



CENTRO UNIVERSITARIO
VASCO DE QUIROGA DE HUEJUTLA
(CUVAQH)

CENTRO UNIVERSITARIO VASCO DE QUIROGA DE HUEJUTLA

Acuerdo CIRE núm. 212/97 del 29/04/1997

Clave de incorporación UNAM: 8895-44

LICENCIATURA EN ARQUITECTURA

“ANÁLISIS Y PLANTEAMIENTO DE UN RELLENO SANITARIO PARA LA
CIUDAD DE HUEJUTLA DE REYES HIDALGO”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ARQUITECTURA

PRESENTA:

ESMERALDA RESENDIZ RODRIGUEZ
JORGE ENRIQUE HERNANDEZ ALVARADO

ASESOR DE TESIS:

M.A. FABIOLA GONZÁLEZ GONZÁLEZ



Arquitectura
CUVAQH

HUEJUTLA DE REYES HIDALGO, ENERO DEL 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Abstract	1
Resumen	2
Introducción	3
Descripción del problema	6
Justificación	8
Objetivos generales	10
Objetivos particulares	11

CAPITULO I: GENERALIDADES

I.1 Definición y Antecedentes del relleno sanitario	12
I.2 Método de relleno	13
I.3 Ventajas y desventajas del relleno sanitario	17
I.4 Tipos de residuos	18
I.5 Selección del sitio	22
I.5.1 Metodología de la selección del sitio	20
I.6 Preguntas de investigación	21

CAPITULO II: ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL y SOCIOECONOMICO DEL MUNICIPIO DE HUEJUTLA DE REYES HIDALGO

II.1 Rasgos físicos.....	23
II.2 Contexto natural.....	24
II.2.1 Climatología.....	24
II.2.2 Rasgos biológicos.....	25
II.2.3 Precipitación pluvial	26
II.2.4 Tipo de suelo	28
II.2.5 Tipo de vegetación	35
II.2.6 Fauna	35
II.2.7 Ecosistema y paisaje	35
II.3 Medio socioeconómico.....	36
II.3.1 Población	36
II.3.2 Infraestructura social y de comunidades	38
II.4 Contexto geográfico	40
II.4.1 Ubicación	40
II.4.2 Hidrografía	40
II.4.3 Orografía	40
II.5 Edificios análogos	41

II.5.1 Estatales	41
II.5.2 Nacionales	42
II.5.3 Internacionales	43
II.6 Normatividad	44
II.6.1 SEMARNAT	44
II.6.2 LGEEPA	46
II.6.3 Reglamento de construcción.....	48
II.6.4 Reglamento de operación	51
II.7 Especificaciones técnicas de diseño	61
II.7.1 Características de dimensiones	61

CAPITULO III: HIPOTESIS Y VARIABLES

III Hipótesis general	72
III.1.2 Sub – hipótesis	72
III.1.3 Variables.....	73
III.1.4 Variables e indicadores.....	74
III.2 Metodología	75
III.3 Población y muestra.....	77
III.4 Técnicas	84
III.5 Instrumentos	85
III.6 Cronograma.....	86

CAPITULO IV RESULTADOS

IV Análisis de sitio.....	87
IV.1 Selección del sitio.....	87
IV.1.2 Ubicación del terreno.....	87
IV.1.3 Tipo de suelo.....	91
IV.2 Características del terreno.....	93
IV.2.1 Vegetación	93
IV.2.2 Fauna	93
IV.2.3 Entorno natural	93
IV.3 Diseño del relleno sanitario.....	94
IV.3.1 Selección del método de operación.....	94
IV.3.2 Celda diaria	96
IV.3.3 Material de cobertura	99

IV.3.4 Frente de trabajo	99
IV.3.5 Vida útil	100
IV.3.6 Programación del relleno sanitario	101
IV.3.7 Excavación y rellenos para desplante de la celda I	101
IV.3.8 Construcción del camino interno.....	102
IV.3.9 Impermeabilización de celda I	102
IV.3.10 Colocación del drenaje para captación de lixiviados y suelo de protección	102
IV.3.11 Construcción de captación de aguas pluviales	103
IV.3.12 Construcción de caseta de control y vigilancia	103
IV.3.13 Construcción de infraestructura	103
IV.3.14 Distribución de señalamiento.....	103
IV.3.15 Construcción del sistema de tratamiento de lixiviados.....	104
IV.3.16 Relleno de residuos en la celda.....	104
IV.3.17 Superficie final.....	104
IV.3.18 Análisis de contaminación del suelo	104
IV.3.19 Generación y control de biogás	105
IV.3.20 Características y procesos de generación de biogás	105
IV.3.21 Control de biogás en el relleno sanitario.....	106
IV.3.22 Sistema de control de monitoreo	107
IV.3.23 Monitoreo de biogás	108
IV.3.24 Control de biogás	109
IV.3.25 Manejo de aguas pluviales	110
IV.3.26 Drenajes pluviales externos e internos	111
V. programación del sitio de construcción	112
V.1 Recursos que serán alterados	112
V.1.2 Materiales.....	112
V.1.3 Servicios.....	113
V.1.4 Acceso principal al relleno sanitario.....	114
VI. CONCLUSION	115
BIBLIOGRAFIA.....	116
VI. ANEXOS	120
PLANO DE CONJUNTO	
PLANO TOPOGRAFICO	
PLANO DE OFICINAS	

DEDICATORIA

Primeramente, quiero agradecer a Dios por darme la inteligencia y sabiduría por permitirme culminar esta gran carrera, por darme salud para mantenerme y llegar a donde estoy, y por darme a tan hermosa familia, quien confió en mí, que siempre estuvo al pendiente de mí y fueron parte de este camino.

A mis padres y hermanas les dedico este gran esfuerzo, porque fueron mi motivo por seguir adelante, mi gran apoyo incondicional, me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios mi perseverancia, mi empeño y por ellos eh llegado hasta aquí, quiero dedicarlo principalmente a las personas que más amo y que siempre fueron mi motivación para lograr esta meta, quienes con sus consejos me impulsaron a seguir y han estado a mi lado en todo momento, a mis padres.

ESMERALDA RESENDIZ RODRIGUEZ

DEDICATORIA

Primeramente, dar gracias a dios por brindarme salud y paciencia para lograr tan importante carrera profesional y así mismo permitirme alcanzar esta meta de culminar con éxito esta tesis.

Así mismo esta investigación la dedico a todos los que siempre creyeron en mí, a quienes con sus buenos ánimos y apoyo incondicional estuvieron apoyándome, especialmente y de manera incondicional a las personas que amo inmensamente, quienes con su apoyo y constancia me han impulsado a lograr esta importante meta en mi vida, mis padres.

Este logro también es grato compartirlo con mis docentes, quienes fueron parte importante de mi formación y que gracias a ellos hoy puedo decir con satisfacción que he logrado un paso importante.

JORGE ENRIQUE HERNANDEZ ALVARADO

ABSTRAC

This project proposal consists on the creation and location of a sanitary landfill for the city of Huejutla De Reyes, Hgo. Taking the surrounding urban environment as a point of reference, it will describe the important aspects with which it must design, since for the proper functioning of this space, it must have approval of use and function.

Taking as a starting point the serious pollution problems that have arisen in natural spaces and places very close to the urban area of the city, there is currently a shortage for the collection of waste, therefore we will determine a research study where it specifies how the past and current conditions of environmental cleaning within the population demarcation, the data collection method will be used, which will show us what has been the evolution process and / or affectations that have been increasing as a result of the population increase and that brings with it increased pollution to the environment. A content analysis will be carried out based on the previous inquiries which will indicate which would be the feasible urban site for the relocation of this municipal waste deposit, in accordance with the urban environmental regulations that this type of project entails.

RESUMEN

Esta propuesta del proyecto consiste en la creación y ubicación de un relleno sanitario para la ciudad de Huejutla De Reyes, Hgo., comenzando con el entorno urbano que lo rodea, junto con ello plantearemos un espacio urbano con uso permanente, diseñado con la finalidad de almacenar los deshechos vecinales.

Tomando como punto de partida los graves problemas de contaminación surgidos en espacios naturales y sitios muy cercanos a la mancha urbana de la ciudad, actualmente existe un desabasto para la recolección de los residuos, por ello determinaremos un estudio de investigación donde especifique cómo han sido las condiciones pasadas y actuales de limpieza ambiental dentro de la demarcación poblacional, se utilizara el método de recopilación de datos, los cuales nos marcaran cual ha sido el proceso de evolución y/o afectaciones que han ido aumentando a raíz del incremento poblacional, que trae consigo mayor contaminación al medio ambiente. Se realizará un análisis de contenido a partir de las averiguaciones previas las cuáles nos indiquen cuál sería el sitio urbano factible para la reubicación de este depósito de residuos municipales, rigiéndose con las normas urbanas ambientales que conlleva este proyecto de este tipo.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día el tema de contaminación hacia el medio ambiente es de suma importancia y relevancia dentro de la población huasteca, tomando en cuenta que se relacionan en los núcleos urbanos.

Uno de los mayores problemas que se ve seriamente afectado es el incremento y acumulación de residuos sólidos urbanos en la ciudad, esto es ocasionando debido al aumento de población que se ha generado desde años atrás, ha sido una de las principales razones por las cuales se genera una demanda en cuanto a la extensión de residuos sólidos, dando así parte al problema de la explosión demográfica que se genera.

La acumulación de residuos tóxicos son una gran contrariedad para el medio ambiente dejando un mal aspecto y deterioro de imagen, basándonos en que se ha hecho a un lado la política de aseo urbano, lo cual ha generado un daño al ambiente (aire, suelo y agua) facilitando mal aspecto y malos olores, tomando en cuenta que los ríos son los más afectados, motivo por el cual se debe de proporcionar un mejor manejo de aseo político en la ciudad.

Para la ciudad de Huejutla el crecimiento urbano ha sido uno de los principales factores de los desechos de residuos sólidos ya que se ha ido generando una tasa de incremento urbano de 42.90% a partir de los años 90.

No obstante, a lo que está sucediendo en la ciudad, no se tiene plena conciencia en cuanto a la acumulación de residuos sólidos urbanos que realiza la multitud, continúa desechando en gran cantidad incontrolados directamente al suelo siendo llamado a “cielo abierto” generando en si un mal aspecto y dañando al medio ambiente como lo es el suelo, aire, tomando en cuenta que también puede ser dañino para la salud humana.

El artículo 10 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) establece que los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final.

Por ello a través de esta información se conocerán los antecedentes y ubicaciones de los rellenos sanitarios, desglosando sobre esta misma las particularidades con las que contaban,

los daños que ocasionaron en la demarcación, citar porque el movimiento de estos mismos, algo importante e indispensable de conocer son, que afectaciones tuvieron los ecosistemas cercanos, mencionar las inconformidades surgidas hacia los pobladores que viven próximos al basurero conforme la población urbana va incrementando su crecimiento.

Un relleno sanitario, también llamado vertedero o basurero es un espacio urbano donde se depositan los residuos sólidos urbanos de una ciudad después de haber recibido determinados tratamientos. Para impedir que se contamine el suelo subsuelo, se impermeabiliza el terreno con polietileno de alta densidad u otra sustancia. Libremente del método que sea empleado ya sea (zanja o trinchera, área) el método que se utiliza en estos casos es cubrir los residuos sólidos por capas siendo así arcilla, arena o tepetate.

Las características de suelo, utilidades que se pueden plantear para estas, los tipos de suelos que abundan en el lugar, son unos de los puntos necesarios de conocer para llevar a cabo una propuesta para el relleno sanitario, además de lo antes mencionado, dentro de esta propuesta también se debe de acatar las normas que rigen para la propuesta de esta, las limitantes propuestas, los factores de uso, analizar los pros y contras del terreno a proponer, de acuerdo con las características del relleno sanitario se tomara en cuenta el tipo de suelo utilizando así la topografía de acuerdo al terreno que sea asignado.

Finalmente se plantea una propuesta metodológica y un procedimiento de investigación derivado del enfoque normativo y constructivo de este dicho tema de un relleno sanitario, mostrando el resultado de su correcta aplicación y fijación de este espacio.

Dando así su mejor funcionamiento al relleno sanitario, realizando el manejo desde el diseño tomando en cuenta que no se vea afectado el medio ambiente, dando a esto la finalidad de residuos sólidos urbanos mejorando a la ciudad no tanto en su labor estética si no tomando en cuenta la importancia de la sanidad, así como la eliminación de los problemas al medio ambiente no dejando a un lado que solo serán depositados los residuos no peligrosos.

La construcción del relleno sanitario vendrá a mejorar la calidad de ambiente de la ciudad, cabe mencionar que esta ejecución es la mejor manera para la eliminación de los residuos tóxicos siendo así un método completo y definitivo. De tal manera se implementarán nuevas estrategias de recolección de desechos, facilitando las rutas de los camiones recolectores de

basura, además de implementar una planta tratadora de los desechos que puedan ser reutilizables, junto con ello plantearemos un espacio urbano con uso permanente.

El lugar asignado para esta construcción debe ser ampliamente estudiado, basándonos en los criterios topográficos, tomando en cuenta que se aportaran las mejores condiciones y el mejor funcionamiento para la seguridad de la población y sobre todo del medio ambiente. El relleno sanitario puede contar con la ventaja de utilizar terrenos que antes eran improductivos haciéndolos parte de un lugar productivo para la población.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La creación de la ciudad de Huejutla ha ido evolucionando poco a poco acorde al paso del tiempo, logrando ampliar el número de sus habitantes y con ello conformando nuevas colonias y localidades, estas se han establecido sin ninguna planificación urbana, por ello cada vez observamos demasiada acumulación de desechos por la mayoría de sus vialidades. Uno de los factores de este problema se ve reflejada los días domingos, ya que es cuando se lleva a cabo la plaza comercial ubicándose por las vialidades principales de la zona del mercado, dejando consigo demasiadas toneladas de basura que son ubicadas sobre las mismas vialidades, otro aspecto importante por mencionar es la grave falta de cultura con la que carece la sociedad, ya que no tienden a separar la basura y la arrojan por donde vean más acumulación y/o amontonamiento de las mismas, los camiones recolectores de los desechos a pesar de que circulan diariamente por las zonas principales (mercado-centro) de la ciudad no abastecen la totalidad de los desechos generados, trayendo como consecuencia que calles del entorno urbano estén repletas de basura. Por lo contrario, en la mayoría de las colonias aledañas a la ciudad solamente se recolectan los desechos en ciertos días de la semana, perjudicando las propias calles a la zona poblacional en la que viven.

Actualmente la problemática principal de la ciudad es que no cuenta con un relleno sanitario propio y a consecuencia de esto, los residuos generados al día se ven almacenados por las distintas calles y avenidas que conllevan la zona urbana, generando molestia a los habitantes y personas que transitan por las calles, ya que éstas generan demasiados olores fétidos y **regato** de estas provocadas por los caninos. Cabe mencionar que a raíz de este problema la alcaldía municipal ha optado por depositar los residuos en municipios cercanos como lo son (Huautila, Hgo. Tamazunchale, SLP. Platon y Chiconamel, Ver.) Teniendo una respuesta desfavorable ya que son demasiadas toneladas de residuos generados que desgraciadamente los basureros no alcanzan a almacenarlos.

En este apartado se muestra claramente como luce el espacio que se utilizaba como basurero municipal de Huejutla de Reyes, Hgo. Ubicado en un predio particular, cubriendo un total de 5000 m², dicho basurero se encontraba a la intemperie, sobre la carretera Huejutla-Huizachahualt, km 37.



Es a la intemperie donde se desechan los residuos de la ciudad, estos no llevan ningún proceso de purificación, provocando grandes afectaciones a los mantos acuíferos cercanos, así como tierras que se utilizaban para el cultivo de campo.



Así es como lucen algunas de las vialidades céntricas de la ciudad, en las cuales la población deposita sus desechos irresponsablemente.

JUSTIFICACIÓN

Cada día en la ciudad observamos mucha más generación de contaminación y desechos almacenados por las calles de la zona urbana, junto con ello la falta de planificación de las vialidades, siendo estas usadas como puntos de tiraderos vecinales, utilizando estos espacios no específicos para la colocación y recolección por los vehículos trasladadores de basura, es importante mencionar que actualmente el municipio de Huejutla de Reyes desde años atrás no cuenta una alternativa para un espacio que funja como relleno sanitario, sino más bien es un tiradero de desechos, además de que esta no cumple con las normas de salud ni dimensiones que demanda el municipio, por ello se origina el llevar a cabo el análisis con el que cuentan actualmente estos espacios, siendo la contaminación por basura, aquella que implica daños al suelo, aire y agua por la acumulación de residuos no deseados. Se considera que la basura está conformada por desechos depositados de forma incorrecta y concentrada tanto residuos sólidos, como líquidos.

La necesidad de plantear un nuevo relleno sanitario y junto con ello diseñar espacios urbanos como puntos de recolección de estas, siendo regidas por todas las normas urbanas y de salud, tomando siempre como referencia la normatividad mencionada, esto nos llevara a adquirir los objetivos propuestos, logrando a que venga a dar solución a la problemática de abastecimiento de la misma basura, además de que este no provoque daños a los ecosistemas cercanos, ni mucho menos a la mancha urbana de la ciudad, de esta manera obtener que las calles de las colonias como las vialidades sean libres de desechos sólidos.

Es importante destacar que es una gran necesidad que la población requiere hacia el relleno sanitario a construir ya que es una mejora para la ciudad, contemplando así las medidas y el plan que se necesita para la realización de este. El relleno sanitario es una de las mejores construcciones para la disolución de basura y residuos sólidos, por ello se planea su construcción para darle fin al abastecimiento de basura generada por la población, contando con el mejor tratamiento y seguimiento que se necesita para lograr obtener un relleno sanitario con las medidas de salud que se solicitan.

En relación con el diseño del relleno sanitario que será realizado para lograr la disposición final de los residuos sólidos urbanos obtenidos por la ciudad de Huejutla y sus alrededores, dependerá de la medición topográfica necesaria al sitio asignado.

OBJETIVO GENERAL

El propósito es implementar una alternativa para la disposición final de residuos sólidos urbanos generados en la ciudad de Huejutla de Reyes Hidalgo, en cuanto a la propuesta de construcción de un relleno sanitario. Esto con el fin de eliminar la gran contaminación que está siendo generada en la ciudad, lo cual está dañando al medio ambiente aire, suelo y agua, siendo así uno de los factores con mayor problema creando malos olores y dando un aspecto inadecuado.

Generar la propuesta de construcción y la disposición del relleno sanitario dará la finalidad a los residuos sólidos urbanos con la disposición de utilizar el mejor manejo que se requiere para el correcto funcionamiento tomando en cuenta la prevención de los efectos negativos al medio ambiente, serán diseñadas las obras complementarias para la construcción y dar fin al gran problema de contaminación de basura en la ciudad.

OBJETIVOS PARTICULARES

- Determinar las condiciones con las que debe contar un relleno sanitario, basándonos en las normas técnicas complementarias de la SEMARNAT.
- Establecer puntos estratégicos dentro de la zona urbana de la ciudad y junto con ello diseñar espacios con características especiales y funcionales para almacenar los desechos que serán recogidos por los camiones recolectores.
- Determinar un espacio con las condiciones apropiadas y muy próximo a la ciudad, donde se establezca el relleno sanitario fijo y que no genere ningún tipo de inconveniente.

CAPITULO I

ANTECEDENTES

I.1 DEFINICIÓN Y ANTECEDENTES DE UN RELLENO SANITARIO

A mediados del siglo XX durante este periodo las autoridades sanitarias daban pie a varias alternativas para dar fin a los residuos sólidos, las cuales eran incineración compostaje, disposición del mar, ríos y vertederos a cielo abierto. En la segunda posguerra ingenieros militares encontraron el método de darle fin a los residuos pues descubrieron que el relleno sanitario era uno de los métodos más favorables, y tomo su patria como uno de los triunfadores.

En términos generales un relleno sanitario se encarga de la disposición final de los residuos sólidos, líquidos y gases que estos producen posteriormente en el suelo y los cuales son dañinos para el medio ambiente. De este modo busca el progreso de la población tratando de mejorar y de no generar peligro o malestar para el ser humano. Asimismo, es desarrollado a través del proceso de ingeniería el cual se basa en la compactación de basura cubriéndola al término de las operaciones por una capa de tierra.

Posteriormente un relleno sanitario se define por un proceso de ingeniería que se encarga de la disposición final de residuos sólidos urbanos en el suelo, de esta forma ayuda y protege al medio ambiente, basándose en el tratamiento que se realiza por capas delgadas de residuos cubriéndolas por capas de tierra al finalizar cada trabajo.

Con relación a la construcción de un relleno sanitario, es importante verificar el tipo de terreno que esta seleccionando, siendo que hay muchos factores y técnicas a utilizar, una de ellas es la elección del espacio correcto tomando en cuenta que tenga las características necesarias como lo es la profundidad que se puede alcanzar, la gran disponibilidad de tierra necesaria para el cubrimiento de los residuos, así mismo utilizando la topografía para optar por un terreno factible, la condición del espacio es sumamente indispensable para la decisión del método a construir que se utilizara ya sea zanja, área o combinados, así como también que no genere impacto al medio ambiente dañando el agua, el agua aire y suelo, el cual no sea un daño para los ecosistemas.

I.2 MÉTODOS DE RELLENO

Los métodos usados para disponer los Residuos Sólidos Urbanos en un relleno sanitario estarán en función del perfil del terreno y que resulte más conveniente en el desarrollo de los trabajos, clasificándose como:

- Zanja o Trinchera
- Área
- Cañón o Terrazas
- Rampa
- Terraplén
- Combinado

Las características principales y funcionamiento se describen a continuación:

Método de zanja o trinchera

Este método se usa normalmente en sitios donde el nivel de aguas freáticas es profundo, las pendientes del terreno son suaves y las trincheras pueden ser excavadas utilizando equipos normales de movimiento de tierras.

Este método consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado de la trinchera, donde son esparcidos y compactados con el equipo adecuado, en capas, hasta formar una celda que después será cubierta con el material excavado de la trinchera, con una frecuencia mínima de una vez al día esparciéndolo y compactándolo sobre los residuos.



Método de área

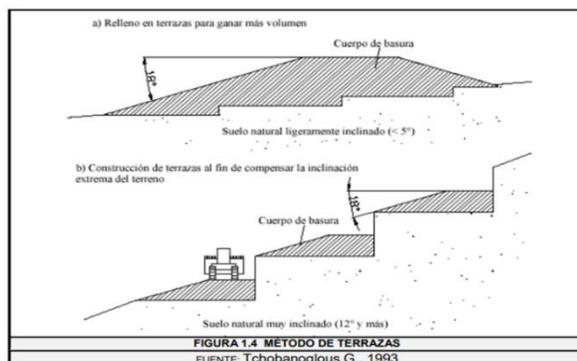
Este método se puede usar en cualquier tipo de terreno disponible como canteras abandonadas, inicio de cañadas, terrenos planos, depresiones y Ciénegas contaminadas; un

punto importante en este método para que el relleno sea económico es que el material de cubierta debe transportarse de lugares cercanos a éste. El método es similar al de trinchera y consiste en depositar los residuos sobre el talud inclinado, se compactan en capas inclinadas para formar la celda que después se cubre con tierra. Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del área a rellenar y se avanza hasta terminar en el otro extremo.



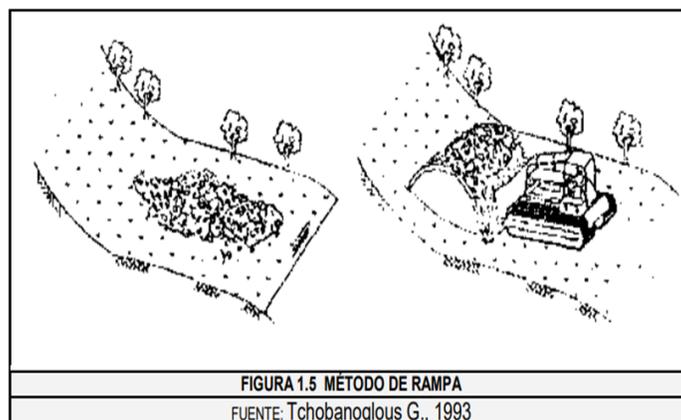
Métodos de terrazas

Este sistema se emplea principalmente cuando los residuos sólidos han sido depositados en cañadas o barrancas. Se considera como una variable del método de área, consiste primordialmente en dividir el talud original de los residuos en dos o más secciones, dependiendo de la altura y longitud del talud; esta división se marca dejando una superficie horizontal, de modo que entre talud y talud existe un ancho de corona. Cabe mencionar que en este método también es necesario mover, conformar y cubrir los residuos.



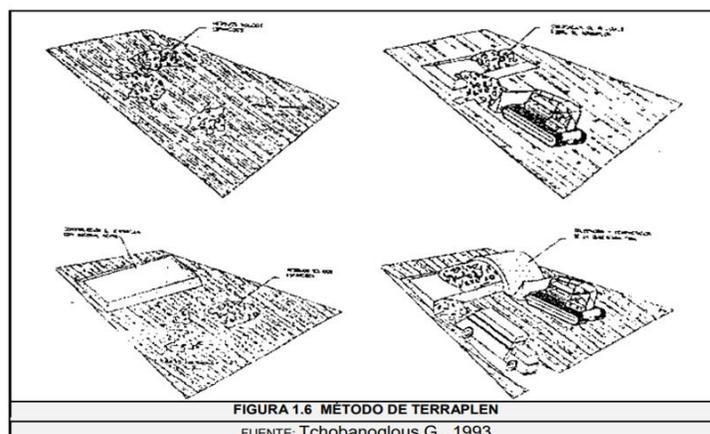
Método de rampa

Es una variación del método de área, y se emplea generalmente en terrenos ondulados. Consiste en mover, conformar y compactar los residuos sobre el talud del terreno, para posteriormente ser cubierto con material inerte.



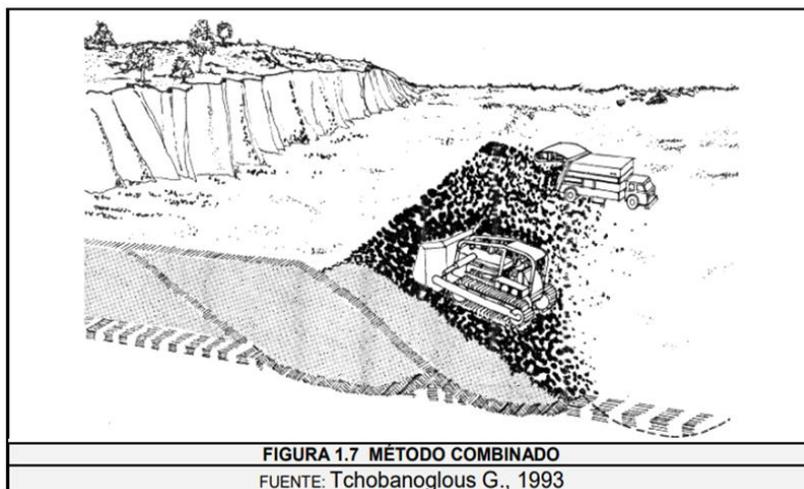
Método de terraplén

Este método es empleado en lugares donde el tipo de terreno es pantanoso, por lo que es necesario realizar un terraplén sobre el nivel del terreno, con material seco, donde puedan ser colocados, conformados y cubiertos los residuos sólidos.



Método combinado

En algunos casos cuando las condiciones geohidrológicas, topográficas y físicas del sitio elegido para llevar a cabo el relleno sanitario son apropiadas, se pueden combinar los dos métodos anteriores; por ejemplo, se inicia con el método de trinchera y posteriormente se continúa con el método de área en la parte superior. Otra variación del método combinado consiste en iniciar con un método de área, excavando el material de cubierta de la base de la rampa, formándose una trinchera, la cual servirá también para ser rellenada. Los métodos combinados son considerados los más eficientes ya que permiten ahorrar el transporte del material de cubierta (siempre y cuando exista éste en el sitio) y aumentan la vida útil del sitio; o bien, se menciona que este método se recomienda cuando se carece de material de cubierta en la zona, además de que el volumen adicional que proporciona la trinchera economiza la utilización de dicho material.



I.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE UN RELLENO SANITARIO

VENTAJAS

- El relleno sanitario es el método y manejo más eficiente para lograr la eliminación de basura dando así una finalidad a los residuos sólidos
- Se evitan los problemas de cenizas y la descomposición del ambiente puesto que el relleno sanitario es uno de los métodos para la finalización de los residuos.
- Los costos de la realización son reducidos dependiendo el tamaño que se logra operar, no olvidando los recursos financieros y técnicos para el diseño y la construcción.
- Se recuperan terrenos que antes no tenía algún uso y eran improductivos, haciéndolos de estas zonas recreativas.
- Es método factible ya que se necesita muy poco equipo y mano de obra siendo que este incrementa la cantidad de residuos sólidos urbanos

DESVENTAJAS

- La falta de conocimiento en método de empleo que se necesita para la construcción del relleno sanitario.
- Cuando el terreno no es cercano a la ciudad debido a la incrementación del crecimiento urbano, el costo de transporte se verá sumamente afectado.
- La cercanía de rellenos sanitarios a la población urbana se ve seriamente afectado tomando esto una queja pública hacia la construcción.
- Si no se toman las medidas necesarias y no se utiliza el método adecuado este puede provocar olores desagradables, daño al medio ambiente como lo es al aire.

I.4 TIPOS DE RESIDUOS SÓLIDOS

Domiciliarios

Los residuos domiciliarios son todos aquellos que se generan en las casas-habitación y no requieren alguna técnica especial para su control.

Comerciales

Los residuos comerciales son generados en todo tipo de establecimientos comerciales. Al igual que los residuos domiciliarios, no requieren técnicas especiales para su almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

De Vías Públicas

Son los residuos que se generan por la limpieza de calles, avenidas, parques, jardines, rastros y demás lugares públicos. Una vez recolectados pueden ser colocados directamente en los lugares de disposición final. En el caso de los desperdicios provenientes de los rastros se recomienda su incineración inmediata.

Institucionales

Los residuos institucionales son originados en las oficinas públicas y privadas. Este tipo de residuos no representa peligro y son fácilmente manejables, desde su proceso de generación hasta su disposición final.

De Mercados

Son generados en estos establecimientos y se componen, en su mayor parte, por residuos alimenticios tanto vegetales como animales, y en general, por productos o materias orgánicas que se pudren con facilidad en un lapso de tiempo muy corto, por lo que requieren de una rápida recolección.

De Hospitales

Se generan en hospitales, así como en clínicas, laboratorios y centros de investigación médica.

Están compuestos por diferentes tipos de residuos como los alimenticios, de material sintético y residuos que pueden ser peligrosos, potencialmente peligrosos o incompatibles, por lo cual requieren un tratamiento adecuado.

Los residuos peligrosos son aquellos que por sus características físicas, químicas y biológicas representan, desde su generación, daños al medio ambiente, como son detergentes y material radioactivo.

Los residuos potencialmente peligrosos son todos aquellos que por sus características físicas, químicas y biológicas pueden representar un daño para el ambiente, por ejemplo: el material farmacéutico.

Los residuos incompatibles son aquellos que al combinarse o mezclarse producen reacciones violentas o liberan sustancias peligrosas, como gases y demás productos inflamables.

Industriales

Son generados en cualquier proceso de extracción, beneficio, transformación o producción. Estos residuos, al igual que los anteriores, se pueden clasificar en peligrosos, potencialmente peligrosos y no peligrosos, dependiendo de sus características físicas, químicas y biológicas, así como del tipo de industria que los generó y también requieren de un tratamiento especial.

I.5 SELECCIÓN DEL SITIO

I.5.1 METODOLOGÍA DE LA SELECCIÓN DEL SITIO

Dentro del análisis es importante destacar y mencionar que la selección del sitio a construir es uno de los primeros pasos que se llevan a cabo para lograr el diseño de un relleno sanitario, tomando en cuenta que no solo se lleve una adecuada planeación y un mejor proceso. Así mismo que cumpla con los requerimientos que avale su correcta ubicación y futura operación.

De igual forma el objetivo para llevar a cabo la selección del sitio, es tomar en cuenta que este, cuente con la disposición económica del traslado de los residuos y no afecte tanto al ambiente como a la salud humana. En relación con la norma regida por la SEMARNAT (NOM-083-SEMARNAT-2003) dentro de esta se establecen las características que debe aportar un relleno sanitario.

- Estar ubicado en un sitio donde no impacte de forma negativa al medio ambiente
- Contar con la cantidad adecuada de material de cobertura
- Ser lo suficientemente grande para recibir los residuos de la comunidad
- Contar con las medidas necesarias de seguridad contra el movimiento incontrolado de gas de los residuos
- Ser compatible con el uso de suelo

I.6 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Cuáles son las normas principales para la construcción de un relleno sanitario?

Tomando en cuenta la información de la SEMARNAT NOM-083-SEMARNAT-2003 hace referencia para la protección del medio ambiente con el fin de seleccionar el sitio, diseño y construcción.

2. ¿Qué beneficios se obtienen a la construcción de un relleno sanitario?

Es considerado que un relleno sanitario es una de las mejores construcciones para dar finalidad a los residuos sólidos urbanos, además este es un método factible ya que se necesita muy poco equipo y mano de obra, siendo que la ciudad genera demasiada cantidad de residuos sólidos.

3. ¿Cuál es la extensión territorial de Huejutla?

Huejutla cubre una extensión territorial de 394.85.8 km², lo cual significa el 1.80 de la superficie del estado

4. ¿Qué función cumple un relleno sanitario?

Diseñado para la disposición final de la basura. Este método consiste en depositar en el suelo los desechos sólidos, los cuales se esparcen y compactan reduciéndolos al menos volumen posible para que así ocupen un área pequeña

5. ¿Qué impacto benéfico genera contar con un relleno sanitario?

Evita la contaminación de las aguas subterráneas y superficies más cercanas, además este es un método más completo y definitivo para la eliminación de todo tipo de desechos sólidos, una de las cosas más relevantes es que esta puede ubicarse cerca del área urbana, reduciendo los gastos de transportes.

6. ¿Qué cantidad de colonias y comunidades existen en la ciudad de Huejutla Hidalgo?

Huejutla se compone de 77 colonias y 202 comunidades aledañas y pertenecientes al municipio

7. ¿Con cuanta cantidad de población cuenta la ciudad?

La población total de la ciudad es de 115,786 personas de las cuales 57076 son masculinos y 58710 femeninas.

8. ¿Qué cantidad de residuos sólidos son generados por día?

Se registra un total de 102 toneladas diariamente

9. ¿Qué aspectos se deben considerar para la creación y construcción del diseño?

Debe reunir las condiciones técnicas adecuadas como son: topografía, nivel a que se encuentran las aguas subterráneas y disponibilidad de material para cubrir la basura, se debe contar con una buena compactación de los desechos sólidos, antes y después de cubrirlos con tierra.

CAPITULO II

ASPECTOS GENERALES DEL MEDIO NATURAL DEL MUNICIPIO DE HUEJUTLA DE REYES HIDALGO

II.1 RASGOS FÍSICOS

La ciudad de Huejutla de Reyes, Hgo. Es uno de los municipios con mayor extensión poblacional del estado de Hidalgo, de lo cual alberga más comunidades que colonias, dentro de este municipio existen varias carencias de espacios indispensables para un buen desarrollo y grata armonía entre los habitantes, tal es el caso de esta investigación, lo cual enfatizamos la gran falta y problemática que genera el no contar con un relleno sanitario.

Al crearse el Estado de México, el 4 de octubre de 1824, Huejutla pasó a pertenecer al mismo y hasta 1869 fue incorporado al naciente Estado de Hidalgo. En el año de 1866, el humilde Huejutlense Antonio Reyes Cabrera “El Tordo”, al frente de un grupo de patriotas, atacó el destacamento de invasores franceses que había en el pueblo y los derrotó el 21 de mayo de ese mismo año, este mismo murió en acción de guerra. Por ello Huejutla lleva su nombre en memoria de aquel valiente que defendió su tierra natal y supo dar ejemplo de valor y heroísmo.

Contando como referencia los datos anteriores de la creación de la ciudad e investigando con historiadores – cronistas del mismo municipio, se tiene como resultado que en la ciudad desde su creación no ha surgido ni ha contado con un relleno sanitario municipal. Huejutla tiene como registro varios espacios de los cuales ha dispuesto y utilizado como basureros municipales, estos han sido llevados a cabo sin las normativas correspondientes, ya que todos los predios utilizados eran situados al aire libre y muy cercanos a zonas rurales, además de que afectaban a los mantos acuíferos cercanos, esto derivado al incremento poblacional y debido a las necesidades de donde depositar los residuos generados por todos los habitantes.

II.2 CONTEXTO NATURAL

II.2.1 CLIMATOLOGÍA

El municipio se encuentra al norte del estado y geográficamente ente los paralelos 21°08´ de latitud norte y 98°25´ de longitud del oeste, teniendo una altitud de 140 metros sobre el nivel del mar.

En la ciudad predomina el clima cálido-húmedo este debido a la altitud que se encuentra sobre el nivel del mar, de cual estamos hablando sobre 172 metros y una temperatura media anual registrada de 31.1°C la precipitación anual es de 1,500 milímetros por año.

Gracias al clima que prevalece la ciudad se ha podido generar la agricultura laborando uno de los principales cultivos necesarios para la población siendo así el maíz y el frijol con una superficie sembrada de 14,587 hectáreas de maíz y con 498 hectáreas de frijol, así mismo destacan los cultivos de tomate, café y chile.

En base a la fruticultura, los frutos cultivados son la naranja, limón, plátano, mango, papaya, lima y guayaba, estos son algunos de los que destacan principalmente en la región.

En la temporada de lluvia el clima tiende a ser muy caliente, opresivo y nublado, posteriormente la temporada seca es caliente y parcialmente nublada. La temperatura generalmente varía entre los 14°C y los 35°C en ocasiones muy escasas baja a menos de 10°C o sube de los 39°C, con lluvia en verano con una acumulación promedio en 235 mililitros.

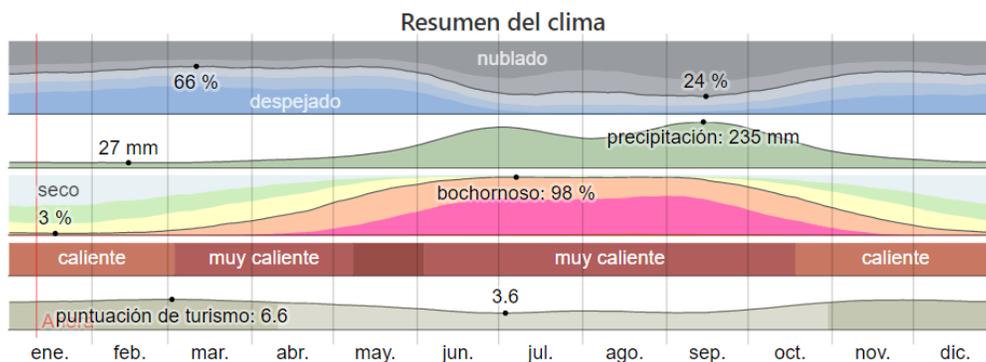


Tabla 2.1 Resumen del clima

Fuente: Weather Spark Huejutla Hgo

II.2.2 RASGOS BIOLÓGICOS

En relación con los tipos de vegetación que se presentan en la ciudad, la flora se compone de un follaje de selva media.

La presencia humana es la que afecta en gran medida la extensión del recurso forestal.

II.2.3 PRECIPITACIÓN PLUVIAL

Un día húmedo es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en la ciudad de Huejutla de reyes varía considerablemente durante el año.

La temporada más mojada dura 4.2 meses, de 5 de junio al 11 de octubre, con una probabilidad de más del 39 % de que cierto día será un día mojado. La probabilidad de un día mojado es del 64 %.

La temporada más seca dura 7.8 meses, del 11 de octubre al 5 de junio. La probabilidad mínima de un día mojado es del 15%.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, en base a esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 64 % el 2 de septiembre.

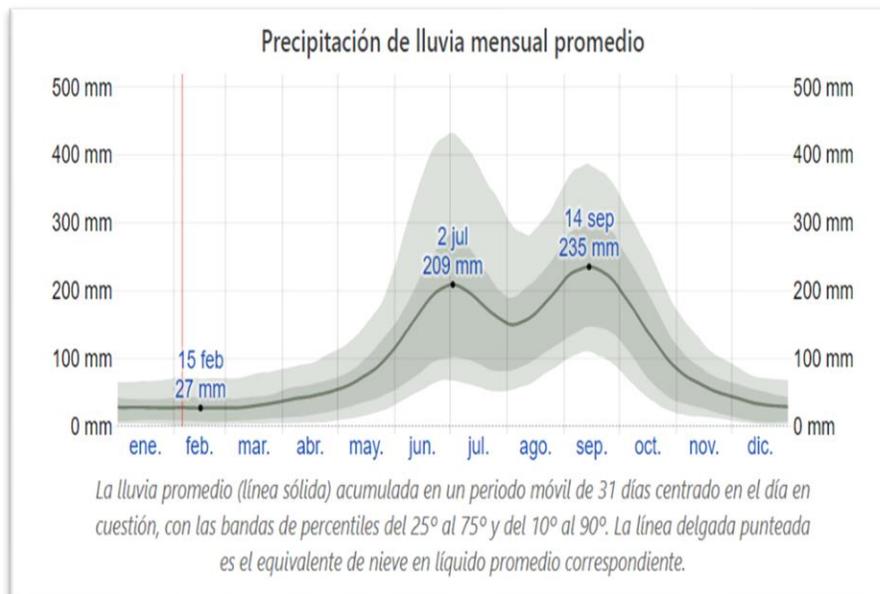


LLUVIA

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un periodo móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Huejutla de reyes tiene una variación extrema de lluvia mensual por estación.

La mayoría de la lluvia que cae durante los 31 días centrados alrededor del 14 de septiembre, con una acumulación total promedio de 235 milímetros.

La fecha aproximada con la mayor cantidad de lluvia es el 15 de febrero, con una acumulación total promedio de 27 milímetros.



II.2.4 TIPO DE SUELO

Coordenadas	Entre los paralelos 21° 02' y 21° 16' de latitud norte; los meridianos 98° 16' y 98° 37' de longitud oeste; altitud entre 100 y 1 400 m.
Colindancias	Colinda al norte con el municipio de San Felipe Orizatlán y con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave; al este con el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave y con los municipios de Huautla y Atlapexco; al sur con los municipios de Atlapexco, Huazalingo y Tlanchinol; al oeste con los municipios de Tlanchinol, Jaltocán y San Felipe Orizatlán.
Otros datos	Ocupa el 1.89% de la superficie del estado. Cuenta con 189 localidades y una población total de 115 786 habitantes http://mapserver.inegi.org.mx/mgn2k/ ; 12 de noviembre de 2009.

Fisiografía

Provincia	Sierra Madre Oriental (65.0%) y Llanura Costera del Golfo Norte (35.0%)
Subprovincia	Carso Huasteco (65.0%) y Llanuras y Lomeríos (35.0%)
Sistema de topoformas	Sierra (65.0%) y Lomerío (35.0%)

Clima

Rango de temperatura	20 – 26°C
Rango de precipitación	1 400 – 2 100 mm
Clima	Semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano (52.0%) y semicálido húmedo con lluvias todo el año (48.0%)

Geología

Periodo	Paleógeno (76.0), Cuaternario (18.45%) y Neógeno (2.0%)
Roca	Ígnea extrusiva: basalto (2.0%) Sedimentaria: lutita-arenisca (76.0%)
Sitios de interés	Suelo: aluvial (18.45%) No aplica

Edafología

Suelo dominante	Phaeozem (63.45%), Leptosol (31.0%) y Vertisol (2.0%)
-----------------	---

Hidrografía

Región hidrológica	Pánuco (100.0%)
Cuenca	R. Moctezuma (100.0%)
Subcuenca	R. Los Hules (68.0%), R. Tempoal (24.0%) y R. San Pedro (8.0%)
Corrientes de agua	Perennes: Atlapexco, Caimantla, Candelaria, Coacuilco y Xiliatl Intermitentes: El Aguacate, Amayalotl, Atlati, Cuichat y Tecacalax
Cuerpos de agua	No disponible

Uso del suelo y vegetación

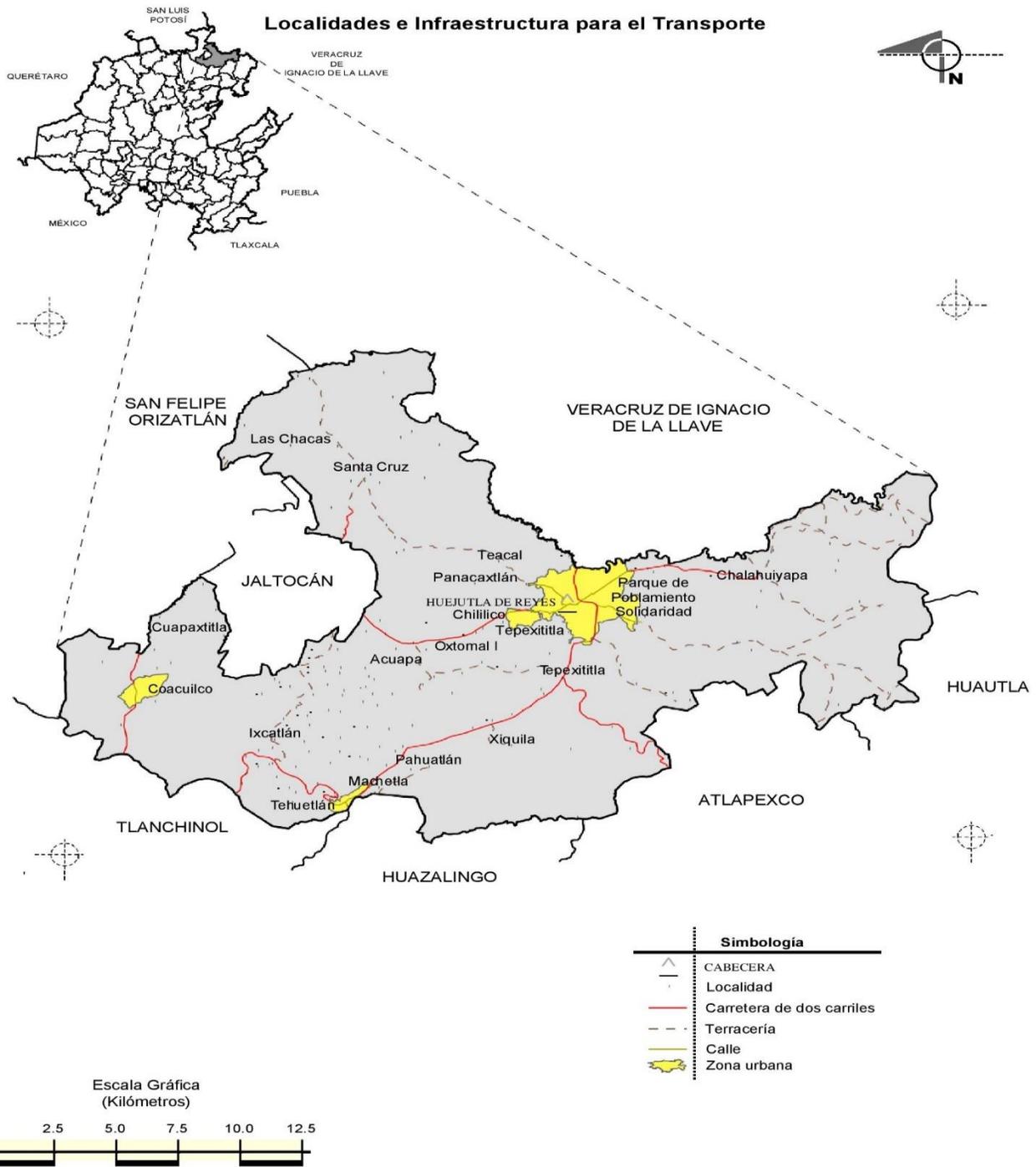
Uso del suelo	Agricultura (81.45%) y zona urbana (3.55%)
Vegetación	Selva (14.0%) y bosque (1.0%)

Uso potencial de la tierra

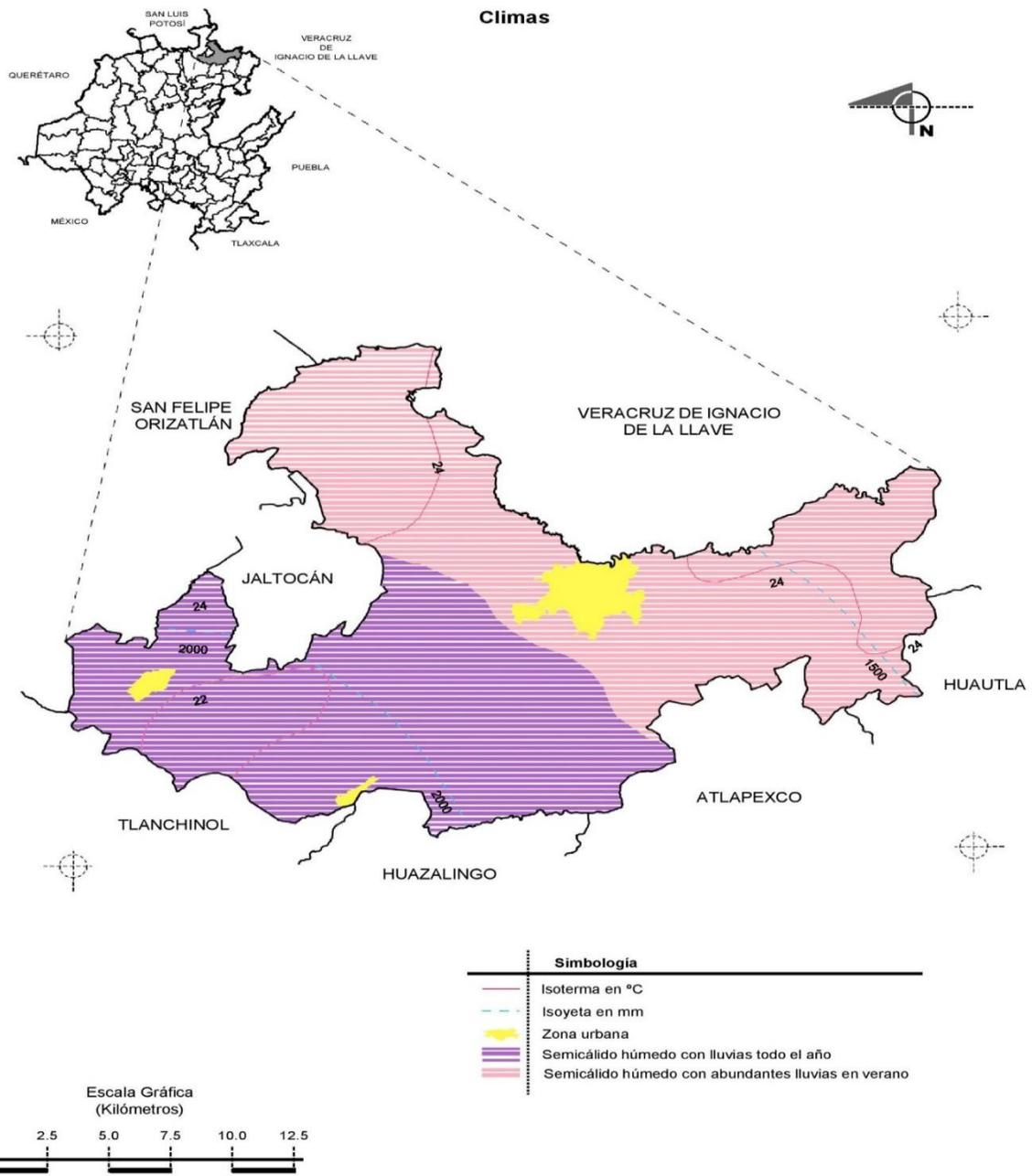
Agrícola	Para la agricultura mecanizada continua (20.0%) Para la agricultura manual continua (52.0%) Para la agricultura manual estacional (2.0%)
Pecuario	No apta para la agricultura (26.0%) Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (20.0%) Para el aprovechamiento de la vegetación de pastizal (2.0%) Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (8.45%) No apta para uso pecuario (69.55%)

Zona urbana

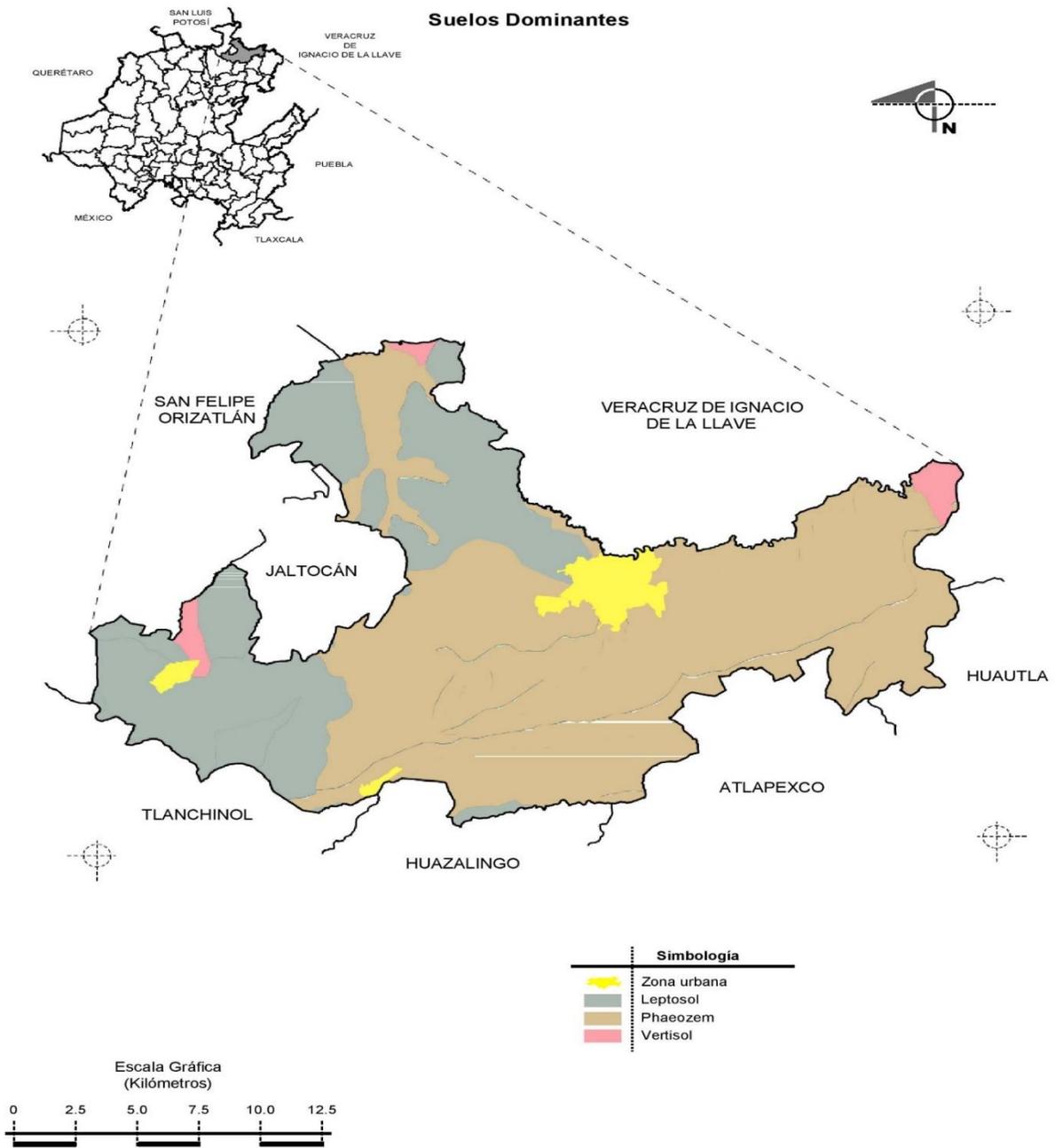
Las zonas urbanas están ubicadas sobre rocas sedimentarias del Paleógeno y suelo aluvial del Cuaternario, en sierra y lomerío; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Leptosol, Phaeozem y Vertisol; tienen clima semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano y semicálido húmedo con lluvias todo el año y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y selva.



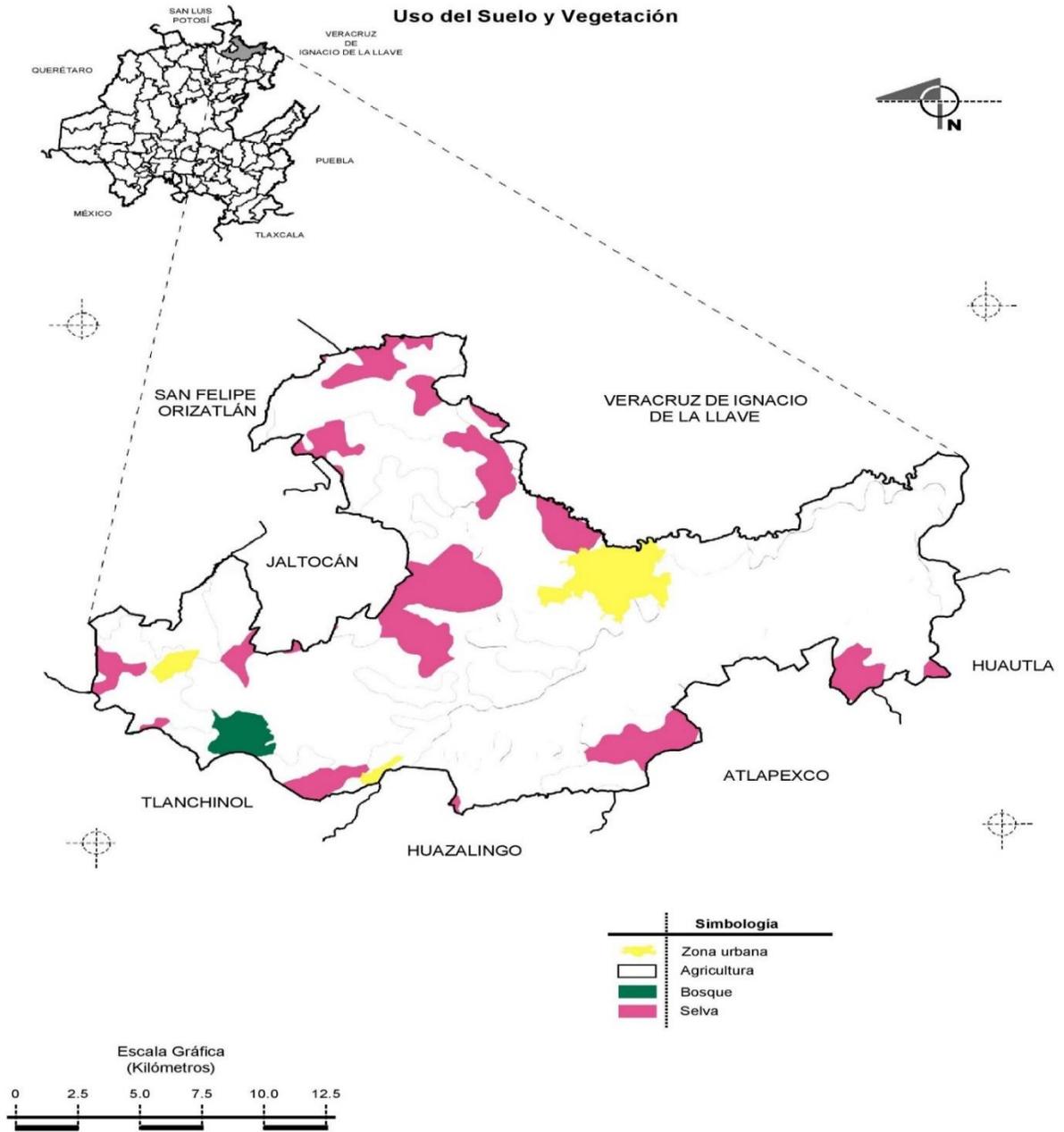
Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión



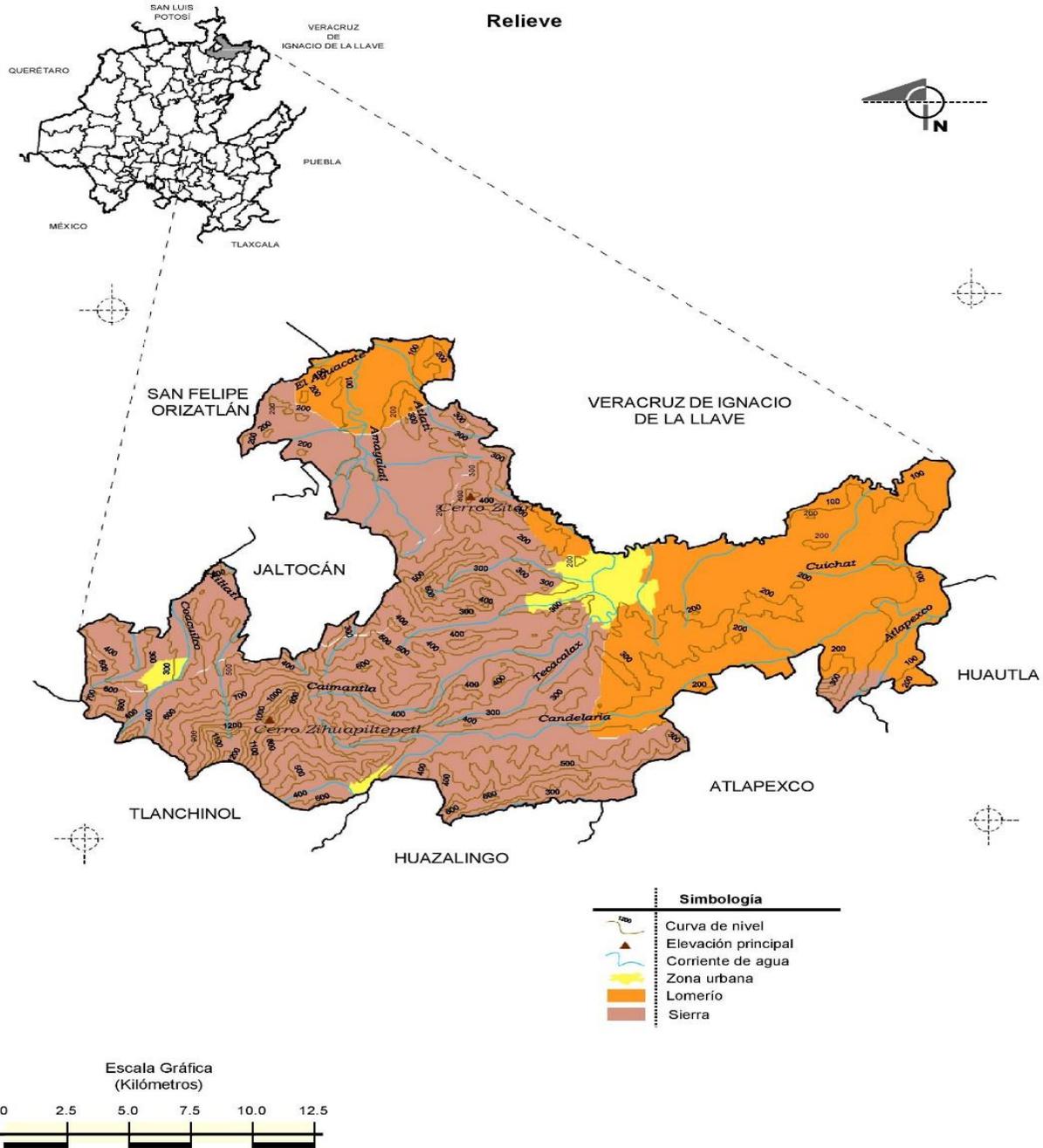
Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión



Fuente: INEGI. Marco Geoestadístico Municipal 2005, versión



Fuente: INEGI. Marco Geoadministrativo Municipal 2005, versión

II.2.5 TIPO DE VEGETACIÓN

De acuerdo con el tipo de vegetación que prevalece en el municipio se encuentran las plantas tales como, totopo, guayacule, huizapole, coachapo, palo de chachalaca, berenjena, acalama, corbata, acullo, tepotza, amole, chayacaxte, raspa sombrero, olopaya, candelilla, bejuco de toro, chote, cedro, zapote, brasil, chijol, cohuayote, otalillo, capulin, mohuite, patlache, limonaria aguachile.

Así mismo cuenta con árboles exóticos en gran abundancia como lo son, la naranja, limón, chicozapote, capulín, papaya, guayaba, mango y piña.

II.2.6 FAUNA

En cuanto a la fauna está compuesta de mamíferos como el tigrillo, el venado, el armadillo, el jabalí, el gato montés, el conejo, la liebre y una gran diversidad de reptiles, como la víbora de cascabel y el coralillo entre otras.

Dentro del mismo cuenta con aves como el halcón, la lechuza, chuparrosa, el garzón y el zopilote.

Estos animales se encuentran en sitios con abundante vegetación dentro del municipio.

Actualmente dentro de la zona no se encuentra ninguna especie en peligro de extinción

II.2.7 ECOSITEMA Y PAISAJE

En relación con el análisis y observaciones obtenidas en base al área de estudio, se deduce que ningún cuerpo de agua, así como también la flora y fauna serán modificados en su dinámica natural, la construcción del Relleno Sanitario no les afectará ni creará barreras físicas, así mismo no se introducirá fauna ajena a la que se encuentra situada en el sitio.

Frente al paisaje cabe mencionar que no se obtendrán estéticas visuales, así mismo no tendrá un aspecto turístico, sin embargo, si se modificara el aspecto visual del sitio ya que se convertirá en un paisaje artificial.

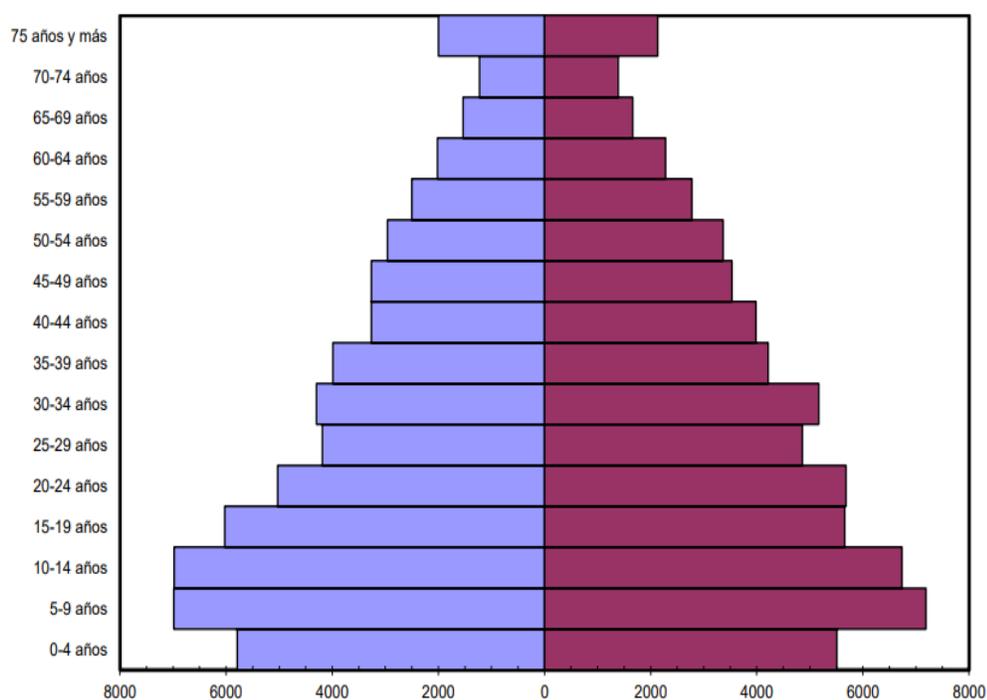
II.3 MEDIO SOCIECONOMICO

II.3.1 POBLACIÓN

Población total y por sexo, 1950 - 2015

AÑO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
1950	30 331	14 644	15 687
1960	36 281	17 637	18 644
1970	46 306	23 016	23 290
1980	58 806	29 853	28 953
1990	86 028	42 426	43 602
1995	97 387	48 274	49 113
2000	108 239	53 423	54 816
2005	115 786	57 076	58 710
2010	122,905	60,254	62,651
2015	129 919	63 037	66 882

Fuente: INEGI. Hidalgo, VII, VIII, IX, X, XI, XII y XIII Censos Generales de Población y Vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010. INEGI. Hidalgo, Censo de Población y Vivienda 1995; 2005. Resultados Definitivos; Encuesta Intercensal, 2015, INEGI. Tabulados Básicos.



Así también se muestra la proyección del incremento de la población por grupos de edad, según sexo, 2016 – 2030

Población a mitad de año												
Año	Total				Hombres				Mujeres			
	Total	0-14 años	15-64 años	65 años y más	Total	0-14 años	15-64 años	65 años y más	Total	0-14 años	15-64 años	65 años y más
2016	128 313	38 111	80 959	9 242	62 585	19 470	38 647	4 468	65 727	18 641	42 313	4 774
2017	129 487	37 735	82 191	9 561	63 100	19 289	39 198	4 613	66 388	18 446	42 993	4 948
2018	130 720	37 384	83 436	9 900	63 644	19 121	39 757	4 765	67 077	18 262	43 679	5 135
2019	131 994	37 053	84 680	10 261	64 207	18 968	40 315	4 924	67 786	18 085	44 365	5 336
2020	133 293	36 746	85 910	10 637	64 783	18 827	40 867	5 089	68 510	17 919	45 043	5 548
2025	140 023	35 592	91 788	12 643	67 792	18 263	43 603	5 926	72 231	17 329	48 185	6 717
2030	146 585	36 192	95 642	14 751	70 739	18 593	45 387	6 759	75 846	17 598	50 255	7 992

Fuente: INEGI. Hidalgo, VII, VIII, IX, X, XI, XII y XIII Censos Generales de Población y Vivienda 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000 y 2010. INEGI. Hidalgo, Censo de Población y Vivienda 1995; 2005. Resultados Definitivos; Encuesta Intercensal, 2015, INEGI. Tabulados Básicos.

II.3.2 INFRAESTRUCTURA SOCIAL Y DE COMUNIDADES

Educación

Huejutla de Reyes cuenta con gran número de instituciones educativas, según datos estadísticos del INEGI, del año 2000, el municipio cubre los siguientes niveles: cuenta con 169 planteles de educación preescolar, 187 de educación primaria, 33 de educación secundaria, 2 instituciones de profesional medio, y 8 instituciones de bachillerato; en lo que respecta al nivel superior, cuenta con los siguientes: el Instituto de Ciencias y Estudios Superiores de Huejutla, y el Instituto Tecnológico Agropecuario N°.6 de Huejutla. Cuenta con una población escolar de 38,489 alumnos inscritos en todos los niveles escolares.

Salud

En lo referente al sector salud se cuenta con 6 Centros de Salud, cuenta con 9 del IMSS y 1 Hospital del ISSSTE, así mismo cuenta con 2 consultorios de la Cruz Roja en la cabecera municipal. Fuera de este, en las comunidades de la región se tiene 102 casas de salud, las cuales prestan auxilio en este rubro. Además, consultorios y hospitales rurales a cargo de los institutos.

Dentro del municipio esta infraestructura resulta suficiente, pero es importante no descartar que en las comunidades es necesaria la inversión de recursos complementarios con el objeto de atender satisfactoriamente las demandas de la población.

Deporte

El municipio cuenta con suficientes instalaciones deportivas como canchas de fútbol, voleibol, basquetbol, pista de atletismo, etc., en donde jóvenes, por lo regular gustan y son afectos para llevar a cabo alguna de estas disciplinas.

En lo que respecta a diversiones en el municipio se pueden encontrar los siguientes entretenimientos como son: cine, discoteca, además cuenta con un local adaptado para dar funciones de box y de lucha libre.

Vivienda

En materia de vivienda existen 20,663 viviendas particulares de las cuales se encuentran ocupadas por 107,355 personas, con un promedio de 5.20 ocupantes por vivienda.

Las viviendas de la cabecera municipal, en su mayoría se encuentran construidas de tabique y concreto, otras son de adobe, madero y embarro.

Servicios Básicos

El municipio en general cuenta con agua potable, electrificación, drenaje, alcantarillado, pavimentación, alumbrado público, parque, auditorio y panteón.

El Municipio cuenta con biblioteca pública a la que tienen acceso alumnos de los diversos niveles de educación.

Se cuenta con la Plaza de la Cultura y la plaza pública.

Aunque la cabecera municipal cuenta con un nivel de marginación medio, en general podríamos decir que el municipio tiene un nivel alto de marginación.

II.4 CONTEXTO GEOGRÁFICO

II.4.1 UBICACIÓN

El Municipio de Huejutla de Reyes, se localiza al norte del estado y geográficamente entre los paralelos 21°08´ de latitud norte y 98°25´ de longitud oeste, a una altitud de 140 metros sobre el nivel del mar.

Colinda al norte con el Estado de Veracruz; al sur con los municipios de Atlapexco y Huazalingo; al este con Jaltocán, Tlanchinol y Orizatlán; y al oeste con Huautla. Sus principales comunidades del municipio son: Ixcatlán, Cuachuilco, Santa Catarina, Santa Cruz, Tehuetlán, Mecuxpetla y los Otates.

II.4.2 HIDROGRAFIA

Al municipio lo cruzan los ríos el Chiguiñoso, el cual se une a los de Tecoloco, Candelaria y Santa Cruz, mismos que abastecen de agua al municipio.

II.4.3 OROGRAFIA

El municipio tiene una superficie semiplana, cuenta con una parte de Sierra Oriental, además contiene un valle y varias mesetas.

II.5 EDIFICIOS ANÁLOGOS

II.5.1 ESTATALES

Relleno sanitario de Ixmí

El relleno sanitario de la comunidad aún tiene vida útil de 100 años, pues el predio en el que cinco municipios depositan sus residuos sólidos abarca 20 hectáreas.



FUENTE: Criterio Hidalgo

Tiradero a cielo abierto Mineral de Reforma

Tiradero a cielo abierto diariamente produciendo 120 toneladas de desechos sólidos



FUENTE: Criterio Hidalgo

II.5.2 NACIONALES

Ciudad de México

Según la Secretaría de Obras y Servicios (SOBSE) y la Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), en el CDMX se producen más de 12.893 toneladas de basura al día producidas por los 21 millones de personas que tiene la ciudad, una de las más pobladas, según datos de la ONU. Por su parte, Ciudad de México cuenta con el relleno sanitario Bordo Poniente que tiene más de 412 hectáreas, de las cuales 351.3 de ellas ya han sido utilizadas.



FUENTE: Reforma México

RELLENO SANITARIO SALINAS VICTORIA

El relleno sanitario ubicado al norte del área metropolitana de Monterrey, en Salinas Victoria; inició operaciones en septiembre de 1990. ocupa un predio de 212 hectáreas de superficie, Se han recibido un total de 34 millones de toneladas de residuos sólidos urbanos y de manejo especial hasta diciembre de 2016



FUENTE: Reforma México

II.5.3 INTERNACIONALES

Nueva York

Es el relleno sanitario más grande de Nueva York, está ubicado cerca de la zona de Waterloo y se creó en 1953. La altura de los residuos alcanza los 85 metros de altura y al lugar llegan más de 14 millones de toneladas al año producidas por los más de 18 millones de habitantes que tiene la ciudad.



FUENTE: ecología mundial

TOKIO

El Central Breakwater es una estructura con forma de isla que está ubicada en la bahía de Tokio y fue construida en 1973, momento desde el que se ha usado para el depósito y la eliminación de residuos por los más de 38 millones habitantes que tiene esta ciudad. Estas islas alcanzan un área de 377 hectáreas en 2011, disponibles para recibir las más de 144.000 toneladas de basura producidas por día.



FUENTE: ecología mundial

II.6 NORMATIVIDAD

II.6.1 SEMARNAT

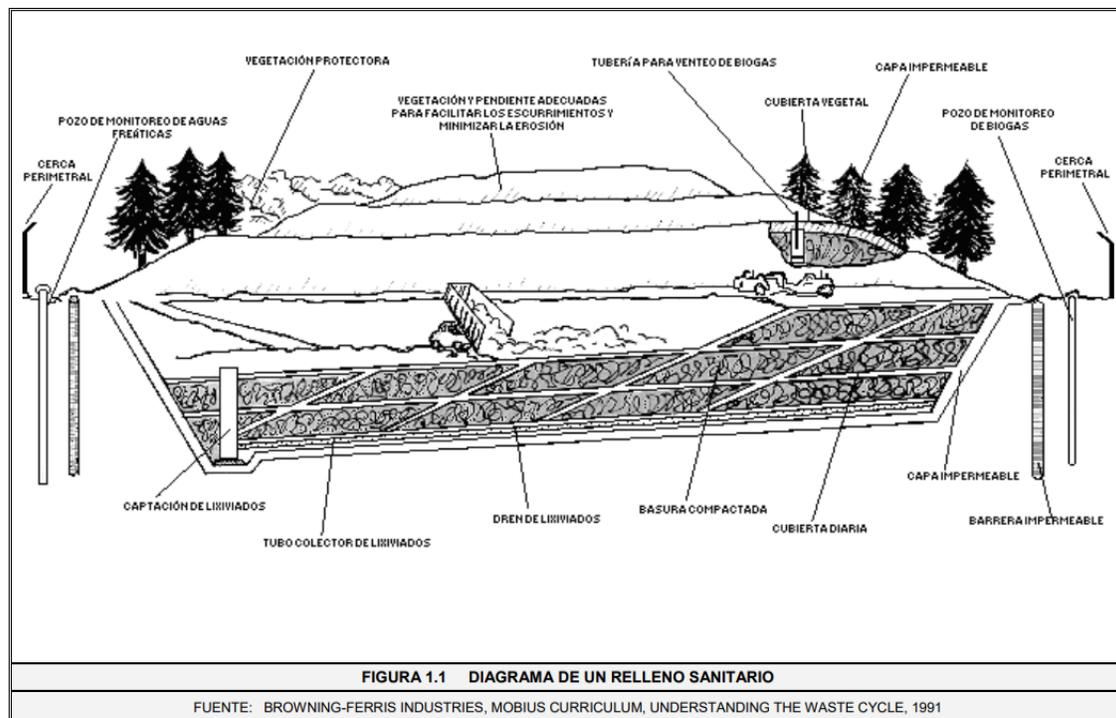
En relación con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003 hace referencia en cuanto a la protección del medio ambiente para lograr la selección del sitio, diseño y construcción, involucrando métodos de ingeniería para la finalización de los residuos sólidos urbanos y manejo especial.

A continuación, se ilustra en la figura 1.1 un corte esquemático del relleno sanitario.

Referente a la NOM-083-SEMARNAT-2003 se encuentra información en la sección 5.2 estable que los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo con la cantidad de toneladas de residuos sólidos urbanos y manejo especial que ingresan por día, como se establece en la tabla 1.1.

TABLA 1.1 CATEGORIA DE LOS SITIOS DE DISPOSICION FINAL DE ACUERDO CON LA NOM-083-SEMARNAT-2003	
TIPO	TONELAJE RECIBIDO TON/DIA
A	Mayor a 100
B	50 hasta 100
C	10 y menor a 50
D	menor a 10

Fuente (NOM-083-SEMARNAT-2003)



ELEMENTOS GENERALES DE LA (NOM-083-SEMARNAT-2003

- Criterios, estudios y análisis que deben realizarse para la selección del sitio donde será construido el relleno sanitario
- Obras complementarias para su funcionamiento
- Características de monitoreo ambiental
- Estudios y criterios básicos para el diseño de ingeniería de este tipo de obra

EL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DEBERA CONTAR CON:

- a) Un manual de operación
 - Método de registro de tipo y cantidad de residuos ingresados
 - Cronograma de operación
 - Dispositivos de seguridad y planes de contingencia para; incendios, explosiones, sismos, fenómenos meteorológicos, y manejo de lixiviados, sustancias reactivas, explosivas e inflamables.
 - Procedimiento de operación
 - Reglamento interno

7. Características constructivas y operativas del sitio de disposición final

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

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

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 de sitio, estabilidad de taludes, límites de predio, características de la cobertura final de clausura, drenajes superficiales y la infraestructura para control de lixiviado y biogás.

II.6.2 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCION AL MEDIO AMBIENTE (LGEEPA)

La presente ley reglamentaria perteneciente a la constitución política de los estados unidos mexicanos se refiere a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como también a la protección del medio ambiente.

ARTICULO I -Tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer bases para:

I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar

VI.- La prevención y contaminación del suelo, aire y agua.

ARTICULO 3 – Para los efectos de la ley:

I.- ambiente: conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos que interactúan en un espacio.

VI.- contaminación: la presencia del ambiente de uno o más contaminantes o cualquier combinación que cause desequilibrio ecológico.

VI.- contaminante: toda materia o energía en cualesquiera de sus estados físicos y formas que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural

VII.- contingencia ambiental: situación de riesgo derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas

XXI.- manifestación de impacto ambiental: el documento el cual se da a conocer la base de estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como a la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo

ARTICULO 7.- corresponde a los estados, de conformidad con lo dispuesto a esta ley y leyes locales en la materia

VI.- la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.

ARTICULO 8.- Corresponden a los Municipios, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y las leyes locales en la materia,

VI.- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de la contaminación por ruido, vibraciones, energía térmica, radiaciones electromagnéticas y lumínica y olores perjudiciales para el equilibrio ecológico y el ambiente, proveniente de fuentes fijas que funcionen como establecimientos mercantiles o de servicios, así como la vigilancia del cumplimiento de las disposiciones que, en su caso, resulten aplicables a las fuentes móviles excepto las que conforme a esta Ley sean consideradas de jurisdicción federal;

ARTICULO 15. – Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previos en esta ley en materia de preservación y restauración de equilibrio ecológico y protección al medio ambiente.

IV quien realiza obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como a asumir los costos que dicha afectación implique

II.6.3 REGLAMENTO DE CONSTRUCCIÓN

Restricciones para la ubicación del sitio

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

- No se debe ubicar un sitio de disposición final a una distancia menor de 15 kilómetros de la trayectoria de aproximación de la cabecera de la(s) pista(s), así como en un radio de 3 kilómetros del centro de la pista de un aeródromo y/o aeropuerto. Los sitios de disposición final que se ubiquen entre los 3 y los 15 km fuera de la trayectoria de aproximación requieren de un estudio de riesgo aviario.
- No se deben ubicar sitios de disposición final dentro de áreas naturales protegidas. En todo caso deberá observarse lo ordenado en la Declaratoria de creación correspondiente y, en su caso, en la subzonificación y reglas administrativas contenidas en el Programa de Manejo respectivo.
- En localidades mayores de 2500 habitantes, el lindero 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, quedando restringido el cambio de uso de suelo en esta distancia, posterior a la instalación del sitio de disposición.
- No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas activas.
- No debe ubicarse en zonas arqueológicas ni sitios de valor cultural (religioso, histórico, tradición).
- No debe ubicarse en un sitio previamente contaminado con residuos o materiales peligrosos, o previamente contaminado con residuos sólidos urbanos sin un plan de regularización previo.

- El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. Para el caso de regiones con alta precipitación pluvial, deberá demostrarse que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación que afecte la estabilidad física de las obras del sitio de disposición final.
- La distancia de ubicación del lindero 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.
- La ubicación entre el lindero 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.

- Ningún sitio de disposición final tipo D podrá ubicarse a menos de 50 km de distancia de cualquier otro sitio de disposición final tipo A, B, C o D, al menos que las condiciones hidrográficas y topográficas lo impidan.
- El sitio de disposición final deberá garantizar una vida útil mayor a 15 años calculado con base en el promedio de la proyección de ingreso de residuos en ese periodo.
- Estudios y análisis previos requeridos para la selección del sitio.
- Determinar la dirección del flujo subterráneo regional.

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.

Estudios y análisis previos requeridos para la construcción de Sitios de Disposición Final

Estudios y Análisis	A	B	C	D
1. Geológico y Geo hidrológico Regionales	X	X		
2. Evaluación Geológica y Geo hidrológica	X	X	X	X
3. Hidrológico	X	X	X	X
4. Topográfico	X	X	X	X
5. Geotécnico	X	X	X	X
6. Generación y composición de los RSU y de Manejo Especial	X	X	X	X
7. Generación de biogás	X	X	X	X
8. Generación de lixiviado	X	X	X	X
Peritaje	Estudios 1-8	Estudios 1-8	Estudios 2-4	Estudios 2-4

- Estudio Topográfico
Se debe realizar un estudio topográfico incluyendo planimetría y altimetría a detalle del sitio seleccionado para el sitio de disposición final.
- 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 del sitio de disposición final a construirse, incluyendo al menos las siguientes pruebas:
 - a) Exploración y Muestreo:
Exploración para definir sitios de muestreo.
Muestreo e identificación de muestras.
Determinación de permeabilidad de campo.
Peso volumétrico In-situ.
 - b) 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.

II.6.4 REGLAMENTO DE OPERACIÓN

Disposiciones generales

Artículo 1°—Para los efectos del presente reglamento se entiende por:

- a) Celda: Conformación geométrica que se da a los desechos sólidos y a su material de cobertura, debidamente compactados, como Parte de la técnica de relleno sanitario.
- b) Desechos: Sustancias u objetos muebles, sin uso directo, cuyo propietario requiere deshacerse de ellos o es obligado según las leyes nacionales.
- c) Desechos especiales: son sólidos, gases, líquidos fluidos y pastosos contenidos en recipientes, que, por su reactividad química, característica tóxica, explosiva, corrosiva, radiactiva u otro, o por su cantidad, causan daños a la salud o al ambiente.

Estos desechos necesitan de un manejo y vigilancia especial, desde su generación hasta su disposición final. Según su tipo y Procedencia, se agrupan de la siguiente forma:

- agroindustriales: son los restos de plaguicidas, fertilizantes y materiales de empaque contaminados por ellos, así como los desechos de la agroindustria.
- cuerpos de animales: restos o cuerpos enteros de animales que deben recibir una adecuada disposición sanitaria.
- de establecimientos de salud: son los que requieren de un manejo especial dentro y fuera de la institución de salud donde se generan. Estos provienen de áreas de aislamiento de enfermos infectocontagiosos, laboratorios microbiológicos, cirugía, parto, servicios de hemodiálisis y otros. Incluye también los restos orgánicos humanos provenientes de las áreas de cirugía, parto, morgue y anatomía patológica, así como restos de animales de prueba de diagnóstico o experimentales.
- domésticos peligrosos: son desechos domiciliarios, comerciales y administrativos de alta toxicidad, tales como bacterias con metales pesados, termómetros, cosméticos, medicamentos, recipiente con restos de proponentes halogenados, plaguicidas, restos de pinturas, etc.
- emanaciones gaseosas: son gases que contienen sustancias tóxicas o que, al reaccionar en la atmósfera, las forman. Incluye humos, óxidos de azufre y nitrógeno, compuestos halogenados y compuestos de metales pesados.
- radiactivos: son desechos de las secciones de laboratorio, radioterapia y medicina nuclear, usualmente son generados en instituciones de salud.
- industriales ordinarios: son aquellos generados en cualquier actividad industrial, que, por sus características y cantidad, no pueden recogerse o depositarse junto con los de origen doméstico.
- residuos industriales peligrosos: son desechos de las actividades industriales básicamente, de la industria química, metalúrgica, papelera, textiles, curtiembres, etc.

Incluyen también los lodos provenientes del tratamiento de las aguas residuales industriales, si por su composición y efectos, son considerados peligrosos.

- d) Desechos ordinarios: son sólidos, gases, líquidos fluidos y pastosos que no requieren de tratamiento especial antes de ser
Dispuestos. Según su tipo y procedencia, se agrupan de la siguiente forma:
- desechos domésticos y similares: domiciliarios, administrativos, comerciales e industriales similares a los domésticos, barrido de calles, desechos de jardín, etc., que, por naturaleza, composición, tamaño y volumen, son incorporados en las recolecciones que efectúa la entidad de aseo urbano.
 - escombros: son desechos provenientes de la demolición de construcciones y tierras de excavaciones.
 - lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales domésticas o similares.
- e) Disposición final: es la operación controlada y ambientalmente adecuada de depositar los desechos en un relleno sanitario, según su naturaleza.
- f) Relleno sanitario: es la técnica mediante la cual diariamente los desechos sólidos se depositan, esparcen, acomodan, compactan y cubren empleando maquinaria. Su fin es prevenir y evitar daños a la salud y al ambiente, especialmente por la contaminación de los cuerpos de agua, de los suelos, de la atmósfera y a la población al impedir la propagación de artrópodos y roedores.
- g) Relleno sanitario manual: es aquel en el que sólo se requiere equipo pesado para la adecuación del sitio y la construcción de vías internas, así como para la excavación de zanjas, la extracción, el acarreo y distribución del material de cobertura. Todos los demás trabajos, tales como construcción de drenajes para lixiviados y chimeneas para gases, así como el proceso de acomodo, cobertura, compactación y otras obras conexas, se llevan a cabo manualmente.
- h) Relleno sanitario mecanizado: es aquel en que se requiere de equipo pesado permanentemente en el sitio, así como de estrictos mecanismos de control y vigilancia de su funcionamiento.
- i) Vertedero de desechos: es el sitio o paraje, sin preparación previa, donde se depositan los desechos, sin técnica o mediante técnicas muy rudimentarias y en el que no se ejerce un control adecuado.
- j) Vida útil del relleno sanitario: es el período de tiempo comprendido entre el inicio de operaciones del relleno sanitario y su clausura.

Artículo 2°—La aprobación, vigilancia y fiscalización de los rellenos sanitarios del país, estará a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección de Protección al Ambiente Humano.

CAPÍTULO II

De la clasificación de los rellenos sanitarios

Artículo 3°—Para los efectos de este reglamento, los rellenos sanitarios se clasifican según su forma de operación, en dos tipos:

- a) Relleno sanitario manual.
- b) Relleno sanitario mecanizado.

Artículo 4°—El relleno sanitario manual se utilizará como método de disposición final de los desechos ordinarios de poblaciones urbanas y rurales que generen menos de 20 toneladas diarias de estos desechos.

Artículo 5°—El relleno sanitario mecanizado se utilizará como método de disposición final de los desechos ordinarios de poblaciones urbanas que generen más de 40 toneladas diarias de estos desechos.

Artículo 6°—En aquellas poblaciones urbanas y rurales que generen de 20 a 40 toneladas diarias de desechos ordinarios, podrá usarse cualquiera de los tipos de relleno sanitario a que alude el artículo 3 de las presentes disposiciones, o una combinación de ambos, según lo requieran las condiciones financieras y ambientales de cada caso.

Artículo 7°—Toda propiedad que se destine para la disposición de desechos ordinarios, mediante la técnica de relleno sanitario deberá presentar las siguientes características:

- a) Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable, estén libres de contaminación. Esta distancia será fijada por la autoridad competente según el artículo 68 de la Ley Forestal.
- b) El suelo debe reunir características de impermeabilidad, remoción de contaminantes y profundidad del nivel de aguas subterráneas, que garanticen la conservación de los acuíferos de la zona, en caso de que estos existan.
- c) Contar con suficiente material para la cobertura diaria de los desechos depositados durante su vida útil. En caso de no contar con material suficiente, se deberán presentar los planos de ubicación de los bancos de préstamo a los que se recurrirá, así como las formas de transporte y almacenamiento de dicho material, para aprobación de la Dirección de Protección al Ambiente Humano.
- d) Estar ubicado a una distancia de zonas de inundación, pantanos, marismas, cuerpos de agua y zonas de drenaje natural, que en cada caso definirá la Dirección de Protección al Ambiente Humano.

e) Estar ubicado a una distancia de los centros urbanos, fijada en cada caso por la Dirección de Protección al Ambiente Humano, en un sitio con fácil y rápido acceso por carretera o camino transitable en cualquier época del año.

f) Estar ubicado fuera de las áreas naturales protegidas, servidumbres de paso de acueductos, canales de riego, alcantarillados, oleoductos, y líneas de conducción de energía eléctrica.

g) Estar ubicado a una distancia mínima de 60 metros de fallas geológicas que hayan tenido desplazamientos recientes.

h) Otras que considere convenientes, según las condiciones particulares de cada zona y ajuicio de la Dirección de Protección al Ambiente Humano.

CAPITULO III

De los permisos

Artículo 8°—Todo proyecto de relleno sanitario requiere del siguiente trámite:

a) Permiso de ubicación.

b) Visado sanitario de planos para la construcción.

c) Del Funcionamiento: El trámite de permiso sanitario de funcionamiento se deberá realizar en las Áreas Rectoras de Salud.

(Así reformado el inciso anterior, por el artículo 68 del decreto ejecutivo N° 34728 de 28 de mayo de 2008).

Para el trámite de cada uno de estos permisos, el interesado deberá presentar la documentación y requisitos indicados en el presente Reglamento ante la Dirección de Protección al Ambiente Humano, que será la dependencia encargada de otorgarlos

(Así reformado por el artículo 1° del decreto ejecutivo N° 32608 del 12 de agosto del 2005)

Artículo 9°—Toda entidad de aseo o empresa comercial o industrial, pública o privada, interesada en llevar a cabo un proyecto de relleno sanitario, deberá contar con un permiso de ubicación, emitido por la Dirección de Protección al Medio Ambiente Humano.

Artículo 10. —Del permiso de Ubicación: La solicitud de permiso de ubicación deberá presentarse acompañada de la siguiente información:

a) Plano catastrado visado correspondiente del o de los posibles sitios.

b) La siguiente información básica del o de los posibles sitios:

1. Nombre del propietario actual.

2. Ubicación exacta.

3. Área.
4. Distancia del centro de población beneficiario.
5. Distancia del centro de población más cercano.
6. Nombre de los cuerpos de agua que atraviesan, limitan o circundan el terreno e indicación de las separaciones existentes.
7. Dirección predominante del viento.
8. Estado de las vías de acceso.
9. Valor estimado del terreno.
10. Uso actual del terreno.
11. Clasificación de la zona según el plan regulador (si existe)

(Así reformado por el artículo 1° del decreto ejecutivo N° 31771 de 19 de marzo de 2004)

- c) Población a servir (población de diseño)
- d) Tipo de relleno sanitario propuesto
- e) Así Derogado por el artículo 2° del decreto ejecutivo N° 32608 del 12 de agosto del 2005.
- f) Así Derogado por el artículo 2° del decreto ejecutivo N° 32608 del 12 de agosto del 2005.

Artículo 11. —En caso de que la Dirección de Protección al Ambiente Humano, considere alguno de los sitios propuestos como apto para relleno sanitario, el interesado deberá presentar además un estudio hidrogeológico y geotécnico del terreno en cuestión, que incluya como mínimo la siguiente información:

- a) Caracterización y espesor de los diferentes estratos geológicos.
- b) Evaluación del riesgo de contaminación de mantos acuíferos y recomendaciones al respecto.
- c) Determinación de la profundidad del nivel freático según el diseño.
- d) Localización de nacientes y otros cuerpos de agua.
- e) Determinación de la permeabilidad del suelo, en cada uno de los estratos geológicos encontrados.
- f) Censo de aprovechamiento hidráulico de la zona.
- g) Unidades hidrogeológicas.
- h) Modelo de funcionamiento hidrogeológico.

Artículo 12. —La Dirección de Protección al Ambiente Humano, emitirá el criterio definitivo respecto al permiso de ubicación, dentro de los

30 días naturales siguientes al recibo de la solicitud con la información completa. En casos muy calificados a criterio de la Dirección el plazo podrá ser ampliado previa comunicación al interesado, pero dicha prórroga no podrá exceder los 15 días naturales.

Artículo 13. —Del permiso de construcción: La Dirección de Protección al Ambiente Humano, aprobará el visado sanitario de planos para la construcción del proyecto de relleno sanitario, dentro de los 15 días naturales siguientes al recibo de la solicitud con la información completa.

(Así reformado por el artículo 1° del decreto ejecutivo N° 32608 del 12 de agosto del 2005)

Para lo cual el interesado deberá presentar ante dicha Dirección los siguientes requisitos:

- a) Memoria de cálculo
- b) Planos y Manual de Operación y Mantenimiento del proyecto, así como una carta de compromiso de la municipalidad de presentar periódicamente la información contenida en el artículo 19 del presente reglamento.
- c) En caso de existir manantiales, ríos, lagos, embalses naturales y artificiales y áreas de recarga acuífera, el plano catastrado deberá aportar el alineamiento otorgado por la autoridad competente según el artículo 68 de la Ley Forestal. Los requisitos señalados deberán incluir la información indicada en los artículos 14, 15, 16 y 17 del presente reglamento, así como la contenida en los artículos 41 y 42 del "Reglamento de Manejo de Basuras".
- d) Permiso de Ubicación según artículo 12 del presente reglamento.

Artículo 14: Del Permiso Sanitario de Funcionamiento: Las Áreas Rectoras de Salud serán las encargadas de tramitar y emitir el permiso sanitario de funcionamiento. Para el otorgamiento del permiso de funcionamiento mencionado en el artículo 8 de las presentes disposiciones, aparte de los trámites establecidos en ese numeral, se requerirá que todo proyecto de relleno sanitario, independientemente de su tipo y tamaño, cumpla como mínimo con los siguientes requisitos técnicos:

- a) Garantía de estabilidad del terreno y del relleno contra deslizamientos.
- b) Vías internas de acceso, lastreadas o pavimentadas, transitables en cualquier época del año, con rótulos de información.
- c) Cercado periférico que limite el terreno e impida el ingreso de animales y personas ajenas al relleno, con portón y entrada restringida.
- d) Preparación del terreno con una base impermeable, con pendientes hacia las líneas de drenaje.
- e) Canales periféricos para las aguas pluviales.
- f) Drenajes para los líquidos lixiviados y chimeneas para gases y humos.
- g) Instalaciones para captar y tratar o recircular sobre el relleno, los líquidos lixiviados.
- h) Caseta, bodega, servicios sanitarios y otra infraestructura básica.

i) Personal suficiente y con capacitación adecuada. Supervisión calificada.
j) La cobertura de los desechos debe de ser diaria, con un suelo que permita infiltración a las capas inferiores y con un espesor mínimo de 15 cm. Se podrá utilizar un material alternativo al suelo como material de cobertura diaria, con un espesor menor y que tenga las siguientes características:

1. Poseer una capacidad similar o superior a la de la tierra natural para aislar los residuos del medio circundante, controlar la proliferación de vectores sanitarios, las emanaciones de biogás y los olores molestos, los riesgos de incendio y el ingreso de aguas lluvias en las capas inferiores;
2. Incombustibles;
3. Resistentes a la erosión y el arrastre del viento;
4. No contener sustancias o materiales peligrosos ni ser capaces de liberar contaminantes al medio.
5. Resistente a la escorrentía superficial.
6. Que no produzca efectos adversos a la estabilidad de las celdas.

k) Cobertura final del relleno con una capa de material de cobertura de 60 cm de espesor, con una capa adicional de 20 cm de espesor capaz de sostener vegetación y con la suficiente inclinación para impedir el ingreso de aguas pluviales a los desechos.

l) Diseño de diferentes fases de explotación del sitio de relleno,

m) Diseño de la configuración final del sitio, con su tratamiento paisajístico,

n) Ningún aprovechamiento posterior que implique construcciones, en un plazo mínimo de 20 años.

ñ) Franja de protección de un mínimo de 20 metros entre el área de disposición de desechos y el lindero de las propiedades vecinas.

o) Estar ubicado a una distancia que garantice que las zonas de recarga de acuíferos o de fuentes de abastecimiento de agua potable estén libres de contaminación,

p) Aprobación del permiso de construcción según artículo 13 del presente Reglamento.

(Así reformado por el artículo 1° del decreto ejecutivo N° 36590 del 25 de abril de 2011).

Artículo 15. —Los desechos infectocontagiosos podrán ser dispuestos en el relleno sanitario, después de su tratamiento mediante incineración o esterilización. En situaciones extraordinarias se podrá aceptar este tipo de desechos sin tratamiento en celdas especialmente acondicionadas, en cuyo caso la autorización para la ubicación del depósito y para los procedimientos para llevarlo a cabo, será otorgada por la Dirección de Protección al Ambiente Humano del Ministerio de Salud.

CAPÍTULO IV

De los rellenos sanitarios manuales

Artículo 17. —La aprobación de funcionamiento de un relleno sanitario manual, requiere además de los requisitos establecidos en los

Artículos 13 y 14 del presente Reglamento, los siguientes requisitos mínimos:

- a) Vida útil superior a los cinco años.
- b) Equipo mínimo para el movimiento y compactación manual de los desechos: palas, azadones, picos, pisones de mano, horquillas, rastrillos, carretillas, rodillos compactadores de operación manual, equipo de protección personal.
- c) Disposición de desechos en capas de 20 cm a 30 cm de espesor para compactación.

CAPÍTULO V

De los rellenos sanitarios mecanizados

Artículo 18. —La aprobación de funcionamiento de un relleno sanitario mecanizado, requiere además de los requisitos establecidos en el

Artículo 13 y 14 del presente Reglamento, de los requisitos mínimos siguientes:

- a) Vida útil superior a los diez años.
- b) Taludes finales con una inclinación no mayor de 30%.
- c) Área de ingreso con báscula, caseta de control y estacionamiento.
- d) Área administrativa y de oficinas.
- e) Servicio de electricidad, agua y teléfono en el área administrativa y de ingreso.
- f) Acondicionar el terreno con una base de suelo impermeable, con un coeficiente de penetración no superior a los 108 m/s, de un espesor mínimo de 50 cm, excepto que se demuestre técnicamente que un espesor menor obtiene el mismo coeficiente de penetración y compactación al 95% del próctor estándar y con pendiente mínima del 3% hacia las líneas de los tubos de drenaje.
- g) El sistema de drenaje para lixiviados contará con aditamentos para su inspección y mantenimiento y conducirá a estos líquidos hasta un sistema de tratamiento y disposición final con o sin recirculación en el relleno.
- h) Control de la calidad del agua subterránea mediante la perforación de al menos tres pozos para detectar la posible presencia de contaminación por la operación del relleno.
- i) Equipo y obras para impedir emisiones de polvo y de cualquier materia volátil.
- j) Supervisión calificada permanente.
- k) Disposición de los desechos en capas de 60 cm de espesor para compactación.

- l) Compactación de cada capa mediante un mínimo de cuatro pasadas con maquinaria pesada, de manera que se obtenga una densidad mínima de 800 kilogramos por metro cúbico.
- m) Sistema de emisión para gases con aprovechamiento o evacuación permanente previo tratamiento.
- n) Vigilancia y control durante los 15 años posteriores al cierre.
- o) Asignación de personal suficiente para el volumen de desechos a disponer.
- p) Lavaderos de camiones y llantas con conducción de las aguas de lavado al sistema de tratamiento o recirculación hacia el frente de trabajo.

CAPÍTULO VI

De la vigilancia estatal

Artículo 19. —El ente administrador del relleno sanitario, facilitará la entrada al relleno de las Autoridades de Salud con el fin de practicar las inspecciones que se consideren necesarias.

Artículo 20. —El ente administrador del relleno sanitario presentará trimestralmente a la Dirección de Protección al Ambiente Humano, reportes de operación del relleno sanitario, los cuales incluirán al menos la siguiente información:

- a) Promedio diario, semanal y mensual de ingreso de desechos, expresado en términos de volumen y peso.
- b) Registro de ingreso de vehículos de transporte de desechos, clasificándolos según su origen, peso y tipo de desechos.
- c) Análisis de laboratorio, practicados mensualmente para rellenos mecanizados y trimestralmente para los rellenos manuales y de los pozos de agua.

Este análisis incluirá como mínimo los siguientes parámetros:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO^{5,20})
- Demanda Química de Oxígeno (DQO)
- Potencial Hidrógeno (pH)
- Sólidos Totales (ST)
- Cromo total (Cr)
- Plomo (Pb)
- Mercurio (Hg)
- Níquel (Ni)

Artículo 21. —El ente administrador deberá resguardar la salud ocupacional de sus empleados, para lo cual aplicará como mínimo las siguientes' medidas:

- a) Exigirá al personal que labore en el relleno sanitario, contar con su registro de vacunas al día.
- b) Elaborará normas de seguridad del trabajo, con las respectivas indicaciones para el uso de equipo.
- c) Proveerá al personal de un local para vestuario y duchas donde asearse y cambiarse de ropas después de la jornada de trabajo.
- d) Establecerá un programa de exámenes médicos, que permita identificar y reducir los riesgos potenciales de contaminación relacionados con esta actividad.
- e) Dotará a los trabajadores de guantes, botas y al menos de dos uniformes al año.

II.7 ESPECIFICACIONES TECNICAS DE DISEÑO

II.7.1 CARACTERÍSTICAS DE DIMENSIONES

Todo relleno sanitario deberá estar diseñado y ejecutado de forma que cumpla las condiciones necesarias para impedir la contaminación del suelo, de las aguas subterráneas o de las aguas superficiales y garantizar la recogida eficaz de las emisiones perniciosas, procurando igualmente una armonía e integración estética con el paisaje.

En los siguientes epígrafes de este manual se presentan requisitos técnicos, medidas, procedimientos y orientaciones para que la construcción y habilitación de un espacio como relleno sanitario impida o reduzca, en la medida de lo posible, los efectos negativos en el medio ambiente del vertido de residuos, en particular la contaminación de las aguas superficiales, las aguas subterráneas, el suelo, el aire, y del medio ambiente mundial, incluido el efecto invernadero, así como cualquier riesgo derivado para la salud humana, durante todo el ciclo de vida del relleno sanitario.

- **LAS CELDAS**

Las celdas son subdivisiones o compartimentos de vertido dentro del relleno sanitario, interponiendo capas de cobertura intermedias para independizar una de otra. Con esta división se persigue el aislamiento de las partes para optimizar el control de las emisiones de cada una minimizando la generación de lixiviados, el área y tiempo de exposición de residuos reduciendo por tanto las exigencias de cobertura y minimizando el riesgo de arrastre de residuos con el viento. La división del relleno en celdas se puede realizar sea cual sea el modo de explotación del relleno sanitario (trinchera, área, mixto), formándose mediante la deposición secuencial de capas de residuo compactado según se va recibiendo. Las principales ventajas que se consiguen con la construcción de celdas son:

- Optimiza el control de las emisiones
- Minimizar la producción de lixiviados
- Minimiza el riesgo de formación de bolsas de gas
- Facilita la compactación más homogénea de la masa de la celda
- Favorece el manejo de residuos más adaptado a las condiciones de cada momento
- minimiza el riesgo de incendios
- agiliza el inicio de la fase metalogénica
- facilita el acceso y movilidad de los vehículos para descargas posteriores

Generalmente, se construyen celdas diarias de trabajo, así al terminar cada jornada los residuos quedan cubiertos y aislados evitando así molestias de olores, residuos volados, esparcimientos, acceso y contacto de animales con los residuos, presencia de insectos y roedores, etc...., mejorando las condiciones sanitarias del relleno y del entorno.

El tamaño y diseño de las celdas depende de la cantidad de residuos sólidos que requieren disposición. Sus dimensiones se definen teóricamente como un paralelepípedo donde los elementos básicos son:

Altura	Longitud	Ancho	Taludes e inclinación
--------	----------	-------	-----------------------

Para la construcción de las celdas se forman, como se ha dicho, mediante la deposición secuencial de capas de residuo hasta llegar a una altura de unos 3 m. porque esta altura no produce grandes asentamientos ni problemas de inestabilidad del talud.

La cobertura de tierra diaria para delimitar cada una de las celdas se expresa como una relación residuos/suelo que ronda 10:1, utilizándose un espesor de cobertura de 15-25 cm.

La cobertura diaria de cada celda resulta en que el relleno no será homogéneo en sentido y la permeabilidad vertical será menor que la horizontal. Esto producirá caminos de flujos horizontales y acumulaciones de lixiviados que pueden afectar a la estabilidad. Por ello los requerimientos para el material de cobertura diaria son poco exigentes pudiendo utilizarse tierras de excavación o incluso arenas que favorecen la conectividad hidráulica y el drenaje. Si se utilizan coberturas impermeables, p.ej. arcillas, es recomendable un escarificado o arado de la superficie antes del vertido de la siguiente capa.

Su ancho equivale al frente de trabajo necesario para que los vehículos recolectores puedan descargar la basura al mismo tiempo sin interferencias ni esperas, o como múltiplo del ancho de la maquinaria utilizada para su compactación.

El largo está definido por la cantidad de residuo que llega al relleno en un día, aunque se debe jugar con estas dimensiones y la relación largo/ancho para perseguir siempre una superficie cuadrada para homogeneizar el comportamiento de los residuos en el interior y minimizar las necesidades de tierra de cobertura.

Los taludes de finalización de cada celda tendrán una pendiente máxima entre 10 – 30% para facilitar las tareas de compactación asegurando a su vez la estabilidad del mismo. Pendientes menores, son mejores para conseguir una buena compactación, a la vez que reducen el riesgo de producirse fallas en los taludes y el mantenimiento a largo plazo. Por el contrario, cuanto mayor sea la pendiente de los taludes menor será la relación área superficial/volumen, con el consecuente ahorro de material de cobertura. La recomendación general es trabajar con pendientes del 25-30%.

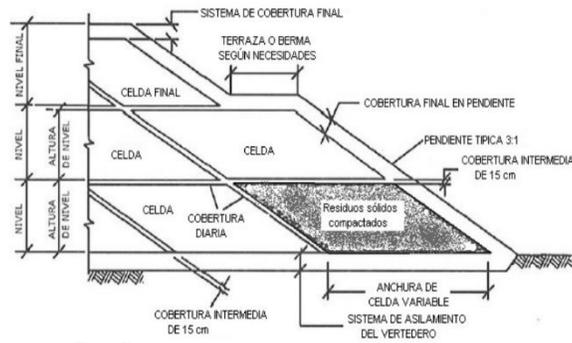


Figura 1.
Diseño y disposición de celdas

La continuación de la disposición de residuos en días consecutivos se realiza con la formación de celdas contiguas inicialmente en sentido transversal al avance del relleno formando líneas de celdas o “fajas” y a continuación en el sentido de avance del frente de trabajo.

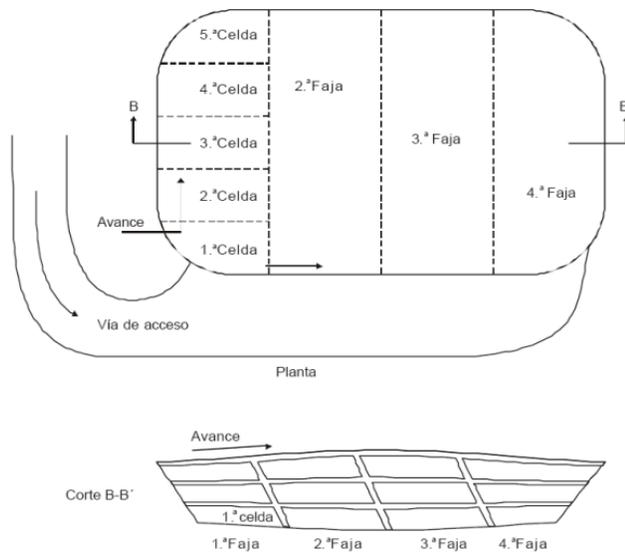


Figura 2.
Esquema de avance en la disposición de residuos y construcción de celdas

Como resultado de la consecución de las celdas se van completando grandes capas de residuo compactado y cubierto formando niveles sucesivos

- **SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN**

Tanto durante la explotación del relleno sanitario, como con posterioridad a su clausura, se producen cantidades variables de lixiviados, es decir, el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión. Este líquido que dará lugar al lixiviado puede proceder de la propia agua de constitución de los residuos, o bien de aportaciones externas, como pueden ser la precipitación directa sobre el vaso, o bien la afluencia por drenaje superficial o aguas subterráneas.

Dichos lixiviados arrastran cantidades importantes de materias en suspensión y disueltas, y sus características químicas y biológicas son tales que al infiltrarse en perfil del suelo ocasiona un riesgo potencial de contaminación de las aguas subterráneas y del suelo, tanta mayor cuanto más cerca esté el nivel freático del fondo del relleno sanitario.

La Norma Oficial Mexicana de referencia para la construcción, operación, seguimiento y clausura de rellenos sanitarios NOM-083-SEMARNAT-2003, establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales exige que todo relleno sanitario cumpla las condiciones necesarias para impedir la contaminación del suelo y de las aguas subterráneas, así como para recoger los lixiviados. Las exigencias técnicas de la impermeabilización aplicables son los correspondientes a relleno sanitarios para residuos sólidos urbanos y de manejo especial no peligrosos.

CARACTERÍSTICA GEOLOGICAS

Las características geológicas del emplazamiento determinan el tipo de impermeabilización que es necesario ejecutar, e incluso hasta la viabilidad de la ejecución del relleno sanitario. Como norma general hay que evitar la ubicación de relleno sanitario en:

- Zonas húmedas
- Terrenos aluviales
- Zonas de fallas o inestables
- Zonas telúricas
- Zonas de recarga de aguas subterráneas

Si existe una barrera geológica tal que las condiciones geológicas e hidrogeológicas subyacentes y en las inmediaciones del relleno sanitario tienen la capacidad de atenuación suficiente para impedir un riesgo potencial para el suelo y las aguas subterráneas, se supondrá que el relleno sanitario se halla correctamente impermeabilizado.

Para ello, la base y los lados de relleno sanitario deberán disponer de una capa mineral con unas condiciones de permeabilidad y espesor cuyo efecto combinado en materia de protección del suelo, de las aguas subterráneas y de las aguas superficiales sea óptimo.

Es aconsejable que cuando la barrera geológica natural no cumpla las condiciones mencionadas en el siguiente punto, deberá complementarse mediante una barrera geológica artificial, que consistirá en una capa mineral de un espesor no inferior a 1 metro.

Por otro lado, la NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, especifica que las formaciones geológicas no saturadas que constituyan el sustrato de la base y de los taludes del relleno sanitario cumplirán el requisito de un coeficiente de conductividad hidráulica de, al menos 1×10^{-7} cm/seg. En caso de que este requisito no se cumpla de modo natural, se tomarán las medidas técnicas adecuadas para alcanzar el mismo nivel de seguridad.

Además de las barreras geológicas descritas, deberá añadirse un revestimiento artificial impermeable bajo la masa de residuos, con el fin de evitar la acumulación de lixiviados en la base del relleno sanitario y favorecer su recogida.

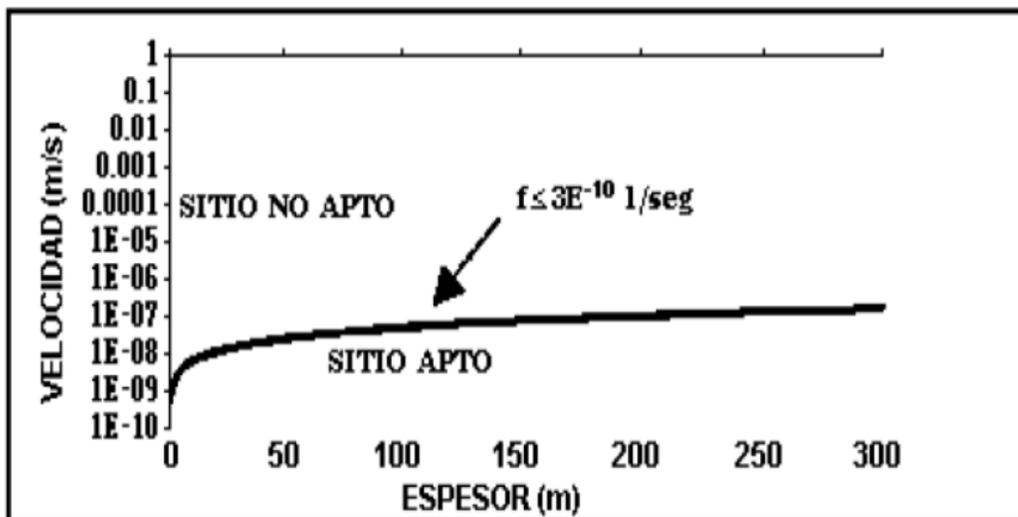
DESCRIPCIÓN DE SISTEMA DE IMPERMEABILIZACIÓN.

Para el diseño del sistema de impermeabilización ha de tenerse en cuenta lo establecido en la norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales en lo relativo a sus capítulos:

- Evidencias de uso de aguas subterráneas
- Identificación del tipo de acuífero
- Análisis del sistema de flujo

Integrando toda la información obtenida de esos estudios previos, además de los estudios geológicos y geotécnicos del sitio se está en condiciones de valorar para determinar si el sitio es apto o si requiere obras de ingeniería. Según la primera norma reguladora de la construcción de rellenos sanitarios NOM-083.-SEMARNAT-2003 se realiza una evaluación del potencial de contaminación para determinar las características de los materiales naturales o artificiales necesarios para garantizar la impermeabilidad del vaso y taludes del relleno.

Para ello se debe considerar la gráfica siguiente:



Esta gráfica define la condición de tránsito de la infiltración aceptable que deben tener los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales, su valor de frontera está definido por $f < 3 \times 10^{-10} \text{seg}^{-1}$ que representa el factor de tránsito de la infiltración, el cual relaciona a la velocidad promedio final de infiltración contra los diferentes espesores de los materiales de la zona no-saturada incluyendo la porosidad de ellos, según la siguiente fórmula: $f = (K \cdot i) / (U \cdot d)$

Donde:

f = factor de tránsito de la infiltración, (seg-1).

d = espesor de la zona no-saturada, (m).

U = porosidad promedio efectiva de los materiales de la zona no-saturada, (adimensional).

i = gradiente hidráulico, (adimensional).

K = conductividad hidráulica promedio de los materiales de la zona no-saturada, (m/s).

La velocidad promedio (v) se calcula a partir de la conductividad hidráulica saturada (K) de los materiales del subsuelo en la zona no-saturada, dividida por la porosidad promedio efectiva.

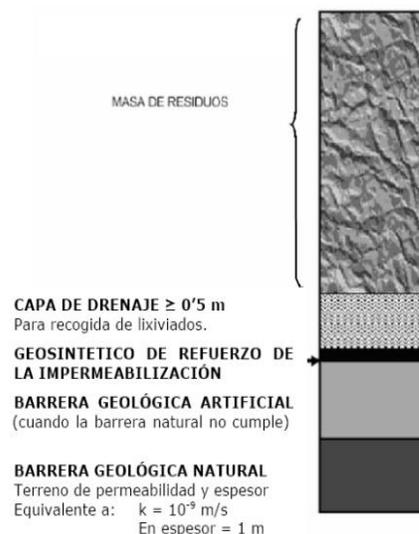
(U), considerando un gradiente hidráulico unitario (i), de acuerdo a la siguiente fórmula:
 $V = K \cdot i / U$.

El valor de (f) obtenido, para el caso de que se trate, debe graficarse para determinar su aptitud y viabilidad. Los sitios aptos son aquellos cuyo factor de tránsito de la infiltración es:

$$f < 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}.$$

Simplificando el análisis de los condicionantes para el diseño de la impermeabilización, y sujeto a lo exigido en la vigente norma NOM-083-SEMARNAT-2003, la barrera geológica natural o artificial debe cumplir un valor límite de la conductividad hidráulica del conjunto de la barrera geológica natural o equivalente a un factor de $1 \times 10^{-7} \text{ cm/s}$.

Esquema general de impermeabilización



En función de los datos de permeabilidad obtenidos en los correspondientes ensayos que hayan sido realizados durante la ejecución de los estudios previos y siguiendo las directrices que se recogen en la NOM-083- SEMARNAT-2003, en el caso de no cumplirse de forma natural el valor límite de conductividad hidráulica, se determina la construcción para la impermeabilización del fondo y taludes de los depósitos la siguiente distribución estructural (de abajo a arriba):

Geotextil de polipropileno no tejido 350 gr/m².

Los geotextiles son láminas cuya función es proteger la lámina impermeable superior, de posibles punzonamientos con los materiales del terreno natural. Por tanto, consiguen alargar la vida útil de los revestimientos artificiales, y reducen el riesgo de rotura, y por tanto de emisión de lixiviados o gases al suelo.

El geotextil para protección de geomembrana tiene que:

- Disipar los esfuerzos compresivos localizados provocados por los áridos.
- Absorber los esfuerzos de tracción para evitar una deformación excesiva de la geomembrana.

La protección eficaz de una geomembrana por un geotextil está relacionada con la combinación de varias características las cuales tienen que cumplir los siguientes requisitos:

- Características funcionales: alta resistencia al punzonamiento estático y a la compresibilidad, módulo de rigidez menor que el módulo de la geomembrana. Cuando el geotextil tenga también una función de refuerzo, de una capa de suelo de cubrición, su resistencia a tracción debe ser diseñada separadamente.
- Características para la instalación: la instalación de un geotextil extendido sobre una geomembrana debe hacerse con mucho cuidado para evitar daños a la geomembrana. Las propiedades mecánicas del geotextil requeridas para la función de protección son por consiguiente suficiente para la instalación.
- Características a largo plazo: las características funcionales deben permanecer mayores que los valores especificados a lo largo de la vida de la obra. La compatibilidad química con el medio externo, pero también debe ser analizada la protección del geotextil frente a los rayos UV.

Revestimiento artificial impermeable

La siguiente capa es una lámina de PEAD de 2 mm de espesor, que será la lámina impermeable que recoja los lixiviados y constituya la principal barrera al avance de los lixiviados. Se colocará en el fondo y taludes de los vasos de vertido. Las características mínimas a exigir a las láminas de impermeabilización de PEAD, según recomendaciones de otros manuales y, como referencia de normativas aplicadas en la Unión Europea, serán:

Tabla 5. Características exigibles lamina PEAD de impermeabilización.

Característica	Unidad	Valor
Espesor	mm.	1.5
Densidad	g/cm ³	>0.94
Índice de fluidez	g/10 min	0.5
Contenido en negro de carbono	%	2.5±0.5
Contenido de cenizas	%	0.005
Dispersión de negro de carbono	-	4
Dureza sobre D	-	60±5
Doblado a bajas temperaturas	-	Sin grietas
Resistencia a la percusión	-	Sin perforación
Resistencia tracción, fluencia, alargamiento		
Resistencia a la tracción	MPa	35
Limite elástico	MPa	17
Alargamiento en la rotura	%	800
Alargamiento en el punto de fluencia	%	17
Resistencia a la perforación	N/mm	400
Recorrido	mm	10
Envejecimiento artificial acelerado		
Alargamiento en rotura	%	<15
Resistencia al desgarro	N/mm	140
Resistencia al calor	%	2
Resistencia a cuarteamiento por tensión en medio ocioso	%	Sin grietas
Absorción de agua	%	=0.2 a 24 h =1 a 6 días
Resistencia a la perforación por raíces	-	resiste

Es siempre recomendable utilizar láminas del mayor ancho posible para minimizar el número de soldaduras, éstas deben realizarse en la propia obra. La soldadura será de tipo doble, con canal intermedio de comprobación de 15 cm de amplitud mínima:

El anclaje de las láminas PEAD, será del tipo zanja, y se implantará en la coronación de los taludes.

Geotextil de polipropileno no tejido 350 gr/m².

Los geotextiles son láminas cuya función es también proteger la lámina impermeable inferior, de posibles punzonamientos con los materiales de la capa de drenaje de lixiviados. Por tanto, consiguen alargar la vida útil de los revestimientos artificiales, y reducen el riesgo de rotura, y por tanto de emisión de lixiviados o gases al suelo.

Las características mínimas a exigir a las láminas de impermeabilización de PEAD, según recomendaciones de otros manuales y, como referencia de normativas aplicadas en la Unión Europea, serán:

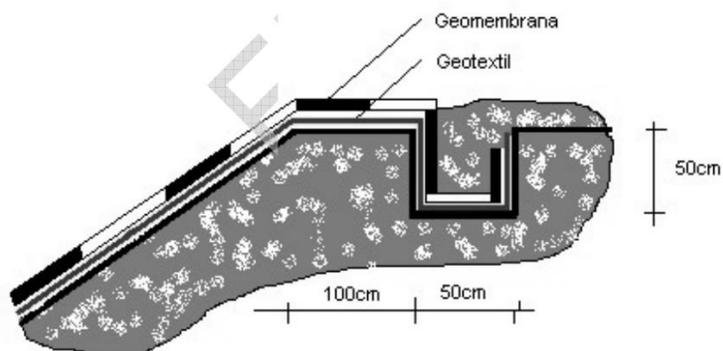
Características exigibles laminas geotextil de protección.

Característica	Unidad	Valor
Espesor bajo presión de 2 kN/m ²	mm.	3
Resistencia a perforación CBR	N	2000
Resistencia a tracción	kN/m	60
Alargamiento de rotura	%	80
Perforación por caída libre de cono	mm.	<14

Gravas de drenaje

La última capa está compuesta por árido silicio de tamaño 20-40 mm y permeabilidad $k \leq 10^{-3}$ m/s con pendientes adecuadas para facilitar el drenaje de los lixiviados. El espesor será de 0,5 metros en todos los puntos.

En la zona del talud esta capa será sustituida por un geo compuesto drenante, dadas las dificultades constructivas., que a su vez hará la función de protector de la lámina de PEAD, sobre la cual no se ha colocado geotextil de protección en el caso de los taludes, ya que el geo compuesto o indicado está formado por uno o dos geotextiles y una geored.



Sistema de impermeabilización del vaso de vertido

- **EJECUCIÓN DE LA IMPERMEABILIZACIÓN CON GEOSINTÉTICOS**

En la construcción de este tipo de revestimientos es muy importante la correcta preparación previa de la sub base, vigilando que no haya partículas mayores a 1.25 cm que puedan producir protuberancias en la membrana y que o existan hundimientos que provoquen dobleces en la misma.

Se recomienda la aplicación de un herbicida bajo las membranas para evitar el crecimiento vegetal que pueda dañar el revestimiento. También es muy importante el transporte de equipamiento y vehículos pesados sobre la membrana que pueda producir daños. Por lo tanto sólo se autorizará el apoyo sobre la membrana de la maquinaria y personal indispensable. Así mismo, el personal del equipo de construcción sólo llevará las herramientas necesarias y no llevará botas.



Extendido y desenrollado de lámina

En todo caso, para multiplicar la seguridad en estos aspectos cuenta con la instalación del geotextil de protección de ambos lados de la geomembrana, tipo sándwich, para proteger de los esfuerzos y posibles daños desde la cara inferior como desde de la cara superior debido a la extensión de las capas de grava para drenaje. Estas capas de geotextil también multiplican la resistencia del conjunto del revestimiento a la tracción ejercida por el paso de la maquinaria y la compactación de los residuos.

Debido a la gran impermeabilidad de las geomembranas, es posible su elevación debida al viento durante su instalación, para evitar la entrada del viento se colocarán anclajes temporales mediante sacos de arena o situando el rollo de geomembrana sobre el bode no anclado. Los problemas con el viento se superan una vez que la geomembrana se ancla permanentemente con la zanja, y cuando se comienza a verter los residuos.

AJUSTES TOPOGRÁFICOS AL TERRENO

Dada la irregular topografía de la superficie de los rellenos se requiere de un ajuste topográfico de las líneas de conducción para asegurar el correcto funcionamiento de la red y evitar curvatura en las tuberías que pueda provocar acumulaciones de condensados.

Durante el extendido de las tuberías de la red terciaria se realiza el replanteo del trazado de estas con leves desviaciones para buscar las zonas con pendientes más favorables y movimientos de tierras en los casos más extremos.

En aquellos pozos en que sea necesario, en función de la topografía existente, se requerirá la creación de pistas de tierra sobre las que apoyarán las tuberías dejando una pendiente uniforme en un sentido para desagüe de condensados en la estación de regulación o en pozos instalados al efecto junto a las cabezas de algunos pozos.

Para la conducción de las tuberías secundarias, cuando sea necesario su enterramiento, las zanjas se excavarán a fin de elaborar un lecho limpio para las tuberías, con cantos rodados; sin presentarse piedras ni otros objetos afilados o angulares que pudieran ocasionar daños a las tuberías.

Todas las zanjas serán rellenadas utilizando material excavado seleccionado ó tierras de préstamo con compactación ligera.

Cuando se colocan tuberías múltiples en la misma zanja, el sentamiento de todas las tuberías estará al mismo nivel y se colocarán tocando la tubería adyacente.

La zanja se rellena con material excavado seleccionado. Éste se coloca en capas no superiores a 300mm de profundidad entre las cuales se lleva a cabo una compactación ligera antes de la colocación de la siguiente capa por la pala de la excavadora.

CAPITULO III

HIPOTESIS Y VARIABLES

III.1 HIPÓTESIS GENERAL

El actual espacio donde se depositan los desechos generados en la ciudad de Huejutla de Reyes, Hgo. No satisface las necesidades que demanda la ciudad, además de que no cumple con las normas técnicas complementarias de ubicación, orientación, uso de suelo y dimensiones con las que esta debe contar, por ello es necesario ubicar y diseñar un nuevo espacio para este uso.

III.1.2 SUB-HIPÓTESIS

- a) Llevando a cabo el análisis del actual espacio utilizado como basurero municipal, y de las características con las que cuenta, lograremos que a través de los antecedentes se determine la reubicación del nuevo sitio más conveniente para una función fácil y total.

- b) La nueva propuesta de ubicación y diseño del relleno sanitario municipal permitirá que la recolección y traslado dentro de la zona urbana y rural de la ciudad sea más fácil y eficaz.

- c) Los ajustes de diseño de este espacio, permitirá que el proceso de descomposición y compactación se adapten y logre mayores espacios de almacenamiento, además de que no genere contaminación a lugares muy próximos, ni ecosistemas naturales como (ríos, presas, y tierras fértiles.)

III.1.3 VARIABLES

En la presente tesis se distinguen las siguientes variables:

T. *sistema de tutoría (variable dependiente)*

N. *necesidades de ubicación, y reglamentación, para un diseño correcto (variable independiente)*

F. *facilidades de espacios que dispone la ciudad para el funcionamiento del relleno sanitario municipal (variable independiente)*

INDICADORES DE LA VARIABLE T.

Lo que particulariza a este sistema de tutoría, son las características de los elementos que lo componen. (Ver cuadro 1.1)

INDICADORES DE LA VARIABLE N.

Se particulariza a las necesidades de operación de ubicación, esto para apoyar un correcto diseño y operación, estos se derivan en tres subtipos de necesidades, que guardan relación lógica con la operación. (Ver cuadro 1.1)

INDICADORES DE LA VARIABLE F.

Se deriva a las facilidades que dispone a un determinado espacio dentro de la zona a estudiar, para un funcionamiento apto, además indagar los reglamentos de regularización de los espacios. Estos requerimientos permitirán cumplir el propósito de la investigación y la nueva propuesta. (Ver cuadro 1.1)

III.1.4 VARIABLES É INDICADORES

(Cuadro 1.1)

VARIABLES	INDICADORES
T	<p>a) PERSONAL QUE CONFORMA EL SISTEMA: su forma de organización y funciones.</p> <p>b) MATERIALES DE ESCRITORIO Y ARCHIVO QUE DISPONE: conformado por útiles, referidos al título y tipo, cantidad y frecuencia en el abastecimiento.</p> <p>c) MATERIALES DE INVESTIGACIÓN: obtención de datos por medio de libros, entrevistas, visitas de campo, estudios.</p>
N	<p>a) NECESIDADES DE UBICACIÓN: están referidas a las necesidades para llegar a la obtención del espacio correcto y más factible.</p> <p>b) NECESIDADES DE DISEÑO: hace referencia a las características de diseño, en cuanto a los espacios con los que debe contar un relleno sanitario.</p> <p>c) NECESIDADES DE OPERACIÓN: están referidas a que, a través de la selección de la ubicación y un correcto diseño, el relleno sanitario pueda llevar una correcta operación desde la zona urbana hasta el traslado y la maniobra del lugar.</p>
F	<p>a) UBICACIÓN DEL TERRENO: se debe seleccionar un correcto espacio, logrando que este no afecte al entorno.</p> <p>b) ENTORNO: se deriva del espacio, ya que este deberá ser muy próximo a la zona urbana para lograr un trayecto rápido y fácil.</p> <p>c) REGLAMENTACION: hace referencia a que cada uno de los espacios deberán de ser planteados y diseñados de acuerdo con las normas y reglamentos de operación y construcción.</p>

III.2.1 METODOLOGÍA

En términos generales un relleno sanitario es una de las obras más importantes que se encarga de darle finalidad a los residuos sólidos urbanos y sobre todo para la conservación del medio ambiente, además de ser una construcción la cual no cause daño a la salud humana ni al ecosistema durante su construcción y al final de ella. Un relleno sanitario es una obra de infraestructura que está basada en principios de ingeniería y topografía para una buena ubicación y un mejor manejo para la compactación de los residuos sólidos, los cuales son cubiertos por capas de tierra diariamente.

Contar con un relleno sanitario evita la contaminación del medio ambiente, suelo, aire, agua, induce a un mejor manejo de los RSU evitando el daño a la salud humana

Basados en las normas de las instituciones de SEMARNAT, LGEEPA las cuales establecen la protección del medio ambiente, así como la preservación y restauración del equilibrio ecológico, garantizando a vivir en un ambiente adecuado. De acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 establece el diseño, la construcción y la protección del entorno, para lograr la selección de sitio en base a las medidas que deben de tomar en cuenta para la construcción y obras complementarias para lograr la finalidad de los residuos sólidos urbanos, y llevar a cabo la construcción del relleno sanitario para la ciudad de Huejutla de Reyes basándonos en lo que rigen las normas vigentes y complementarias.

Posteriormente hay que mencionar que la ciudad de Huejutla tiene un gran problema base a los residuos sólidos, ya que solo cuenta con tiradero a cielo abierto, el cual genera contaminación al medio ambiente, así como lo es el suelo, aire, agua, tomando en cuenta que las calles de las colonias están siendo invadidas de residuos, el cual generan un aspecto no factible para la población provocando un daño a la salud humana de los residentes de la ciudad.

En base al diseño de la construcción del relleno sanitario, se llevará a cabo contemplando el mejor de los procesos para lograr un diseño el cual acate con las medidas necesarias que se requieren para la disposición final de los residuos sólidos urbanos para la ciudad de Huejutla y sus comunidades pertenecientes.

Es importante destacar que se llevara el proceso topográfico y el método de ingeniería establecido más adecuado, para el periodo de vida útil adecuado.

Así mismo se implementará, tomando en cuenta un estudio del análisis de la cantidad de población perteneciente y la cantidad de residuos sólidos generados de acuerdo con el tipo de estudios para llevar a cabo la construcción.

Una vez contando con el estudio y análisis para la construcción, se debe contemplar que el relleno sanitario cumpla con las medidas necesarias y características constructivas aplicadas para lograr la finalidad de los recursos sólidos, sin dejar de mencionar que este no cause un

daño ocasional al medio ambiente ni emita un riesgo ante los problemas que se presentan en la contaminación.

Tomando en cuenta que la construcción estará basada en la mejoría de la ciudad, el método seleccionado y el tipo de diseño que se llevará a cabo debe cumplir con las obras complementarias necesarias.

En cuanto al método para la preparación del suelo, este debe ser preparado para prevenir la filtración de líquidos lixiviados los cuales son provenientes de la descomposición de los residuos.

Es importante destacar que mantener un relleno sanitario con las acciones fundamentales necesarias para conservar el funcionamiento de dicha obra, ya que deber de llevar un manejo de manera adecuada para no causar daños al medio ambiente y a la salud humana, el cual no sea rechazado por la población residente.

III.3.1 POBLACIÓN Y MUESTRA

Derivado de la gran necesidad y problemática que aqueja a la ciudad de Huejutla de Reyes Hgo. Al no contar con relleno sanitario propio, se realiza la siguiente encuesta a la población de la ciudad con el fin de obtener datos que sirvan y contribuyan para la realización de una propuesta idónea y adecuada del vertedero municipal.

ENCUESTA TESIS

Centro universitario vasco de Quiroga de Huejutla de Reyes, Hgo

·

Lic. Arquitectura

Instrucciones: responde las siguientes preguntas, subrayando la opción que consideres correcta de acuerdo con tus conocimientos y/o ideas.

1.- ¿Conoces dónde estaba ubicado el anterior basurero municipal?

a) Sí

b) No

2.- ¿Qué cantidad de basura generas a la semana en casa y/o negocio?

a) De 1-5 kg

b) De 8-15 kg

c) 1 o más TN

3.- ¿Sabes cuáles son los residuos orgánicos e inorgánicos?

a) Sí

b) No

4.- ¿Selecciona el producto orgánico?

a) Cascara de plátano

b) botella de refresco

c) cartón

5.- ¿Qué haces con la basura orgánica?

- a) Crear abono b) que se la lleve el camión recolector c) solo tirarla

6.- ¿Con qué frecuencia transitaba el camión municipal para recolectar tus desechos?

- a) Diariamente b) Cada 8 días c) No pasaba

7.- ¿Tiendes a separar la basura antes de depositarla?

- a) Si b) No

8.- ¿Estarías dispuesto a cambiar de cultura para separar los desechos?

- a) Si b) No

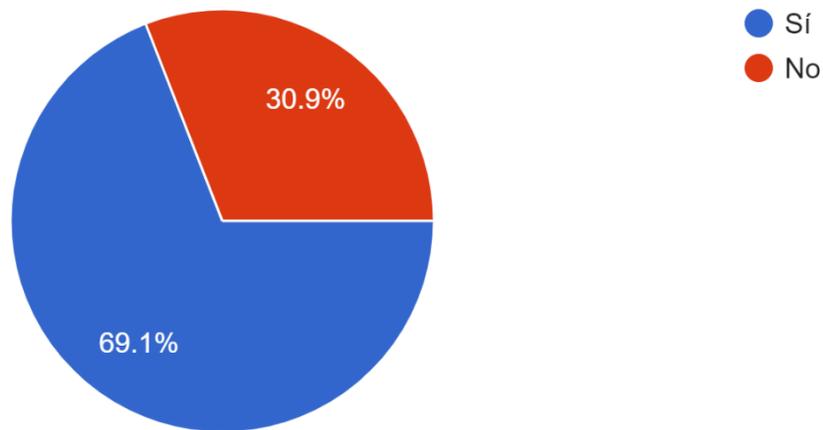
9.- ¿Qué importancia le das, al que se establezca un relleno sanitario fijo?

- a) Muy importante b) No importa c) Demasiado necesario

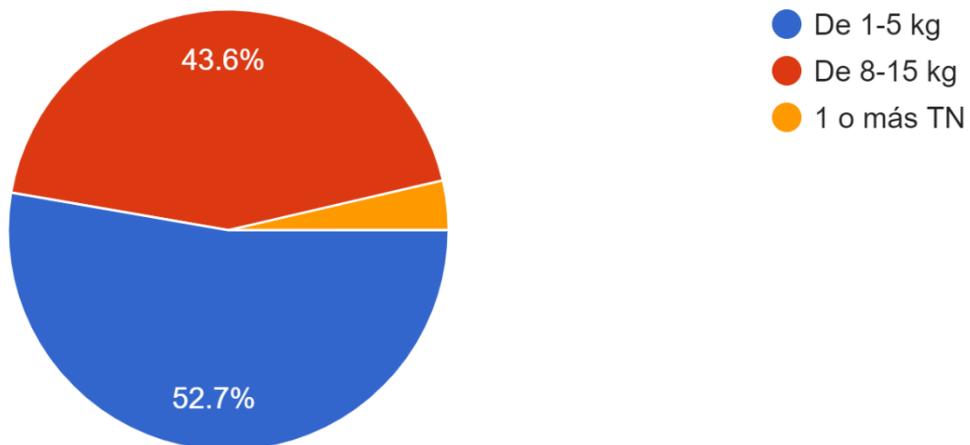
MUESTRA

En base a los resultados obtenidos de la encuesta realizada, nos da a conocer la cantidad de personas que suelen tener conciencia de las consecuencias que se están llevando a cabo en base a la acumulación de los residuos sólidos urbanos, los cuales son generados por los mismos habitantes.

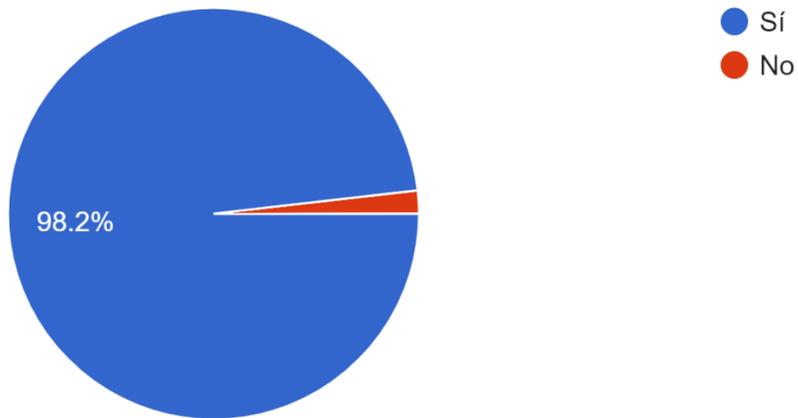
1.- ¿Conoces donde está ubicado el anterior basurero municipal?



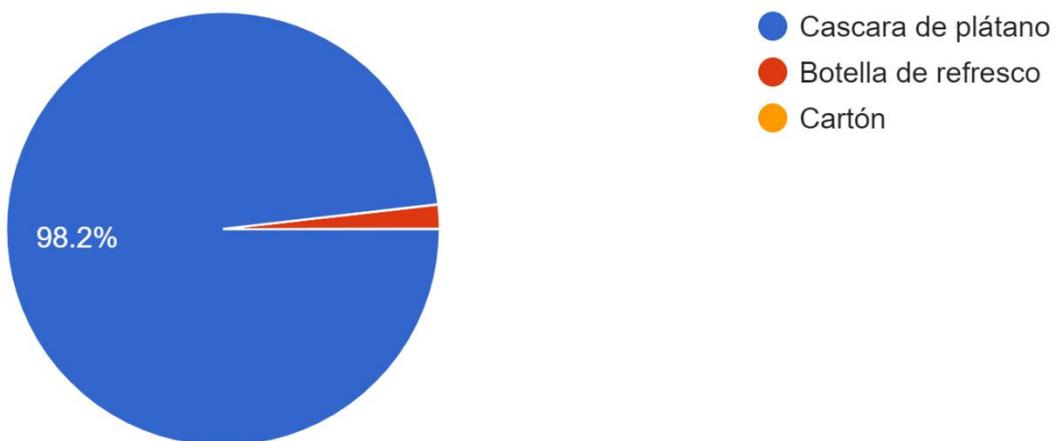
2.- ¿Qué cantidad de basura generas a la semana en casa y/o negocio?



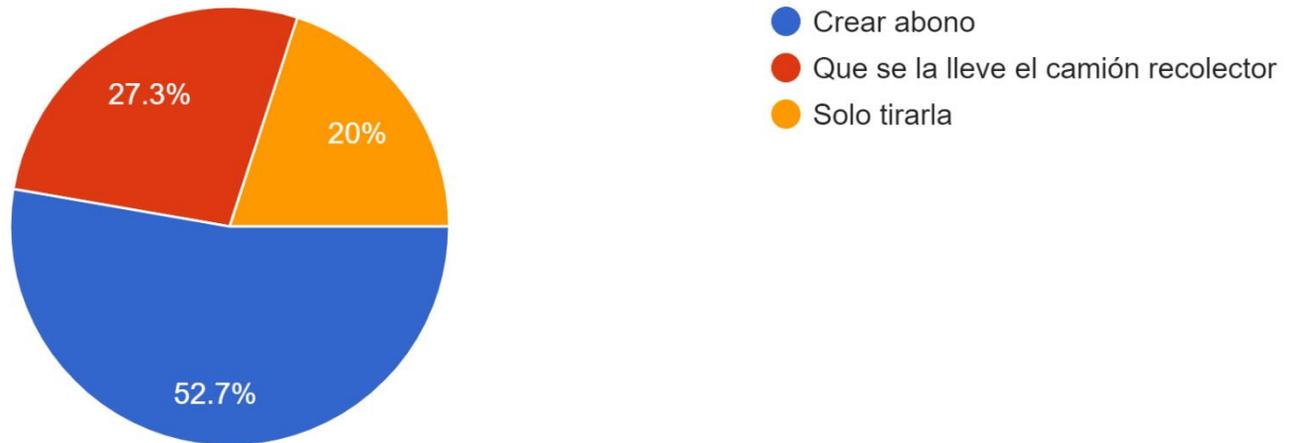
3.- ¿Sabes cuáles son los residuos orgánicos e inorgánicos?



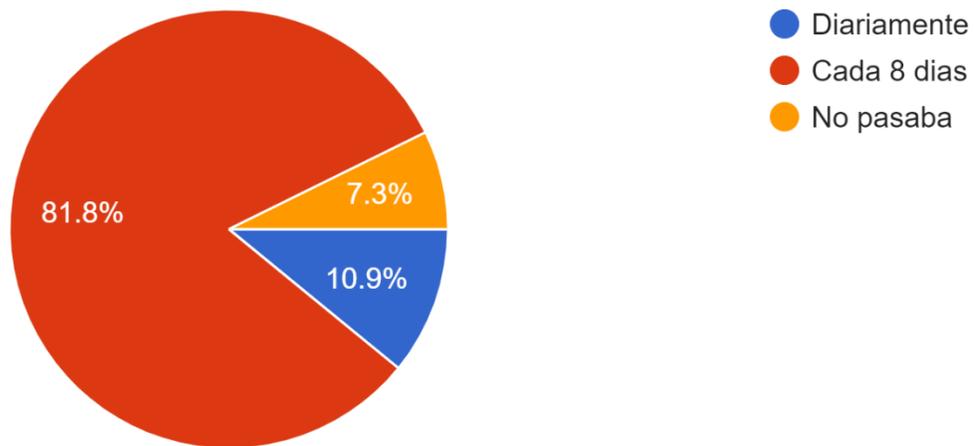
4.- selecciona el producto orgánico



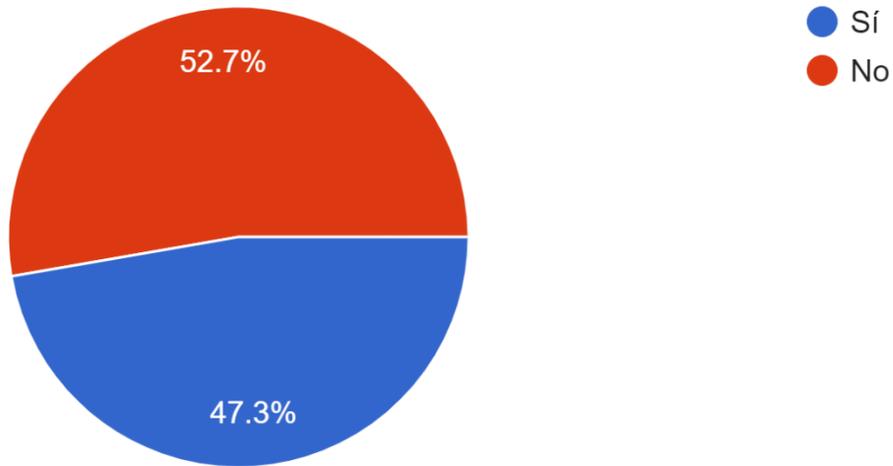
5.- ¿Qué haces con la basura orgánica?



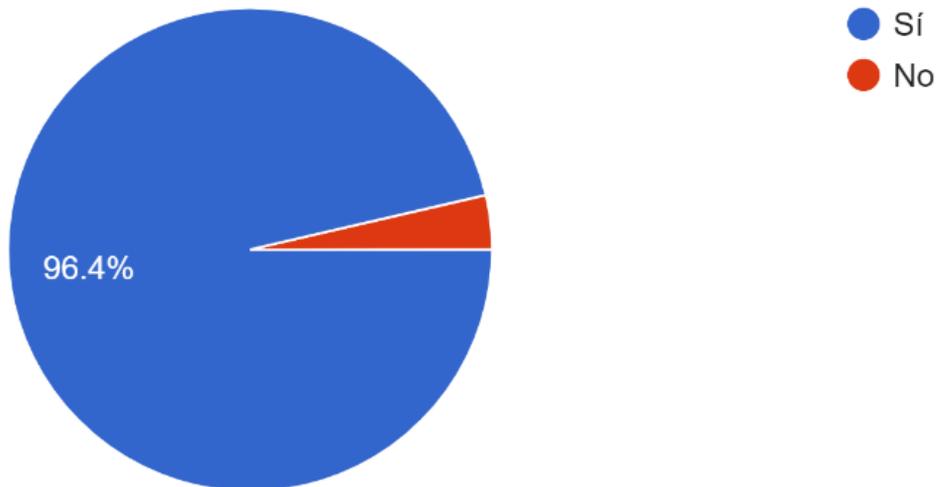
6.- ¿Con que frecuencia transitaba el camión municipal para recolectar tus desechos?



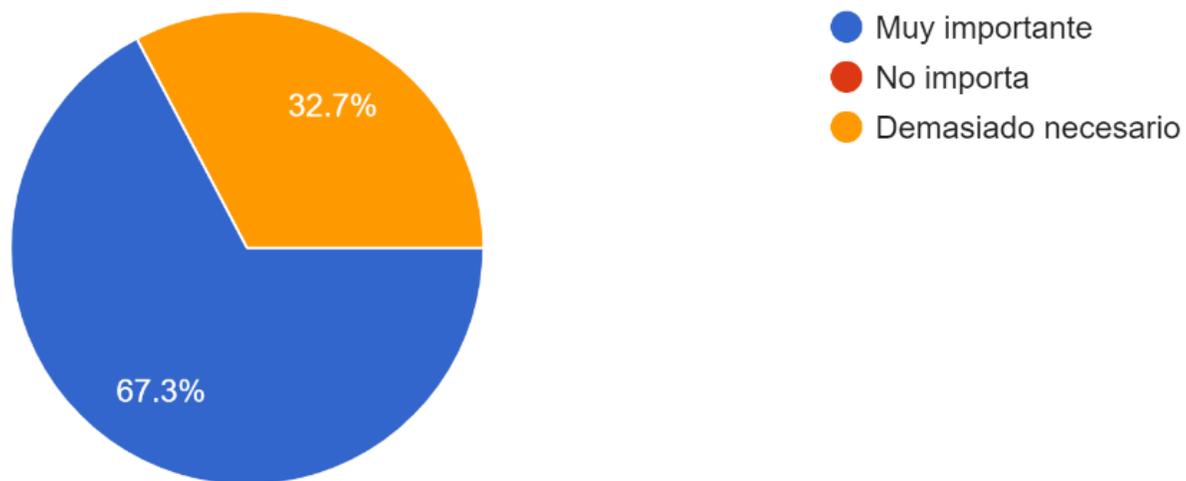
7.- ¿Tiendes a separar la basura antes de depositarla?



8.- ¿Estarías dispuesto a cambiar de cultura para separar los desechos?



9.- ¿Qué importancia le das al que se establezca un relleno sanitario fijo?



III.4.1 TÉCNICAS

Para la obtención de datos, se llevan a cabo técnicas complementarias enfocadas a entrevistas realizadas, las cuales son una fuente necesaria para implementar la construcción del relleno sanitario, ya que es un bien benéfico para la población que reside en la ciudad. Como lo marca en el artículo en el artículo 1.1 (LGEEPA) Garantiza el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuando para su desarrollo, salud y bienestar.

Tomando en cuenta la información recabada en base a la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 la cual abarca las medidas de diseño y construcción, de igual forma los estudios previos y características de operación que se deben de aportar para la disposición final de los residuos sólidos urbanos.

De esta manera el realizar esta base de datos es tomar en cuenta la opinión de los residentes para un bien benéfico, el cual no dañe a los ecosistemas y cuente con las medidas que marcan las normas para la construcción del relleno sanitario, así mismo darles fin a los residuos sólidos urbanos, ya que es un factor el cual ha generado mucha controversia y gran problema para la ciudad.

Además, se consultaron los datos de población con los que cuenta la ciudad, información que ha sido recabada de la página de INEGI, investigación que nos lleva a cabo para tomar en cuenta la cantidad de residuos que son generados por habitante y sobre todo para tener conocimiento de la cantidad de toneladas que serán trasladadas diariamente al relleno sanitario.

III.5.1 INSTRUMENTOS

De acuerdo con la presente investigación, esta demanda conoce cada uno de los aspectos por más mínimos que estos sean, ya que a través de los resultados se hará un correcto trabajo de investigación y junto con ello lograr que los resultados sean totalmente reales y concisos.

Los instrumentos para la recolección de datos que utilizaremos son:

- Redes sociales
- Visitas a campo
- Entrevistas
- Por medio de expedientes gubernamentales

III.6.1 CRONOGRAMA

Diagrama de GANTT

ACTIVIDADES	FEBRERO							MARZO							ABRIL							
	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
Encuesta en redes sociales		■	■	■				■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■
Visitas a campo						■	■		■	■	■			■		■	■	■	■	■	■	■
Entrevistas					■							■	■					■	■			
Expedientes			■							■							■					

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

IV ANÁLISIS DE SITIO

IV.1 SELECCIÓN DEL SITIO

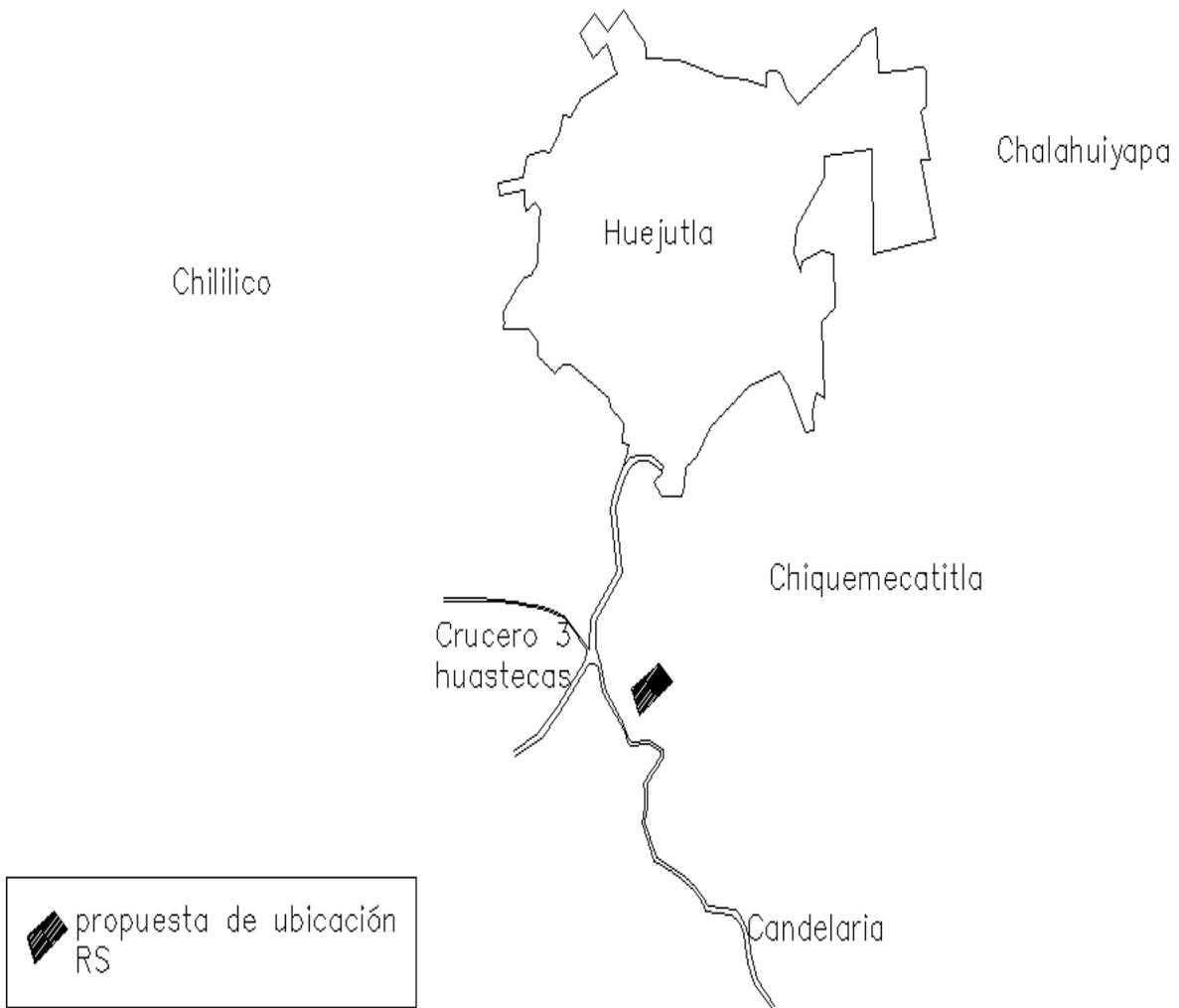
La elección de este sitio como propuesta a la ubicación del relleno sanitario municipal es resultado tanto de las averiguaciones de sitios diferentes y de sus características, así mismo tomando como referencia cada uno de los lugares que fungieron como basureros ya que de acuerdo con esos predios se logró determinar que tanto contribuye el ubicarlo en este nuevo sitio. Es importante citar que para determinar este espacio se realizó un análisis de sitio, teniendo como prioridad que, sobre este, no se encuentren zonas naturales de importancia para la vida silvestre. Ubicando nuestra propuesta de relleno sanitario municipal sobre la carretera Huejutla-Atlapexco kilómetro 131.

IV.1.2 UBICACIÓN DEL TERRENO

El predio seleccionado para llevar a cabo esta propuesta del proyecto se localiza a las orillas de la ciudad de Huejutla de Reyes, Hgo. La propuesta se encuentra localizado al sur de la ciudad, es un polígono irregular de cuatro lados de una forma semejante a un trapecio que colinda al noreste con un predio particular sin uso; al noroeste con un predio de abundante vegetación sin uso; al suroeste se encuentra un predio donde actualmente se extrae tierra de relleno; al sureste colinda con la carretera que conecta a Huejutla y el municipio de Atlapexco. El área total disponible es de 107,859.52 m².

- Plano de localización

A continuación, se muestra el plano de localización del terreno, donde se indica la vialidad que conduce al predio, así como las características del entorno donde se propone el relleno sanitario.



Este predio propuesto para el relleno sanitario cuenta con una vialidad importante para el municipio, ya que conduce a comunidades pertenecientes a Huejutla, así como también es un trayecto hacia otros municipios, como lo son Atlapexco, Huautla, Yahualica, Xochiatipan y Calnáli.



IV.1.3 TIPO DE SUELO

En esta zona el tipo de suelo y subsuelo poseen características diferentes, en primer lugar, cuenta con una primera capa en tono negro con un espesor aproximado de 3cm, seguido a esto encontramos suelo uniforme con un espesor muy finito, este se muestra en un tono gris, seguido de esta capa se refleja un suelo final distinto, el cual es más una clase de tepetate contando con un espesor mucho mayor y con más cantidad de resistencia, este se identifica con un tono de color gris oscuro.



En base al desarrollo de relleno sanitario, se basa en las medidas de prevención persistentes enfocadas en la protección del medio ambiente, tomando en cuenta que la limpieza pública es de gran importancia para la protección a la salud humana.

Es importante destacar que el predio elegido forme parte de un beneficio para la población, el cual no cause daños al medio ambiente ni afectaciones a terrenos colindantes, esto indica que la propuesta del relleno sanitario formara parte de una disminución de tiradero a cielo abierto, lo cual es un gran problema que es causado por residuos sólidos urbanos.

Por otra parte, es impotente destacar que la producción de residuos se basa en el aumento de población existente, frente a esto se maneja el tipo de alimentación que consume la población lo cual hace referencia a que, si la gente consume una alimentación inapropiada, la cantidad de residuos sería abundante. Es importante mencionar que, si los residuos son separados, esto sería de mucha ayuda ya que la basura inorgánica puede ser aprovechada y rescatando su productividad.

El principal objetivo que conlleva la propuesta del relleno sanitario es plantear un espacio para la finalidad de residuos sólidos urbanos, basándonos en las normas suscritas que se necesitan para la construcción correcta, estableciendo en que el predio elegido debe de contener las dimensiones necesarias para una buena conducción y darle una mejor vida útil teniendo el correcto funcionamiento, tomando en cuenta la separación de residuos por zonas, conforme a esto manejando los tipos de residuos sólidos. No dejando a un lado que es de tal importancia mantener en salvación los mantos acuíferos, los cuales son una parte importante, de igual manera el predio elegido se pensó en ser un espacio alejado de ríos, arroyos, los cuales suelen ser contaminados por lixiviados.

De acuerdo con la ubicación propuesta para el relleno sanitario municipal se pretende no afectar a demarcaciones cercanas, ni predios colindantes por ello se establecerán las condiciones más adecuadas para el proceso de compactación de los desechos, cada basura será clasificada y si es posible se llevará un proceso de reutilización. En cuanto a la recolección de los desechos en la zona urbana de la ciudad se deberá concientizar a cada familia para que ellos contribuyan en un mejor proceso de recolección es decir que aprendan a separar los residuos, ya sean orgánicos e inorgánicos, así como también es importante ser conscientes y separar los residuos peligrosos como los materiales médicos, químicos, de gas y explosivos. Para comprobar que la radicación de este espacio es factible para la ubicación del RS se realizará un estudio de impacto ambiental en el cual muestre los posibles daños mínimos que puedan causar y como es que se dará solución, para ello tendremos las bases principales que indican como diseñar el espacio, es decir como ubicar cada tipo de basura y los lixiviados que se generen.

IV.2 CARACTERISTICAS DEL TERRENO

IV.2.1 VEGETACIÓN

Tomando en cuenta el tipo de vegetación con la que cuenta actualmente el predio, podemos determinar que existe una abundante flora en arboles frondosos como lo son el

Chote

Sauce

Otate

IV.2.2 FAUNA

En cuanto al tipo de fauna que reside, podemos encontrar animales roedores, conejos, serpientes como los son boas, mahuaquite, coralillo, además de venados.

IV.2.3 ENTORNO NATURAL

Este espacio se constituye en cuanto al predio y sus alrededores, ubicando la naturaleza, flora y fauna, tomando en cuenta que es un ambiente con abundante vegetación, al igual mencionando que existen algunos tipos de animales que residen en la zona.

IV.3 DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

IV.3.1 SELECCIÓN DEL MÉTODO DE OPERACIÓN

De acuerdo con los análisis previos de estudios realizados sobre las condiciones en las que se encuentra el municipio, y a la grave problemática que se genera al disponer con un predio muy pequeño que es utilizado como basurero municipal a cielo abierto, se plantea un mejor manejo para el almacenamiento a través de la propuesta de un relleno sanitario para la ciudad, ya que este es el método más idóneo para almacenar la cantidad de residuos que produce el municipio.

Reiterando lo expuesto en los capítulos anteriores se entiende que, un relleno sanitario está constituido por varios elementos que son de gran importancia, los principales son las subunidades a las cuales se les denomina celdas; para el proceso y construcción de cada una de estas celdas involucra el esparcimiento de cada uno de los residuos ingresados en estratos y claramente respetando las características de compactación de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 indicando que cada día los residuos arrojados en la zona deberán ser cubiertos con una cobertura de material inerte análogamente compactado, esto teniendo como finalidad de prevenir la proliferación de fauna nociva.

Los principales métodos usados para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de un manejo especial en un relleno sanitario pueden clasificarse en los métodos mencionados; 1. Método de trinchera, 2. Método de Área, 3. Método de terrazas, 4. Método de Rampa, 5. Método de Terraplén, 6. Método combinado, esto de acuerdo con la norma NOM-083-SEMARNAT-2003,2004.

La propuesta del relleno sanitario proyectado para municipio de Huejutla de Reyes Hgo como sitio para la disposición final de los residuos sólidos urbanos, el método de relleno que se empleara será el método combinado, del cual se caracterizara colocando inicialmente una capa de material sintético que se convierte en impermeable al suelo y los taludes en los que se confinaran los residuos. Esta capa no deberá sufrir ningún daño, por ello se requerirá de importar el material de cubierta diaria de los frentes de construcción de las celdas, implicando que se tenga que utilizar el método de área durante el proceso de operación dentro de cada una de las celdas.

Como parte de este método de operación se contempla:

- Vía de acceso: forma parte integral del relleno sanitario que exista la vía de acceso necesaria, tanto para el ingreso de los camiones recolectores, como parte del tránsito del equipo de construcción desde la entrada del sitio hasta el fondo y culminación del vertedero.
- Conjunción de las actividades de construcción y operación: las actividades de construcción y operación de este relleno se desarrollarán de manera simultánea, es decir mientras se excava parte del relleno, preparando las celdas, se podrán disponer los residuos en las áreas acondicionadas previamente.
- Canal de escurrimiento de las aguas pluviales: se asignará un canal para la captación y desvío de los escurrimientos pluviales que pueden llegar dificultar la operación en los frentes de trabajo y erosionar la cubierta diaria y el área de acceso. Este canal además evitara, el incremento en el volumen de lixiviados y aguas potencialmente contaminadas.

Un sitio para la disposición final de residuos sólidos cumplirá eficientemente su función como relleno sanitario sin convertirse en un grave riesgo para el medio ambiente y la salud pública, solo si se realiza una buena construcción y operación considerando aquellos elementos constructivos y de monitoreo que garantizan su adecuada operación.

IV.3.2 CELDA DIARIA

Se entiende por celda diaria a la unidad de depósito que cada día se generará en un mismo frente de trabajo; siendo ésta la confirmación geométrica que se da a los residuos dispuestos y al material de cubierta, debidamente compactado mediante maquinaria. Las dimensiones de la celda diaria se definen a partir del volumen diario de residuos por recibir, del equipo empleado y por la cantidad de material de cubierta.

Cabe mencionar que la celda diaria es la unidad básica de construcción de un relleno sanitario; al conjunto de varias celdas adyacentes de la misma altura se les denomina franja, y al conjunto de franjas, capas. (Robinson, 1986)

La Altura máxima de la celda deberá ser de 3.00 m, incluyendo el espesor de los residuos a disponer y el material de cubierta requerido. (NOM-083-SEMARNAT-2003, 2004)

El Ancho de la celda deberá estar determinado por la longitud necesaria para el funcionamiento adecuado y la ejecución de maniobras del equipo, tanto de compactación como de transporte. Para poblaciones mayores de 250,000 habitantes, el ancho mínimo del frente de trabajo se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación.

$$F = \sum_{i=1}^n (X_i)^2 \dots\dots\dots (4.1)$$

Donde:

- F = Longitud del frente de trabajo, (m)
- Xi = Ancho de la hoja topadora de cada una de las máquinas que se utilizarán simultáneamente, (m)

El volumen de la celda se determina empleando la siguiente ecuación:

$$V_c = \left(\frac{D_s}{D} \right) M_c \dots\dots\dots (4.2)$$

Donde:

- Vc = Volumen de la celda diaria, (m³)
- Ds = Cantidad media de residuos sólidos que llegan al relleno sanitario Kg.
- D = Densidad de residuos sólidos.
- Mc = Factor de material de cobertura (1.2 a 1.25)

El largo de la celda se calcula en función de la altura y el ancho previamente determinados, de acuerdo con la configuración trapezoidal de la celda diaria.

$$L = \frac{V_c}{W \times A} \dots\dots\dots (4.3)$$

Donde

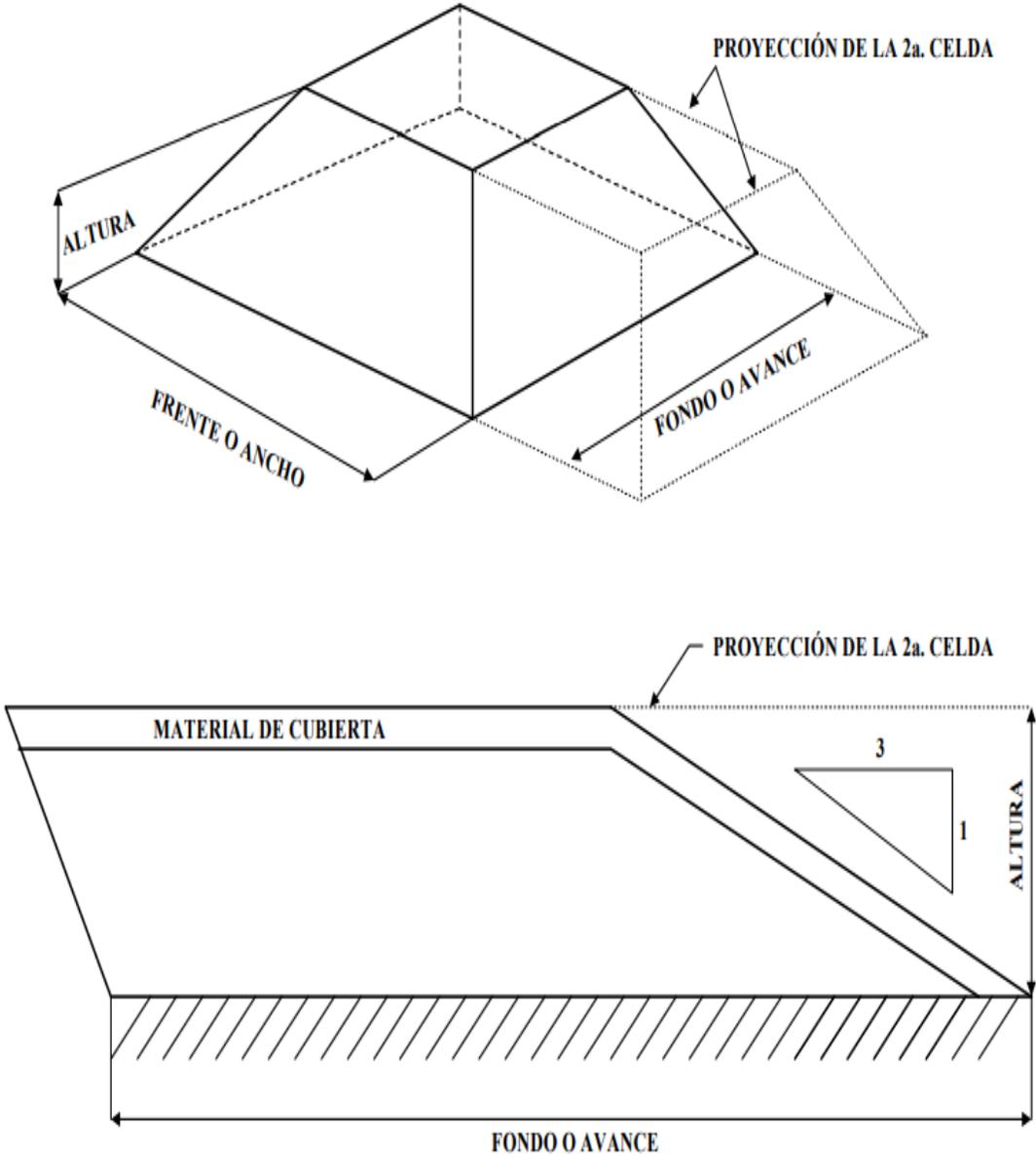
- L = Largo de la celda, (m)
- V = Volumen de la celda, (m³)
- W = Ancho de la celda, (m)
- A = Altura de la celda, (m)

Componentes de la celda

Para la construcción de la celda diaria se tienen los siguientes criterios constructivos:

- Las celdas se construyen inicialmente en un extremo del sitio y se avanza hasta terminar en el otro extremo, cuando existan ondulaciones y depresiones en el terreno, deberán ser utilizadas como respaldo conforme a las primeras celdas de una determinada capa constructiva.
- Se prepara el terreno para trabajarlo a base de terrazas y al mismo tiempo se extrae material para la cubierta.
- El frente de trabajo o ancho de la celda se calcula de acuerdo a lo establecido en los puntos anteriores.
- Los cortes al terreno se hacen siguiendo la topografía del sitio para formar terrazas y aprovechar al máximo el terreno.
- El talud de la celda tendrá una relación de 3:1 con ángulo de 18°.
- Cada celda del relleno será contigua con la del día anterior y así sucesivamente, hasta formar una hilera de celdas que se denominarán franjas. Estas celdas se construirán de acuerdo con la topografía del sitio.
- Las franjas al irse juntando forman capas, estas se construirán considerando la altura del sitio disponible para el relleno.
- Las cubiertas intermedias que sirven de separación de las celdas diarias serán de 0.25m. de espesor y la cubierta final será de 60 cm.
- Las cubiertas tendrán una pendiente del 2% para el drenado adecuado que impidan el paso del agua, para evitar la erosión se cubrirán con especies propias de la región.

COMPONENTES DE UNA CELDA DIARIA
NOM-083-SEMARNAT-2003,2004



IV.3.3 MATERIAL DE COBERTURA

El material para la cubierta diaria será de suelo producto de la excavación y este deberá tener un espesor de 0.25 m, dicho valor es el mismo para garantizar una operación eficaz y al mismo tiempo evitar un uso excesivo de material, lo cual acortaría la vida útil del relleno. El propósito del material de cubierta diaria es mantener aislados los residuos e impedir lo más posible su contacto con el agua de lluvia que pudiera presentarse, así como limitar o anular la proliferación de cualquier fauna indeseable que pudiera utilizar a los residuos como estrato de crecimiento.

La cubierta diaria evitara que el efecto de dispersión de contaminantes por vía aérea causada por la acción del viento sea considerable. Por las causas expuestas es importante realizar una correcta compactación de las capas, de modo que su coeficiente de permeabilidad sea lo suficientemente bajo como para garantizar un grado aceptable de impermeabilidad.

Es importante y relevante mencionar que la cubierta diaria cambiará en su espesor, aumentándose al doble (0.30 m) en aquellas áreas en las que no se tendrán operaciones de relleno en un lapso de 30 días o más, con el fin de tener una cubierta de mayor resistencia ante los efectos de la intemperie y de la operación propia del relleno. Bajo este mismo criterio se establece que la cubierta intermedia que se utiliza cuando el relleno de residuos llegue a la superficie final, también deberá contar con un espesor de 0.30m.

Se estima que el material utilizado para las cubiertas será producto de la excavación de la misma obra lo cual no tendrá repercusión en costos de adquisición de material al sitio, y sólo los costos por acarreo se incluyan en la operación.

IV.3.4 FRENTE DE TRABAJO

Las condiciones con las que deben contar los frentes de trabajo y operación estarán presididas por dos factores:

Espacio de operación y maniobras para los vehículos: El ancho para la operación y maniobras de los vehículos será de 12.0m, al inicio de operaciones y de 12.0 m al fin de la vida útil. Esto es considerando un radio de giro que efectúan los vehículos en su entrada y salida de 7m, un camino de acceso de 5m de ancho. Esto es considerando que, al inicio del proyecto, será como máximo dos camiones de recolección descargando residuos al mismo tiempo, y al fin de proyecto serán los mismos dos camiones como máximo utilizando el frente del proyecto.

La longitud para la operación y maniobras para la entrada y salida de los camiones será de 15.0m. Esto es considerando el radio de giro de 7m.

De esta forma se considera que el área de frente de trabajo será de aproximadamente 12.00m de ancho por 5.30m de longitud al final del proyecto.

IV.3.5 VIDA ÚTIL

Para el cálculo de la vida útil del sitio, se consideraron los siguientes puntos: el volumen de residuos que ingresarán al sitio, las proyecciones de generación de ingreso, el peso volumétrico de los residuos tanto a granel como dentro del relleno una vez realizada la compactación, el espacio que ocupa el material de cubierta y el volumen total disponible en el sitio.

El volumen neto del relleno es de 776,588.54 m³, considerando la altura de 8.00m y fundamentando así mismo, que el 90% de la superficie total se destinará para la disposición final de los residuos sólidos y el 10% restante lo ocuparán las instalaciones y obras complementarias, así como para las oficinas del personal que labore dentro del mismo.

El tiempo que el relleno sanitario pueda alojar la aportación de residuos sólidos, está en función directa de su volumen neto (90% del volumen bruto) y de la propia magnitud de dicha aportación, la cual se verá afectada por el crecimiento de los ingresos de los residuos que, en este caso es de 4.60%, dado por tasa de crecimiento poblacional de 1.62% y una tasa de generación residuos sólidos de 1.0% al año.

Basado en la información recabada hacia el municipio de Huejutla de Deyes Hgo, se puede establecer una relación lineal entre los ingresos de los residuos y la vida útil directa del relleno. Se considera que el peso volumétrico de los residuos al compactarse en el sitio alcanzará un valor de 0.5 a 0.7 ton/m³, dependiendo de la eficacia en la compactación.

CÁLCULO DE LA VIDA ÚTIL DEL RELLENO SANITARIO

$$U = \frac{V_{RELLENO}}{365.25 \times Gt}$$

Considerando que el área de que se dispone para llevar a cabo el relleno sanitario cuenta con una superficie de 107,859.52 m², y la altura total de 8.0 m, así como disponer del 10.0% de la superficie total para, instalaciones y oficinas, tenemos que

$$107,859.52 \text{ m}^2 \times 80.0 \% = 8,628,761.6 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{(107,859.52 \times 8.0)}{365.25 \times 191.0} = \frac{862,876.16}{69,762.75} = 12.3 \text{ Años}$$

IV.3.6 PROGRAMACIÓN DEL RELLENO SANITARIO

Para la ejecución de esta propuesta del relleno Sanitario del Municipio de Huejutla de Reyes, Hgo se requiere de una cuantiosa inversión. Cabe mencionar que, para la construcción y operación, ésta se deberá llevar a cabo de manera paulatina, conforme las necesidades lo requieran y desde luego, de acuerdo con los niveles de ingreso de residuos que se registren una vez en funcionamiento del sitio de disposición final, hasta llegar al final de su vida útil estimada de 12 años. Así mismo, se ejecutarán las obras necesarias para poder dar inicio con la operación de la celda inicial I, por lo que se llevan a cabo las excavaciones necesarias y la impermeabilización y preparación de los sistemas de extracción de lixiviados, así como la construcción de la laguna de evaporación de lixiviados. Se prepara una parte del sistema de desvío de aguas pluviales y se construye una parte del señalamiento. Desde luego sin omitir la construcción del sistema de monitoreo de gases y aguas subterráneas.

Una vez concluida la primera etapa, se estará en condiciones de iniciar la etapa de operación y se deberá continuar con el control durante la operación, programada en esta primera etapa que durará 12 meses.

Ante lo anterior mencionado es importante destacar el valor que tiene la planeación, basada en una adecuada evaluación de los volúmenes de ingreso real de residuos al sitio de disposición final; dichas mediciones permitirán evaluar las necesidades de los frentes de trabajo para el confinamiento de la basura.

IV.3.7 EXCAVACIÓN Y RELLENOS PARA DESPLANTE DE LA CELDA I

La celda I será la primera ubicada en el sitio dispuesta para recibir los residuos generados en la zona urbana de la ciudad de Huejutla de Reyes.

El material producto de la excavación de la celda I se utilizará en varios usos en el sitio: Se almacenará cerca de la excavación para sus usos respectivamente en la capa de suelo compactado y suelo de protección en el fondo y los taludes de la misma celda.

Se deberá almacenar una cantidad adicional de material producto de la excavación sobre el terreno natural en la celda III para su uso como cubierta diaria e intermedia en la operación de la celda I y como suelo compactado en la cubierta final de la misma celda. No se utilizará la celda II para el almacenamiento de material porque se excavará esta celda durante la operación de la celda I.

La poca cubierta vegetal que se obtenga durante los trabajos de excavación de la celda I, se almacenara sobre la superficie de la celda III. Este material servirá como capa de suelo

orgánico de la cubierta de la celda I. La mayoría del área de la celda I al igual que toda la superficie del predio cuenta con una capa vegetal mínima de aproximadamente 0.20 m de espesor, por lo que para el establecimiento del suelo orgánico en la cubierta al término de la vida útil del predio deberá ser extraído de bancos externos al sitio, no obstante, el material de cubierta vegetal que se obtenga durante los trabajos de excavación será utilizado en el establecimiento de la cubierta final.

IV.3.8 CONSTRUCCIÓN DEL CAMINO INTERNO

La vialidad de acceso interno inicia en el acceso del predio y básicamente estará conformado por una superficie rodante de 5.00 m de ancho, en este mismo vértice y apenas uno metros de acceso se encuentra su bifurcación que conduce a las celdas de disposición final principalmente a la celda I, así como para el área de oficinas y estacionamiento.

La construcción del camino de acceso se formará a base de cortes y terraplenes, por lo que previo a la construcción del camino se requiere, si así es necesario un banco de préstamo para formar el cuerpo del terraplén. Se propone que se puede utilizar material de excavación del exceso de la celda I para la construcción del camino; de acuerdo con esto se realiza la construcción de la vialidad interna, la excavación y el relleno para nivelación de la celda I simultáneamente.

IV.3.9 IMPERMEABILIZACIOÓN DE CELDA I

Con relación a la impermeabilización de las celdas, será compuesta por una capa de suelo arcilloso como lo es el tepetate o choy, petrificado con 0.15 cm de espesor, al igual la colocación de una capa de geomembrana texturizada de polietileno de 1.00 grosor, para brindar una mejor resistencia y para evitar que los líquidos se filtren al suelo.

Para la colocación de la geomembrana tiende a ser colocada por expertos para el mejor manejo y función, el cual cumpla con los requerimientos necesarios con el objetivo de extender adecuadamente la geomembrana.

IV.3.10 COLOCACIÓN DEL DRENAJE PARA CAPTACIÓN DE LIXIVIADOS Y SUELO DE PROTECCIÓN

La mayor preocupación de la población hacia el relleno sanitario tratándose de la generación de los lixiviados a casusa de los residuos sólidos, los cuales son un mayor riesgo de contaminación hacia los acuíferos subterráneos. Con el paso de los años se ha ido

implementado el desarrollo de la finalidad de los lixiviados para no generar una contaminación abundante al sitio a realizar.

Los sistemas más utilizados son la creación de drenes para extracción y captación de lixiviados al igual que sistemas de pozos y trincheras.

Las trincheras y drenes son utilizados para captar los lixiviados donde el acuífero es poco profundo.

Para el tratamiento de lixiviados, una vez sea colocada la geomembrana, se abrirá una trinchera a las orillas de la celda y así mismo la colocación de arena en el fondo para que este sea drenado y esta será cubierta con una capa de suelo para tener una protección al drenaje.

IV.3.11 CONSTRUCCIÓN DE CAPTACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Se colocará un canal para el desvío de aguas pluviales, después de la nivelación y la compactación, el cual tendrá un recubrimiento de concreto armado, para una mejor durabilidad.

IV.3.12 CONSTRUCCIÓN DE CASETA DE CONTROL Y VIGILANCIA

Será diseñada y colocada una caseta de control y vigilancia, constituyendo un camino interno, esta con la finalidad de tener un manejo controlado en base a los camiones recolectores de residuos.

IV.3.13 CONSTRUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

En cuanto a la construcción de oficinas, una vez se empieza el inicio de la excavación para la primera celda, se comenzará con la nivelación y proyección de la construcción de las oficinas.

IV.3.14 DISTRIBUCIÓN DE SEÑALAMIENTO

Es importante destacar que en el manejo de esta construcción se proponen señalización al inicio del predio y sobre el trayecto, los cuales, con el fin de tener un orden, del mismo modo serán dirigidos los camiones recolectores con señalamientos portátiles.

IV.3.15 CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS

Con relación al tratamiento de lixiviados, se ubicará en la parte baja de la primera celda, esto en base a las características topográficas del terreno, teniendo en cuenta que será acorde a la cantidad de lixiviados generados.

IV.3.16 RELLENO DE RESIDUOS EN LA CELDA I

Para el llenado de la celda I, se realiza desde el nivel más bajo del predio, que vendría siendo el primer nivel para ir logrando su altura máxima. Para llevar a cabo lo mencionado se debe de contar con una planeación el cual se irán abriendo caminos para el trayecto del camión recolector.

La celda será compactada de residuos sólidos e ira creciendo, dependiendo a las dimensiones de la celda, se ira cubriendo con el suelo con un espesor de 15cm, el volumen de cobertura será dependiendo del área de la superficie de residuos que se desea cubrir, de este modo se irán formando celdas hasta llegar a los niveles proyectados.

IV.3.17 SUPERFICIE FINAL

Para extender una vida útil del relleno sanitario, se implementarán taludes con la altura más alta posible y será necesario realizar niveles de residuos mayores al terreno existente.

Se considera que los taludes tengan una pendiente de máximo 3:1, esto aplicando las normas de construcción y mantenimiento.

Se ubicarán bermas de desvíos pluviales en el que la pendiente vaya en dirección al talud, las bermas que serán construidas sobre las capas de superficie final serán para la división de algunas secciones con la finalidad de que los escurrimientos sean menores. La construcción de estas bermas tendrá una altura de 0.60 metros con una pendiente de 3:1

La berma del desvío de aguas pluviales, tendrán una descarga a un lavadero el cual llegara a su fin al destino perimetral del drenaje.

IV.3.18 NÁLISIS DE CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Los lixiviados son generalmente la fuente de contaminación existente que se forman del agua proveniente de la precipitación, más la humedad de los residuos sólidos los cuales provocan líquidos de alto potencial que percolan a través de la basura.

La norma NOM-083 SEMARNAT menciona que un lixiviado es “un líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtro de los materiales que constituye los residuos y que contienen

forma disuelta o en suspensión, sustancias que puedan 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”

Los lixiviados en base a su exceso de escurrimientos estos pueden seguir su camino debido a la presión atmosférica hasta alcanzar un punto final de deslizamiento en el que se diluya.

Posteriormente es aceptable la utilización de celdillas de mezclado el cual tiene aplicación en la zona de aeración

IV.3.19 GENERACIÓN Y CONTROL DEL BIOGÁS

La NOM-083 SEMARNAT hace referencia al control de biogás siendo este “la mezcla gaseosa resultados del proceso de descomposición anaeróbica de la fracción orgánica de los residuos sólidos, constituida principalmente por metano y bióxido de carbono”.

IV.3.20 CARACTERÍSTICAS Y PROCESOS DE GENERACIÓN DEL BIOGÁS

La materia orgánica biodegradable producida en los residuos sólidos se ve sujeta a la descomposición en el relleno sanitario.

Con relación a la tasa de degradación de los materiales orgánicos, estos dependen de las características propias, así como la cantidad de humedad que producen, la materia orgánica se puede clasificar en:

- Materiales celulósicos
- Materiales no celulósicos
- Plástico hule y piel

Siendo estos plástico, hule y piel, tienden a una lenta descomposición por lo cual se consideran residuos no biodegradables.

La celulosa forma parte de la materia prima importante como el papel, cartón, maderas artificiales, fibras naturales, cedas artificiales y celuloideas.

Las características más importantes del biogás son:

- Arde con flama limpia y suave de color ligeramente azulado o violáceo
- Temperatura critica de -82°C
- Su punto de ebullición es de $1.61.5^{\circ}\text{C}$
- Presión critica de 42 atmosferas
- Poder calorífico 4,700-6,000 kcal/m₃
- Gravedad especifica de 0.86 (kg)
- Numero de Wobbe-732

- Factor de rapidez de flama 11.1 (valor bajo, la flama puede apagarse en quemadores mal diseñados)
- Inflamabilidad de aires 6-25%
- Eficiencia térmica en quemador estándar: 60%
- El biogás puede causar explosiones debido a que su principal componente es el metano (CH_4) considerando caracterizaciones de metano tan altas como 60-80%, los niveles de explosión de biogás en aire son de 7 a 29% (vol.)

El biogás está compuesto alrededor de 60% de metano (CH_4) Y 40% de dióxido de carbono (CO_2). El biogás contiene mínimas cantidades de otros gases, entre otros, 1% de ácido sulfhídrico (H_2S).

En cuanto a la parte importante de la mezcla viene siendo el metano (CH_4) su porcentaje depende de la cantidad de residuos que se utilizan y del proceso que se realiza en la digestión anaeróbica.

Etapa aeróbica: en particular los residuos sólidos urbanos son compactados y cubiertos teniendo un medio poroso. Siendo así que lo huecos están llenos de aire, teniendo aproximadamente un 78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno y 1% de tazas de otros gases la fase inicial de la descomposición microbiana de los residuos, tomo lugar en la atmósfera rica en oxígeno.

En relación con la generación de calor este se desarrolla por la elevación de temperatura en el interior en el sitio de descomposición final, alrededor de los 60°C

Etapa anaeróbica metanogénica inestable: esto indica que cuando los ácidos orgánicos producidos en la etapa anterior son transformados a metano y bióxido de carbono por un grupo de microorganismos metanogénicos los cuales son estrictamente anaeróbicos y tiene un alto grado de especialidad en cuanto al sustrato que fermenta.

Etapa anaeróbica metanogénica estable: es caracterizada por las condiciones de producción y comportamiento del biogás se acercan a un estado estable. Las concentraciones de gas metano (CH_4) se estabiliza en un rango de 50 a 60% en volumen y de bióxido de carbono (CO_4) están entre 40 y 50% en volumen.

IV.3.21 CONTROL DEL BIOGÁS EN EL RELLENO SANITARIO

El biogás se ve sometido a varios procesos, en el cual se remueven el CO_2 , H_2S , siendo estos líquidos condensados con otros elementos, teniendo como resultado el aumento de poder calorífico del gas, y a su vez hacer más atractivo su aprovechamiento, desde el punto de vista económico. Algunos de los ejemplos de uso son:

- Remoción de líquidos de arrastre y ácido sulfhídrico para su consumo dentro del sitio de disposición para la generación de energía eléctrica.
- Depuración a gas metano, para su distribución mediante tubería para aprovechamiento en domicilios.
- Conversión a metanol, para su consumo en vehículos automotores.

Cabe mencionar, para dar uso de este biogás que se genere depende de varios factores, de los cuales se encuentran:

- Existencia de una demanda local del biogás para un fin determinado.
- Elaboración de un estudio de factibilidad técnica y económica del proyecto.
- Definición de la entidad responsable del proyecto (gubernamental, privada, etc.).
- Realización de un adecuado diseño ingenieril de los procesos de tratamiento a emplear.
- Asignación de un presupuesto para la realización del proyecto.
- Adecuada y expedita construcción de las instalaciones de tratamiento que sean requeridas.
- Establecimiento de un estricto programa de operación y mantenimiento de las instalaciones.

IV.3.22 SISTEMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Este monitoreo se realiza para asegurar que los contaminantes que se puedan emitir provenientes del relleno no afecten la salud pública, ni el ambiente circundante. Para el sistema de monitoreo para el relleno de Huejutla de Reyes, estará destinado al control de los lixiviados.

Dicho el monitoreo incluye el uso tanto de métodos indirectos como de métodos no muestrales. Los primeros incluyen la colección de muestras para análisis posterior en laboratorio, mientras que los métodos no muestrales parten de la identificación de cambios físicos o químicos en el ambiente realizando medidas directamente en el sitio, estas se determinan como una función de medidas indirectas, por ejemplo, un cambio de corriente eléctrica.

Monitoreo en zona no saturada

La zona de interfaz es la zona que va desde la superficie, del suelo, hasta la profundidad en donde se encuentren los mantos freáticos permanentes.

El monitoreo de líquidos en esta zona es necesario para determinar si existen fugas de lixiviado en la parte baja del relleno. En esta zona la humedad retenida en los intersticios de

las partículas del suelo o en poros de las rocas se encuentra en presiones menores a la presión atmosférica, por lo que al ser removida es necesario desarrollar presiones negativas o vacías para jalar la humedad lejos de la presión del suelo. Ya que la succión debe ser aplicada para arrastrar la humedad del suelo, los pozos o cavidades abiertas comunes no pueden ser usadas, para este propósito se emplea un método llamado succión disimétrica.

Existen tres clases de lisímetros

- De taza cerámica.
- De flora hueca.
- De filtro de membrana

El método más comúnmente usado para obtener muestras de humedad en esta zona es el maestreado de taza cerámica. Este equipo consiste de un recipiente poroso hecho de material cerámico, fijado a una sección de material no poroso, generalmente PVC; este es colocado en el suelo y funge como intersticio, por lo cual la humedad emigra hacia el espacio vacío a través de los poros del recipiente. Cuando se colecta una cantidad suficiente en el recipiente, la muestra es extraída mediante la aplicación de vacío o por la aplicación de aire dentro del recipiente.

IV.3.23 MONITOREO DE BIOGÁS

Para las muestras del biogás se tomarán del aire a distancias razonables del relleno sanitario con objeto de determinar concentraciones elevadas de diversos gases contaminantes, peligrosos para la salud humana como CO₂, CH₄, ácido sulfhídrico, etc.

La concentración de gas metano generada por la instalación no debe exceder el 25% del límite inferior de explosividad para metano en las estructuras de instalación. El límite inferior de explosividad significa el porcentaje más bajo en volumen de una mezcla explosiva de gases en aire que propagan una flama a 25°C y presión atmosférica de 1 atmósfera.

Para el conocimiento de la concentración de gases contaminantes, se realizarán muestreos en puntos fuera del relleno sanitario, a 200 metros de distancia de este en dirección a favor y en contra del viento. Esto como medida comparativa de los efectos de dispersión del viento sobre los gases del relleno.

Los parámetros por considerar son:

- Gas metano
- Bióxido de carbono
- Ácido sulfhídrico

IV.3.24 CONTROL DEL BIOGÁS

El control de biogás es importante en los sitios donde estén presentes compuestos orgánicos biodegradables donde se forma metano. El biogás se difunde con facilidad a lo largo del camino con un mínimo de resistencia y puede viajar lateralmente, pudiendo así ser colectado en estructuras subterráneas, de esta manera presenta un peligro inminente. El biogás no presenta usualmente un peligro de explosión en el suelo, ya que su concentración es menor que su límite superior de explosividad.

El metano y otros gases que componen el biogás migran en dirección ascendente de donde se efectúa la descomposición orgánica, saliendo por la cubierta de suelos, difundiéndose en la atmósfera, pero cuando su movimiento es ascendente y es obstruido el biogás se difunde lateralmente a lo largo de un camino superficial menor, difundiéndose hacia la atmósfera.

Por lo tanto, estas dos condiciones de la superficie dirigen a la migración del biogás. Una de ellas restringe o previene la dirección del biogás y la segunda provee de una alternativa de movimiento lateral. Debido a que las moléculas del biogás son relativamente pequeñas, éstas se mueven con facilidad a través de la tierra y pueden salir o emerger a una distancia de varios cientos de metros del relleno sanitario.

Durante la construcción de un relleno sanitario, la cubierta diaria de estratos de suelo marcados de 0.20m o más son compactados sobre los estratos de basura acumulada. Cuando las capas de suelo consisten en arcillas y limo compactados, ellos están presentes en una barrera sustancial para el paso vertical del biogás, esta impermeabilidad relativa es incrementada cuando la tierra compactada está saturada con agua. La resistencia de una capa demuestra que la tierra de grano fino puede ser suficiente para causar que el biogás generado migre lateralmente desde el fondo.

Existen dos tipos de aprovechamientos básicos para el control de la migración del biogás desde un relleno sanitario clausurado: barreras impermeables y sistemas de ventilación. Una barrera impermeable consiste de arcilla, bentonita, plástico u otra membrana impermeable. Los sistemas de ventilación son cualquiera de las trincheras o los pozos de venteo con un relleno granular. Las trincheras y los pozos pueden tener ventilación forzada o natural.

Las barreras son empleadas para controlar la migración del biogás en los sitios de disposición final usualmente en conjunto con otras medidas. Una barrera efectiva para controlar el flujo

del biogás consiste en un material con permeabilidad baja contra el biogás. Los materiales encontrados para prevenir la migración del biogás incluyen arcilla natural compactada de baja permeabilidad, bentonita y capas sintéticas.

La arcilla de baja permeabilidad es usada como una capa para proporcionar la infiltración de aguas pluviales por arriba y la filtración de lixiviados por debajo dentro de los sitios de disposición final, además funcionan para inhibir la migración del biogás. No obstante, esta no forma una barrera ideal por que la arcilla puede romperse si esta se seca. Por lo tanto, se usa la geomembrana o una cubierta de suelo superior y vegetación que funcionan para retener la humedad y prevenir que la arcilla colocada sea secada por la parte superior. Las barreras de bentonita son usadas en lugar de la arcilla compactada con capa sintética.

Las capas sintéticas, o geomembranas, pueden ser usadas para la prevención de la migración del biogás.

Una de las funciones de la trinchera es la de interceptar lateralmente la migración del biogás y proporcionar una baja resistencia donde el biogás se transporta hacia la atmósfera o a un sistema de tratamiento. La trinchera de venteo es usada en combinación con capas donde el suelo es muy permeable para formar una barrera efectiva para controlar la migración del biogás.

IV.3.25 MANEJO DE AGUAS PLUVIALES

Las precipitaciones pluviales representan un factor importante a considerar en el diseño y operación del relleno sanitario. La introducción del agua en el relleno y su contacto con los residuos ahí contenidos favorece la formación de aguas contaminadas y lixiviados, por lo cual, el ingreso de aguas de escurrimiento debe ser limitado en lo mayor de lo posible a fin de evitar los riesgos ambientales que representa que éstos se logren infiltrar y por consecuencia contaminar el subsuelo y los acuíferos o el manto freático.

Dentro del sitio se considerarán el manejo de 3 tipos de agua

Agua no contaminada:

Esta se refiere a aguas pluviales que no tendrán contacto con residuos, como son las aguas de escurrimiento de terrenos colindantes que serán desviados al canal de conducción. Se incluyen también los escurrimientos sobre la cubierta diaria, intermedia o final que captarán las estructuras del drenaje o que se almacenan sobre residuos con cobertura o sobre el suelo de protección y que no han tenido contacto con los residuos. Así como las aguas pluviales

que se escurren dentro de los límites del predio antes de que inicie la disposición de residuos. Esta agua se escurrirá dentro de las capas existentes y tomarán su cauce natural en el arroyo del predio.

Agua contaminada:

Se caracterizan por ser aguas contaminadas, ya que serán principalmente las aguas de lluvia que contactarán los residuos que no tengan la cubierta diaria en el frente de trabajo y drenen al fondo del relleno.

Las aguas contaminadas almacenadas dentro del relleno pueden permanecer así de tal modo que no afecten la construcción y operación del relleno sanitario y se puede utilizar la evaporación para su disposición final. Si las aguas contaminadas empiezan a afectar la construcción u operación del relleno, pueden ser extraídas con bomba portátil y regadas sobre la celda diaria. Si hay mucha agua contaminada, deberá utilizarse una pipa para el transporte a la laguna de evaporación de lixiviados.

Lixiviados:

Son aguas residuales que han entrado en contacto con residuos en depósitos de basura. Estas se originan principalmente por la infiltración de agua de lluvia, de aguas superficiales en los sitios de reciclado de residuos, pero también debido al contenido de humedad intrínseca de los residuos y por filtración de aguas subterráneas y de otros líquidos en depósitos sellados de manera inadecuada. El contacto de los lixiviados no tratados con el agua representa un peligro para el medio ambiente.

IV.3.26 DRENAJES PLUVIALES EXTERNOS E INTERNOS

La precipitación que ocurra aguas arriba del agua del relleno escurrirá hacia las zonas de trabajo e incrementará la generación de lixiviados. Por tal motivo es necesario encausar y conducir esta agua hacia el exterior del relleno sanitario. El mismo efecto producirán las aguas precipitadas dentro de la zona del relleno, por lo que las obras de encauzamiento serán internas y externas. Las obras de desvío se localizan entre el camino de acceso y la franja de amortiguamiento, así como en los pies de talud de residuos, a manera de cunetas y atravesando taludes de rellenos de residuos y caminos a manera de lavaderos.

Las bermas de separación sirven también de obras de contención de escurrimientos superficiales hacia las áreas de operación, por lo que son consideradas como obras de desvío.

V PROGRAMACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

V.1 RECURSOS QUE SERÁN ALTERADOS

Debido a las características del sitio, que dispone de vegetación en su alrededor, así como de la fauna que habite se tendrá como objetivo establecer una barrera circundante, con el fin de que afecte lo más mínimo posible a las áreas colindantes.

Para con la cubierta vegetal que se retire en la zona del relleno sanitario será almacenada en el área de las ultimas celdas, con el fin de que sean utilizadas para el cubrimiento de aquellos espacios que hayan llegado a cumplir su vida útil.

V.1.2 MATERIALES

El sistema de impermeabilización que tendrá en el fondo, como de los taludes, será extraído del mismo sitio y si fuese necesario de otra zona cercana que se disponga.

La construcción y apertura del camino subrasante de acceso principal, deberá ser creado con la función de ser utilizado por camiones pesados, para después de habilitarla cubrirla con material de tipo tezontle o grava.

Para con el cercado perimetral del relleno sanitario municipal, se realizará de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003 la cual indica que debe realizarse con malla electrosoldada y postes de tubo galvanizado con separación máxima de 3 m máximo, en la parte superior de esta deberá colocarse tres hilos de alambre de púas.

Las características con las que debe contar la zona de concentración de lixiviados deberán contar con una capa de 0.20 m del suelo, la película de geomembrana deberá ser 1.00 m de espesor y por último contar con una capa de suelo de protección de 0.30 m de espesor.

La ubicación de áreas de control, para este sitio como lo son; caseta de acceso, oficinas y sanitario deberán construirse con los materiales de calidad y necesarios para que estos no lleguen a presentar ningún inconveniente a futuro.

V.1.3 SERVICIOS

Los sitios que son utilizados como disposición final de los residuos sólidos urbanos deberán cumplir las características que emite la norma NOM-083-SEMARNAT-2003.

	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
Bascula	X	X	
Agua potable, electricidad, drenaje	X	X	
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X
Franja de amortiguamiento (máximo 10 metros)	X	x	X
Oficinas	X		
Servicio, médico y seguridad personal.	x		
OBRAS COMPLEMENTARIAS REQUERIDAS DE ACUERDO CON EL TIPO DE DISPOSICIÓN FINAL			
Fuente NOM-083-SEMARNAT-2003,2004.			

V.1.4 ACCESO PRINCIPAL AL RELLENO SANITARIO

El sitio propuesto para disposición final de los residuos sólidos urbanos de la ciudad se ubica sobre la carretera Huejutla-Atlapexco, dicha carretera actualmente es asfalto. Para el acceso al RS, se abrirá camino que primeramente será de terracería, el cual contará con un ancho de 6 metros, de los cuales de esta se tomará parte para establecer canales de desvió de aguas pluviales, este camino deberá ser cubierto por una capa de protección a base de tezontle de 20cm de espesor.

Así mismo se propone ubicar una caseta de vigilancia, que se situara a un costado del inicio de acceso, el cual también se caracterizará por llevar un control de actividades de este sitio.

CONCLUSIÓN

La evidencia y propuesta que planteamos para que nuestra ciudad cuente con un espacio permanente y de buen funcionamiento para la ubicación de la finalidad de los residuos sólidos generados dentro de la ciudad de Huejutla de Reyes Hgo. mejorará el aspecto visual de la ciudad, así como la calidad de vida de cada uno de los habitantes, ya que se demuestra que la mejor opción para la disposición final de residuos es la construcción de un relleno sanitario, el cual es planteado con estrategias especiales para la compactación y aseguramiento de estas.

Con la construcción y operación correcta de esta propuesta será posible almacenar los desechos generados por los habitantes de esta ciudad, por un lapso de 12.5 años, del cual una vez terminando este periodo, se deberá realizar un saneamiento el cual permitirá que se pueda brindarle un nuevo uso. Con el fin de realizar una propuesta viable, y prevenir efectos negativos de este proyecto, se plantean las obras complementarias para evitar la contaminación del aire, agua y suelo, además de prevenir el daño a ecosistemas existentes cercanos del predio.

Esta propuesta de construcción vendrá a lograr un aspecto adecuado hacia la ciudad, dejando atrás los tiraderos a cielo abierto, por el recorrido de las colonias de la ciudad.

Así mismo, para obtener un espacio eficiente, dentro de este proyecto se plantearon áreas de uso administrativo ya que la operación de este espacio será por un periodo largo y con registro, lo cual vendrá a mejorar una mayor organización del municipio. El área que contempla el relleno sanitario mostrará una seguridad ambiental y sanitaria en los espacios de las celdas que contarán con una operación diaria.

Tomando en cuenta que la norma mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 nos dice que “un relleno sanitario es una obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para 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”.

Se verificarán las medidas de impedimento de residuos peligrosos al sitio de disposición final que se encuentren clasificados en las normas vigentes.

BIBLIOGRAFIA

<https://www.geosai.com/todo-lo-que-necesitas-saber-sobre-el-relleno-sanitario-2/>

<https://www.binasss.sa.cr/poblacion/rellenosanitario.htm#:~:text=Para%20construir%20un%20relleno%20sanitario.material%20para%20cubrir%20la%20basura.>

EVALUACION DE IMPACTO AMBIENTAL URBANO. Año 2016.

<http://intranet.e->

[hidalgo.gob.mx/enciclomuni/municipios/13028a.htm#:~:text=La%20flora%20se%20compone%20de,%2C%20brasil%2C%20chijol%2C%20cohuayote%2C](http://intranet.e-hidalgo.gob.mx/enciclomuni/municipios/13028a.htm#:~:text=La%20flora%20se%20compone%20de,%2C%20brasil%2C%20chijol%2C%20cohuayote%2C)

<https://elcomercio.pe/mundo/actualidad/10-rellenos-sanitarios-grandes-mundo-fotos-noticia-476486-noticia/?foto=2>

[NOM-083-SEMARNAT-2003. \(20 de Octubre 2004\). Diario Oficial de la Federación. NORMA Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. México](#)

http://centro.paot.org.mx/documentos/ine/eva_impacto_ambiental.pdf

<https://es.weatherspark.com/y/6987/Clima-promedio-en-Huejutla-de-Reyes-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

<https://es.weatherspark.com/y/6987/Clima-promedio-en-Huejutla-de-Reyes-M%C3%A9xico-durante-todo-el-a%C3%B1o>

http://poblacion.hidalgo.gob.mx/pdf/perfiles/pp_municipios-Huejutla.

http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/5774/semarnat3a11_C/semarnat3a11_C.html

<https://es.wikipedia.org/wiki/Huejutla>

<https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/1306/1/nom-083-semarnat-2003.>

<https://medioambienteyp procesosindustriales.com/sistemas-de-monitoreo-de-biogas-en-plantas-de-tratamiento-de-aguas-para-una-mejor-valorizacion-energetica-de-los-residuos/#:~:text=Los%20sistemas%20de%20monitoreo%20de, capacidad%20para%20generar%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica.>

Glosario

Derivado de los distintos términos utilizados en el presente trabajo, y para su entendimiento completo, se es necesario contar este glosario de términos técnicos, de los cuales servirán para tener un panorama completo de este proyecto de tesis.

Relleno sanitario:

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

Residuos:

Materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha, que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, susceptible de ser valorizado, y que requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Previsión y Gestión Integral de los Residuos, y demás ordenamientos que de ella deriven.

Planteamiento:

Es el acto de establecer ante interlocutores, ya sea presentes como lejanos en tiempo y espacio, un tema o problema a tratar. Este tipo de proceso puede observarse en distintos contextos, pero en algunos discursos tiene una estructura y forma de realizarse ya predeterminada.

Manto acuífero:

Estrato o formación geológica permeable, compuesta de grava, arena o piedra porosa, que permite la circulación y el almacenamiento del agua subterránea por sus poros o grietas. Los acuíferos contienen las aguas que provienen de la infiltración en el terreno de las aguas, lluvias o de lagos y ríos, que después de pasar la franja capilar del suelo, circulan y se almacenan en formaciones geológicas porosas o fracturadas.

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 con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos.

Hidrografía:

Es una rama de las ciencias de la tierra que consiste en la descripción y el estudio sistemático de los cuerpos de agua planetarios, fundamentalmente los recursos hídricos continentales. Por su campo de estudio, la hidrografía se vincula con otras ciencias geográficas, en particular con la geomorfología, la hidrología y la climatología.

Orografía:

Se refiere tanto a las elevaciones que puedan existir en una zona en particular (región, país, etc.)

Barrera geológica natural:

Es toda aquella estructura que aparece natural o artificialmente en un espacio generando una división en dos o más áreas y que dificulta o imposibilita la normal circulación de un lugar al otro.

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.

Material de cubierta:

Capa superficial que tiene como finalidad controlar infiltraciones, el ingreso o egreso de fauna nociva.

Gas metano:

Gas que constituye el primer término de la serie de los hidrocarburos saturados. Es un gas incoloro, más ligero que el aire, poco soluble en el agua y tiene por fórmula CH_4 . Es el más simple de todos los compuestos orgánicos, lo cual explica su abundancia en la naturaleza, ya que se desprende de los materiales orgánicos en estado de descomposición. El metano se forma por combinación del hidrógeno con el carbono siendo una reacción reversible, es poco oloroso, se consume como combustible.

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.

Bióxido de carbono:

Gas cuya fórmula es CO_2 . Es un gas incoloro, más pesado que el aire. Altamente soluble en el agua formando soluciones de ácidos débiles corrosivos, no flamable.

Biogás:

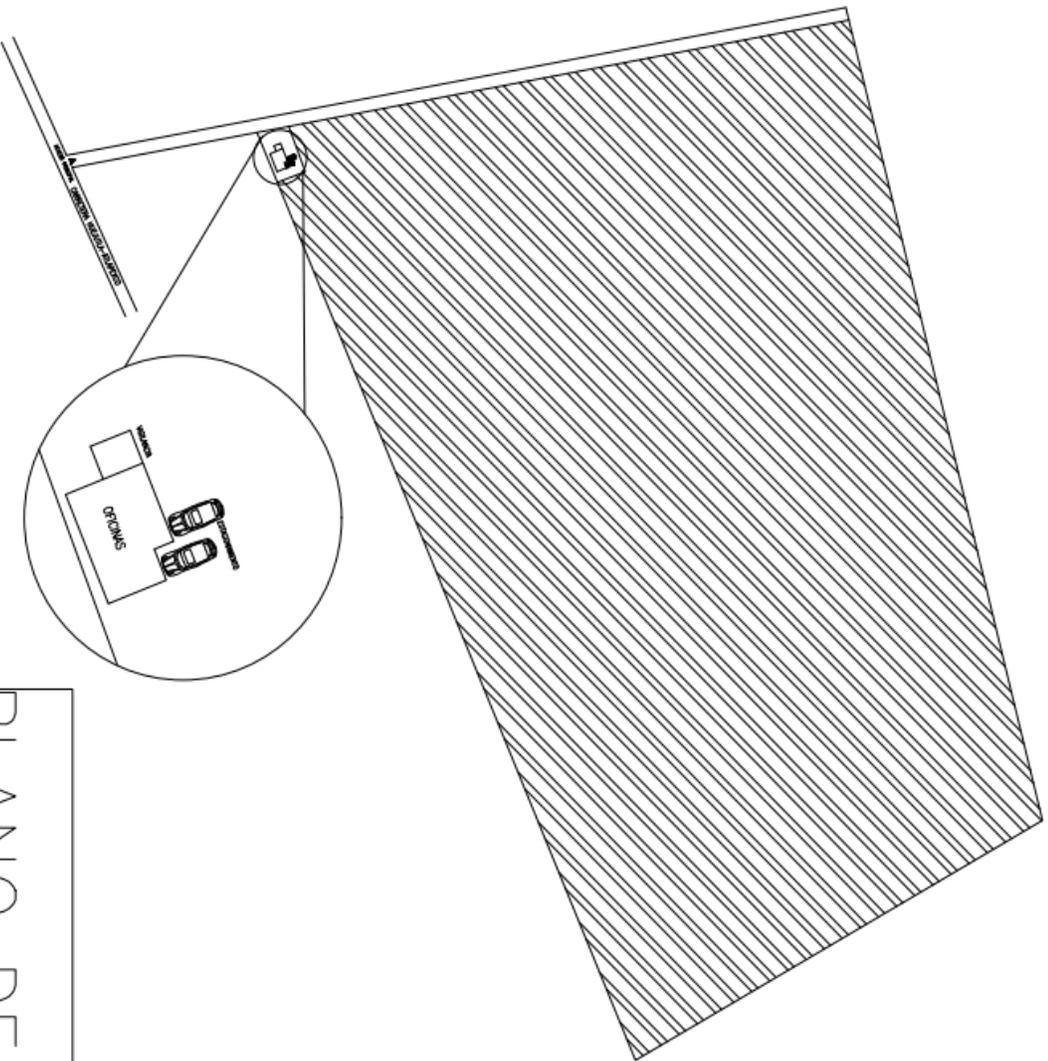
Mezcla gaseosa resultado del proceso de descomposición anaerobia de la fracción orgánica de los residuos sólidos, constituida principalmente por el metano y bióxido de carbono.

Celdas:

Es la conformación geométrica que se le da a los residuos sólidos municipales y al material de cubierta, debidamente compactado mediante equipo mecánico.

Anexos

PLANOS REFERENTES AL RELLENO SANITARIO

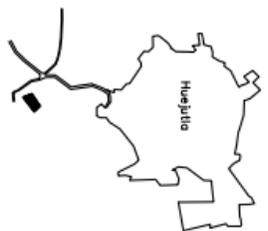
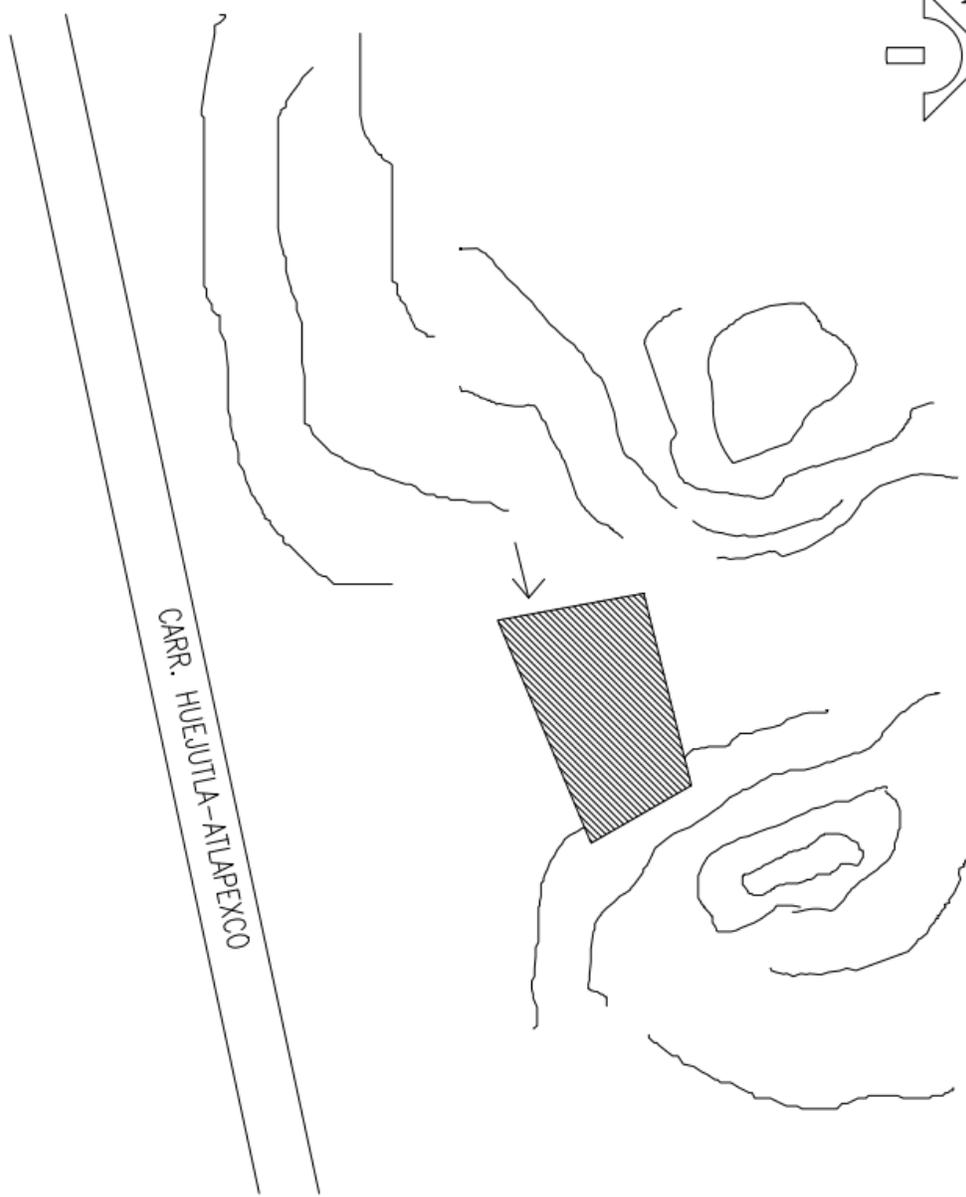


PROQUIS DE LOCALIZACION

CUADRO DE AREAS

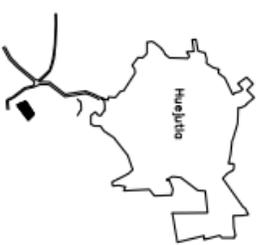
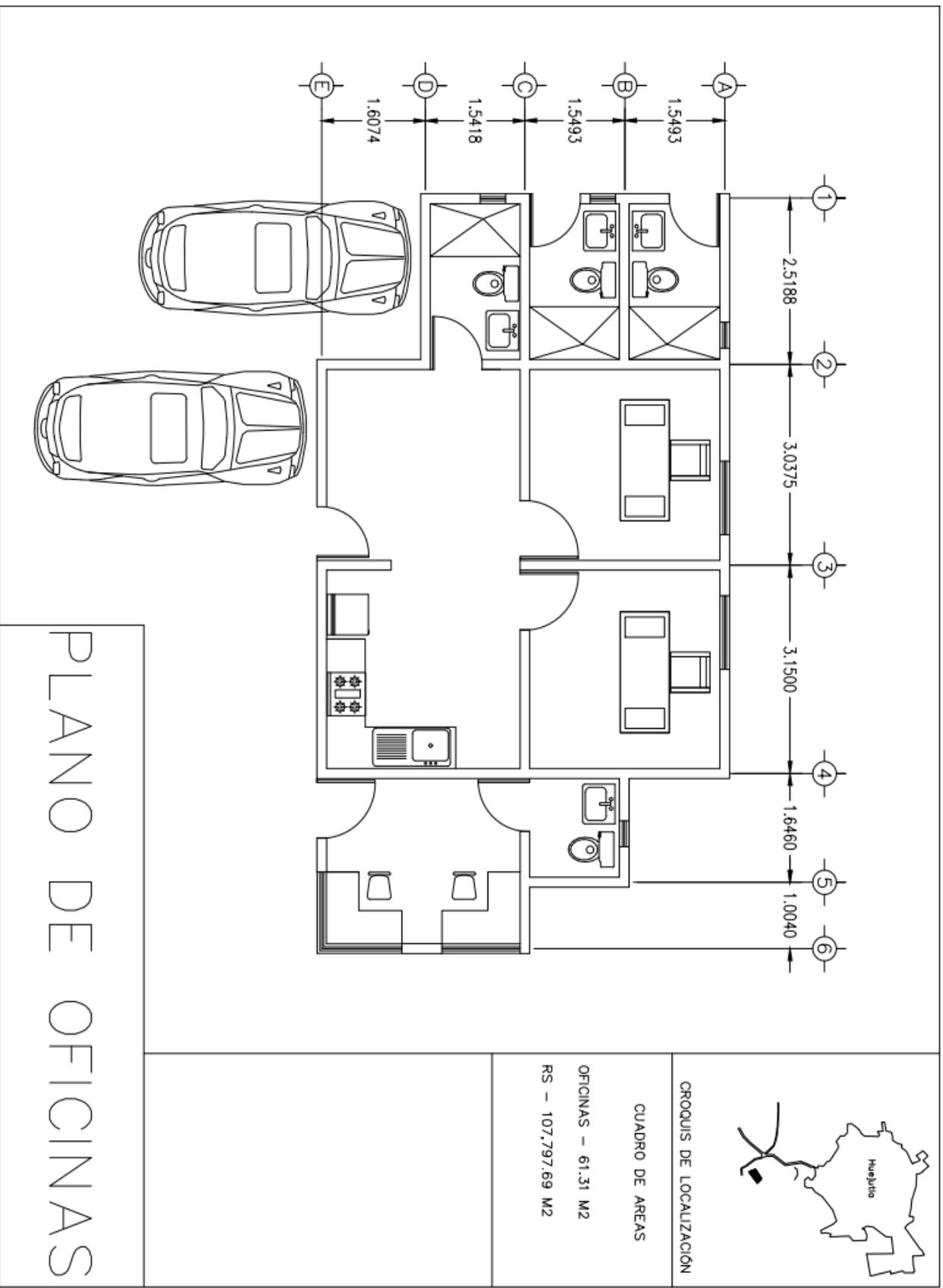
OFICINAS - 61.31 M2

PLANO DE CONJUNTO



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

PLANO TOPOGRAFICO



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

CUADRO DE AREAS

OFICINAS - 61.31 M2

RS - 107.797.69 M2

PLANO DE OFICINAS