
Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Suministro, fabricación, transporte e instalación de señal informativa de lámina galvanizada de calibre 14 con postes P.T.R. de 5x5 y 0.38cms. de espesor no galvanizado; incluye herraje, accesorios y pintura de esmalte fluorescente con acabados, letras o símbolos de las siguientes dimensiones:				
De 0.60 x 0.45 mts.	Pza.	3	630	1,890.00
De .6 mts. de lado (rombo)	Pza.	2	839.82	1,679.64
De .60 x .60 mts.	Pza.	1	839.82	839.82
Suministro, fabricación, transporte e instalación de señal informativa de lámina galvanizada de calibre 14 con postes P.T.R. de 5x5 y 0.38cms. de espesor no galvanizado; incluye herraje, de espesor no galvanizado; incluye herraje,				
accesorios y pintura de esmalte fluorescente con acabados, letras o símbolos y marco perimetral con scotchlite de las siguientes dimensiones:				
De 0.60 x 0.45 mts.	Pza.	3	630	1,890.00
De .6 mts. de lado (rombo)	Pza.	2	839.82	1,679.64
SUBTOTAL				7,979.10

CAMINOS INTERIORES Y TERRACERIAS

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Mezcla para impregnación y riego incluye acarreo al primer kilómetro				
Riego de impregnación con emulsión	litro	0.00	3.43	0.00
Riego de liga con emulsión asfáltica	litro	0.00	3.43	0.00
Sub-base compactada en capas no mayores a 20 cm espesor compactadas con tepetate de banco, al 90% P. Proctor incluye afine, extendido, comp. Y agua	m3	950.73	70.8	67,311.68
Colocación de riego de sello a 1.5 l/m2	lts	0.00	3.43	0.00
Base compactada al 95%, tendido manual				
Carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor	m2	0.00	103.24	0.00
SUBTOTAL				67,311.68

IMPERMEABILIZACION DE LAS CELDAS

Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total
Suministro de material innerte (tepetate) producto de banco de préstamo seleccionado, para formar la base	m3	1,157	50	57,843.00
Compactación de la base en capas no mayores a 20 cm espesor compactadas con tepetate de banco, al 90% P. Proctor incluye afine, extendido, comp. Y agua	m3	1,157	40	46,274.40
Suministro y colocación de Geomembra- na Mca. Wastersaver de PVC de 3 mls USA LAB México D.F.	m2	5,933	150	889,920.00
Excavación en zanjas para alojar tubería incluye afine del fondo	m3	360	36.6	13,176.00
Suministro y colocación de tubería de PVC rígido con barrenos en media caña de 3/4 de pul.				
Tubería de 4 pulgadas de diámetro	m	60	1	60.00
Suministro y colocación de material granular 3/4 de pul de diámetro para relleno de zanjas	m3	360	1	360.00
				0.00
SUBTOTAL				1,007,633.40

CLAUSURA DE CELDAS DEL RELLENO SANITARIO					Para cada macrocelda
Concepto	Unidad	Cantidad	P. Unitario	Total	
Suministro de material inerte (tepetate) producto de banco de préstamo seleccionado, para el sello de la base	m3	10,957	50	547,831.50	
Compactación del sello de la base en en capas no mayores a 10 cm espesor con tepetate de banco, al 90% P. Proctor incluye afine, extendido, compactación con medios mecánicos y agua.	m3	10,957	40	438,265.20	
Suministro de material limo-arcilloso producto de banco de préstamo seleccionado, para la cubierta final	m3	4,118	50	205,922.50	
Compactación de la cubierta final en capas no mayores a 10 cm espesor con material limo-arcilloso, de banco, al 90 % de la Prueba Proctor incluye incluye afine, extendido, compactación con medios mecánicos y agua.	m3	4,118	40	164,738.00	
Excavación en terreno natural, material tipo A, para formar dren perimetral, incluye retiro de material.	m3	88	37	3,220.80	
Suministro e implantación de pasto en taludes y cubierta final del relleno	m2	20,593	15	308,898.90	
Fabricación y colocación de pozos para venteo de gases, incluye materiales y mano de obra.	pza	8	850	6,800.00	
SUBTOTAL				1,675,676.90	
RESUMEN DE COSTOS DE INVERSION EN INFRAESTRUCTURA					
CONCEPTO					
PREPARACION DEL TERRENO				1,176,739.45	
CERCA PERIMETRAL				167,004.09	
CAMINOS INTERIORES Y TERRACERIAS				67,311.68	
SEÑALIZACIONES				7,979.10	
IMPERMEABILIZACION DE CELDAS				1,007,633.40	
CLAUSURA DEL SITIO				1,675,676.90	
TOTAL				4,102,344.63	

ANEXO E

COSTOS DE OPERACIÓN

CANTIDAD, TIPO Y COSTO DE PERSONAL REQUERIDO

Personal	Numero	Salario base mensual \$	Costos \$
Jefe de operaciones	0	7000	0
Secretaria	0	4000	0
Chofer	0	4000	0
Encargado pesaje	0	4000	0
Vigilante	1	3000	3,000
Operador	1	4500	4,500
Ayudante	0	3500	0
Velador	1	3000	3,000
Mecánico	0	4000	0
Ayudante de mecánico	0	2500	0
Topógrafo	0	4000	0
Técnico de laboratorio	0	3500	0
Total	3		10,500

Prestaciones % de salario **35%**

Uniformes y implementos de seguridad

Concepto	Unidad	Precio unitario (\$)
Uniforme (Overoles, botas)	Juego	150.00
Implementos de seguridad (guantes, casco, lentes, etc.)	Juego	150.00

Nota: Frecuencia de suministro: 2 veces al año por cada trabajador operativo

MAQUINARIA, EQUIPOS
Relleno sanitario manual

Calculo Consumo de combustible = $t^*D^*f^*c^*cc^*ei$

x

t

d

f

c

cc

ei

cantidad de horas al día

días laborales por semana

semanas por año

consumo de combustible (L/h)

costo de combustible (\$/L)

numero de equipos

Calculo Consumo de lubricante = $t^*D^*f^*cl^*ei$

x

t

d

f

l

cl

ei

cantidad de horas al día

días laborales por semana

semanas por año

consumo de lubricante (L/h)

costo de lubricante (\$/L)

numero de equipos

Concepto	Unidad	Precio Unitario USD \$	Cantidad	Precio Unitario \$	Vida útil de la maquinaria años	Consumo de combustible L/h	Consumo de lubricante L/h	Consumo de maquinaria h/d	Costo de combustible \$/año	Costo de lubricante \$/año
Tractor D3	Máquina	94,811	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D4	Máquina	153,845	1	1,630,759	7	12	0.2	0.09	288	16
Tractor D5	Máquina	169,760	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D6	Máquina	210,290	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D7	Máquina	339,733	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D8	Máquina	433,950	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D9	Máquina	566,060	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D10	Máquina	778,246	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Tractor D11	Máquina	1,219,303	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Compactadora	Máquina	149,351	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Cargador frontal	Máquina	99,567	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Cisterna 10,000 lts	Vehículo	67,208	0	0	7	12	0.2	0	0	0
Camioneta Pick up	Vehículo	13,866	0	0	7	6	0.1	0	0	0
Báscula 20 ton.	lote	14,573	0	0	5	6	0.1	0	0	0
Báscula 60 ton.	lote	22,215	0	0	20	6	0.1	0	0	0
1 USD\$ = \$ 10.6 Pesos										

COSTO DE NEUMÁTICOS DE MAQUINARÍA

Uso de la maquinaria: mensual
bimestral
trimestral
semestral

12
6
4
2

Concepto	Precio Unitario de neumático \$	Cantidad de neumáticos por vehículo	Vida útil de neumáticos h	Costo de neumáticos \$/año
Tractor D3	4,100	6	4,160	0
Tractor D4	4,100	6	4,160	34
Tractor D5	4,100	6	4,160	0
Tractor D6	4,100	6	4,160	0
Tractor D7	4,100	6	4,160	0
Tractor D8	4,100	6	4,160	0
Tractor D9	4,100	6	4,160	0
Tractor D10	4,100	6	4,160	0
Tractor D11	4,100	6	4,160	0
Compactadora	4,100	6	4,160	0
Cargador frontal	4,100	6	4,160	0
Cisterna de 10,000 lts	1,230	4	4,160	0
Camioneta Pick up	1,230	4	4,160	0

Suponiendo un uso de maquinaria trimestral

	Costos para un año (\$ Pesos)
OPERACION Y MANTENIMIENTO:	
Mantenimiento de caminos internos (25%/a):	16,828
Mantenimiento de cerca perimetral (25%/a):	16,700
Mantenimiento de caseta de vigilancia (25%/a):	0
Consumo de combustibles:	288
Consumo de lubricantes:	16
Sustitución de neumáticos	34
Mantenimiento de equipos pesados o arriendo:	32,615
TOTAL DE MANTENIMIENTO:	66,482
COSTOS DE PERSONAL:	
Salarios:	126,000
Prestaciones (35%):	44,100
Uniformes e Implementos:	600
TOTAL DE COSTOS DE PERSONAL:	170,700
<u>GRAN TOTAL MANTENIMIENTO Y OPERACION:</u>	<u>\$ 237,181.68</u>

** los costos de mantenimiento pueden
disminuidos si el equipo es prestado por
otra dependencia del ayuntamiento

ANEXO F

FOTOGRAFIAS DEL ACTUAL SITIO DE DISPOSICION FINAL



OPERACIÓN ACTUAL DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL



OPERACIÓN ACTUAL DEL SITIO DE DISPOSICION FINAL



APERTURA DE CELDAS NUEVAS



LLENADO DE LAS CELDAS SIN CONTROL ALGUNO



VACIADO DE RESIDUOS DEL CAMION COMPACTADOR



VACIADO DE RESIDUOS DEL CAMION COMPACTADOR



VACIADO DE RESIDUOS DEL CAMIÓN COMPACTADOR



VACIADO DE RESIDUOS DEL CAMIÓN DE VOLTEO



ACARREO DE RECIDUOS DENTRO DEL RELLENO SANITARIO



ACARREO DE RECIDUOS DENTRO DEL RELLENO SANITARIO



CUBIERTA DE LA BASURA CON MATERIAL DE LA EXCAVACION



COLOCACION DE BASURA DENTRO DE LAS CELDAS



PROFUNDIDAD DE LAS CELDAS



MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION DE CELDAS



MATERIAL NATIVO DEL LUGAR



MATERIAL NATIVO DEL LUGAR



CASETA DE VIGILANCIA



ACCESO



INSTALACIONES DE RECICLAJE



AREA PARA NUEVAS CELDAS



AREA PARA NUEVAS CELDAS



AREA PARA NUEVAS CELDAS



PERIMETRO DEL TERRENO



PERIMETRO DEL TERRENO



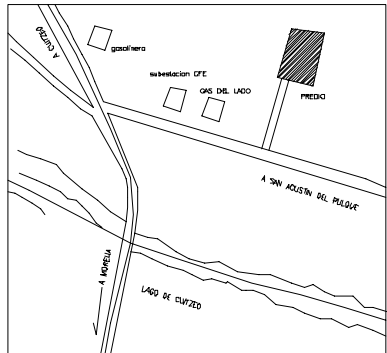
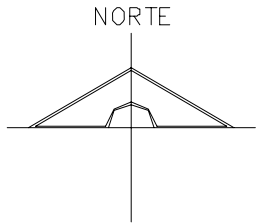
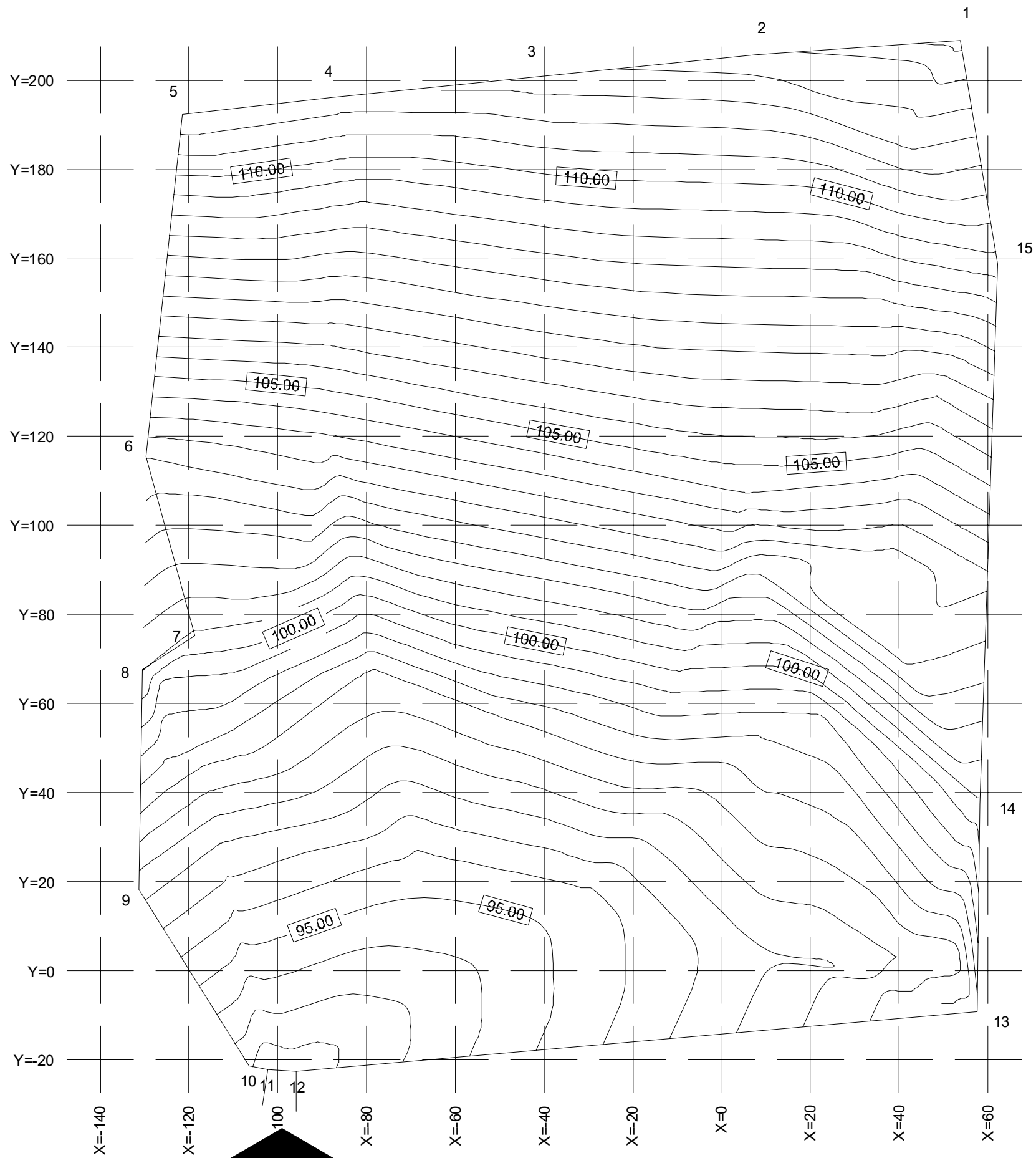
PERIMETRO DEL TERRENO



PERIMETRO DEL TERRENO

ANEXO G

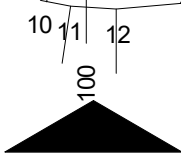
PLANOS



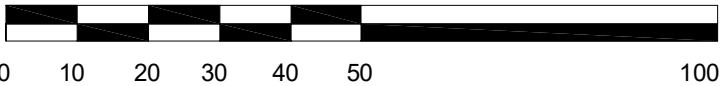
CROQUIS DE LOCALIZACION

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	C O O R D E N A D A S	
EST	PV				Y	X
1	2	S 85°51'29.80"W	46.173	1	209.0048	53.8037
2	3	S 84°20'14.85"W	52.125	3	205.5269	-44.1193
3	4	S 84°12'50.58"W	43.882	4	196.1030	-87.7782
4	5	S 83°41'07.28"W	33.986	5	182.3638	-121.5682
5	6	S 05°58'57.12"W	77.377	6	115.4084	-129.6328
6	7	S 15°15'04.34"E	41.589	7	753.039	-118.6981
7	8	S 56°31'37.40"W	14.051	8	675.544	-130.4184
8	9	S 01°06'37.95"W	49.379	9	181.844	-131.3755
9	10	S 32°13'09.59"E	46.875	10	-21.4722	-106.3837
10	11	S 78°07'32.45"E	4.198	11	-22.3360	-102.2754
11	12	S 88°04'48.06"E	6.515	12	-22.5543	-95.7639
12	13	N 85°02'44.91"E	153.938	13	-9.2603	57.5594
13	14	N 00°43'34.19"E	46.738	14	374.740	58.1917
14	15	N 01°52'28.12"E	121.293	15	158.7021	62.1592
15	1	N 09°25'51.34"W	50.892		209.0048	53.8037

SUPERFICIE = 40,236.602 m2



ACCESO



PLANTA

ESCALA 1:500

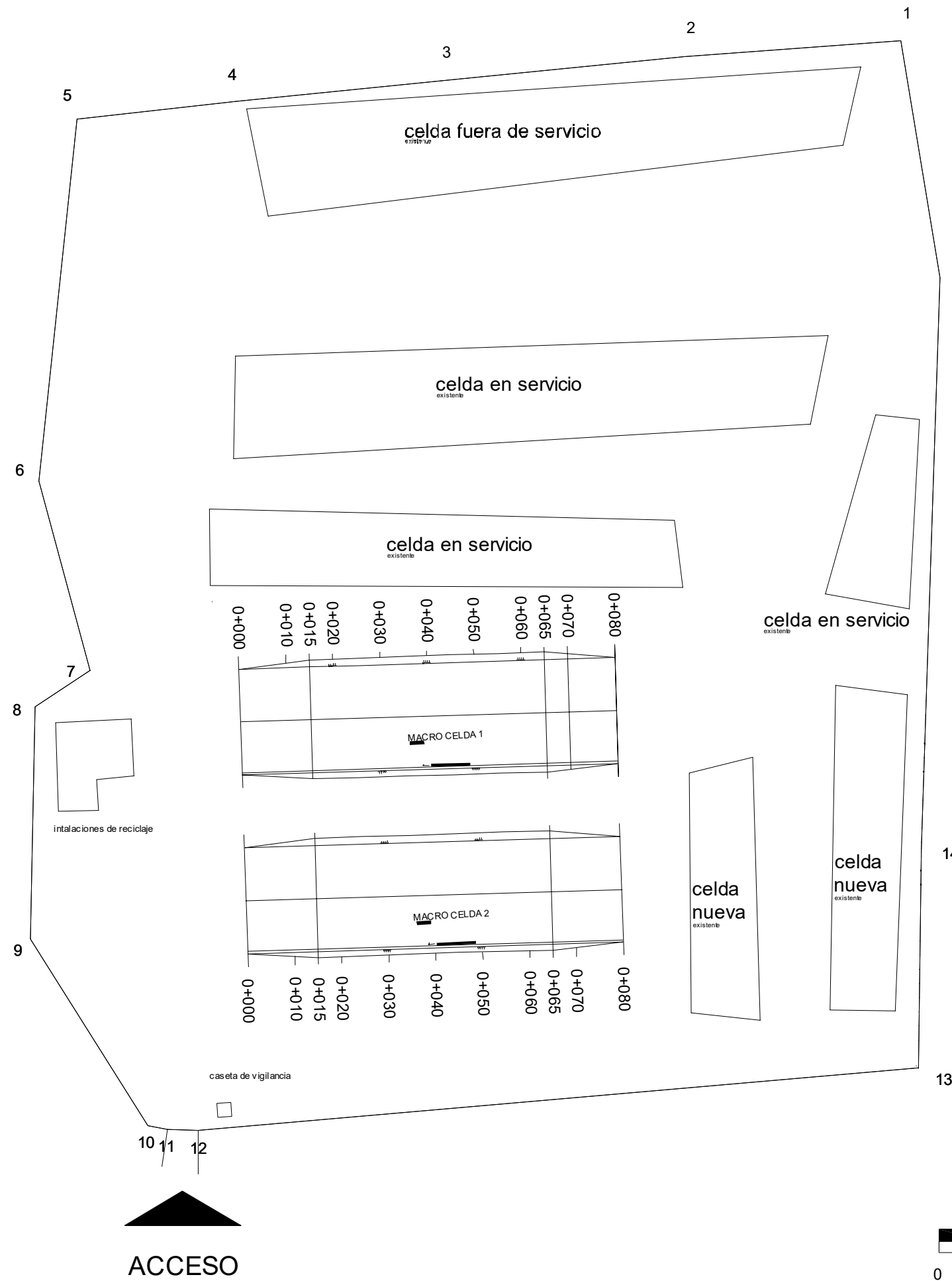
UBICACION
CUITZEO DEL PORVENIR

PLANO



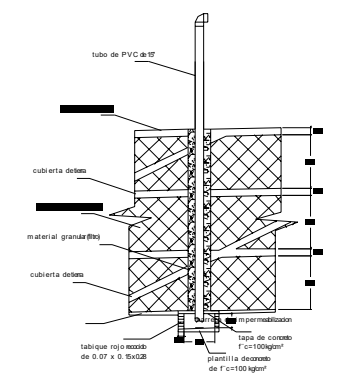
DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL

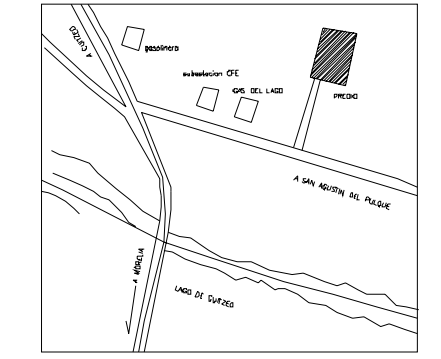
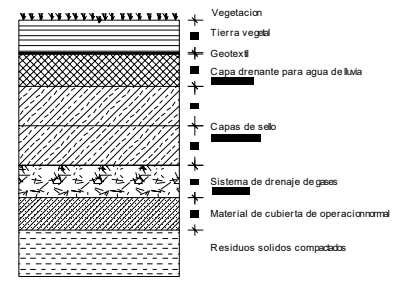


15

POZO DE VENTO DE BIOGAS

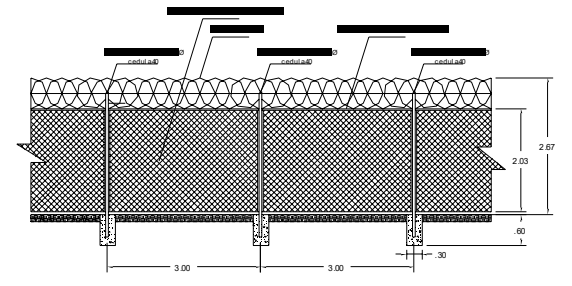


capas de clausura

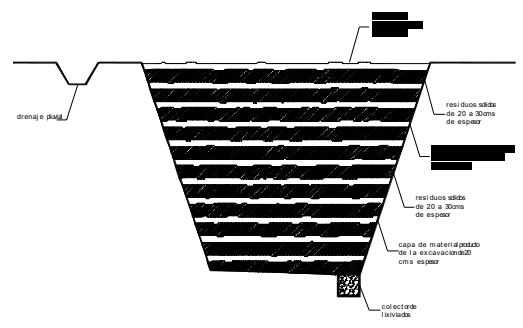


CROQUIS DE LOCALIZACION

DETALLE cerca perimetral

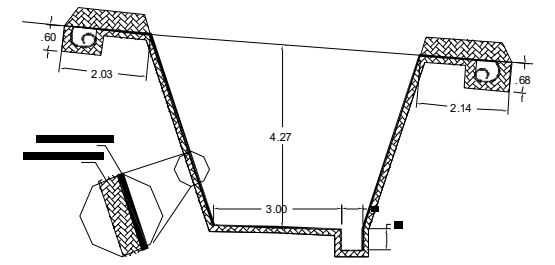


14



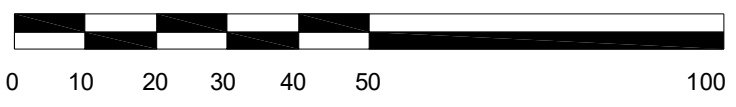
SECCION TRANSVERSAL TIPO

COLOCACION DE RESIDUOS SOLIDOS



COLOCACION Y ANCLAJE DE LA GEOMENBRANA

13



ESCALA GRAFICA

CELDAS PROPUESTAS

ESCALA 1:500

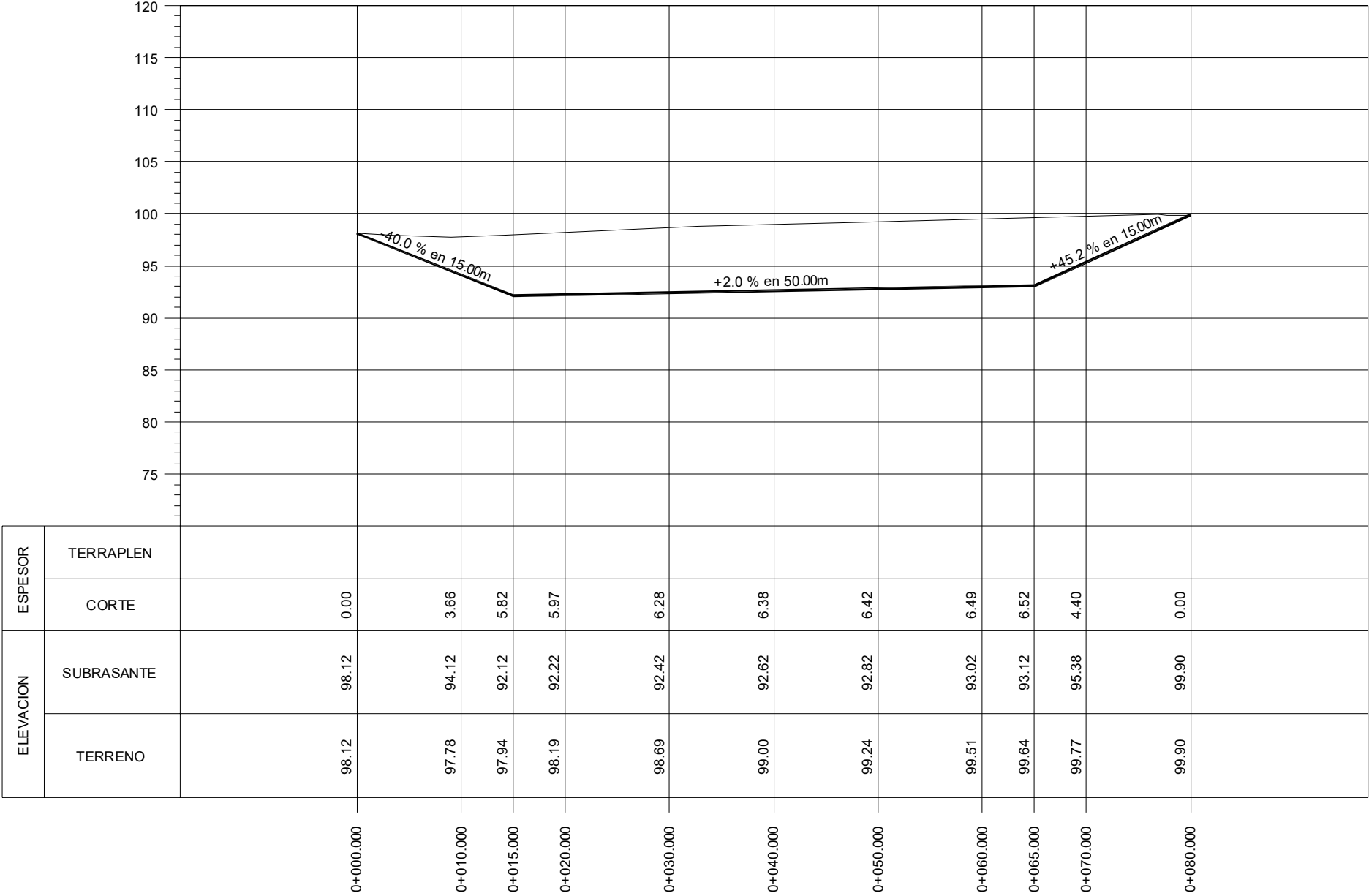
UBICACION CUITZEO DEL PORVENIR

PLANO

B1

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL



PERFIL MACRO CELDA 1
ESCALA HORIZONTAL 1:500
ESCALA VERTICAL 1:500
TOTAL VOLUMEN CORTE = 12,264.49m3

PERFILES

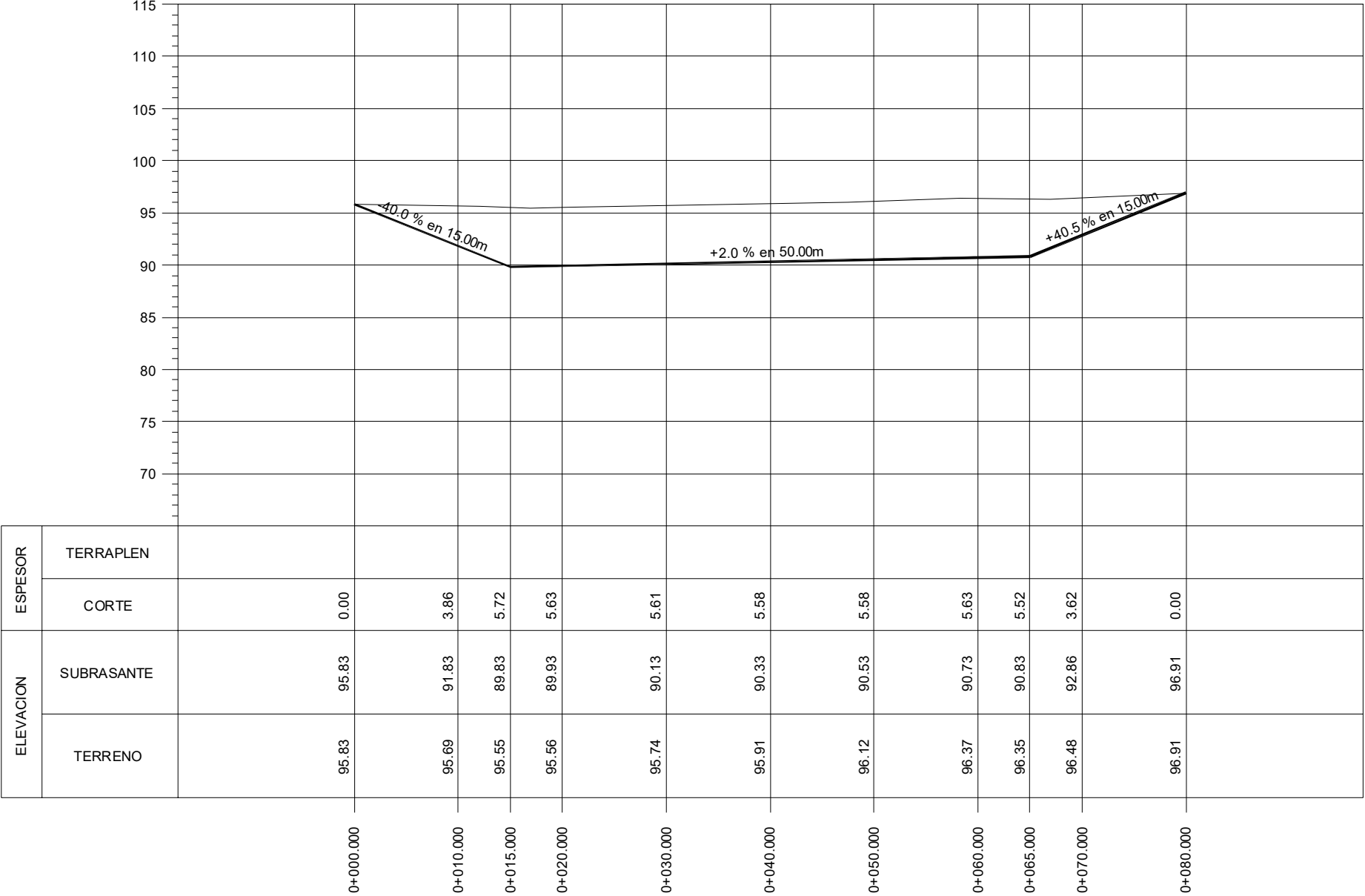
CELDA PROPUESTA

ESCALA 1:250

UBICACION
CUIZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

PLANO
B2



PERFIL MACRO CELDA 2
ESCALA HORIZONTAL 1 : 500
ESCALA VERTICAL 1 : 500
TOTAL VOLUMEN CORTE = 10,799.80m3

PERFILES

CELDA PROPUESTAS

ESCALA 1:250

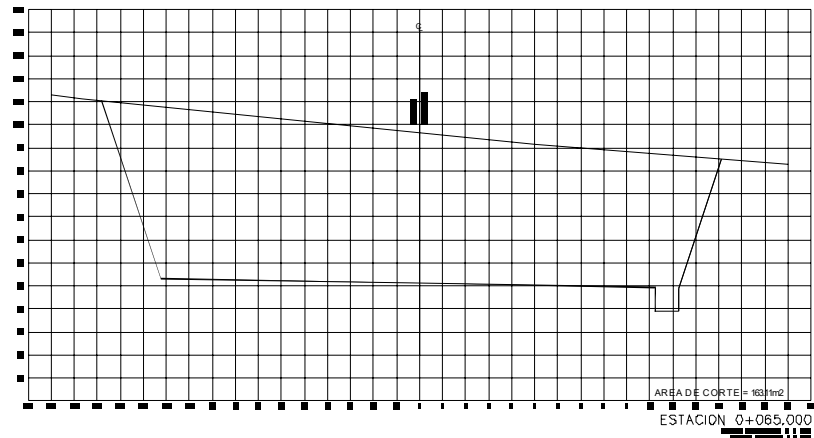
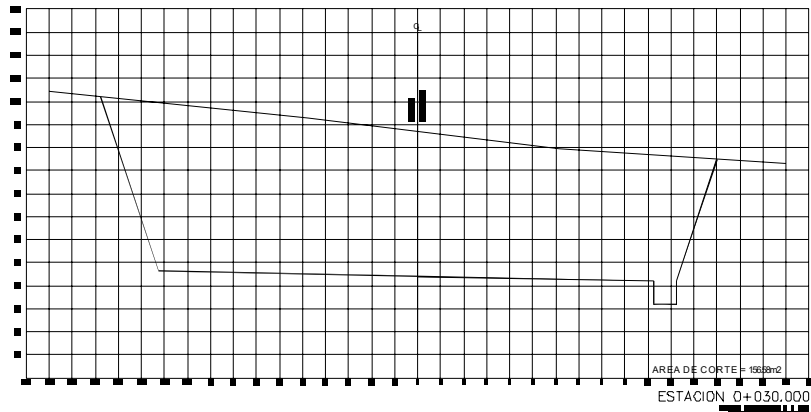
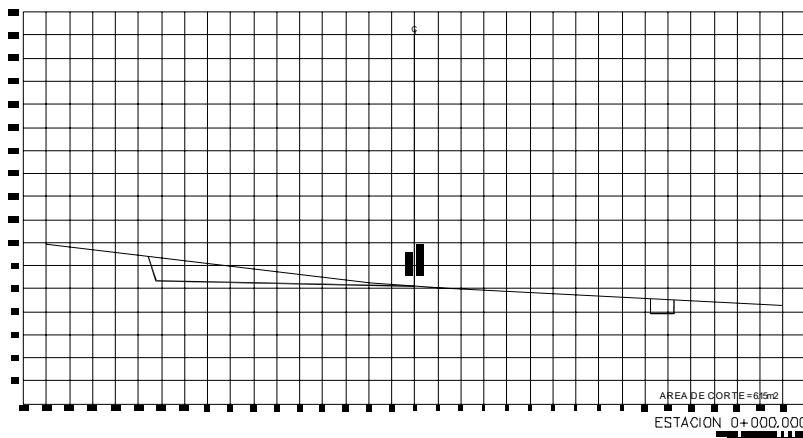
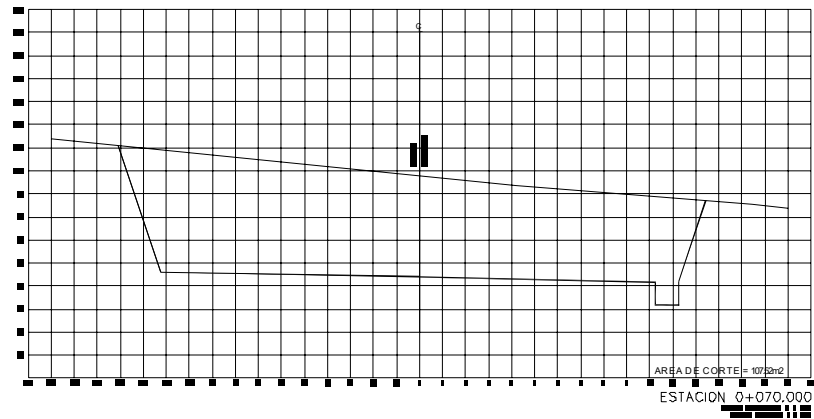
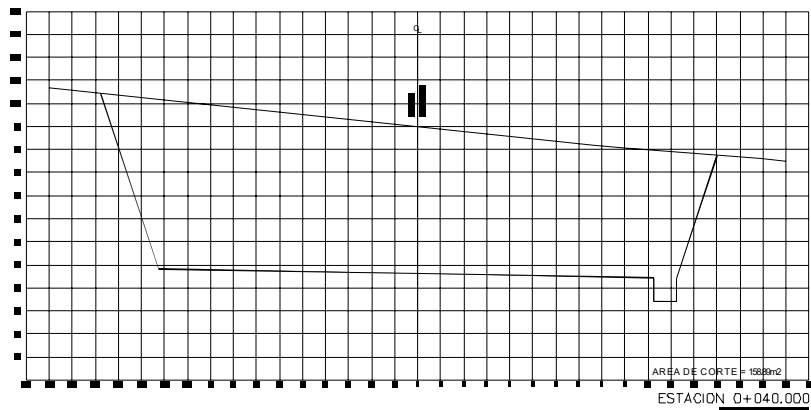
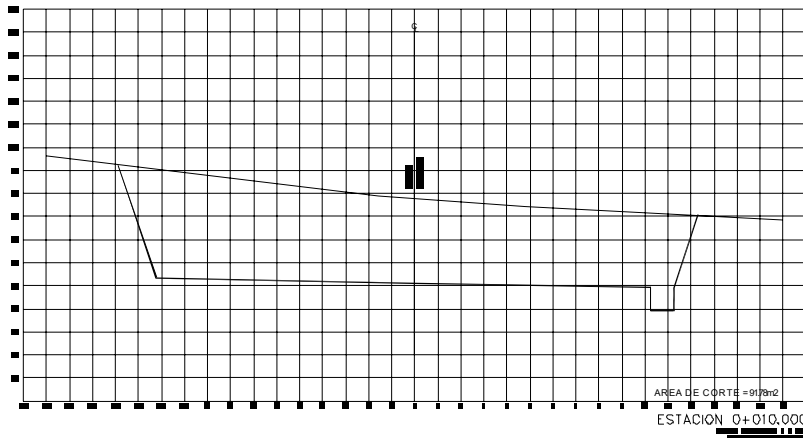
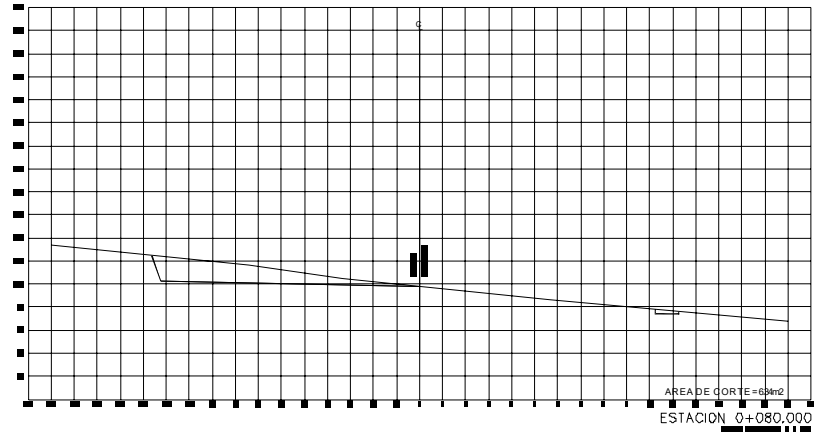
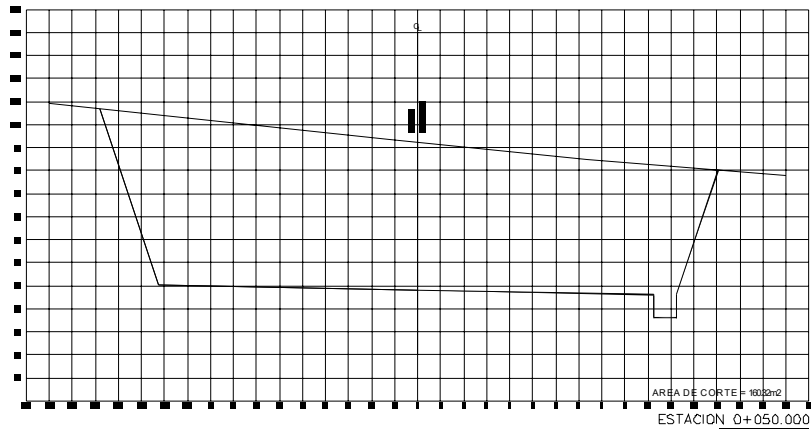
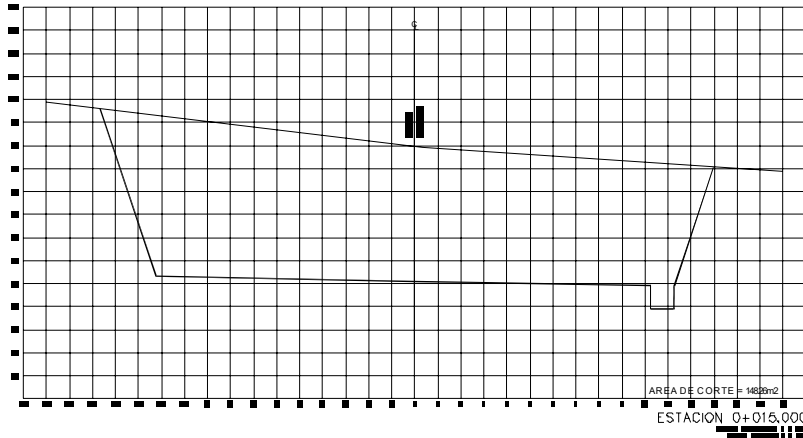
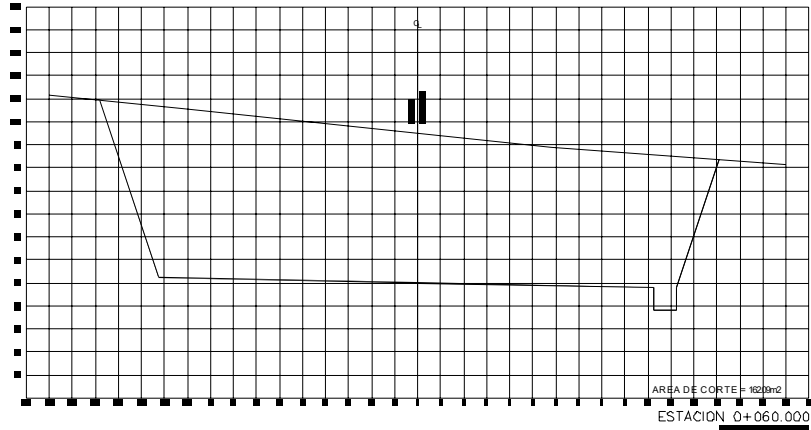
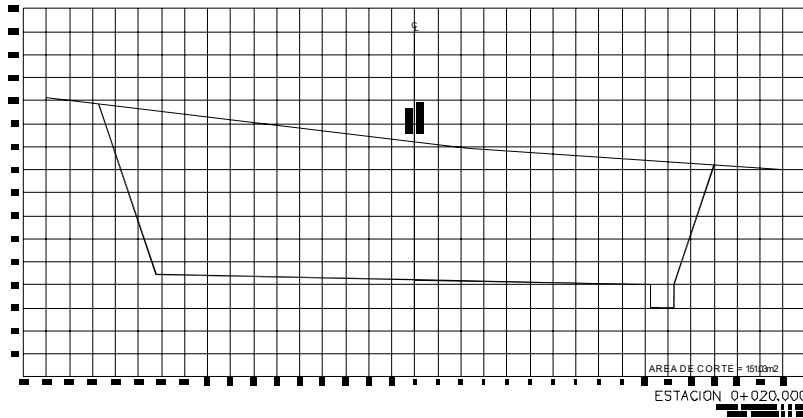
UBICACION
CUIZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

PLANO

B3

H. AYUNTAMIENTO DE CUIZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL



SECCIONES MACRO CELDA I

SECCIONES

CELDA PROPUESTA

ESCALA 1:150

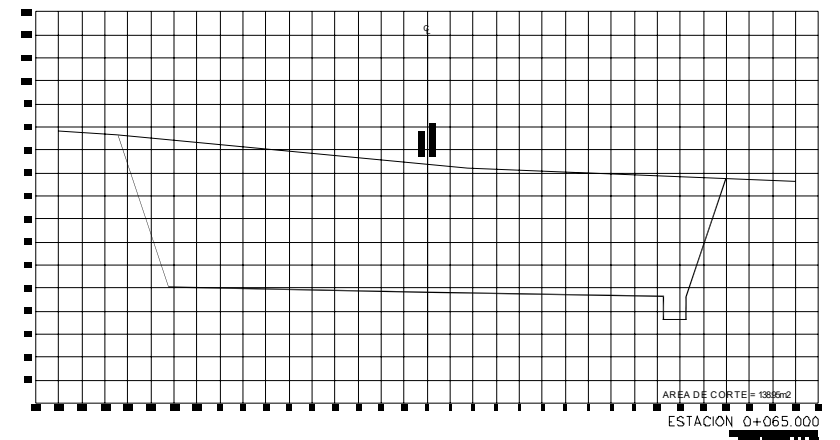
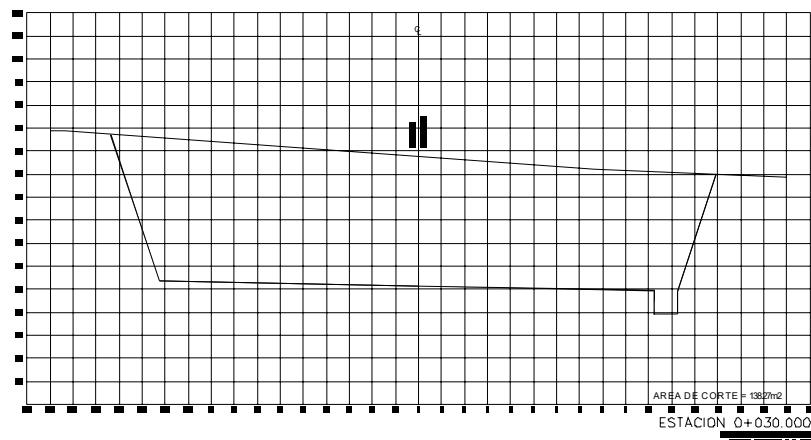
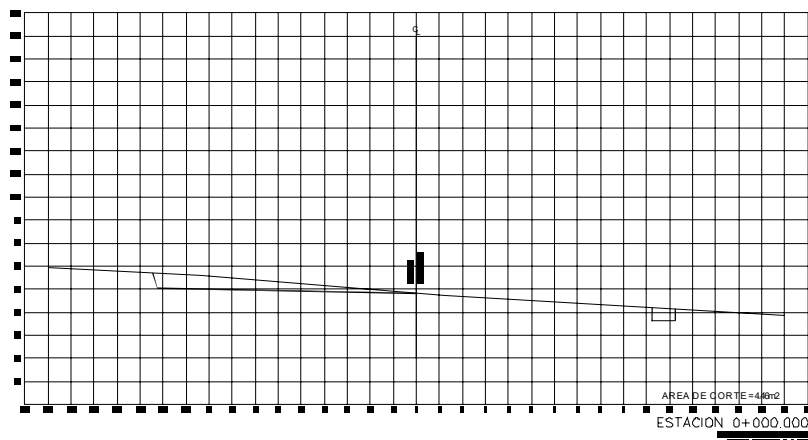
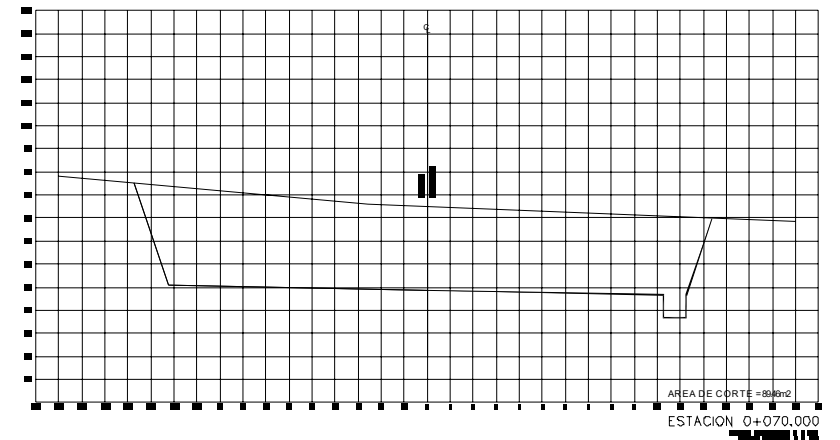
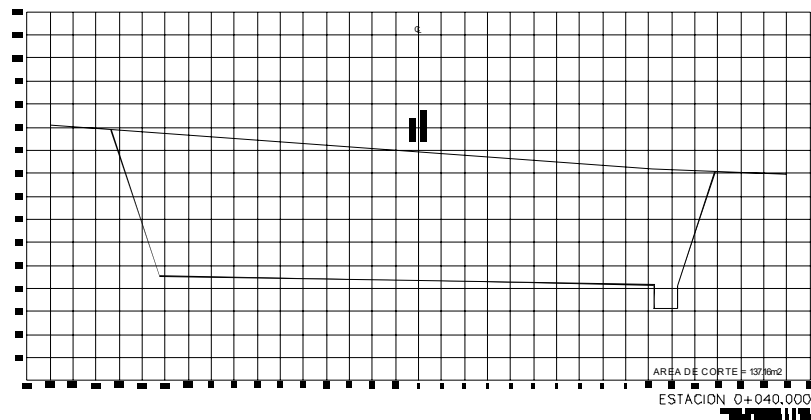
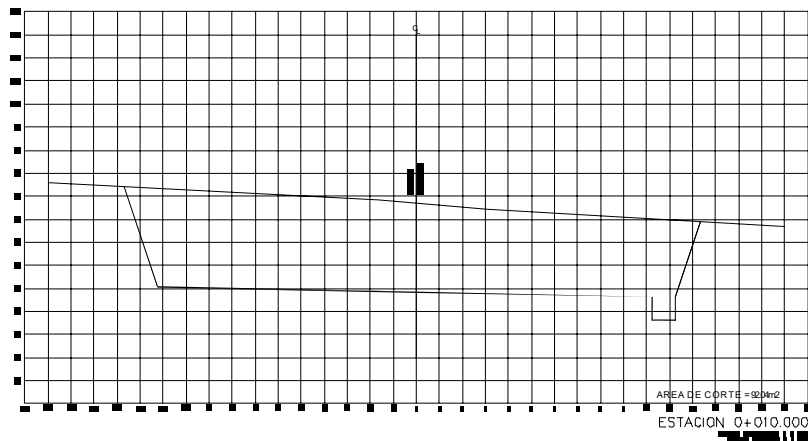
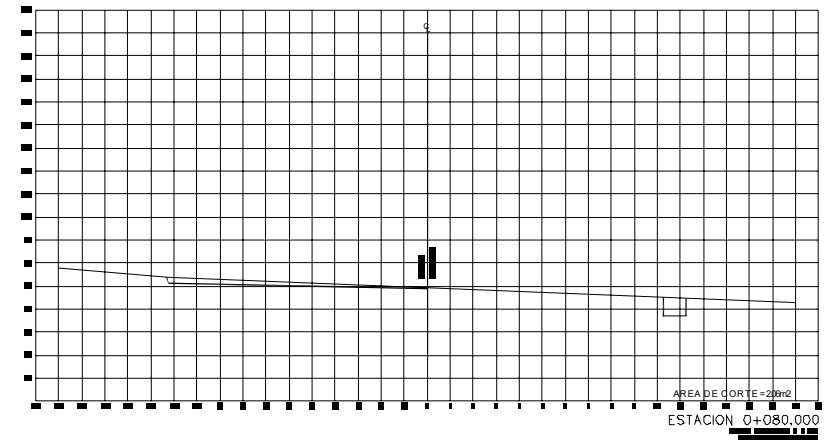
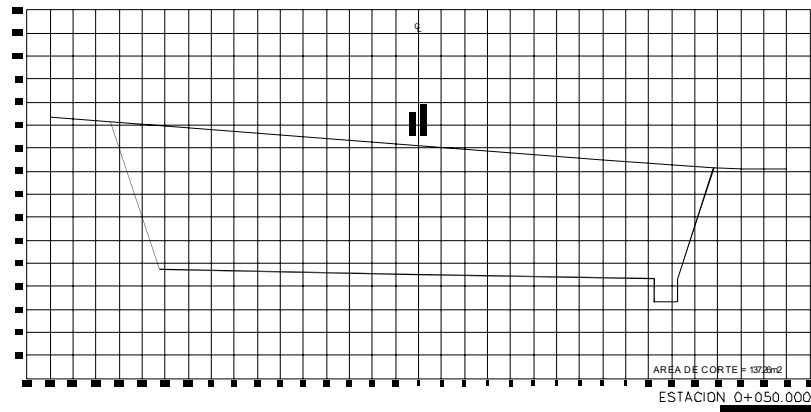
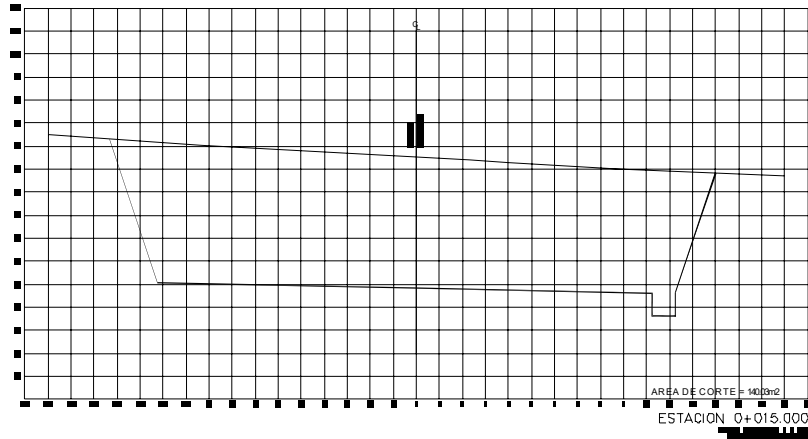
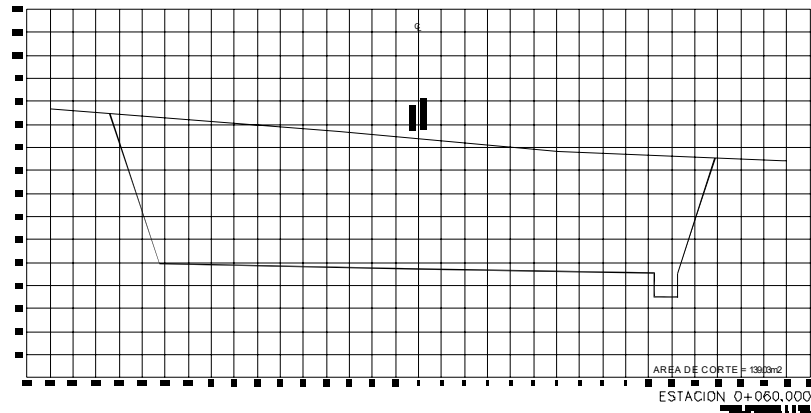
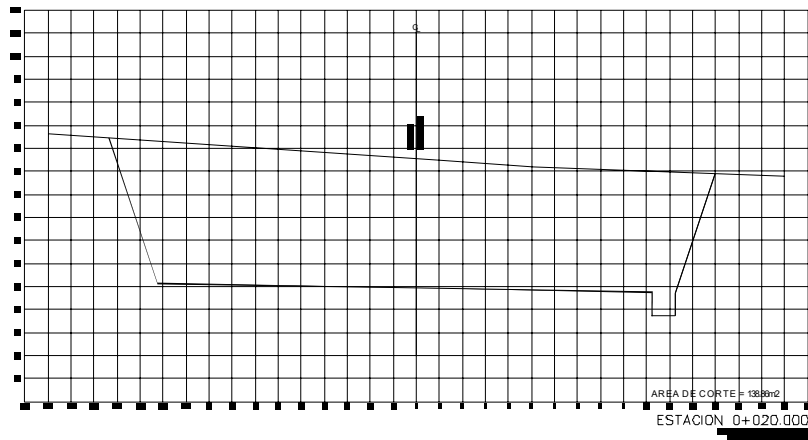
UBICACION DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL

PLANO

B4



SECCIONES MACRO CELDA 2

SECCIONES

CELDA PROPUESTA

ESCALA 1:150

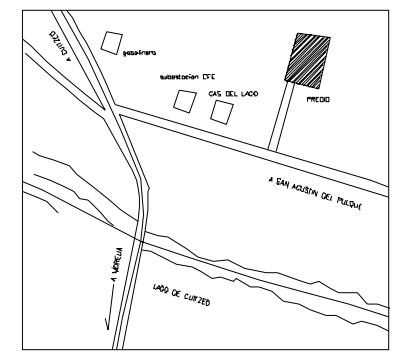
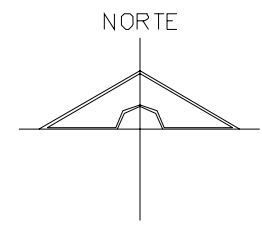
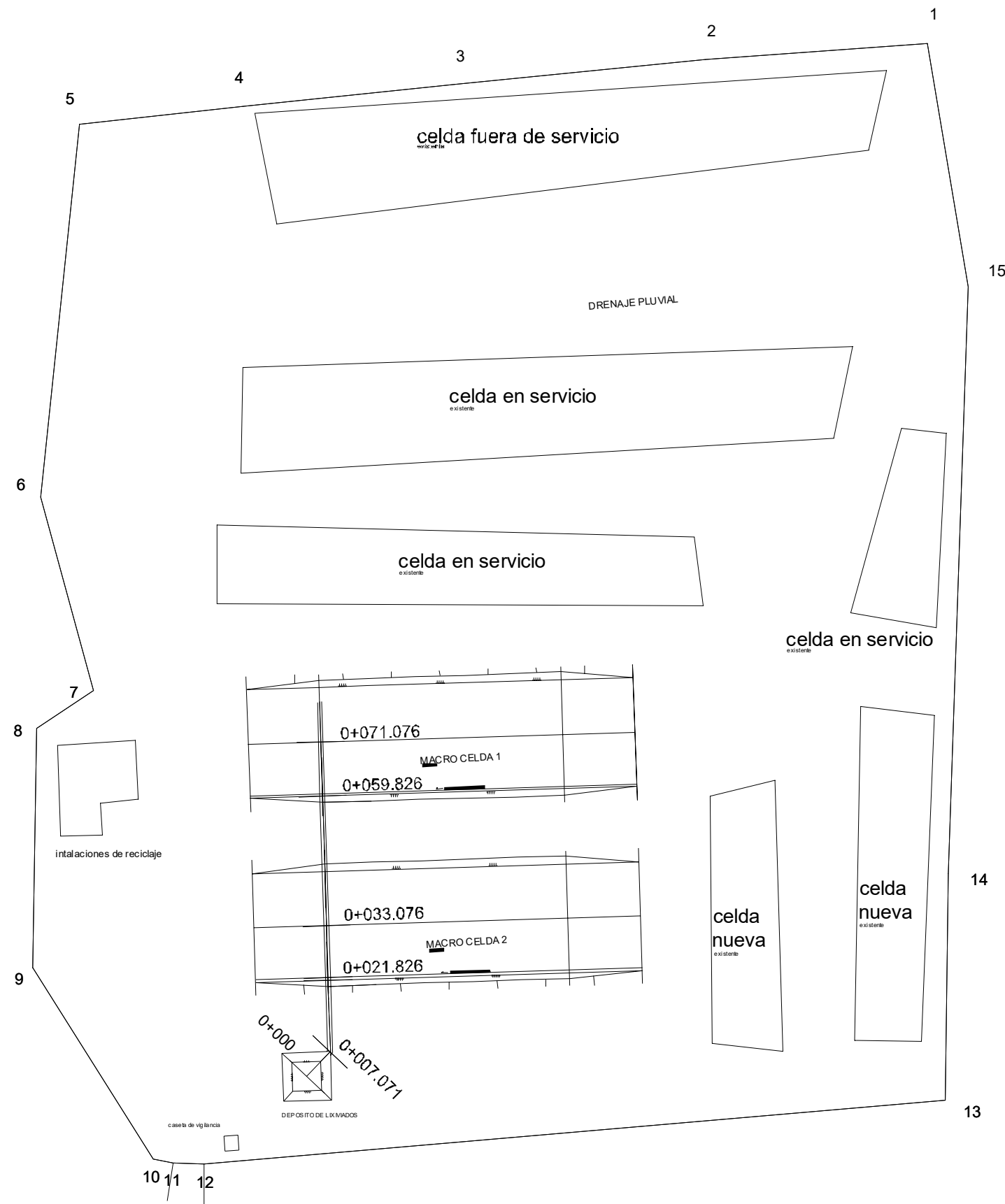
UBICACION
DUTZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

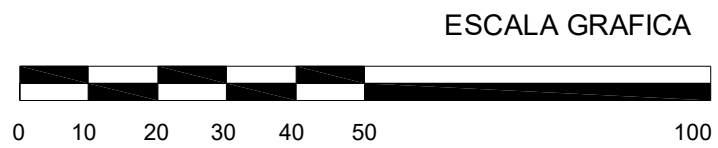
H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SALINO RAMOS
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL

PLANO

B5



CROQUIS DE LOCALIZACION



DRENAJE LIXIVIADOS

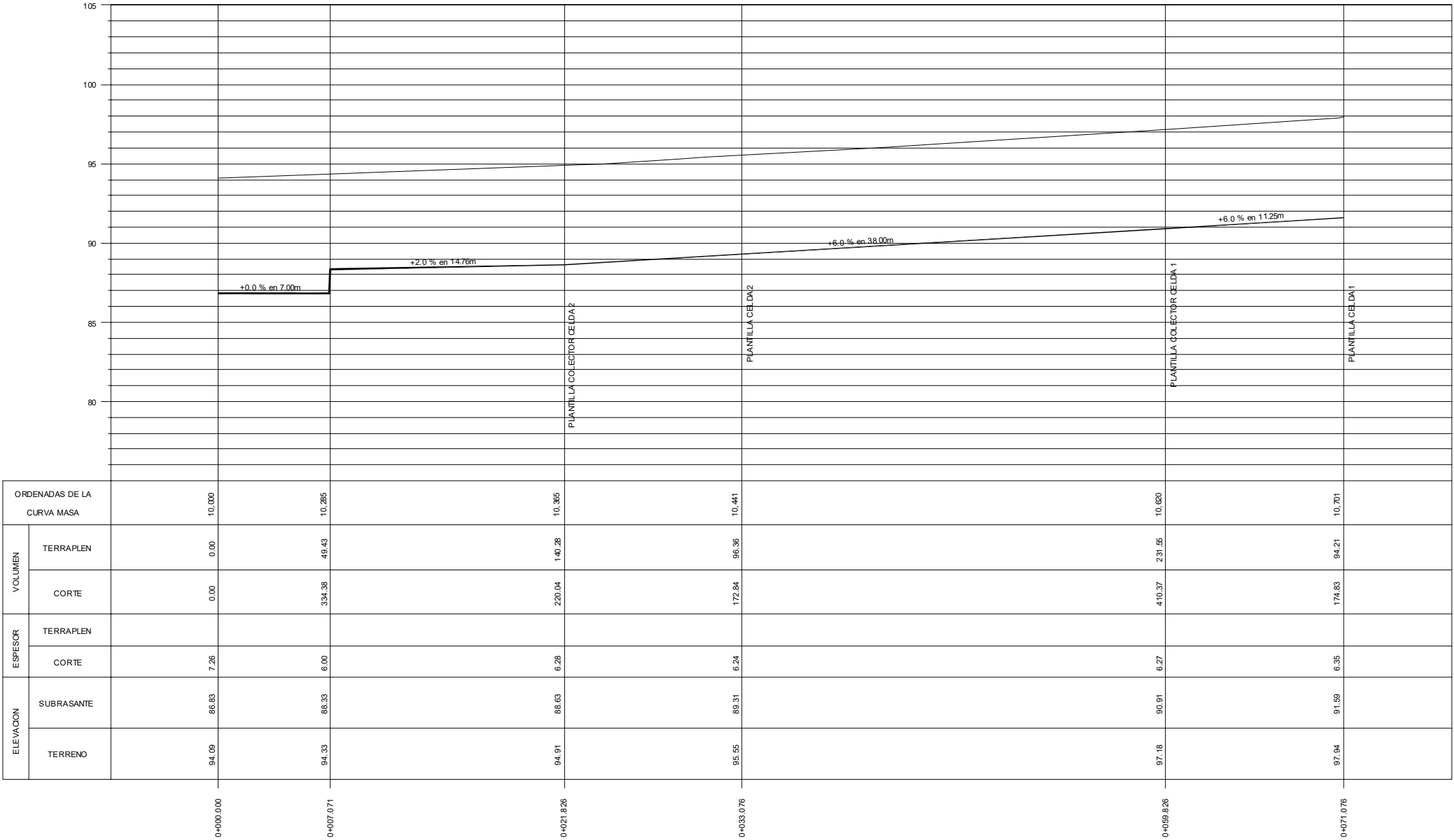
ESCALA 1:500

UBICACION CUITZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

PLAN C1

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL



PERFIL DRENAJE LIXIVIADOS
ESCALA HORIZONTAL 1 : 200
ESCALA VERTICAL 1 : 200

PERFIL

DRENAJE LIXIVIADOS

ESCALA 1:150

UBICACION
QUITZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

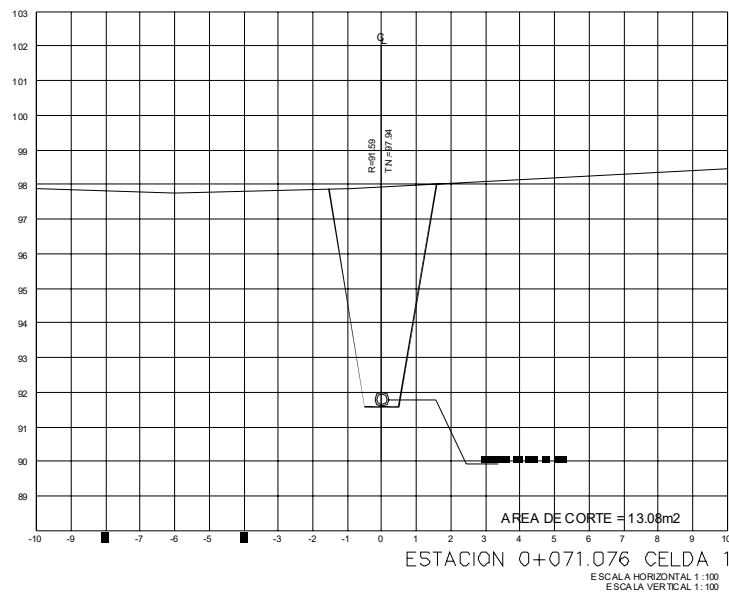
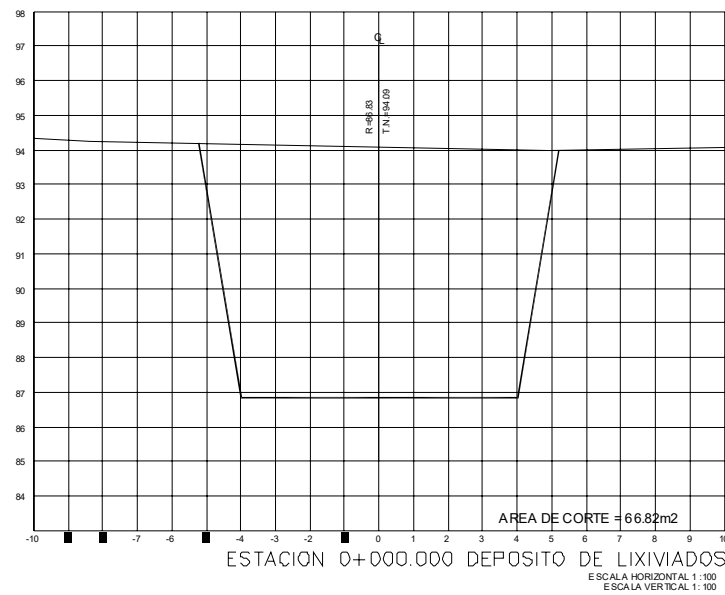
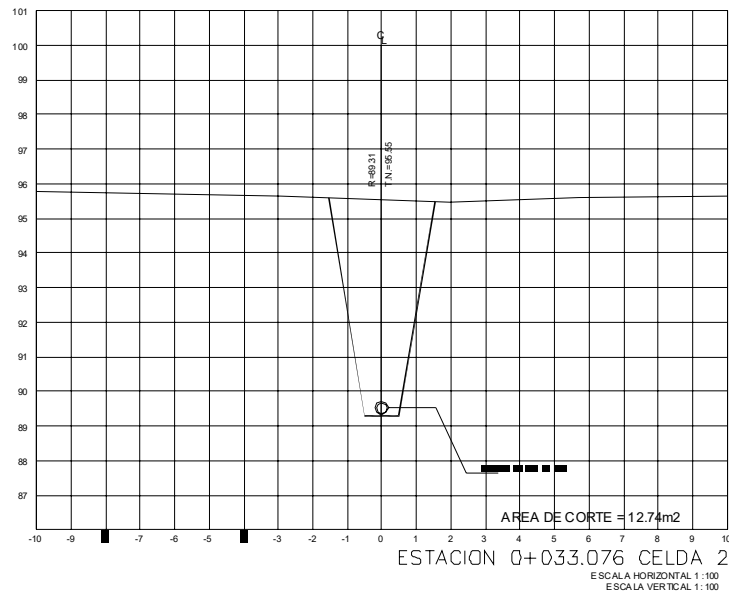
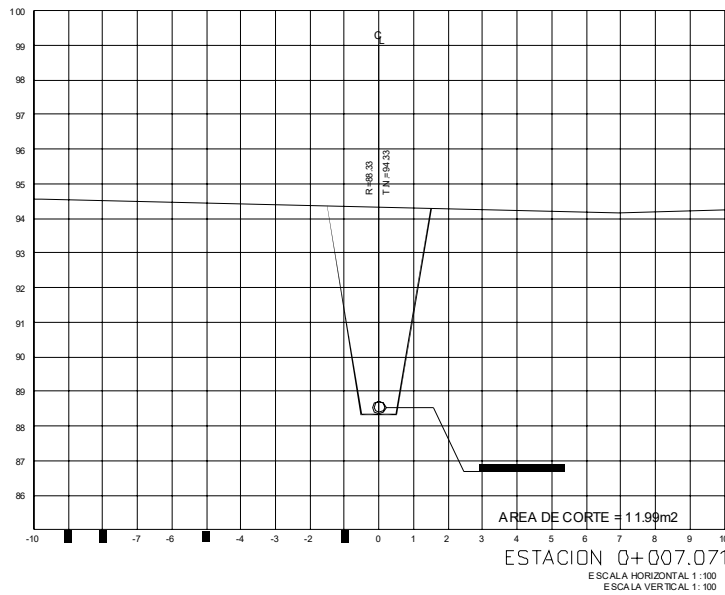
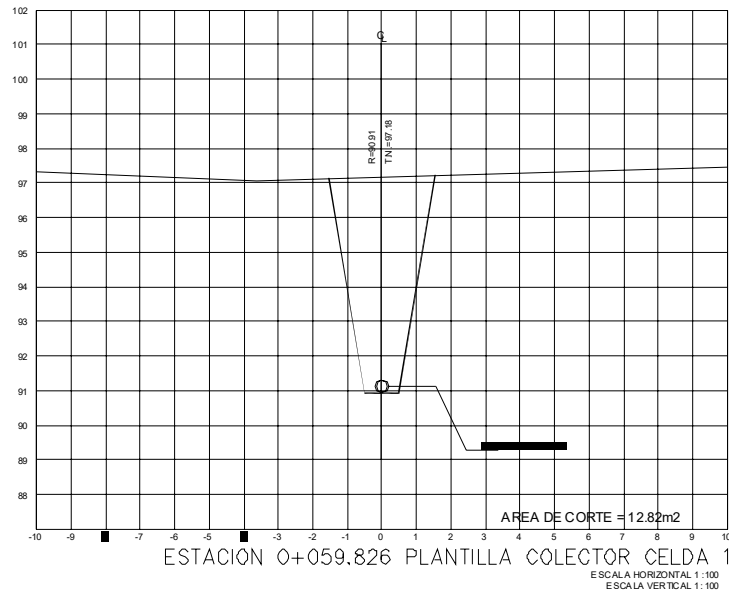
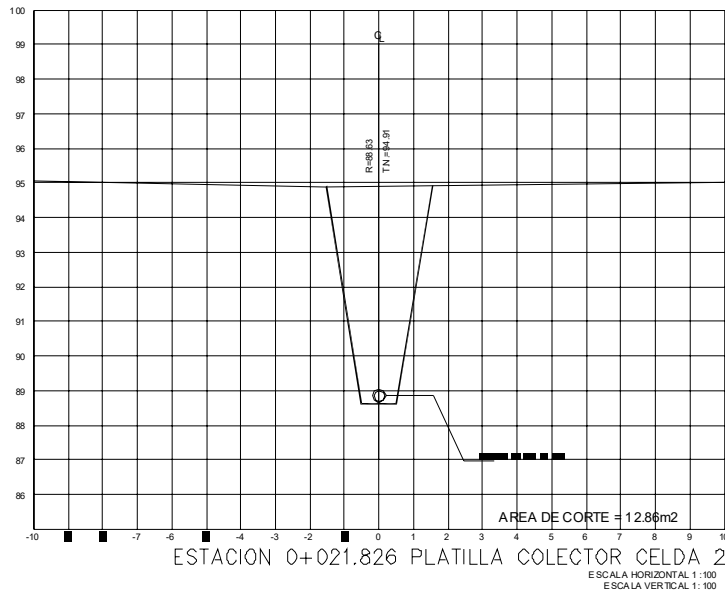
PLANO

C2

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007

C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.

RELLENO SANITARIO MUNICIPAL



SECCIONES

DRENAJE LIXIVIADOS

ESCALA 1:100

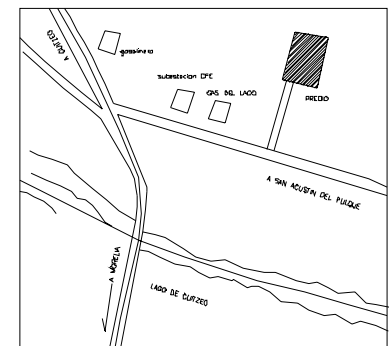
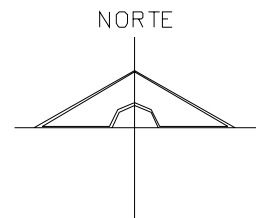
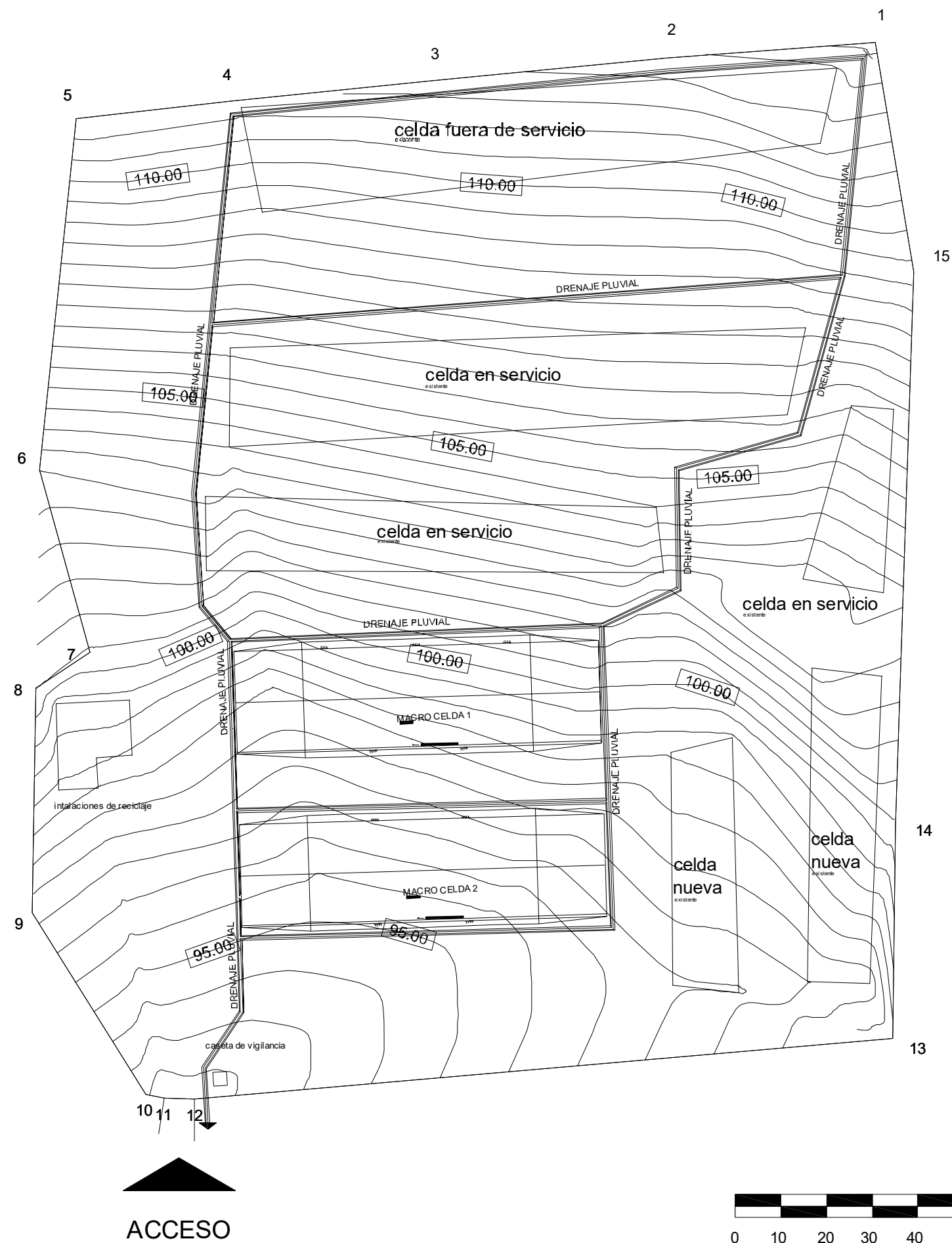
UBICACION
QUITZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

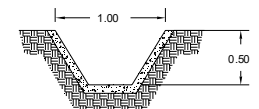
H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL

PLANO

C3

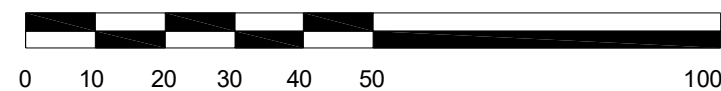


CROQUIS DE LOCALIZACION



SECCION DE DRANAJE PLUVIAL

ESCALA GRAFICA



DRENAJE PLUVIAL

ESCALA 1:500

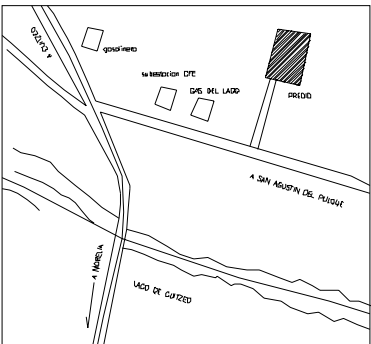
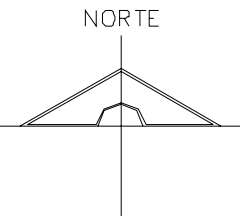
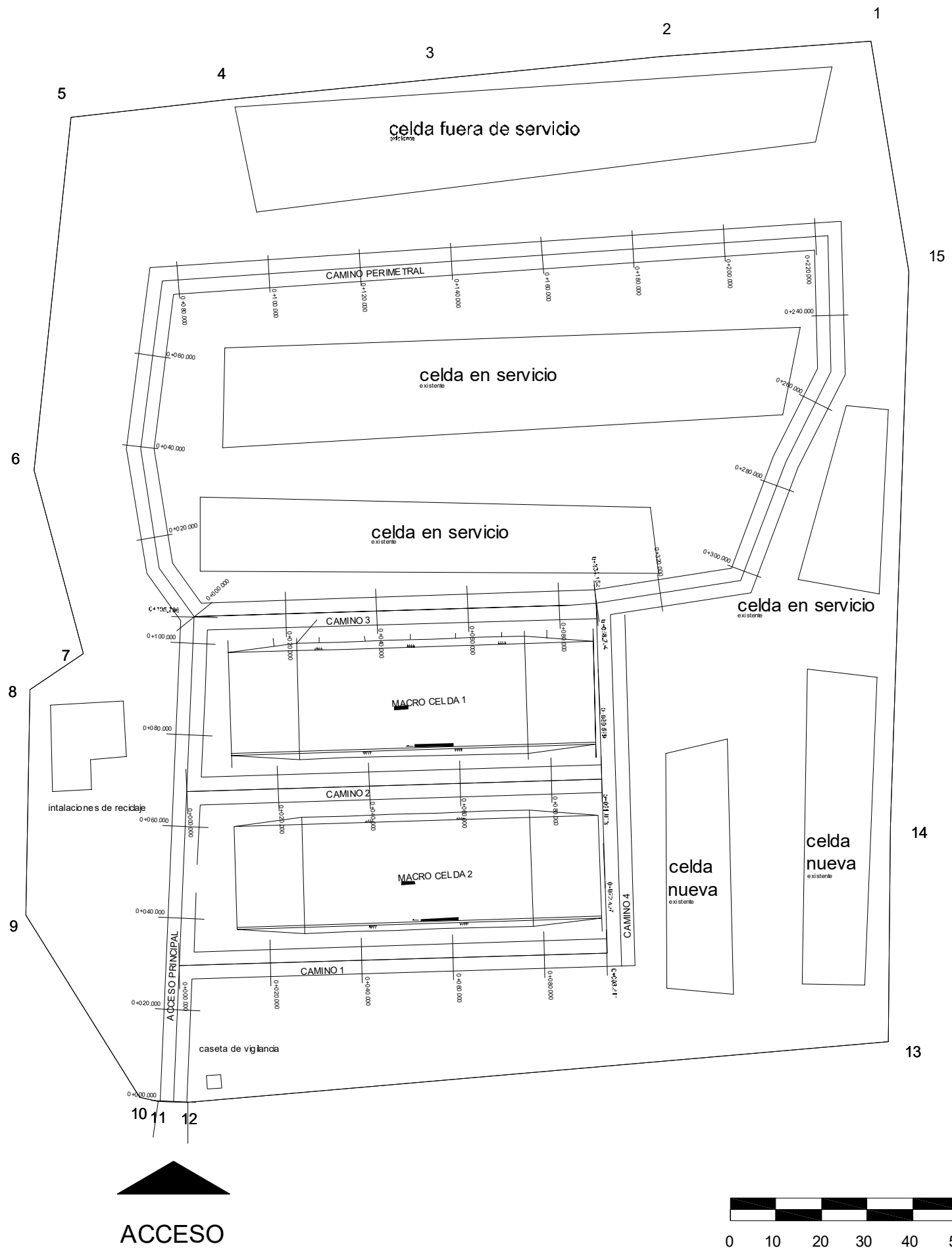
UBICACION
CUITZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

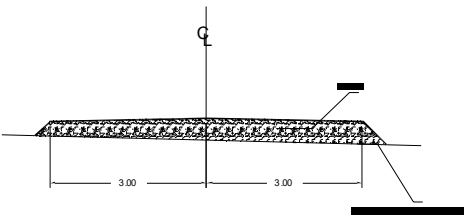
PLANO



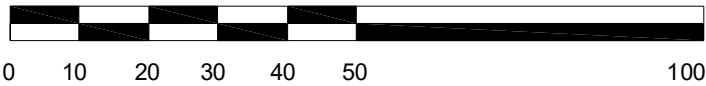
H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL



CROQUIS DE LOCALIZACION



SECCION TIPO



CAMINOS INTERIORES

ESCALA 1:500

UBICACION
CUIITZEO DEL PORVENIR

DIRECCION DE URBANISMO Y OBRAS PUBLICAS

H. AYUNTAMIENTO DE CUITZEO MICH. 2005-2007
C. PROF. JAIME SAUNO RAMOS.
RELLENO SANITARIO MUNICIPAL

PLANO

E

ANEXO H

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-SEMARNAT-2003

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.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

JUAN RAFAEL ELVIRA QUESADA, Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con fundamento en lo dispuesto en los artículos 32 Bis fracciones I, II, IV y V de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 36, 37, 37 Bis, 137 segundo párrafo, 160 y 171 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; 38 fracción II, 40 fracciones III, X y XIII, 41, 43, 44, 45, 46, 47, 51 y demás aplicables de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 33 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, y

CONSIDERANDO

Que en cumplimiento a lo establecido en la fracción I del artículo 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con fecha 10 de octubre de 2003 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación**, con carácter de proyecto la Norma Oficial Mexicana PROY-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, con el fin de que dentro de los 60 días naturales siguientes a su publicación, los interesados presentaran sus comentarios ante el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sito en Bulevar Adolfo Ruiz Cortines número 4209, 5o. piso, colonia Jardines en la Montaña, código postal 14210, Delegación Tlalpan, Distrito Federal o se enviaran al fax 56-28-08-98 o al correo electrónico: debuen@semarnat.gob.mx, que para el efecto se señalaron. Durante el citado plazo, la Manifestación de Impacto Regulatorio correspondiente estuvo a disposición del público en general para su consulta en el citado domicilio, de conformidad al artículo 45 del citado ordenamiento.

Que en el plazo de los 60 días antes señalado, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto en cuestión, los cuales fueron analizados en el citado Comité, realizándose las modificaciones correspondientes al mismo. La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicó las respuestas a los comentarios recibidos en el **Diario Oficial de la Federación** el día 29 de septiembre de 2004.

Que habiéndose cumplido con el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en sesión ordinaria de fecha 9 de junio de 2004, aprobó la 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. Por lo expuesto y fundado se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-083-SEMARNAT-2003, ESPECIFICACIONES DE PROTECCION AMBIENTAL PARA LA SELECCION DEL SITIO, DISEÑO, CONSTRUCCION, OPERACION, MONITOREO, CLAUSURA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS DE UN SITIO DE DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL

INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones

5. Disposiciones generales
6. Especificaciones para la selección del sitio
7. Características constructivas y operativas del sitio de disposición final
8. Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, tipo D (menos de 10 toneladas diarias)
9. Clausura del sitio
10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
11. Cumplimiento
12. Concordancia con normas internacionales
13. Bibliografía
14. Observancia de esta Norma

0. Introducción

El crecimiento demográfico, la modificación de las actividades productivas y el incremento en la demanda de los servicios, han rebasado la capacidad del ambiente para asimilar la cantidad de residuos que genera la sociedad; por lo que es necesario contar con sistemas de manejo integral de residuos adecuados con la realidad de cada localidad. Por tal motivo y como parte de la política ambiental que promueve el Gobierno Federal, se pretende a través de la presente Norma Oficial Mexicana (NOM), la cual regula la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que los sitios destinados a la ubicación de tal infraestructura, así como su diseño, construcción, operación, clausura, monitoreo y obras complementarias; se lleven a cabo de acuerdo a los lineamientos técnicos que garanticen la protección del ambiente, la preservación del equilibrio ecológico y de los recursos naturales, la minimización de los efectos contaminantes provocados por la inadecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial y la protección de la salud pública en general.

1. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana establece las especificaciones de selección del sitio, el diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

2. Campo de aplicación

Esta Norma Oficial Mexicana es de observancia obligatoria para las entidades públicas y privadas responsables de la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

3. Referencias

NOM-052-SEMARNAT-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

4. Definiciones

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se consideran las definiciones contenidas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y las siguientes:

4.1 Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas, que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento.

4.2 Agua subterránea: Agua que se encuentra en el subsuelo, en formaciones geológicas parcial o totalmente saturadas.

4.3 Altimetría: Información topográfica relativa a la configuración vertical o relieve del terreno, expresada mediante el trazo de curvas de nivel referidas a la altitud de bancos al nivel medio del mar.

4.4 Aprovechamiento de los residuos: Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, remanufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía.

4.5 Area de emergencia: Area destinada para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando por fenómenos naturales y/o meteorológicos no se permita la operación en el frente de trabajo diario.

4.6 Areas naturales protegidas: Zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en que los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

4.7 Biogás: Mezcla gaseosa resultado del proceso de descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos, constituida principalmente por metano y bióxido de carbono.

4.8 Clausura: Sellado del área de un sitio de disposición final después de la suspensión definitiva de la recepción de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

4.9 Cobertura: Capa de material natural o sintético, utilizada para cubrir los residuos sólidos, con el fin de controlar infiltraciones pluviales y emanaciones de gases y partículas, dispersión de residuos, así como el contacto de fauna nociva con los residuos confinados.

4.10 Cobertura final de clausura: Revestimiento de material natural o sintético, o ambos; que se coloca sobre la superficie del sitio de disposición final, cuando éste ha cumplido su vida útil, abarcando tanto a los taludes como a los planos horizontales.

4.11 Control: Inspección, vigilancia y aplicación de las medidas necesarias para el cumplimiento de las disposiciones establecidas.

4.12 Conformación final: Configuración geométrica y de los niveles finales del sitio de disposición final.

4.13 Disposición final: Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos;

4.14 Estero: El depósito natural de aguas nacionales delimitado por la cota de la creciente máxima ordinaria.

4.15 Estratigrafía: Características y atributos de las capas de suelo y roca que permiten su interpretación, en términos de su estructura, superposición, origen, historia geológica y propiedades físicas.

4.16 Falla geológica: Cuando se producen desplazamientos relativos de una parte de la roca con respecto a la otra, como resultado de los esfuerzos que se generan en la corteza terrestre.

4.17 Fauna nociva: Especies animales potencialmente dañinas para la salud y los bienes, asociadas a los residuos.

4.18 Frente de trabajo: Area del sitio de disposición final en proceso de llenado, que incluye generalmente la descarga, esparcido, compactado y cubierta de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

4.19 Infiltración: Penetración de un líquido a través de los poros o intersticios de un suelo, subsuelo o cualquier material natural o sintético.

4.20 Interfase: Barrera de suelo natural, o intercalada con material sintético o natural, necesaria para evitar el paso de lixiviado. Se calcula por unidad de superficie y se expresa en metros (m) de espesor de suelo.

4.21 Lixiviado: Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan los residuos y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

4.22 Marismas: Terreno bajo y pantanoso que inundan las aguas del mar, por las mareas y sus sobrantes, o por el encuentro de aguas de mar con las de los ríos en su desembocadura.

4.23 Manglar: Tipo de sociedades vegetales permanentemente verdes, tropicales, de tronco corto, que se desarrollan en depresiones de las costas marinas en la zona de mareas, pero protegidas del oleaje, en bahías, lagunas o esteros.

4.24 Material de cobertura final: Material natural o sintético, utilizado para cubrir los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

4.25 Manual de operación: Documento que describe las diferentes actividades involucradas en la operación del sitio de disposición final.

4.26 Mantenimiento de posclausura: Etapa de conservación de las estructuras para el control ambiental, las cubiertas, los caminos y la apariencia en general de un sitio de disposición final que ha sido clausurado.

4.27 Monitoreo ambiental: Conjunto de acciones para la verificación periódica del grado de cumplimiento de los requerimientos establecidos para evitar la contaminación del ambiente.

4.28 Obras complementarias: conjunto de instalaciones y edificaciones necesarias, para la correcta operación de un sitio de disposición final.

4.29 Pantano: hondonada en donde se recogen y se detienen las aguas, que presenta un fondo más o menos cenagoso.

4.30 Parámetros hidráulicos: La conductividad hidráulica, la porosidad, la carga hidráulica, el gradiente hidráulico y los coeficientes de almacenamiento y transmisibilidad, de una determinada unidad geohidrológica.

4.31 Percolación: Flujo de un líquido a través de un medio poroso no saturado, debido a la acción de la gravedad.

4.32 Permeabilidad: Propiedad que tiene una sección unitaria de un medio natural o artificial, para permitir el paso de un fluido a través de su estructura, debido a la carga producida por un gradiente hidráulico.

4.33 Planimetría: Es la parte del estudio topográfico que determina la ubicación de los límites del predio, describiendo geométricamente en un plano, cualquier elemento de significancia, como cursos o cuerpos de agua superficial, áreas de inundación, caminos, líneas de conducción existentes (luz, agua, drenaje, gas, teléfono y árboles), así como todo tipo de estructuras y construcciones dentro del predio.

4.34 Población por servir: la población generadora de los residuos que son depositados en el sitio de disposición final.

4.35 Porosidad: relación del volumen de vacíos o poros interconectados en un medio determinado, con respecto a su volumen total.

4.36 Relleno sanitario: Obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicionales, los impactos ambientales.

4.37 Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

4.38 Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.

4.39 Sistema de flujo: Dirección de flujo que sigue el agua subterránea, considerando las zonas de recarga y descarga, las cargas y gradientes hidráulicos a profundidad y el efecto de fronteras hidráulicas. Incluye, además la interacción con el agua superficial y comprende sistemas locales, intermedios y regionales.

4.40 Sitio de disposición final: Lugar donde se depositan los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en forma definitiva.

4.41 Sitio controlado: Sitio inadecuado de disposición final que cumple con las especificaciones de un relleno sanitario en lo que se refiere a obras de infraestructura y operación, pero no cumple con las especificaciones de impermeabilización.

4.42 Sitio no controlado: Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en esta Norma.

4.43 Suelo: Material o cuerpo natural compuesto por partículas sueltas no consolidadas de diferentes tamaños y de un espesor que varía de unos centímetros a unos cuantos metros, el cual está conformado por fases sólida, líquida y gaseosa, así como por elementos y compuestos de tipo orgánico e inorgánico, con una composición variable en el tiempo y en el espacio.

4.44 Subsuelo: Medio natural que subyace al suelo, que por su nulo o escaso intemperismo, presenta características muy semejantes a las de la roca madre que le dio origen.

4.45 Talud: La inclinación del material de que se trate, con respecto a la horizontal.

4.46 Tratamiento: Procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad.

4.47 Uso final del sitio de disposición final: Actividad a la que se destina el sitio de disposición final, una vez finalizada su vida útil.

4.48 Vida útil: Es el periodo de tiempo en que el sitio de disposición final será apto para recibir los residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El volumen de los residuos y material térreo depositados en este periodo, es igual al volumen de diseño.

5. Disposiciones generales

5.1 Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que no sean aprovechados o tratados, deben disponerse en sitios de disposición final con apego a la presente Norma.

5.2 Para efectos de esta Norma Oficial Mexicana, los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial que ingresan por día, como se establece en la Tabla No. 1.

TABLA No. 1
Categorías de los sitios de disposición final

TIPO	TONELAJE RECIBIDO TON/DIA
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 y menor a 50
D	Menor a 10

6. Especificaciones para la selección del sitio

6.1 Restricciones para la ubicación del sitio

Además de cumplir con las disposiciones legales aplicables, las condiciones mínimas que debe cumplir cualquier sitio de disposición final (tipo A, B, C o D) son las siguientes:

6.1.1 Cuando un sitio de disposición final se pretenda ubicar a una distancia menor de 13 kilómetros del centro de la(s) pista(s) de un aeródromo de servicio al público o aeropuerto, la distancia elegida se determinará mediante un estudio de riesgo aviario.

6.1.2 No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.

6.1.3 En localidades mayores de 2500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.

6.1.4 No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.

6.1.5 El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.

6.1.6 La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.

6.1.7 La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.

6.2 Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio

6.2.1 Estudio geológico

Deberá determinar el marco geológico regional con el fin de obtener su descripción estratigráfica, así como su geometría y distribución, considerando también la identificación de discontinuidades, tales como fallas y fracturas. Asimismo, se debe incluir todo tipo de información existente que ayude a un mejor conocimiento de las condiciones del sitio; esta información puede ser de cortes litológicos de pozos perforados en la zona e informes realizados por alguna institución particular u oficial.

6.2.2 Estudios hidrogeológicos

a) Evidencias y uso del agua subterránea

Definir la ubicación de las evidencias de agua subterránea, tales como manantiales, pozos y norias, en la zona de influencia, para conocer el gradiente hidráulico. Asimismo, se debe determinar el volumen de extracción, tendencias de la explotación y planes de desarrollo en la zona de estudio.

b) Identificación del tipo de acuífero

Identificar las unidades hidrogeológicas, tipo de acuífero (confinado o semiconfinado) y relación entre las diferentes unidades hidrogeológicas que definen el sistema acuífero.

c) Análisis del sistema de flujo

Determinar la dirección del flujo subterráneo regional.

6.3 Estudios y análisis, en el sitio, previos a la construcción y operación de un sitio de disposición final.

La realización del proyecto para la construcción y operación de un sitio de disposición final debe contar con estudios y análisis previos, de acuerdo al tipo de sitio de disposición final especificado en la Tabla 2.

a) Estudio Topográfico

Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.

b) Estudio geotécnico

Se deberá realizar para obtener los elementos de diseño necesarios y garantizar la protección del suelo, subsuelo, agua superficial y subterránea, la estabilidad de las obras civiles y del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas:

b.1 Exploración y Muestreo:

- Exploración para definir sitios de muestreo.
- Muestreo e identificación de muestras.
- Análisis de permeabilidad de campo.

- Peso volumétrico In-situ.

b.2 Estudios en laboratorio:

- Clasificación de muestras según el Sistema Unificado de Clasificación de suelos.
- Análisis granulométrico.
- Permeabilidad.
- Prueba Proctor.
- Límites de Consistencia (Límites de Atterberg).
- Consolidación unidimensional.
- Análisis de resistencia al esfuerzo cortante.
- Humedad.

Con las propiedades físicas y mecánicas definidas a partir de los resultados de laboratorio, se deben realizar los análisis de estabilidad de taludes de las obras de terracería correspondientes.

c) Evaluación geológica

c.1 Se deberá precisar la litología de los materiales, así como la geometría, distribución y presencia de fracturas y fallas geológicas en el sitio.

c.2 Se deberán determinar las características estratigráficas del sitio.

d) Evaluación hidrogeológica

d.1 Se deben determinar los parámetros hidráulicos, dirección del flujo subterráneo, características físicas, químicas y biológicas del agua.

d.2 Se deben determinar las unidades hidrogeológicas que componen el subsuelo, así como las características que las identifican (espesor y permeabilidad).

6.4 Estudios de generación y composición**a) Generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial**

Se deben elaborar los estudios de generación y composición de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial de la población por servir, con proyección para al menos la vida útil del sitio de disposición final.

b) Generación de biogás

Se debe estimar la cantidad de generación esperada del biogás, mediante análisis químicos estequiométricos, que tomen en cuenta la composición química de los residuos por manejar.

c) Generación del lixiviado

Se debe cuantificar el lixiviado mediante algún balance hídrico.

6.5 Cumplimiento de estudios y análisis previos

En la Tabla No. 2, se indican los estudios que se deben realizar, según sea el tipo de sitio por desarrollar.

TABLA No. 2
Estudios y análisis previos requeridos para la construcción de sitios de disposición final

Estudios y Análisis	A	B	C
Geológico y Geohidrológico Regionales	X		
Evaluación Geológica y Geohidrológica	X	X	
Hidrológico	X	X	

Topográfico	X	X	X
Geotécnico	X	X	X
Generación y composición de los RSU y de Manejo Especial	X	X	X
Generación de biogás	X	X	
Generación de lixiviado	X	X	

7. Características constructivas y operativas del sitio de disposición final

Una vez que se cuente con los estudios y análisis señalados en la Tabla 2 el proyecto ejecutivo del sitio de disposición final deberá cumplir con lo establecido en este punto.

7.1 Todos los sitios de disposición final deben contar con una barrera geológica natural o equivalente, a un espesor de un metro y un coeficiente de conductividad hidráulica, de al menos 1×10^{-7} cm/seg sobre la zona destinada al establecimiento de las celdas de disposición final; o bien, garantizarla con un sistema de impermeabilización equivalente.

7.2 Se debe garantizar la extracción, captación, conducción y control del biogás generado en el sitio de disposición final. Una vez que los volúmenes y la edad de los residuos propicien la generación de biogás

y de no disponerse de sistemas para su aprovechamiento conveniente, se procederá a su quema ya sea a través de pozos individuales o mediante el establecimiento de una red con quemadores centrales.

7.3 Debe construirse un sistema que garantice la captación y extracción del lixiviado generado en el sitio de disposición final. El lixiviado debe ser recirculado en las celdas de residuos confinados en función de los requerimientos de humedad para la descomposición de los residuos, o bien ser tratado, o una combinación de ambas.

7.4 Se debe diseñar un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y el desalojo del agua de lluvia, minimizando de esta forma su infiltración a las celdas.

7.5 El sitio de disposición final deberá contar con un área de emergencia para la recepción de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, cuando alguna eventualidad, desastre natural o emergencia de cualquier orden no permitan la operación en el frente de trabajo; dicha área debe proporcionar la misma seguridad ambiental y sanitaria que las celdas de operación ordinarias.

7.6 Los sitios de disposición final, de acuerdo a la clasificación antes detallada, deberán alcanzar los siguientes niveles mínimos de compactación:

TABLA No. 3
Requerimientos de Compactación

SITIO		COMPACTACION DE LOS RESIDUOS KG/M ³	RECEPCION DE RESIDUOS SOLIDOS TON/DIA
A	A1	Mayor de 700	Mayor de 750
	A2	Mayor de 600	100-750
B		Mayor de 500	50-100
	C	Mayor de 400	10-50

7.7 Se debe controlar la dispersión de materiales ligeros, la fauna nociva y la infiltración pluvial. Los residuos deben ser cubiertos en forma continua y dentro de un lapso menor a 24 horas posteriores a su depósito.

7.8 El sitio de disposición final, adoptará medidas para que los siguientes residuos no sean admitidos:

a) Residuos líquidos tales como aguas residuales y líquidos industriales de proceso, así como lodos hidratados de cualquier origen, con más de 85% de humedad con respecto al peso total de la muestra.

b) Residuos conteniendo aceites minerales.

c) Residuos peligrosos clasificados de acuerdo a la normatividad vigente.

7.8.1 Los lodos deben ser previamente tratados o acondicionados antes de su disposición final en el frente de trabajo, conforme a la normatividad vigente.

7.9 Los sitios de disposición final deberán contener las siguientes obras complementarias:

TABLA No. 4
Obras complementarias requeridas de acuerdo al tipo de disposición final

	A	B	C
Caminos de acceso	X	X	X
Caminos interiores	X	X	
Cerca perimetral	X	X	X
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X
Báscula	X	X	
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X	
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X
Franja de amortiguamiento (Mínimo 10 metros)	X	X	X
Oficinas	X		
Servicio Médico y Seguridad Personal	X		

7.10 El sitio de disposición final deberá contar con:

a) Un manual de operación que contenga:

- Dispositivos de control de accesos de personal, vehículos y materiales, prohibiendo el ingreso de residuos peligrosos, radiactivos o inaceptables.
- Método de registro de tipo y cantidad de residuos ingresados.
- Cronogramas de operación.
- Programas específicos de control de calidad, mantenimiento y monitoreo ambiental de biogás, lixiviados y acuíferos.
- Dispositivos de seguridad y planes de contingencia para: incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos y manejo de lixiviados, sustancias reactivas, explosivas e inflamables.
- Procedimientos de operación.
- Perfil de puestos.
- Reglamento Interno.

b) Un Control de Registro:

- Ingreso de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, materiales, vehículos, personal y visitantes.
- Secuencia de llenado del sitio de disposición final.
- Generación y manejo de lixiviados y biogás.
- Contingencias.

c) Informe mensual de actividades.

7.11 Para asegurar la adecuada operación de los sitios de disposición final, se deberá instrumentar un programa que incluya la medición y control de los impactos ambientales, además del programa de monitoreo ambiental de dichos sitios y conservar y mantener los registros correspondientes:

7.11.1 Monitoreo de biogás

Se debe elaborar un programa de monitoreo de biogás que tenga como objetivo, conocer el grado de estabilización de los residuos para proteger la integridad del sitio de disposición final y detectar migraciones fuera del predio. Dicho programa debe especificar los parámetros de composición, explosividad y flujo del biogás.

7.11.2 Monitoreo de lixiviado

Se debe elaborar un programa de monitoreo del lixiviado, que tenga como objetivo conocer sus características de Potencial de Hidrógeno (pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y metales pesados.

7.11.3 Monitoreo de acuíferos

Los programas de monitoreo deben contar con puntos de muestreo que respondan a las condiciones particulares del sistema de flujo hidráulico, mismo que define la zona de influencia del sitio de disposición final, y por lo menos, dos pozos de muestreo, uno aguas arriba y otro aguas abajo del sitio de disposición final. Los parámetros básicos que se considerarán en el diseño de los pozos son:

- Gradientes superior y descendente hidráulico.
- Variaciones naturales del flujo del acuífero.
- Variaciones estacionales del flujo del acuífero.
- Calidad del agua antes y después del establecimiento del sitio de disposición final. La calidad de referencia estará definida por las características del agua nativa.

7.12 Cualquier actividad de separación de residuos en el sitio de disposición final no deberá afectar el cumplimiento de las especificaciones de operación contenidas en la presente Norma, ni significar un riesgo para las personas que la realicen.

8. Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial, tipo D (menos de 10 toneladas diarias)

8.1 Garantizar un coeficiente de conductividad hidráulica de 1×10^{-5} cm/seg, con un espesor mínimo de un metro, o su equivalente, por condiciones naturales del terreno, o bien, mediante la impermeabilización del sitio con barreras naturales o artificiales.

8.2 Una compactación mínima de la basura, de 300 kg/m³.

8.3 Cobertura de los residuos, por lo menos cada semana.

8.4 Evitar el ingreso de residuos peligrosos en general.

8.5 Control de fauna nociva y evitar el ingreso de animales.

8.6 Cercar en su totalidad el sitio de disposición final.

9. Clausura del sitio

9.1 Cobertura final de clausura

La cobertura debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo del biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado.

Las áreas que alcancen su altura final y tengan una extensión de dos hectáreas deben ser cubiertas conforme al avance de los trabajos y el diseño específico del sitio.

9.2 Conformación final del sitio

La conformación final que se debe dar al sitio de disposición final debe contemplar las restricciones relacionadas con el uso del sitio, estabilidad de taludes, límites del predio, características de la cobertura final de clausura, drenajes superficiales y la infraestructura para control del lixiviado y biogás.

9.3 Mantenimiento

Se debe elaborar y operar un programa de mantenimiento de posclausura para todas las instalaciones del sitio de disposición final, por un periodo de al menos 20 años. Este periodo puede ser reducido cuando se demuestre que ya no existe riesgo para la salud y el ambiente. El programa debe incluir el

mantenimiento de la cobertura final de clausura, para reparar grietas y hundimientos provocados por la degradación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como los daños ocasionados por erosión (escurrimientos pluviales y viento).

9.4 Programa de monitoreo

Se debe elaborar y operar un programa de monitoreo para detectar condiciones inaceptables de riesgo al ambiente por la emisión de biogás y generación de lixiviado, el cual debe mantenerse vigente por el mismo periodo que en el punto 9.3 de la presente Norma.

9.5 Uso final del sitio de disposición final:

Debe ser acorde con el uso de suelo aprobado por la autoridad competente con las restricciones inherentes a la baja capacidad de carga, posibilidad de hundimientos diferenciales y presencia de biogás.

10. Procedimiento para la evaluación de la conformidad

10.1 Objetivo

El procedimiento para la evaluación de la conformidad, en adelante PEC, establece, dentro del esquema de normalización, comprendido en el marco de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento, la metodología para facilitar y orientar a las Unidades de Verificación (UV) y a las entidades públicas y privadas que operen sitios de disposición final el cumplimiento de los requisitos técnicos establecidos en esta Norma Oficial Mexicana.

10.2 Referencias

Para la correcta aplicación de este procedimiento es necesario consultar los siguientes documentos vigentes:

-Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de julio de 1992 y sus reformas.

-Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (RLFMN), publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1999.

-NMX-EC-17020-IMNC-2000, Criterios generales para la operación de varios tipos de Unidades (organismos) que desarrollan la verificación (inspección).

10.3 Disposiciones generales

Para los efectos del presente PEC, se establecen las siguientes definiciones:

Acta circunstanciada: Documento expedido en cada una de las visitas de verificación en el cual se hará constar de por lo menos: hora, día, mes y año del inicio y conclusión de la diligencia; calle, número, población o colonia, municipio o delegación, código postal y entidad federativa donde se encuentre ubicado el lugar en el cual se practique la visita; cuando proceda, número y fecha del oficio de comisión que la motivó; nombre y cargo de la persona con quien se entendió la diligencia; nombre y domicilio de las personas que fungieron como testigos; datos relativos a la actuación (relación pormenorizada de la visita); declaración del visitado, si quisiera hacerla y nombre y firma de quienes intervinieron en la diligencia, incluyendo los de quienes la llevaron a cabo.

Autoridad competente: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, a los gobiernos del Distrito Federal, de los estados y municipios en el ámbito de su jurisdicción y competencia.

Dictamen de Verificación: Documento que emite y firma bajo su responsabilidad la UV por medio del cual hace constar que los sitios de disposición final cumplen con las disposiciones técnicas establecidas en la NOM, de acuerdo con lo determinado en el artículo 85 de LFMN.

Evaluación de la conformidad: La determinación del grado de cumplimiento con esta Norma Oficial Mexicana.

Informe técnico: Documento que incluye un listado de incumplimientos de la NOM y observaciones a los sitios de disposición final debidamente fundamentadas en la NOM.

Unidad de Verificación (UV): La persona física o moral que realiza actos de verificación, debidamente acreditada y aprobada para verificar el cumplimiento con la presente Norma Oficial Mexicana.

10.4 Procedimientos

La evaluación de la conformidad se llevará a cabo por las Unidades de Verificación a petición de parte:

10.4.1. Evaluación de la conformidad.

10.4.1.1 El responsable o su representante legal solicitará la evaluación de la conformidad de acuerdo con la NOM, a la UV de su preferencia quien determinará el grado de cumplimiento con la misma, durante la operación del sitio de disposición final y, en su caso, durante la construcción o clausura del mismo.

10.4.2 La UV que seleccione el responsable no debe tener relación comercial alguna ni ser empleado del propietario, ni del responsable, ni del constructor, ni del proyectista de los sitios de disposición final.

10.4.3 Recibida la solicitud de verificación, la UV de común acuerdo con el responsable del servicio, establecerá los términos y condiciones de los trabajos de verificación.

10.4.4 La verificación podrá realizarse por etapas de un proyecto de construcción, módulos, partes o ampliaciones de un sitio de disposición final. En las actas circunstanciadas debe indicarse esta situación, limitando el ámbito y las circunstancias de la verificación.

10.4.5 Se considera visita de verificación, el momento determinado en que se practica ésta, en la cual se constata ocularmente, el grado de cumplimiento con lo dispuesto en la NOM.

10.4.6 Cuando en una visita de verificación, se encuentre incumplimiento con la NOM, se asentará este hecho en el acta circunstanciada y en el informe técnico, y se notificará al responsable para que proceda en el plazo que se acuerde y se señale en el acta circunstanciada a efectuar las correcciones. Una vez que se hayan ejecutado las acciones correctivas, el responsable podrá solicitar una nueva visita de verificación.

10.4.7 El responsable podrá formular observaciones en las visitas de verificación y ofrecer pruebas a la UV al momento o por escrito dentro del término de 5 días siguientes a la fecha en que se haya levantado el acta circunstanciada correspondiente.

10.4.8 No debe emitirse el Dictamen de Verificación cuando existan incumplimientos a la NOM en el sitio de disposición final.

10.4.9 Los trabajos de verificación concluyen con la entrega del Dictamen de Verificación al responsable.

10.5 Aspectos técnicos específicos del proyecto a verificar

Para llevar a cabo la verificación, el responsable debe presentar los estudios y el proyecto ejecutivo, que incluya los criterios que se utilizaron para la selección del sitio, los trabajos realizados para sustentar dicha elección y las especificaciones que se siguieron para el diseño del sitio de disposición final, esto firmado por el Responsable del Proyecto.

La verificación a las instalaciones, debe realizarse apoyándose en los documentos presentados por el responsable, con el fin de constatar que la instalación cumple con esta NOM. En los paréntesis se incluyen los numerales que se están cumpliendo:

10.5.1 Datos generales de la instalación. (6)

- Localización cartográfica.
- Superficie por aprovechar.
- Comprobación del cumplimiento de los requerimientos de ubicación.
- Capacidad volumétrica.
- Tipo de residuos a manejar.

- Entidad responsable del sitio.
- Entidad que opera el relleno sanitario.

10.5.2 Estudio Geológico-Geohidrológico Regionales de la zona donde se ubica el sitio**10.5.3 Estudios básicos realizados en el sitio (6.3)**

- Evaluación Geológica y Geohidrológica.
- Topografía.
- Hidrología.
- Geotecnia.

10.5.4 Proyecto Ejecutivo del Relleno Sanitario (6.4, 7, 8 y 9)

- Generación y composición de residuos
- Generación de biogás
- Generación de lixiviados
- Propuesta de aprovechamiento del sitio.
- Calendarización del sitio.
- Diseños específicos.
- Manual de operación.

10.5.5 Documentos complementarios.

- Autorizaciones
- Certificaciones.
- Acreditaciones.
- Estudio de Impacto Ambiental.

10.5.6 Proyecto Ejecutivo de uso final del sitio (9)

10.5.7 En caso de no cumplir con algún punto contenido en esta Norma, se deberá demostrar ante la autoridad competente que con la aplicación de obras de ingeniería, tecnologías y sistemas, se obtengan efectos que resulten equivalentes a los que se obtendrían del cumplimiento de lo previsto en esta Norma.

10.6 Verificación

10.6.1 Los dictámenes de las UV serán reconocidos en los términos que la autoridad competente determine.

10.6.2 Las UV aprobadas, podrán consultarse en los listados emitidos por la autoridad competente y en la página de la Web de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

10.6.3 La violación a cualquiera de las disposiciones establecidas en este PEC, así como a lo establecido en los artículos 112, 112-A; 118 fracciones I, II y III y 119 fracciones I a IV de la LFMN, motivará multa, suspensión o revocación de la aprobación de la UV.

10.7. Documentación

10.7.1 Con fundamento en los artículos 73, 84, 85, 86, 87 y 88 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 80 de su Reglamento, la UV deberá entregar o enviar a la autoridad competente dentro de los primeros veinte días siguientes al vencimiento de cada trimestre del año calendario, un informe de Dictámenes de Verificación emitidos en el periodo. En el caso de no haber emitido ningún dictamen durante el trimestre, deberá notificarlo por escrito por el conducto y en el plazo antes citado.

10.7.2 La UV debe llevar registros de las solicitudes de servicio recibidas y de los contratos de servicios de verificación celebrados.

10.7.3 La UV debe conservar durante cinco años para aclaraciones y auditorías, registros de los siguientes documentos que harán evidencia objetiva, para fines administrativos y legales. De los cinco años que se hace referencia, los archivos deben mantenerse en archivo activo en el domicilio de la UV,

como mínimo dos años a partir de su fecha de emisión, al término de los cuales se pueden enviar al archivo pasivo, manteniéndose en el mismo por tres años como mínimo, antes de proceder a su destrucción.

- a). Solicitud de servicios de verificación
- b). Contratos de servicios de verificación
- c). Actas circunstanciadas, informes técnicos
- d). Dictámenes de verificación

Los archivos deben mantenerse en el archivo activo disponible en el domicilio de la UV, como mínimo dos años a partir de su fecha de emisión, al término de los cuales se pueden enviar al archivo pasivo, pero en cualquier caso, deben mantenerse en el mencionado archivo pasivo, tres años como mínimo, antes de poder proceder a su destrucción.

11. Cumplimiento

11.1 Una vez que esta Norma Oficial Mexicana entre en vigor, todos los sitios de disposición final deberán apegarse a la misma.

11.2 Los sitios de disposición final que estén en funcionamiento en el momento de entrada en vigor de la presente Norma no podrán seguir operando, a menos que regularicen su situación, conforme al siguiente procedimiento:

a) Durante el periodo de un año a partir de la fecha de entrada en vigor de la Norma, la entidad responsable de la instalación elaborará y someterá a la aprobación de las autoridades competentes un plan de regularización de la misma, que incluya las acciones y medidas que se juzguen necesarias, con el fin de cumplir los requisitos de la presente Norma.

b) Una vez presentado el plan de regularización, las autoridades competentes adoptarán una decisión definitiva en un plazo no mayor a 6 meses, sobre la cancelación o autorización de continuar las operaciones, con base en el plan de regularización y de lo dispuesto en la presente Norma. Las autoridades competentes, adoptarán las medidas necesarias para cerrar las instalaciones que no hayan obtenido, de conformidad con esta Norma, la autorización para continuar sus actividades.

c) Sobre la base del plan de regularización aprobado, la autoridad competente fijará un periodo transitorio para el implemento de dicho plan de regularización.

11.3 Todos aquellos sitios que deban ser clausurados, se apegarán al siguiente procedimiento:

Tipo de instalación	Programa de regularización
Sitio no controlado	Aplicación rutinaria de material de cobertura final antes de un periodo de 6 meses. Clausura en un término que no exceda de 18 meses
Sitio controlado	Limitación del crecimiento horizontal en un periodo de 6 meses. Clausura en un plazo máximo de 24 meses

12. Concordancia con normas internacionales

No hay normas equivalentes, las disposiciones de carácter técnico que existen en otros países, no reúnen los elementos y preceptos de orden técnico y jurídico que en esta Norma se integran y complementan de manera coherente, con base en los fundamentos técnicos y científicos reconocidos internacionalmente.

13. Bibliografía

13.1 Acevedo Alvarez. Manual de Hidráulica. Editorial Harla, México.

13.2 Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias Ambientales-Organización Panamericana de la Salud. Guía para el manejo de residuos sólidos en ciudades pequeñas y zonas rurales. Lima, Perú. 1997.

13.3 Comisión Nacional del Agua. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Mecánica de suelos. Instructivo para ensaye de suelos. México. 1990.

13.4 Comisión Nacional del Agua. Mecánica de suelos, instructivo para ensaye. México. 1990.

13.5 Diccionario de Términos Geológicos. Instituto de Geología de América. E.U.A. 1984.

13.6 Diccionario de Mineralogía y Geología, Lexis 22. Barcelona, España. 1980.

13.7 Dirección General de Servicios Urbanos D.D.F. Estudio de Comportamiento de un Relleno Sanitario mediante una celda de control. México. 1992.

13.8 Foster, S. & Hirata, R. Determinación del Riesgo de Contaminación de Aguas Subterráneas, CEPIS, OPS, Lima, Perú. 1988.

13.9 Freeze, Allan R. & Cherry John A. Groundwater. Prentice Hall Inc. E.U.A. 1979.

13.10 Gobierno del Estado de México-Secretaría de Ecología-GTZ, Grupo de Consultores en Ingeniería Ambiental. Borrador de la Norma Técnica Estatal, que establece los requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de rellenos sanitarios. México. 1999.

13.11 Gobierno del Estado de México-Secretaría de Ecología-GTZ, Grupo de Consultores en Ingeniería Ambiental. Clasificación de rellenos sanitarios en función de la cantidad de residuos sólidos municipales ingresados. México. 1999.

13.12 Gobierno del Estado de México-Secretaría de Ecología-GTZ. Requisitos para la selección, construcción, operación y clausura de sitios de disposición final en función de la cantidad de RSM por ingresar. México. 1999.

13.13 Holmes, John R. Practical Waste Management. Ed. John Wiley & Sons. E.U.A. 1983.

13.14 Jaramillo, Jorge y Zepeda, Francisco. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Organización Panamericana de la Salud. Washington, DC. 1991.

13.15 Jaramillo, Jorge, et al. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales, Una necesidad para pequeñas comunidades en México. Organización Panamericana de la Salud-Secretaría de Salud. México. 1999.

13.16 Krauskopf, K. Introducción a la Geoquímica, Segunda Edición, Mc. Graw-Hill Book Co., E.U.A. 1979.

13.17 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de octubre de 2003.

13.18 Mc Bean, Edward A., Rovers, Frank A., y Farguhar, Grahame J.- S.- Diseño e Ingeniería de Rellenos Sanitarios de Residuos Sólidos -Prentice Hall.- USA, 1995.

13.19 Nelson, Samuel B.- Ingeniería Hidráulica.- Manual del Ingeniero Civil, Tomo IV.- Frederick S. Merrit, Editor.- Mc Graw-Hill.- 2a. edición en español. México, 1992.

13.20 Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT/1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (**Diario Oficial de la Federación** 6 de enero de 1977).

13.21 Secretaría de Desarrollo Social. Apuntes de hidráulica de la Licenciatura Ingeniería Civil. México. 1978.

13.22 Secretaría de Desarrollo Social. Manuales Técnicos para el manejo adecuado de RSM. México. 1996.

14. Observancia de esta Norma

14.1 La vigilancia del cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana, corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por conducto de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente, así como a los gobiernos estatales, municipales y del Distrito Federal en el

ámbito de sus respectivas competencias. Las violaciones a la misma se sancionarán en los términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus reglamentos, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás ordenamientos jurídicos aplicables.

TRANSITORIOS

PRIMERO.- Provéase la publicación de esta Norma Oficial Mexicana en el **Diario Oficial de la Federación**.

SEGUNDO.- La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 60 días posteriores al de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación**.

TERCERO.- La presente Norma Oficial Mexicana abroga a su similar NOM-083-SEMARNAT-1996, Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 25 de noviembre de 1996, así como la aclaración publicada en el citado Organó de Difusión Oficial el día 7 de marzo de 1997.

México, Distrito Federal, a los seis días del mes de septiembre de dos mil cuatro.- El Subsecretario de Fomento y Normatividad Ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Medio Ambiente y Recursos Naturales, **Juan Rafael Elvira Quesada**.- Rúbrica.