



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA " ANTONIO NARRO "
DIVISION DE INGENIERIA

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DEL SUELO

**ESTUDIO DE LOS FACTORES FISICOS AMBIENTALES PARA
ESTABILIZACION DE UN RELLENO SANITARIO EN CUATRO
CIENEGAS, COAHUILA.**

TESIS

**Profesional que se somete como requisito parcial
para obtener el titulo de:**

INGENIERO AGRICOLA Y AMBIENTAL

Por

BONIFACIO JIMENEZ ANDRES

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2006

La presente tesis titulada: **Estudio de los factores físicos ambientales para estabilización de un relleno sanitario en Cuatro Ciénegas, Coahuila.** Mismo que ha sido revisada y aprobada por los miembros del jurado examinador como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrícola y Ambiental.

Presenta:

BONIFACIO JIMENEZ ANDRES

Aprobada por:

M.C. Alejandra R. Escobar Sánchez
Presidente

M.C Idalia M. Hernández Torres
Vocal

M.C Luís Miguel Lasso Mendoza
Vocal

Dr. Javier de Jesús Cortés Bracho
Coordinador de la División de Ingeniería

Buenavista Saltillo, Coahuila, México.

Junio del 2006.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Agradecimientos	i
Índice de cuadros	ii
Anexos	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Hipótesis	3
1.2.1 Objetivo	3
1.2.2 Justificación	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.	5
2.1 Antecedentes históricos de residuos sólidos	5
2.2 Manejo de residuos sólidos	5
2.2.1 Riesgos asociado al manejo de los residuos sólidos	6
2.2.1.1 Gestión negativa	6
2.2.1.2 Gestión positiva	6
2.2.2 Clasificación por tipo de manejo	7
2.2.3 Los principales residuos que es posible reciclar	7
2.3 Clasificación de residuos sólidos	8
2.3.1.1 Residuos municipales	8
2.3.2 Residuos industriales	8
2.3.3 Residuos hospitalarios	8
2.4 Composición de los residuos sólidos	9
2.5 Disposición final	9
2.6 Rellenos sanitarios	10
2.6.1.1 Ventajas	10
2.6.1.2 Desventajas	11
2.6.1 Requerimientos generales para establecer un relleno sanitario	11
2.6.2 Tipos de relleno	12
2.6.2.1 Trinchera o zanja	12
2.6.2.2 Aérea	13

2.6.3 Clasificación según las características del terreno utilizado.....	13
2.7 Consideraciones generales para establecer un relleno sanitario, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996	15
2.7.1.1 Aspectos generales	15
2.7.1.2 Aspectos hidrológicos	16
2.7.1.3 Aspectos geológicos.....	16
2.7.1.4 Aspectos hidrogeológicos.....	17
2.8 Sitios alternativos para establecimiento de rellenos sanitarios, en Cuatro Ciénegas Coahuila	18
2.8.1 Descripción del geográfica.....	18
2.8.1.1 Aspectos socioeconómicos.....	18
2.8.1.2 Área natural protegida.....	19
2.8.1.3 Características físicas.....	19
2.8.1.4 Ambiente geológico.....	20
2.8.1.5 Hidrología subterránea.....	21
2.8.1.6 Hidrología superficial.....	22
III MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1 Localización.....	23
3.1.1 Características generales del área de estudio.....	23
3.2 Materiales.....	24
3.3 Metodología.....	25
IV RESULTADOS Y DISCUSION.....	27
V CONCLUSIONES.....	29
VI RECOMENDACIONES.....	30
VII LITRETURA CITADA.....	31

Índice de cuadros

1	Composición genérica de los residuos.....	9
2	Coordenadas UTM del relleno sanitario.....	23
3	Dimensiones de los puntos de observación	25

Anexos

1	Ubicación geográfica de Cuatro Ciénegas.....	34
2	Hidrología subterránea de Cuatro ciénegas.....	35
3	Sitios viables para el establecimiento de rellenos sanitarios.....	36
4	Características edafológicas de Cuatro Ciénegas.....	37
5	Puntos aptos para la construcción de un relleno.....	38

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme el don de existir en este mundo; a mí querida y amada familia, por ser el pilar en mi vida, especialmente a mis padres Candelaria y Bonifacio por lo que son, por lo que representan y por contribuir hacer posible la realización de mis sueños; a mi "alma terra mater" por haberme permitido realizar mis estudios profesionales; todo mi agradecimiento a mi novia, Ángeles García, por su paciencia y su amor incondicional que me da la fuerza para buscar el camino hacia el logro de nuevas metas. Amor mío te amo.

I. INTRODUCCIÓN

El acelerado crecimiento de la población y concentración en áreas urbanas, el aumento de la actividad del hombre (comercio, industria, vida doméstica, educación) terminan produciendo desechos. Es por ello que el deterioro ambiental se ha globalizado, pues se encuentra en todas partes en sus diferentes manifestaciones (Acurio et. al., 1997).

Éstos son considerados como residuos sólidos y su disposición final es la última etapa del sistema de aseo urbano de cualquier ciudad y está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente, así como con la salud de la población, por lo que su control y tratamiento debe ser mediante un sistema adecuado que minimice los impactos negativos hacia los factores físicos del medio ambiente. (Bautista, 1998).

Las acciones más comunes que han contribuido al incremento de la problemática han sido la inadecuada planeación en: el crecimiento de la población; la evolución de la concepción de la higiene; el crecimiento de los centros urbanos; la presión reglamentaria en los últimos años; la demanda de la ciudadanía en recolección y eliminación.

Este crecimiento acelerado crea además un aumento en la producción de residuos sólidos, obligando a los municipios y a la sociedad a prevenir en correspondencia con lo establecido en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y demás normas específicas reguladoras, a plantear "soluciones ambientales" para prevenir, y *controlar la contaminación del suelo* para su recolección, adecuado manejo y disposición final (Rosiles, 1999).

Esta situación no es ajena para el estado de Coahuila, ya que para Cuatro Ciénegas se estima que se generan 10 toneladas de residuos diarios y se estima que se producen 0.750 kg/persona/día. Dentro de esta región la población registrada en el año 2000 de acuerdo al INEGI fue de 12, 150 habitantes, produciendo 3650 toneladas anuales. La disposición de residuos sólidos generados por este centro de población, se disponía en un basurero a cielo abierto, básicamente el tratamiento consiste en la quema de los residuos, sin recibir tratamiento (INEGI, 2000).

Debido a la situación actual del manejo de los residuos, es evidente la necesidad de buscar soluciones adecuadas para solucionar esta problemática. Es por lo antes expuesto, que hoy en día una de las prioridades de atención del Gobierno Municipal de Cuatro Ciénegas, lo constituye el manejo integral de los residuos sólidos municipales ya que resulta de vital importancia la necesidad y oportunidad de disponer los residuos sólidos municipales, en sitios apropiados y adecuados que además de que cumplan con la normativa ambiental sean los que en términos de costos, lo mas apropiados para tal fin. La ubicación del terreno juega un papel importante en la instalación del relleno sanitario, por cuanto la distancia y más aún, el tiempo al centro urbano de gravedad repercute en el costo de transporte de los desechos sólidos, apegándose al uso económico de los vehículos recolectores (SEDESOL, 1996).

En estas condiciones y con la idea de promover el manejo adecuado de los desechos se lidera la implementación del relleno sanitario como una opción técnica y ambiental propicia para las condiciones y posibilidades históricas del municipio y en segundo término la separación de desechos sólidos en casa, con el objetivo de consolidar verdaderos procesos de gestión que permitan desde su integralidad la adopción de acciones responsables y confiables referidas con la producción, manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos por parte de la ciudadanía (Hernández ,1998).

HIPÓTESIS

Un lugar inadecuado para la construcción de un relleno Sanitario, llega a generar altos impactos tanto en el agua, suelo y aire; ocasionando un desequilibrio ambiental.

OBJETIVOS

GENERAL

Reconsiderar las características físicas del lugar para la construcción de un relleno de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996 para evitar los impactos que se generen por una mala ubicación.

ESPECIFICO

Corroborar los sitios adecuados para la construcción del relleno sanitario en Cuatro Ciénegas; mediante el estudio geohidrológico previo a un estudio de impacto ambiental.

JUSTIFICACION

Hasta muy recientemente los residuos se depositaban, sin más, en vertederos, ríos, mares o cualquier otro lugar que se encontrara cerca. Con la industrialización y el desarrollo, la cantidad y variedad de residuos que generamos han aumentado mucho (Acurio et. al., 1997).

En nuestro país, al igual que muchos países del mundo enfrentan grandes retos en la generación de residuos sólidos municipales debido, por un lado, al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país y, por el otro, a la imagen creada de productos suntuarios que influyen en las costumbres de la población induciendo al consumo de artículos desechables, sin promover su manejo adecuado (Franke ,1999).

Por lo antes expuesto, hoy en día una de las prioridades de suma importancia de cada Gobierno, debe ser el manejo integral de los residuos sólidos, en sitios apropiados y adecuados. Por lo tanto debido a la situación actual del manejo de los residuos en Cuatro Ciénegas, es evidente la necesidad de buscar soluciones adecuadas para solucionar esta problemática, una de ellas es la implementación de un relleno sanitario, esta es una buena alternativa para el mejor manejo de residuos sólidos, evitando así la disminución en la contaminación del medio ambiente.

El buen manejo integral de los residuos sólidos es una necesidad prioritaria, para la conservación de los recursos naturales y el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes históricos de residuos sólidos

La problemática originada por la gestión inadecuada de los residuos sólidos se esta agravando en prácticamente todas las ciudades del país. En la mayoría de los municipios el servicio de recolección y disposición de los residuos sólidos es deficiente. Esto da origen a una serie de problemas de salud publica (Cepeda, 1995).

La inadecuada disposición de los residuos sólidos es fuente de proliferación de fauna nociva (ratas, cucarachas, moscas, mosquitos, etc.), que puede transmitir enfermedades infecciosas. Los residuos sólidos dispuestos inadecuadamente pueden generar gases, humos y polvos que contribuyen a la contaminación atmosférica. Pueden, también, originar problemas de contaminación de los mantos acuíferos, por la percolación de sus lixiviados en el subsuelo.

Existen varias propuestas para resolver esta problemática, tales como la reducción de generación de residuos desde su origen, en el diseño, producción y comercialización de productos consumibles. Sin embargo, siempre existirá algo de residuos a los cuales hay que darles una salida honorable (Seoánez, 1999).

2.2 Manejo de Residuos sólidos

El manejo de los residuos sólidos municipales comprende las diferentes fases del ciclo: generación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición en algún sitio. Uno de los objetivos principales del manejo es la protección y el mejoramiento de la salud, para reducir los riesgos de los seres humanos a lesiones, accidentes, molestias y enfermedades originados por la exposición y el contacto con estos desperdicios. El manejo inadecuado de la basura no sólo causa la contaminación del suelo, también puede afectar a la atmósfera, las aguas superficiales y subterráneas, el paisaje urbano y natural. La situación puede ser más grave cuando se constata que en algunas localidades la disposición final de residuos sólidos municipales y peligrosos se realiza de manera conjunta e indiscriminada (Rosiles, 1999).

Los riesgos al ambiente están relacionados de manera más importante con los tiraderos clandestinos dentro de las zonas urbanas o en los sitios de disposición final que no cuentan con los controles necesarios para manejar adecuadamente los residuos sólidos municipales. De tal manera se favorecen el desarrollo y crecimiento de la fauna nociva y el escape de agentes contaminantes al ambiente. Cuando se presentan los casos anteriores, se produce contaminación del agua, suelo y aire, debido principalmente a la fuga de biogás y lixiviados (INE, 2000).

Nuestro país enfrenta serios retos en el manejo de residuos sólidos, debido al elevado índice de crecimiento demográfico e industrial del país y los hábitos de la población, orientadas al consumo de productos desechables, así como la tendencia de la población a abandonar las zonas rurales para concentrarse en los centros urbanos. Lo anterior ha modificado de manera significativa la cantidad y composición de los residuos sólidos municipales (Sancho and Cervera, 1999).

2.2.1 Riesgo asociado al manejo de los residuos sólidos

2.2.1.1 Gestión negativa

- Enfermedades provocadas por vectores sanitarios
- Contaminación de aguas
- Contaminación atmosférica
- Contaminación de suelos
- Problemas paisajísticos y riesgo

2.2.1.2 Gestión positiva

- Conservación de recursos
- Reciclaje
- Recuperación de áreas

2.2.2 Clasificación por tipo de manejo

Desde este punto de vista se pueden definir tres grandes grupos.

- Residuo peligroso: Son residuos que por su naturaleza son inherentemente peligrosos de manejar y/o disponer y pueden causar muerte
- Residuo inerte: Residuo estable en el tiempo, el cual no producirá efectos ambientales apreciables al interactuar en el medio ambiente.
- Residuo no peligroso: Ninguno de los anteriores (Kokusai, 1998).

2.2.3 Los principales residuos sólidos que es posible reciclar

Metales: la mayor parte de la fracción metálica de las basuras urbanas corresponde a envases de hojalata usados para la conservación de carnes, frutas y otros alimentos. Las tecnologías existentes permiten utilizar la lámina para fabricación de nuevas láminas de hojalata y como materia prima para la fabricación del acero.

Aluminio: se encuentra en la forma de envases (botes) de bebidas gaseosas y de cerveza, es el segundo tipo de metal posible de reciclar, teniendo gran aceptación y precio en el mercado.

Vidrios: es posible reciclar diferente tipos de vidrio. Sin embargo, uno de los problemas es la necesidad de separarlo de otros materiales, ya que requiere un alto grado de purezas y homogeneidad. La separación del vidrio debe hacerse por colores, antes de que el fabricante de envases vuelva a usar el vidrio residual. Cabe hacer mención que del vidrio generado no todo es se puede reciclar, debido a sus distintos formas de fabricación ya sean templados, no templados o capas intermedias de plástico.

Papel y cartón: México se considera como uno de los países más importantes en el reciclaje de papel y cartón. Con estos subproductos se obtiene gran cantidad de productos de buena calidad, que van desde la misma línea de productos que le dieron origen (papel periódico o cartón), hasta empaques para huevo, cajas para motores, cancelas, etc (Cueva, 2001).

2.3 Clasificación de residuos sólidos

2.3.1 Residuos municipales

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población.

Los sectores de más altos ingresos generan mayores volúmenes per cápita de los residuos, y estos residuos tienen un mayor valor incorporado que los provenientes de sectores más pobres de la población (Bernstein, 1992).

2.3.2 Residuos industriales

La cantidad de residuos que genera una industria esta en función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados, los envases y embalajes del proceso (Sedue, 1998)

2.3.3 Residuos hospitalarios

Actualmente el manejo de los residuos hospitalarios no es el más apropiado, al no existir un reglamento claro al respecto. El manejo de estos residuos es realizado a nivel de generador y no bajo un sistema descentralizado. A nivel de hospital los residuos son generalmente esterilizados.

La composición de los residuos hospitalarios varia desde el residuo tipo residencial y comercial a residuos de tipo medico conteniendo substancias peligrosas. Se entiende por residuo medico como aquel que esta compuesto por residuos que es generado como resultado de:

- Tratamiento, diagnostico o inmunización de humanos o animales.
- Investigación conducente a la producción o prueba de preparaciones medicas hechas de organismos vivos y sus productos (Ibarra et. al., 2001)

2.4 Composición de los residuos sólidos

Aproximadamente, el 35 % de los subproductos encontrados, es potencialmente reciclable; estos materiales están asociados al papel, cartón, vidrio, metal y algunos tipos de plástico. El porcentaje real de reciclaje se reduce a niveles del 10 %, por razones de disponibilidad e infraestructura para su aprovechamiento.

Cuadro 1

Composición genérica de los residuos

Subproducto	%
Materia orgánica	51.2283
Papel y cartón	22.6746
Plásticos	9.4119
Otros	7.9493
Vidrio	4.9739
Metales	3.7619

Fuente: HUMAN Consultores

La utilidad de conocer la composición de residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, investigación, identificación de residuos, estudio de políticas de gestión de manejo.

2.5 Disposición final

Después que el residuo a sido tratado este se encuentra listo para su disposición. La forma y tipo del residuo determina en gran parte donde será permitida la disposición final. Un limitado grupo de residuos puede ser dispuesto por inyección a pozos profundos y en descargas submarinas a océanos, muchos residuos gaseosos y particulados son dispuestos en la atmósfera (AICE 1972).

Los residuos sólidos comúnmente son depositados en:

- Basural
- Botaderos
- Botaderos controlados
- Vertederos
- Rellenos sanitarios
- Depósitos de seguridad

2.6 Rellenos sanitarios

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería destinada a la disposición final de los residuos sólidos domésticos, los cuales se disponen en el suelo, en condiciones controladas que minimizan los efectos adversos sobre el medio ambiente y el riesgo para la salud de la población (Zepeda et. al., 1994)

La disposición final de los residuos sólidos, constituye la técnica del relleno sanitario, el cual consiste en la eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública y sobre todo no perjudica el medio ambiente (UNAM, 1994).

El relleno sanitario consiste en acomodar, esparcir y compactar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además prevé los problemas que pueden causar los líquidos y gases producidos en el relleno por efecto de la descomposición de la materia orgánica (Sánchez, 2003).

2.6.1.1 Ventajas

- Bajo costo inicial
- Aprovechamiento de terrenos improductivos
- Solucionar el problema a numerosos municipios importantes que se ven todavía abrumados por numerosos costos; humos, olores, plagas, molestias públicas que se generan con otros métodos de eliminación de basura.

2.6.1.2 Desventajas

- Si no se cuenta con una buena planificación sobre todo con una buena concientización del ciudadano y el funcionario público para adoptar medidas pertinentes puede provocar contaminación del suelo, aire, agua y desvalorización de terrenos aledaños.
- Interferencias en las tendencias del crecimiento de la población.
- Contaminación visual (Sánchez, 2003).

2.6.1 Requerimientos generales para establecer un relleno sanitario

- Número de habitantes. Se requiere para determinar la cantidad de basura o desechos que son producidos por día y así determinar si uno o más depósitos sanitarios o de desechos son suficientes para la población resultante de la suma de la cabecera municipal y las localidades cercanas.
- Cuando la generación del tonelaje recibido en el sitio de disposición final es menor de 10 ton/día, con un número de habitantes de 15 000.
- La distancia que existe entre cada una de estas localidades y la cabecera municipal. Se pide para poder ubicar un lugar que sea idóneo para cada uno de los puntos del municipio y así evitar que se eleven los costos de operación y traslado de los desechos hacia el depósito.
- La cantidad de residuos generada en un tiempo determinado (día, semana, mes). Con el fin de determinar las dimensiones del terreno a considerar para la creación del relleno.
- Los sistemas de recolección que son realizados por parte del ayuntamiento. Para determinar los resultados y la forma en que hasta ahora se ha tratado el problema de los desechos para seguir y mejorar los que se tienen o tomar nuevas alternativas.
- Nombrar si se cuenta actualmente con un tiradero, de que dimensiones, que tiempo de vida útil tienen y decir cuantos ya han llenado su límite.

- Elegir por lo menos tres alternativas tomando en cuenta la lejanía, si hay asentamiento humanos o no y la forma en que se podría afectar. Para determinar la capacidad, la eficacia y la vida útil.
- Se recomienda que de preferencia los terrenos que sean elegidos para posibles depósitos sanitarios se encuentren rodeados de áreas verdes y que los asentamientos humanos no se hallen demasiado próximos.
- El sitio debe tener espacio necesario para almacenar los residuos generados por el área en el plazo definido por el diseño (Barrios et. al., 2003)

2.6.2 Tipos de rellenos

2.6.2.1 Trinchera o zanja.

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos a tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor oruga. Incluso existen experiencias de excavación de trincheras de hasta 7 metros de profundidad para relleno sanitario. La tierra se extrae se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra.

La excavación de zanjas exige condiciones favorables tanto en lo que respecta a la profundidad del nivel freático como al tipo de suelo. Los terrenos con nivel freático alto o muy próximo a la superficie no son apropiados por el riesgo de contaminar el acuífero. Los terrenos rocosos tampoco lo son debido a las dificultades de excavación (Zepeda et. al., 1994).

2.6.2.2 Aérea

En áreas relativamente planas, donde no sea posible excavar fosas o trincheras para enterrar las basuras, estas pueden depositarse directamente sobre el suelo original, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser importado de otros sitios o, de ser posible, extraído de la capa superficial. En ambas condiciones, las primeras celdas se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad a medida que se eleva el terreno.

Se adapta también para rellenar depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava en las laderas del terreno, o en su defecto se debe procurar lo mas cerca posible para evitar el encarecimiento de los costos de transporte. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba (Jaramillo, 1999).

2.6.3 Clasificación según las características del terreno utilizado

- *En áreas planas o llanuras:* Más que relleno es una depositación en una superficie. Las celdas no tienen una pared o una ladera donde apoyarse, es conveniente construir pendientes adecuadas utilizando pretilos de apoyo para evitar deslizamientos. No es conveniente hacer este tipo de relleno en zonas con alto riesgo de inundación.
- *En quebrada:* Se debe acondicionar el terreno estableciendo niveles aterrazados, de manera de brindar una base adecuada que sustente las celdas. Se deben realizar las obras necesarias para captar las aguas que normalmente escurren por la quebrada y entregarlas a su cauce aguas abajo del relleno.
- *En depresiones:* Se debe cuidar el ingreso de aguas a la depresión, tanto provenientes de la superficie o de las paredes por agua infiltrada. La acumulación normal del relleno. La forma de construir el relleno dependerá del manejo que se de al biogás o a los líquidos percolados.

- *En laderas de cerros:* Normalmente se hacen partiendo de la base del cerro y se va ganando altura apoyándose en las laderas del cerro. Es similar al relleno de quebrada. Se deben aterrizar las laderas del cerro aprovechando la tierra sacada para la cobertura y tener cuidado de captar aguas de lluvias para que no ingresen al relleno.
- *En ciénagas, pantanos o marismas:* Método muy poco usado por lo difícil de llevar a cabo la operación, sin generar condiciones insalubres. Es necesario aislar un sector, drenar el agua y una vez seco proceder al relleno. Se requiere equipamiento especializado y mano de obra (SEDESOL, 1997).

2.7 Consideraciones generales para establecer un relleno sanitario, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996.

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-083-ECOL-1996 que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales con la finalidad de proteger el ambiente, preservar el equilibrio ecológico y minimizar los efectos contaminantes que puedan impactar al medio ambiente, y especifica las condiciones de ubicación, y características apropiados de los factores físicos del lugar como clima, suelo, hidrología, geología, e hidrogeología, que a continuación se describen, según (SEMARNAT, 1996).

2.7.1.1 Aspectos Generales

- Restricción por afectación a obras civiles o a Áreas Naturales Protegidas.
- Las distancias mínimas a aeropuertos son: de 3000m (tres mil metros) cuando maniobren aviones de motor a turbina. De 1500 m (mil quinientos metros) cuando maniobren aviones de motor a turbina.
- Respetar el derecho de vía de autopistas, ferrocarriles, caminos principales y caminos secundarios.
- No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas.
- Se debe respetar los derechos de vía de obras públicas federales, tales como oleoductos, gasoductos, poliductos, torres de energía eléctrica, etc.
- Debe estar alejado a una distancia mínima de 1500 m (mil quinientos metros) a partir del límite de la traza urbana de la población por servir, así como de poblaciones rurales de hasta 2500 habitantes. En caso de no cumplirse con ésta restricción, se debe demostrar que no existirá afectación alguna a dichos centros de población.

- La localización de los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, para aquellas localidades con una población de hasta 50,000 habitantes, o cuya recepción sea de 30 toneladas por día, de estos residuos.

2.7.1.2 Aspectos hidrológicos

- Se debe localizar fuera de zonas de inundación con períodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior se debe demostrar que no exista la obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que provoquen arrastre de los residuos sólidos.
- El sitio de disposición final de residuos sólidos municipales no se debe ubicar en zonas de pantanos, marismas y similares.
- La distancia de ubicación del sitio, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, debe ser de 1000 m (mil metros) como mínimo y contar con una zona de amortiguamiento tal que pueda retener el caudal de la precipitación pluvial máxima presentada en los últimos 10 años en la cuenca, definida por los canales perimetrales de la zona.

2.7.1.3 Aspectos geológicos

- Debe estar a una distancia mínima de 60 m (sesenta metros) de una falla activa que incluya desplazamiento en un período de tiempo de un millón de años.
- Se debe localizar fuera de zonas donde los taludes sean inestables, es decir que puedan producir movimientos de suelo o roca, por procesos estáticos y dinámicos.
- Se deben evitar zonas donde existan o se puedan generar asentamientos diferenciales que lleven a fallas o fracturas del terreno, que incrementen el riesgo de contaminación al acuífero.

2.7.1.4 Aspectos hidrogeológicos

- En caso de que el sitio para la disposición final de los residuos sólidos municipales esté sobre materiales fracturados, se debe garantizar que no exista conexión con los acuíferos de forma natural y que el factor de tránsito de la infiltración (f) sea $\leq 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$.
- En caso de que el sitio para la disposición final de los residuos sólidos municipales esté sobre materiales granulares, se debe garantizar que el factor de tránsito de la infiltración (f) sea $\leq 3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$.
- La distancia mínima del sitio a pozos para extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero tanto en operación como abandonados, debe estar a una distancia de la proyección horizontal por lo menos de 100 m (cien metros) de la mayor circunferencia del cono de abatimiento, siempre que la distancia resultante sea menor a 500 m (quinientos metros), esta última será la distancia a respetar (SEMARNAT, 1996).

2.8 Sitios alternativos para establecimiento de rellenos sanitarios, en Cuatro Ciénegas, Coahuila

Para la selección de un sitio destinado a la disposición final de residuos sólidos municipales, involucra apegarse a los criterios establecidos por la NOM-083-ECOL-1996.

Uno de los lugares que requiere de la construcción de esta obra es el Municipio de Cuatro Ciénegas, actualmente cuenta con un tiradero a cielo abierto, mas por ser un área natural protegida, se ha generado el interés de obtener la disposición final de los residuos adecuadamente, para evitar el desequilibrio ambiental en esta zona. Para evaluar el sitio adecuado del relleno sanitario del Municipio se consideraron los siguientes aspectos generales que a continuación se mencionan (Badino, 2004).

2.8.1 Descripción geográfica

- El municipio de Cuatro Ciénegas se localiza en el centro del estado de Coahuila entre las coordenadas 26°45'00" y 27°00'00" latitud norte; 101°48'49" y 102°17'53" longitud oeste, a una altura de 750 metros sobre el nivel del mar. Sus vías de comunicación son la carretera a Monclova No. 30, la carretera a Ocampo, y la carretera a Torreón No. 30. Ver anexo 1

2.8.1.1 Aspectos socioeconómicos

- El área de protección de flora y fauna Cuatro Ciénegas esta situada en el municipio del mismo nombre y comprende 11 comunidades rurales, sus habitantes se dedican en diversos grados a la explotación, procesamiento y comercialización de candelilla y leña de mezquite, agricultura de temporal y aprovechamiento de flora y fauna silvestre con fines de consumo domestico.
- En este municipio se generan aproximadamente 10 toneladas de basura diarias, considerando un cálculo de producción de 0.750 kg/persona/día y una población actual de 12, 150 habitantes, cifra que representa el .09% de la población total del estado. En la zona urbana se encuentra concentrada la mayor parte de la población: 71.2%, y en la zona rural residen solamente el 28.8%.

2.8.1.2 El área natural protegida

- El valle de Cuatro Ciénegas localizado en Coahuila en la zona central se decreto como área natural protegida en la categoría de área de protección de flora y fauna silvestre y acuática. El decreto se publicó en el diario oficial de la federación el 7 de noviembre de 1994. El área protegida cuenta con una extensión de 84, 347 has del piso de un valle.
- Enclavado en uno de los desiertos mas diversos del planeta, el valle de Cuatro Ciénegas sobre sale por lo ambientes acuáticos, conocidos comúnmente como pozas, las cuales albergan ecosistemas de especies únicas, siendo esto la justificación mas importante para su protección.
- Cuenta además con otros recursos relevantes, como son los afloramientos de yeso, que en algunas partes representan como campos de dunas, las cuales son consideradas como la segundas en importancia en América por el alto grado de endemismos de flora y fauna que en ello habitan.
- Esta área natural protegida destaca por ser reconocida como un importante centro de endemismo mundial. El total de especies animales y vegetales de la reserva se estima aproximadamente 1274 de las cuales 77 son endémicas.

2.8.1.3 Características físicas

- En el municipio predominan llanos, lomeríos y mesetas, presentando un declive suave en dirección oeste-noreste-sureste.
- El clima en el municipio es de subtipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 18 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, noviembre, diciembre y enero; los vientos predominantes tienen dirección noroeste con velocidad de 8 km/hr.
- La vegetación que presenta es de matorrales roseto filo y micro filo, algunas de las especies que encontramos son la candelilla, guayule, lechuguilla, gobernadora,

ocotillo, mezquite, alicoche, nopal rastrero, drago, pitaya, zacate colorado, largoncillo y palma; en la parte alta de las sierras abundan especies de árboles maderables como pino y encino.

- La diversidad ambiental se manifiesta en una elevada diversidad biológica: están presentes de 11 especies de moluscos, 14 de peces, 9 de anfibios, 61 de reptiles, 113 de pájaros y 36 de mamíferos
- Los suelos predominantes son solonchak ortico, mismo que se describe como un tipo de suelo de color claro y pobre en materia orgánica, prácticamente el suelo esta constituido por un material no consolidado. Los cuales se encuentran en regiones áridas o semiáridas. En las sierras que rodean la protección de flora y fauna predominan los suelos rocosos de tipo litosol, en zonas donde se acumula el agua se encuentra xerosoles lúvicos y gypsicos que presenta problemas de salinidad y sodicidad. Ver anexo 4.

2.8.1.4 Ambiente geológico

- El marco geológico regional esta constituida principalmente por rocas sedimentarias marinas que en edad comprende el jurasico superior al reciente, las formaciones que constituyen la columna geológica regional son: zuloaga, la casita del jurasico superior, san marcos, barril viejo, patula, la mula, etc.
- En esta región se caracteriza por presentar cuerpos estratiformes con espesores y extensiones variables, estos lateralmente pasan y se transforman en cavidades pequeños hasta cavernas.
- La llanura de Cuatro Ciénegas está rodeada por una sucesión de estructuras montañosas que forman parte de la sierra Madre Oriental las cuales son: la sierra de la Madera, al norte; la Fragua; San Marcos; las del este, cuyas alturas máximas están comprendidas entre 2000 y 3000 metros. Están comprendidas entre rocas predominantemente calcáreas del Cretácico, plegadas formando anticlinales y sinclinales.

- En el anticlinal, la sierra la Madera presenta una falla de tipo inversa con dirección de oeste a este; en el Anticlinal, la sierra Agua chiquita presenta también este tipo de falla con un rumbo de noroeste a sureste y en el anticlinal finalmente la sierra la Fragua existen una serie de fallas normales con rumbo de noroeste a sureste.

2.8.1.5 Hidrología subterránea

- En la zona de Cuatro Ciénegas el drenaje es interno, el valle es parte de la región hidrológica Bravo-Conchos, dentro de la cuenca presa Falcón-Río Salado, correspondiendo a la subcuenca Río Salado-Nadadores. Así mismo el valle se encuentra dentro de la zona geohidrológica llamada Cuatro Ciénegas- San Miguel, en la cual se han identificado dos fuentes de agua subterránea, con acuíferos de tipo acuitardos.
- Originalmente el valle forma una cuenca cerrada, por lo que es posible que se formaran en la parte más baja pantanos y áreas inundadas someras; la canalización de algunos de los manantiales de mayor producción de agua han disminuido las áreas pantanosas y modificado el patrón de inundación del valle.
- La trayectoria del agua aunque sea lenta, continua subterráneamente, los actuales utilizan la antigua red hidrográfica hacia el centro del valle, húmeda y salobre que aparece como un lago desecado por la superficie estéril cubierta por una costra de sal. Y durante este trayecto el flujo subterráneo intercepta la topografía de la superficie y emerge en forma de pequeños estagues y charcos.
- Las aguas se mueven al interior de los depósitos guijarrosos de los cause fluviales, como demuestran las largas cintas de vegetación encajadas entre paredes profundas y empinadas. Las aguas, por lo tanto, alcanzan la llanura que, como una enorme masa esponjosa hecha de detritos y arenas, las absorbe reparándola de la fuerte evaporación.
- En el valle existen numerosos cuerpos de agua conocidos localmente como pozas, los cuales brotan de manantiales, sus diámetros varían de un metro hasta mas de 100 metros; las profundidades van desde 50 centímetros, hasta 18 metros, algunas de las

pozas están comunicadas natural o artificialmente entre si por un sistema de drenaje. La mayor parte de los manantiales se ubican en las faldas de la sierra de San Marcos y Pinos formando más de 200 pozas dentro del valle.

2.8.1.6 Hidrología superficial

- Cuenta con un sistema hidrológico superficial que se mantuvo ecológicamente aislado del resto del desierto debido a que forma una cuenca serrada. El complejo hidrológico esta interconectado de manera subterránea y superficial por ríos y canales, teniendo una estimación de alrededor de 500 manantiales, los cuales conforman las pozas, pequeños ríos y áreas inundables, con una gran variación de temperatura, diámetro, profundidades y tipo de fondo.
- Durante los raros eventos lluviosos, que ocurren sobre todo en las zonas altas de las dorsales, las aguas superficiales son encaminadas hacia la red de cañones que surcan las dorsales rocosas y que alimentan un escurrimiento que sólo durante las mayores crecidas se manifiesta en superficies hasta desembocar en llanuras.
- El escurrimiento superficial del agua en el Valle de Cuatro Ciénegas esta limitado casi del todo a aquello que sigue las grandes lluvias ocasionales.
- En áreas a los pies de las montañas, muchos conoides formados por los detritos y por los aluviones bastos transportados por los cursos de agua que descienden desde los relieves, dan origen a una superficie inclinada regular con un retículo discontinuo y no organizado. En estas áreas los ocasionales flujos que descienden desde los relieves van casi totalmente perdidos por infiltración.
- Las zonas centrales de la llanura son al menos carentes de cursos de agua, con amplias cuencas casi planas cerradas, en las cuales ocasionalmente se forman estanques y charcos que a continuación de la fuerte evaporación, depositan sulfatos (Badino et. al., 2004).

3.1 Localización

La presente investigación fue realizada en el municipio de Cuatro Ciénegas, Coah. por la carretera hacia Torreón. Lugar donde actualmente se encuentra funcionando el Relleno Sanitario, el cual cuenta con una extensión de 8-48-00 hectáreas y sus coordenadas UTM son:

Cuadro 2

Vértice	X	Y
2	788917	2985458
3	788736	2985094
4	788520	2985036
1	788719	2985461

3.1.1 Características Generales del área de estudio

Medio Natural

- El lugar se localiza a 3.5 Km del municipio de Cuatro Ciénegas, a una altura de 750 metros sobre el nivel del mar.
- En el valle predominan llanos, presentando un declive suave en dirección oeste-noreste-sureste.
- El clima del lugar es muy seco con invierno fresco y con régimen de lluvia en verano; la temperatura media anual es de 18 a 22°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 100 a 200 milímetros y los vientos predominantes tienen dirección noroeste con velocidad de 8 km/hr.
- Entre los ecosistemas se encuentra pastizal halofilo, mezquite y nopal rastrero.
- Los suelos predominantes son solonchak ortico, mismo que se describe como un tipo de suelo de color claro, pobre en materia orgánica y con alta susceptibilidad a la erosión

Medio Sociodemográfico

- La población total del municipio es de 12,154 habitantes, en la zona urbana se encuentra concentrada la mayor parte de la población: 71.2%, y en la zona rural residen solamente el 28.8%.
- La cobertura de los servicios públicos y respecto a la recolección de basura es del 90%.
- En este municipio se generan aproximadamente 10 toneladas de basura diarias, considerando un cálculo de producción de 0.750 kg/persona/día.
- El servicio de recolección de la basura lo lleva a cabo los servicios públicos municipales prestándose este servicio seis días a la semana, sin embargo se tiene que en la ciudad no se disponen de contenedores para depositar los residuos sólidos municipales y no se lleva a cabo ninguna selección preliminar de los mismos.
- Aproximadamente, el 35 % de los subproductos encontrados, es potencialmente reciclable; estos materiales están asociados al papel, cartón, vidrio, metal y algunos tipos de plástico

3.2 Materiales

Para la realización de la presente investigación se requirió los siguientes instrumentos en las siguientes etapas:

Etapas en campo:

- Cartas topográfica e hidrológica de INEGI
- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Maquina escavadora
- Cinta métrica
- Botes con agua
- Cronometro

Etapas de gabinete:

- Utilización de cartas Cartográficas editadas por INEGI y el instituto Coahuilense de ecología (hidrológica superficial, subterránea, geológica, topográfica y edafológica).

Etapas de campo

Con las coordenadas UTM (*Universal Transversa de Mercator*) del relleno sanitario se procede a la ubicación de puntos en la carta topográfica e hidrológica, para identificar las características que presenta el lugar como son: pendiente del área, escurrimientos superficiales, pozos, cuerpos de agua, manantiales. Tener la certeza de que dicha información es verídica se corrobora en campo llevando las cartas mencionadas anteriormente, con el GPS se verifican todas las características hidrológicas con la finalidad de proponer nuevas alternativas para la ubicación o reubicación del área del relleno en dado caso que las características hidrológicas estén fuera de lo que establece la NOM-083-ECOL-1996 .

Igualmente en campo se comprueba que las coordenadas UTM del polígono del área de estudio, que nos fueron proporcionadas por las autoridades municipales de Cuatro Ciénegas sean las reales y correctas, esto se realizó con la utilización de GPS (*Sistema de Posicionamiento Global*).

Posteriormente con una maquina escavadora se realizaron las calas con una profundidad de 4 metros, su ubicación dependió de la topografía y dirección del flujo del acuífero del terreno, y se tomó la decisión de realizar 3 calas con sus respectivos puntos de observación, los cuales fueron trazados en forma diagonal en el terreno. Dichas excavaciones se realizaron con el objeto de determinar la permeabilidad del suelo.

Las dimensiones de los puntos de observación variaron según su topografía, a continuación se muestran los datos:

Cuadro 3

Punto de Observación	Dimensiones (cm)	Litros de agua
1	30x30x20	24
2	30x30x20	24
3	30x30x20	24

Una vez realizado los puntos de observación se tomo el tiempo de filtración del agua en cada una de las calas y en tiempos diferentes realizándose aproximadamente en tiempos de 30 minutos en cada una que fue el tiempo que dilato en filtrarse el agua y con la ayuda de un cronómetro se obtuvieron los diferentes tiempos.

Se realizo un reconocimiento geológico-hidrológico del lugar, con la finalidad de levantar información actualizada del área, corroborando los puntos de cuerpos de agua del área como características geológicas de la misma.

Etapas de gabinete

Ya recopilado los datos de campo de los puntos del área del relleno, estos fueron procesados mediante el software (ArcView Gis versión 3.2a) para trazar primeramente el polígono del área total que comprende dicho relleno, posteriormente teniendo la información de dichas capas de (hidrología superficial, geohidrología, topográfica y edafológica) se adhirieron dichas capas al ArcView consecuentemente el paquete genera la información requerida. Dicha información es utilizada para hacer un análisis multicriterio del relleno y a si corroborar si el área ya dispuesta para dicho relleno es apta para su construcción, de acuerdo a los criterios establecidos por la NOM-083-ECOL-1996.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al termino de la presente investigación de obtuvieron los siguientes resultados.

Geología

El relleno sanitario no se encuentra sobre fallas ni fracturas estructurales, el área se encuentra en una llanura seguro del sitio de la región de Cuatro Ciénegas asentada por las características de las rocas calizas.

El área para construir el relleno no se encuentra en sitios donde se puedan producir movimientos de suelo o roca en grandes proporciones como deslizamientos o asentamientos; pero si hay que considerar la erosión eólica, ya que arrastran pequeñas partículas depositándolas en un extremo de la cuenca.

El área del proyecto se encuentra en el Valle de San Vicente, estructuralmente se caracteriza por ser un valle alargado siguiendo una estructura sinclinal cubierta por depósitos del Cuaternario y en las bajas se encuentran depósitos evaporíticos.

Hidrología

Los cuerpos de agua mas cercanos al área del proyecto es el Canal de la Becerra por la parte norte del predio a 500 m de distancia, hacia el sur del predio se encuentra el arroyo que alimenta a los mezquites, esta área donde esta ubicado el relleno sanitario presenta un material no consolidado con probabilidad alta, esto nos indica que el suelo presenta una permeabilidad rápida. Ver anexo 2

Así mismo el valle se encuentra dentro de la zona geohidrológica llamada Cuatro Ciénegas-San Miguel, en la cual se han identificado dos fuentes de agua subterránea, con acuíferos de tipo acuitardos. La extracción anual es de 49.0 millones de m³ (de los cuales, 48 millones de m³ son para uso agrícola) y la recarga es de 25 millones de m³, por lo que su condición el acuífero superior es de sobreexplotación.

En el valle existen numerosos cuerpos de agua conocidos localmente como pozas, los cuales brotan de manantiales. La mayor parte de los manantiales se ubican en las faldas de la sierra de San Marcos y Pinos formando más de 200 pozas dentro del valle.

Calidad del agua

La temperatura del agua varía de acuerdo a las características del cuerpo de agua a si como las variaciones de temperatura del medioambiente, considerando esto se presentaron temperaturas de 28° C a 36° C. Según la Universidad de Florencia, Laboratorios Avellinos y la Universidad Autónoma de Coahuila; indican la existencia de dos diferentes grupos de aguas: las frías a baja salinidad de los manantiales, éstas localizadas en las partes bajas de las montañas y las termo minerales en las partes del valle, ricas en calcio, magnesio y sulfatos.

La composición química es de bicarbonato-alcaldina (en las pozas cercanas a la sierra de san Marcos y los Pinos) y sulfato-alcaldinas muy ricas en sales. Esto significa la presencia de las diferentes fuentes de alimentación de agua en la zona, por infiltración típicamente cárstica en la montaña: uno rápido y en tramos epidérmico, que alimentan los manantiales fríos y uno lento y profundo que alimenta las pozas.

Al interior de las pozas el único mineral que precipita es la calcita a consecuencia de la difusión del anhídrido carbónico y a la concomitante acción de las algas estromatolíticas. Este proceso es aquel que cementa y hace compacto el fondo y los bordes de las pozas mismas.

VI. CONCLUSIONES

- En base a los criterios empleados en la NOM-086-ECOL-1996, la ubicación del relleno sanitario se encuentra dentro del área natural protegida, por lo cual no es conveniente realizar la construcción, por que se afecta gravemente la flora y fauna de la región. Ver anexo 3.
- En el estudio de hidrológia, el predio se encuentra retirado de los cuerpos de agua principales, por lo que no afectara a las aguas superficiales perennes del área, a parte de que el sitio se encuentra fuera de zonas de inundación ya que en este valle de San Vicente el área de inundación se encuentra donde están los cuerpos de agua mas grandes, lo cual el predio se encuentra retirado de los cuerpos de agua principales.
- En lo que respecta a geología el sitio esta fuera de una falla activa o fracturas del terreno, se encuentra fuera de zonas donde los taludes son inestables, es decir que puedan producir movimientos de suelo o roca. La secuencia sedimentaria del sitio está constituida principalmente por rocas sedimentarias marinas, depósitos evaporíticos, así como por rocas ígneas intrusivas y extrusivas.
- De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, el valle de cuatro ciénegas es decretado como área natural protegida, dentro de la categoría; *zonas de uso restringido*, la cual menciona los siguientes puntos, dentro de esta zona no se permitirá ninguna actividad que ponga en riesgos las especies de flora y fauna silvestre, no se permitirá el uso de vehículos en todo el terreno ni acuáticos motorizados que alteren el suelo, la vegetación o los cuerpos de agua, en cuanto al ambiente biológico deberá determinarse si los componentes actuales son naturales, de no ser así deberá establecerse un programa de manejo para en lo posible restaurar el ambiente a sus condiciones originales, por tanto de acuerdo con los puntos mencionados el sitio donde esta ubicado el relleno no debe de construirse.

VII. RECOMENDACIONES

- De llegarse a construir el Relleno Sanitario, es de suma importancia considerar el recubrimiento de las celdas tanto en el piso como en las paredes, con capa de arcilla, bentonita y membranas con la finalidad de obtener mayor protección en los acuíferos del área.
- Si en todo caso no se llega a realizar el relleno en el sitio ya destinado, optar por el sitio propuesto por la administración municipal anterior el cual se localiza en la parte norte de la cabecera municipal, sus coordenadas geográficas son 102°8'43.08" de latitud norte y 27°2'36.31" de longitud oeste, este sitio es mas viable por cumplir con todos los criterios especificados por la norma, a excepción de geohidrología por presentar un material no consolidado con probabilidades medias, indicando una filtración media; lo cual se corrige con una impermeabilización en las paredes y fondo del suelo.
- Existen otros puntos mas viables para la construcción del relleno sanitario, uno de ellos se localiza rumbo a la carretera a Monclova a 7 Km de la cabecera municipal y los 4 restantes se encuentran al norte y al oeste de la cabecera municipal. Estas 5 alternativas propuestas para el relleno son recomendadas por cumplir un 80% con lo que menciona la norma, dato a que estos puntos tiene las siguientes características: no se encuentran en áreas naturales protegidas, en cuanto a hidrológia se encuentran retirados de cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, en geología están retirados de alguna falla activa o fracturas del terreno y por ultimo en cuanto a geohidrologia los sitios se encuentran en materiales consolidados con probabilidades bajas. Ver anexo 5

VI. LITERATURA CITADA

- Acurio G;** Claudia Patricia; Wehenpohl, Günther; Heredia Cantillana 1997. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Washington, *D.C.*
- AICE Consultores., 1972.** "Evaluación y Disposición Final de la Basura en el Área Metropolitana de Santiago". Ministerio de la Vivienda y Urbanismo, Chile.
- Badino Giovanni, et al. 2004.** Bajo el desierto. El misterio de las aguas de Cuatro Ciénegas. Primera Edición. Italia.
- Barrios Hernández,** Richkarday, Günther; Tormin, A., **2003.** Guía para el desarrollo, presentación y evaluación de proyectos ejecutivos para rellenos sanitarios, México D.F
- Bautista Parejo C., 1998.** Residuos. Guía Técnico-Jurídica. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona.
- Bernstein, J., 1992.** Planteamientos Alternos para el Control de la Contaminación y el manejo de Desechos, PGU-BIF, serie Documentos N3.
- Cepeda, F., 1995.** "Situación del Manejo de Residuos Sólidos en América Latina y el Caribe". Curso Internacional de Rellenos Sanitarios y de Seguridad, OPS/OMS, Lima, Perú, 6-10 de febrero.
- Cueva Made., C. 2001.** Sistema de separación de desechos sólidos en categorías. Centro Ecológico Akumal. Comunicación personal. México, D.F.
- Franke M., 1999.** Inventario de Ciclo de Vida: Una herramienta para optimizar los productos y el manejo integral de los residuos sólidos. En: Memorias del Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos. SUSTENTA/SEMARNAP-INE.

Hernández, C. P., 1998. Programa para la obtención de costos al emplazamiento de unos rellenos sanitarios. Secretaria de Ecología del Gobierno del Estado de México, 2° Edición.

Ibarra Sotres Lida, Cristina G, Florisbela Santos, Anna Lúcia, . 2001. Hacia un México sin basura. Bases e implicaciones de las legislaciones sobre residuos, Partido Verde Ecologista de México, México,D.F.

INEGI 2000. Anuario Estadístico del Estado de Coahuila de Zaragoza. Edición 2000. Saltillo, Coahuila.

INE 2000. Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos, México D,F

Jaramillo K., 1999. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios. Una necesidad para pequeñas comunidades en México, Organización mundial de la salud/Organización Panamericana de Salud.

Kokusai H., 1998. Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos. México.

Rosiles G., 1999. Manejo de los residuos sólidos en México. En: Memorias del Seminario Internacional sobre Manejo Integral de Residuos Sólidos. SUSTENTA/Semarnap-INE.

Sánchez Gomez, J., 2003. Guía para el desarrollo, presentación y evaluación de proyectos ejecutivos para rellenos sanitarios; Secretaria de Ecología del Gobierno del Estado de México.

Sancho y Cervera J., 1999. Rosiles G., Situación Actual del Manejo Integral de los Residuos Sólidos en México.

Sedue G., 1998. Políticas y estrategias en el manejo de los residuos municipales e industriales en México.

SEDESOL., 1996. Manual para la rehabilitación y clausura de tiraderos a cielo abierto. México D.F

SEDESOL., 1997. Guía para la evaluación de un proyecto ejecutivo de relleno sanitario, México; 2° Edición.

SEMARNAT., 1996. Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-1996, Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos. Diario Oficial, 20 DE OCTUBRE DEL, México, D.F.

Seoáñez Calvo M., 1999. Contaminación del Suelo: Estudios, tratamiento y gestión. Ediciones Mundi-Prensa. 1999.

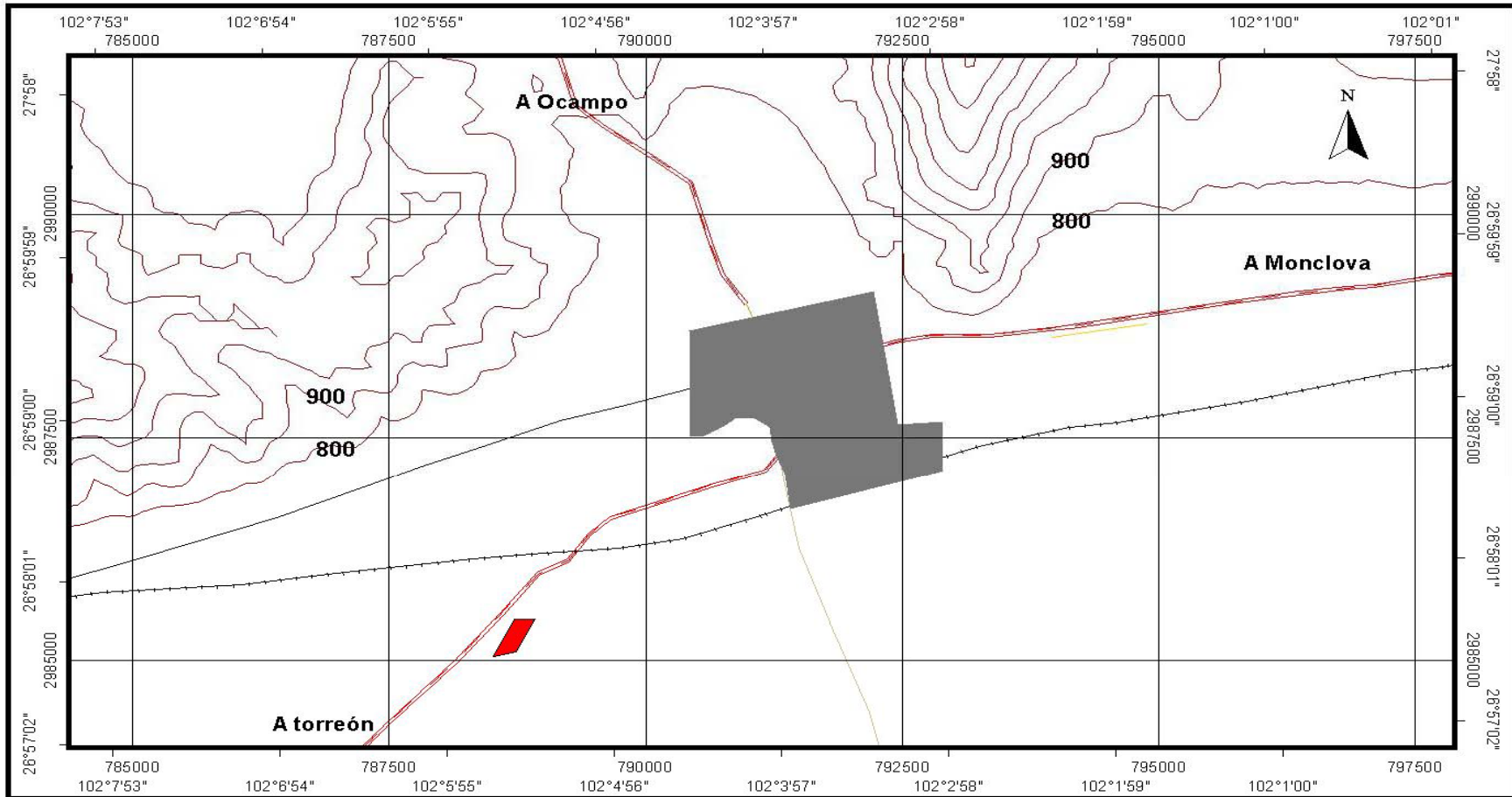
SS., 2000. Relleno sanitario (Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios, México, Df.

UNAM., 1994. División de Educación Continua-Facultad de ingeniería, Curso sobre Tratamiento y disposición Final de residuos sólidos municipales.

Zepeda K, Porras Francisco, Jaramillo Jorge, Wilson, Whiterman, 1994. Guía Para el Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios Manuales. Curso Internacional Sobre Diseño y Disposición Final de residuos Sólidos. . E.U

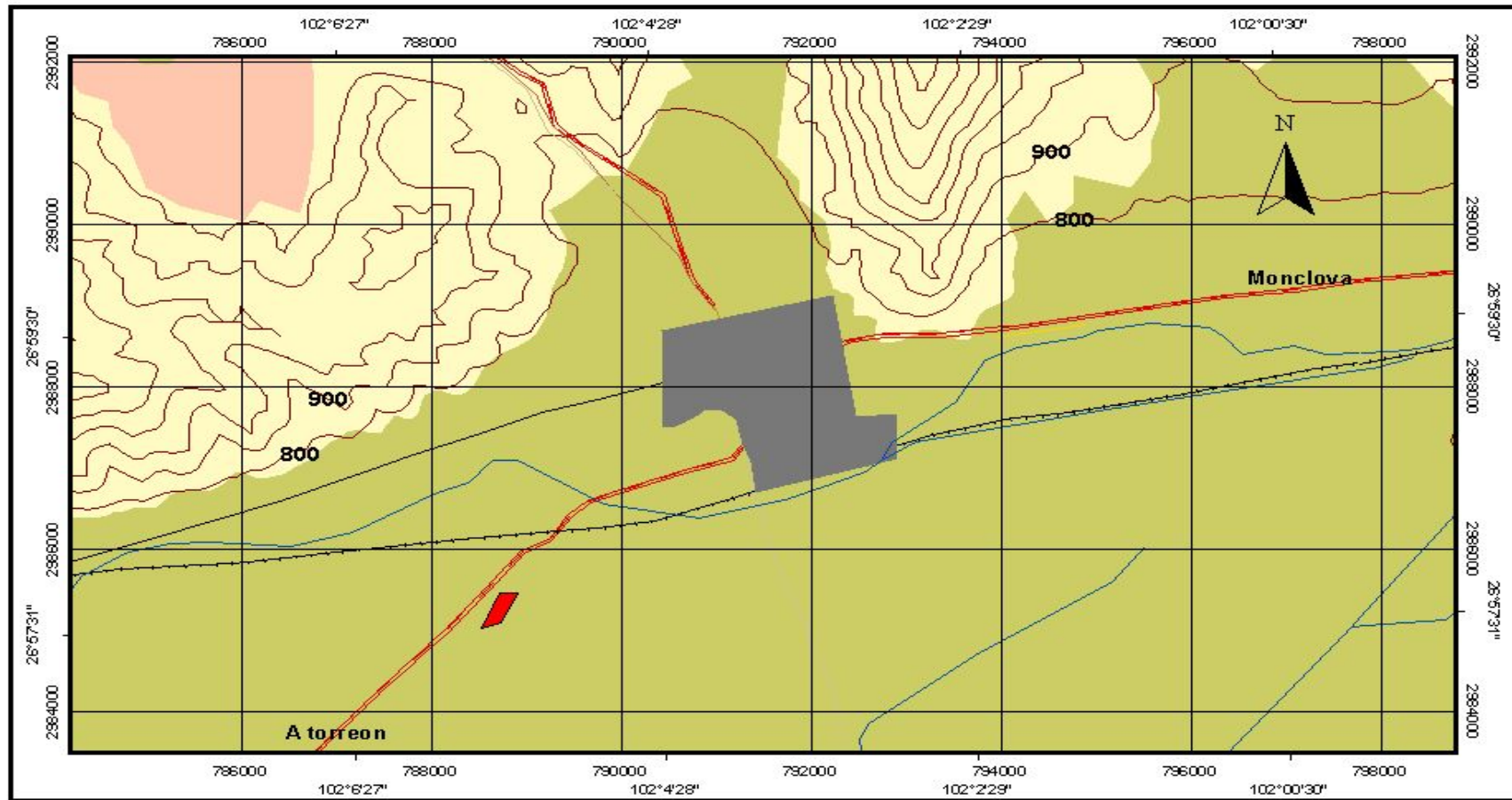
Anexo 1

Ubicación geográfica de Cuatro Ciénegas, Coah



Anexo 2

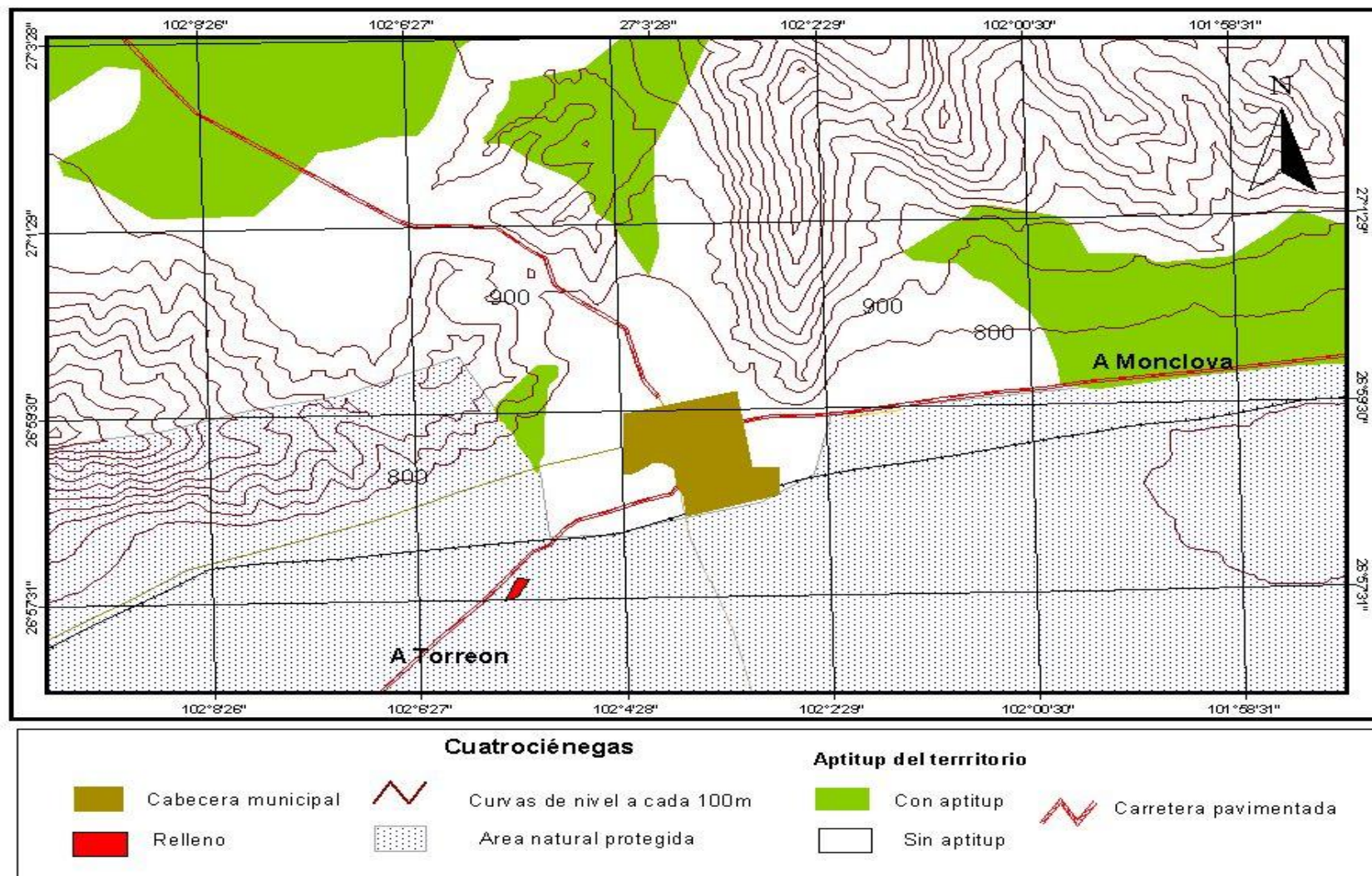
Hidrología subterránea de cuatro cienegas



Hidrología superficial		Vías de comunicación		Unidades geohidrológicas	
	Canal		Pavimentada 2 Carriles		Mat_no_cons_con_p_altas
	Relleno		Pavimentada Fuera de Uso		Mat_cons_con_p_bajas
	Municipio		Via Ferrea Sencilla		Mat_no_cons_con_p_medias
					Cota a cada 100m

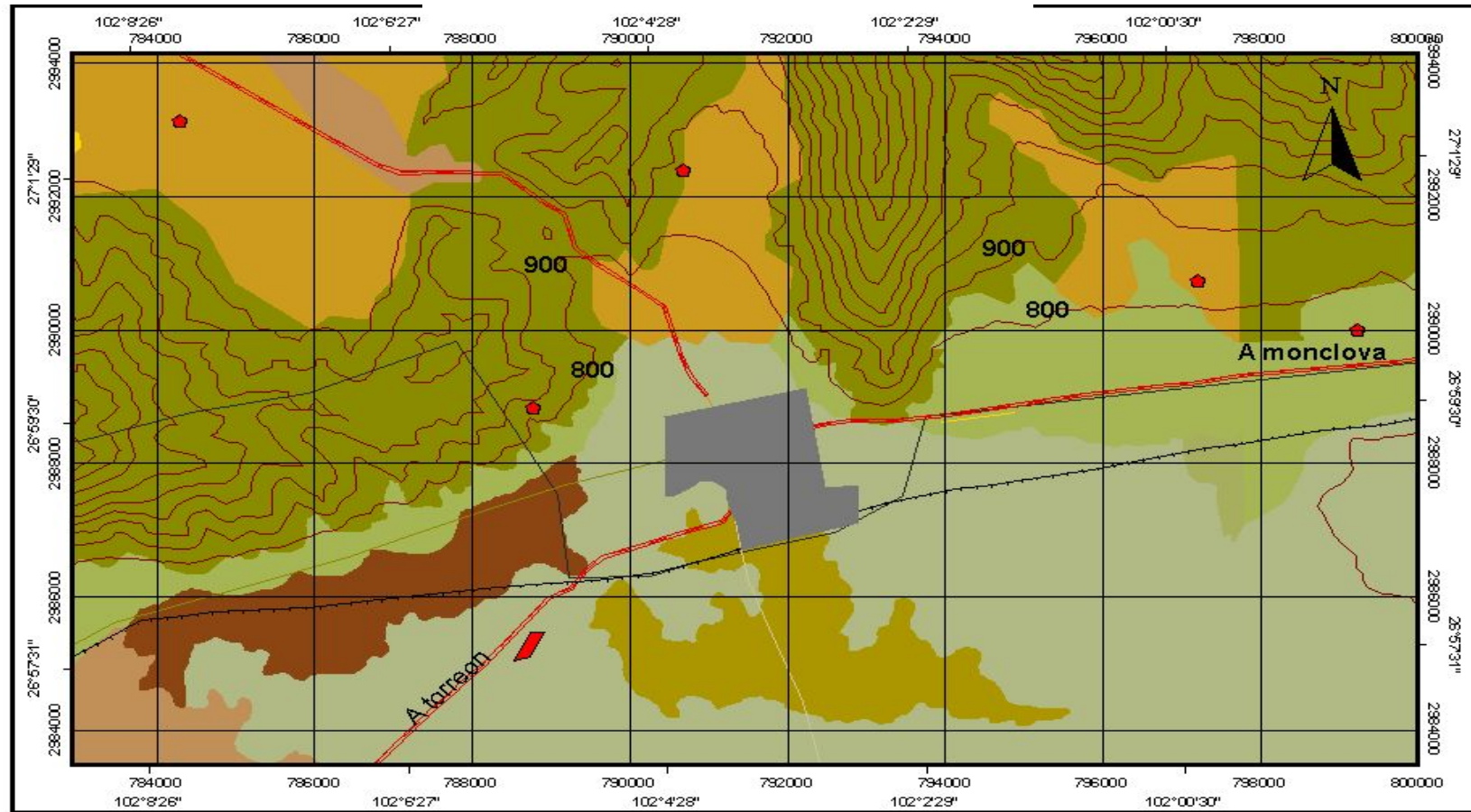
Anexo 3

Sitios viables para el establecimientos de relleno sanitario



Anexo 4

Características edafológicas de Cuatro Ciénegas



Anexo 5

Puntos aptos para contruccion de un relleno

