

# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA EDUCATIVO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

PROPUESTA DE SITIOS POTENCIALES PARA LA REUBICACIÓN DEL  
SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS  
DOMICILIARIOS, EN LA COMUNIDAD DE CRISTÓBAL OBREGÓN,  
MUNICIPIO DE VILLAFLORES, CHIAPAS.

## INFORME TÉCNICO

PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTA

LUIS FERNANDO GÓMEZ ALEGRÍA

DIRECTOR

M. en C. ULISES GONZÁLEZ VÁZQUEZ

CODIRECTORES

DR. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ

M. en C. EDALÍ CAMACHO RUÍZ

TUXTLA GUTIÉRREZ, CHIAPAS; A FEBRERO DE 2020.



## **Agradecimientos**

Agradezco a mi institución la **Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas** por haberme aceptado a ser parte de ella, en la **facultad de Ingeniería Ambiental** abriendo sus puertas en su seno científico, así como a todos los diferentes docentes que brindaron su conocimiento día a día.

Agradezco también a mi director el **Mtro. Ulises González Vázquez** por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico, así como también haberme guiado durante todo el desarrollo del informe técnico, a mis codirectores la **Mtra. Edalí Camacho Ruíz** y el **Dr. Juan Antonio Villanueva Hernández** por sus consejos, tiempo y apoyo en todo momento.

A mis familiares mis señores padres **Rodolfo Gómez Martínez, Ángela Alegría Heredia** y a mis hermanos, que con su apoyo pude culminar la etapa universitaria.

Este nuevo logro es gran parte a ustedes; he logrado con éxito un proyecto, quisiera dedicar mi informe técnico a ustedes, personas de bien, seres que ofrecen amor, bienestar y los finos deleites de la vida.

Muchas gracias a aquellos seres queridos que siempre recordare en mi alma.

## Índice

1.-INTRODUCCIÓN .....	1
2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
3.-JUSTIFICACIÓN .....	4
4.-ANTECEDENTES .....	5
5.-OBJETIVOS .....	7
5.1.-GENERAL.....	7
5.2.-ESPECIFICOS.....	7
6.-MARCO TEÓRICO .....	8
6.1.-Residuos .....	8
6.2.-Disposición Final .....	8
6.3.-Relleno sanitario .....	9
6.4.-Tipos de Rellenos Sanitarios.....	10
Relleno Sanitario Tipo Área .....	10
Relleno Sanitario Tipo Zanja o Trinchera.....	11
Relleno Sanitario Tipo Combinado. ....	12
Relleno Sanitario Tipo Rampa. ....	13
6.5.-Daños.....	13
6.6.-Daños a la salud .....	14
6.7.-Contaminación del suelo .....	15
6.8.-Contaminación del agua.....	15
6.9.-Contaminación atmosférica.....	15
6.10.-Fauna nociva y paisajismos .....	16

6.11.-Selección del sitio .....	16
6.12.-Sistemas de información geográficos .....	17
6.13.-Medio físico.....	18
6.13.1.-Clima.....	18
6.13.2.-Precipitación .....	19
6.13.3.-Vegetación.....	19
6.13.4.-Edafología.....	19
6.13.5.-Fisiología.....	19
6.13.6.-Hidrología.....	20
6.13.7.-Áreas Naturales Protegidas .....	20
7.-Ventajas y Desventajas.....	21
8.-Marco normativo legal .....	22
8.1.-Leyes aplicables .....	22
8.2.-Normas aplicables .....	23
9.-METODOLOGÍA .....	24
9.1.-Área de estudio.....	24
10.-RESULTADOS.....	28
11.-CONCLUSIÓN .....	48
12.-REFERENCIAS.....	50
13.-Anexos .....	56

## Índice de Imagen

Imagen 1 Relleno Sanitario Tipo Área. Fuente Trujillo D. (2010). .....	10
Imagen 2 Relleno Tipo zanja o trinchera Fuente Greenpeace <a href="http://www.greenpeace.org/raw/image_orig/argentina/fotos-y-videos/fotos/infograf-a-c-mo-contamina-un.jpg">http://www.greenpeace.org/raw/image_orig/argentina/fotos-y-videos/fotos/infograf-a-c-mo-contamina-un.jpg</a> .. .....	11
Imagen 3 Relleno combinado Fuente Caicedo (2019). .....	12
Imagen 4. Relleno Sanitario Tipo Rampa. Fuente EPA 1997 <a href="https://limpezapublica.com.br/textos/aterro-belaunde.htm">https://limpezapublica.com.br/textos/aterro-belaunde.htm</a> .....	13
<i>Imagen 5 Delimitación del área de estudio. Fuente google Earth</i> .....	24
Imagen 6 Ubicación del TCA. Fuente google Earth .....	24
Imagen 7. Esquema de la metodología .....	25
Imagen 8 Entrada del TCA. Fuente google earth. ....	29
Imagen 9 Presencia de RPBI. Fuente propia .....	29
Imagen 10 Presencia de vectores (perros callejeros). Fuente propia .....	30
Imagen 11 Presencia de aves carroñeras. Fuente propia.....	30
Imagen 12 Avistamiento del panteón ejidal. Fuente propia .....	31
Imagen 13 Mapas del polígono del ejido .....	31
Imagen 14 Polígono digitalizado. Fuente Propia. ....	32
Imagen 15 Pozo de agua. Fuente propia. ....	32
Imagen 16 Ríos. Fuente propia .....	33
Imagen 17 Terrenos accidentados. Fuente propia. ....	33
Imagen 18 Posibles sitios. Fuente propia.....	34
Imagen 19 Posible sitio. Fuente propia .....	34
Imagen 20 . Uso de GPS. Fuente propia .....	35
Imagen 21. Software ArcGis versión 10.6 .....	36
Imagen 22. Software Global Mapper 16.....	36
Imagen 23. Mapa localidades y buffer de 500m.....	37
Imagen 24. Mapa curvas de nivel.....	38
Imagen 25. Mapa edafológico. ....	39

Imagen 26. Mapa de ANP .....	40
Imagen 27. Propuesta 1 .....	42
Imagen 28. Propuesta 2 y 3. ....	43
Imagen 29. Propuesta 4 .....	44
Imagen 30. Propuesta 5 .....	45
Imagen 31. Propuesta 6 .....	46
Imagen 32. Mapa con las capas que marca en la NOM y puntos potenciales. ....	47

## Índice Tablas

Tabla 1. Categorías de los Sitios de Disposición final según la NOM-083-SEMARNAT-2003. Fuente NOM-083-SEMARNAT-2003. ....	9
Tabla 2. Enfermedades infecciosas relacionadas con los residuos sólidos. Fuente ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2011. ....	14
Tabla 3 Ventajas y desventajas de rellenos sanitarios. Fuente Yáñez (2009). ....	21
Tabla 4. Coordenadas del probables SDF. ....	35

## **RESUMEN**

El crecimiento poblacional y la gran cantidad de residuos generados hace cada vez más difícil encontrar terrenos adecuados que cumplan con los requerimientos legales. Con el fin de encontrar una ubicación óptima para los Sitios de Disposición Final (SDF), en la comunidad de Cristóbal Obregón, se realizó la revisión del marco legal mexicano con referencia a la Norma Oficial Mexicana-083-SEMARNAT-2003. El cual estableció criterios a tener en cuenta para la identificación y selección de áreas para la localización de sitios potenciales de disposición final, teniendo en cuenta estos criterios, se modeló información mediante Sistemas de Información Geográficos (SIG). Por medio del software ArcGis se realizó análisis espacial que dio como resultado seis propuestas de puntos para la reubicación del SDF. El trabajo de campo permitió descartar algunas tierras ejidales debido a irregularidades que menciona la norma oficial. Se concluye que la aplicación de las técnicas de los SIG, permiten determinar de manera económica y rápida la ubicación de sitios óptimos para la disposición final de RSU, información imprescindible para la toma de decisiones.



## **1.-INTRODUCCIÓN**

El aumento de la población, el rápido proceso de urbanización y la modificación de los hábitos de consumo que suceden en México, determinan la cantidad de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD) varíen de acuerdo con la estación, la región, el modo de vida y el ingreso económico (Buenrostro, 2001). El inadecuado manejo de los residuos sólidos genera serios impactos al ambiente y pone en inminente riesgo a la salud pública, específicamente en su disposición final, actividad en la que los residuos son descargados y como su nombre los indica “dispuestos” en forma definitiva (Nájera, Vera y Rojas, 2012). En México, la mayoría de la disposición final de los residuos sólidos sigue depositándose en el suelo, en diferentes modalidades: en tiraderos a cielo abierto, rellenos de tierra no controlados y en rellenos sanitarios (SEDESOL, 1999).

Para esta investigación se propone sitios óptimos para la reubicación del SDF, que se divide en secciones. La primera sección se delimita el área del polígono del tiradero a cielo abierto con el que cuenta la comunidad de Cristóbal Obregón para disponer sus residuos. En la segunda sección se basa en los criterios que marca la norma oficial mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 y la metodología propuesta por Velasco (2003) en las que se hace el uso de los Sistemas de Información Geográficos (SIG). Donde se tomaron los criterios de 500m como mínimo alejado de la comunidad, 500m de cualquier cuerpo de agua, cerca de vías de acceso, etc. La tercera sección se utilizó el software ArcGis 10.6 y el recorrido de campo apegado a la restricción que marca la NOM-083 y georreferenciando los puntos tomados, se descartaron los terrenos ejidales accidentados o los que no cumplen con las restricciones de la NOM. En la cuarta sección, se obtuvo como resultados seis puntos potenciales de los cuales dos son los más aceptados por el análisis especial realizado con el software ya antes mencionado. La metodología propuesta para la selección de sitios potenciales para la disposición final de residuos sólidos domiciliarios, puede considerarse como una opción adecuada para proyectos futuros.

A pesar de los avances logrados en los últimos años, aún es necesario continuar instrumentando acciones que permitan alcanzar un manejo sustentable de los residuos sólidos (INECC, 2012)

## **2.-PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En un mundo cada vez más urbano y degradado ambientalmente, se plantea que cerca del 60 al 75 % de la población mundial viva en zonas urbanas para el periodo 2025 al 2050 (UNDESA, 2014). Como menciona Giusti (2009) el incremento de la producción de residuos sólidos domiciliarios (RSD) está directamente relacionado con el aumento poblacional y el estilo de vida actual, los cuales definen, por lo general, un mayor consumo de bienes y servicios.

México es el onceavo país más poblado en el mundo, y el segundo en Latinoamérica, tan sólo detrás de Brasil, que en 2010 tenía una población de 195.2 millones de personas (UN, 2014). Residuo se define como todo lo que es generado como producto de una actividad humana (NUDI, 2007). Los residuos sólidos es uno de los principales problemas ambientales que se manifiestan en la pérdida de biodiversidad o deterioro, expansión de la mancha urbana y mala calidad del aire, con el consecuente efecto negativo en la salud humana (Hernández, 2014). En este sentido, uno de los temas más relevantes es el que tiene que ver con su adecuado confinamiento, con la finalidad de evitar que los sitios en los que se depositan los RSD se conviertan en focos de contaminación o infección, y se asegure que no serán dispersados (Regadío, 2015). Nájera *et al.*, (2012) señala que desafortunadamente, la disposición final de los RSD y residuos de manejo especial en nuestro país, se lleva a cabo predominantemente mediante Tiraderos a Cielo Abierto (TCA).

Para el caso del estado de Chiapas, el autor Rojas (2009) estima que el 96.32% de las cabeceras municipales depositan sus residuos en TCA sin tomar en cuenta las condiciones mínimas necesarias para localización y operación de los sitios destinados como tales haciendo un inadecuado manejo de los residuos sólidos

Es precisamente la complejidad del manejo en todos los niveles y más en zonas donde no existen los medios y las herramientas causando una vasta problemática

en cuanto a la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios, uno de los tantos casos es el de la comunidad de Cristóbal Obregón que pertenece a la cabecera municipal de Villaflores, Chiapas, ya que para su disposición final de sus residuos cuenta con un solo tiradero a cielo abierto que se ubica en la periferia de la comunidad, en la cual practican la quema de los residuos, y está a una distancia menor de 100m en línea recta de un cuerpo de agua, muy cercano a la mancha urbana a unos escasos 235m. En otras actividades para el desecho de los residuos muchos pobladores de forma tradicional lo entierran en sus propios predios.

Es por ello la necesidad de buscar puntos potenciales para la reubicación del sitio de disposición final de los (RSD). Entendiendo que el relleno sanitario se refiere a una instalación ingenieril para la disposición de los Residuos Sólidos Domiciliarios (RSD), diseñada y operada para minimizar los impactos en los sectores de la salud pública y del medio ambiente (Yáñez, 2009)

### **3.-JUSTIFICACIÓN**

Con el incremento poblacional derivado del consumismo se han incrementado la generación de grandes cantidades de residuos sólidos en los asentamientos humanos (Yáñez, 2009). Esta tendencia hace necesario prestar gran atención a los temas relacionados con la recolección, manejo y disposición final de los residuos. De acuerdo a datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), entre 1910 y 2015 la población nacional creció casi ocho veces, pasando de alrededor de 15.2 a 119.9410 millones de personas (INEGI, 2015).

Esta investigación tiene como objetivo proponer sitios de disposición final para la reubicación del sitio actual que es usado como tiradero. El municipio de Villaflores no es ajeno a esta problemática debido al inadecuado manejo y disposición final de sus residuos. Villaflores cuenta con 810 localidades de las cuales solo siete tienen más de 2,500 habitantes, que corresponde al 60.8% de la población total según INEGI. Cristóbal Obregón siendo el área de estudio para esta investigación, es la tercera localidad más poblada en orden de importancia. Cuenta con una población de 4,664 habitantes (INEGI, 2015). El sitio de disposición final actual se encuentra cerca de una corriente de agua y de la mancha urbana. Se colinda en las cercanías de áreas naturales protegidas (ANP) “La Frailescana (27,753.72 ha) y Reserva de la Biósfera La Sepultura (45,048.99 ha)”.

Sabiendo entonces que es un sitio irregular para la disposición final y no cumple con lo establecido en base a la norma. Es por eso la importancia de este estudio de conocer y proponer puntos potenciales para la ubicación de un nuevo SDF, en un marco legal que se adapte a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo con objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (Enciso, Antonio, Robles, Durán, Castro, 2019), esto puede prevenir daños a la salud de la población y evitar que se siga impactando con el sitio de disposición actual.

#### **4.-ANTECEDENTES**

Históricamente, un método común para la gestión de los residuos, en los municipios, son los tiraderos a cielo abierto (TCA) y la quema de ellos para reducir al mínimo el material orgánico y otras condiciones insalubres (DTSC, 2003). En cuanto a la disposición final de los residuos sólidos al menos en México se realiza mediante la utilización de TAC o en rellenos controlados, métodos que no cumplen con los requisitos técnicos para lograr una adecuada disposición. Según el plan estatal de desarrollo 2019-2024 (2019), Chiapas ocupa el décimo lugar a nivel nacional en la generación de residuos sólidos con 5,188 toneladas diarias, de las cuales 3,891 son urbanos y 1,297 de manejo especial. Existen 99 sitios de disposición final, 57 tiraderos a cielo abierto y 42 rellenos sanitarios, de estos últimos 10 están fuera de operación por deficiencias de ingeniería ambiental y tres en total abandono.

Autores atribuyen la aplicación del método de relleno sanitario, tal como se conoce hoy a los ingenieros ingleses J.C Dawes y M. Call quienes lo utilizaron por primera vez en Bradford Inglaterra en la década de los veinte. En Francia, en la segunda guerra mundial el ejército de los Estados Unidos practicó el relleno sanitario con maquinaria de almeja, palas de arrastre, excavadoras de cuchara y demás equipo para remover grandes cantidades de residuos sólidos (Vázquez, 1994).

El concepto de relleno sanitario (RS) surgió en la primera parte del siglo XX en distintas ciudades de Estados Unidos e Inglaterra, con el objetivo de controlar los olores y distintos tipos de vectores producidos por la acumulación de basura a cielo abierto. Una ventaja de su implementación es que permitía concentrar en un solo lugar los residuos de una localidad. Se denominó sanitario porque el propósito era cuidar la salud pública, ya que la basura dispersa y acumulada en las calles, usualmente en sitios inapropiados por su cercanía a las viviendas, eran fuente de enfermedades (Torri, 2017).

En México la primera obra de ingeniería sobre disposición final se realiza en la década de 1960, en la Ciudad de Aguascalientes se diseña y opera el primer relleno sanitario del país, bajo la dirección de profesionales y técnicos de la

Comisión Constructora e Ingeniería Sanitaria, de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (CCISSA). Al relleno sanitario de la Ciudad de Aguascalientes, le siguieron planes integrales de recolección y disposición de los RSD en las principales capitales de los estados de la república y en otras ciudades, que, por su importancia, contaban con la asesoría necesaria para resolver este problema (INECC, 2019)

En 1973 se inició un programa a nivel nacional con el apoyo de un crédito otorgado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Por medio de este programa, se proporcionó asesoría y se desarrollaron los proyectos ejecutivos de manejo y disposición final de los RSD en las ciudades de Acapulco, Tijuana, Mexicali, Saltillo, Cd. Juárez, Tuxtla Gutiérrez, Monterrey y Ensenada.

La generación de RSD está ligada a las actividades antrópicas que el ser humano desarrolla diariamente y es maximizada por diversos factores como el crecimiento de la población, los cambios en los hábitos de consumo, la migración o las nuevas costumbres. Estos factores ocasionan que el manejo de residuos represente un gran desafío y una problemática actual para la sociedad (Buenrostro y Bocco, 2003, GTZ 2003, Ojeda y Beraud 2003).

## **5.-OBJETIVOS**

### **5.1.-GENERAL**

Proponer sitios potenciales para la reubicación del sitio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios, en la comunidad de Cristóbal Obregón, municipio de Villaflores, Chiapas.

### **5.2.-ESPECIFICOS**

- Determinar el polígono del tiradero a cielo abierto en la comunidad Cristóbal Obregón con base a los criterios de la NOM-083-SEMARNAT-2003.
- Recorrer la comunidad (visita campo) de Cristóbal Obregón para georreferenciar con un GPS los sitios probables para la reubicación del sitio de disposición final.
- Desarrollar mapas a través del software ArcGis versión 10.6 y Global Mapper 16 para obtener los sitios potenciales de disposición final.
- Proponer la ubicación del sitio de disposición final, de Residuos Sólidos Domiciliarios de la comunidad de Cristóbal Obregón, en base a los criterios que marca la NOM-083-SEMARNAT-2003.

## **6.-MARCO TEÓRICO**

### **6.1.-Residuos**

La organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (2007), define los residuos sólidos domiciliarios (RSD) como todo lo que es generado como producto de una actividad, ya sea por la acción directa del hombre o por la actividad de otros organismos vivos, formándose una masa heterogénea, que, en muchos casos, es difícil reincorporarse a los ciclos naturales. En México la definición empleada para los residuos sólidos domiciliarios es los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole (LGPGIR, 2003).

De acuerdo con lo mencionado Rodríguez, (2003) señala que la composición de los residuos varía de país a país según sus diferencias económicas, culturales, climáticas y geográficas. En los países menos desarrollados los residuos sólidos contienen una mayor proporción de material orgánico biodegradable con un alto contenido de humedad y densidad comparado con los países más avanzados.

### **6.2.-Disposición Final**

Hablando propiamente de la etapa de Disposición final, ésta tiene como objetivo fundamental la Transformación y/o el Tratamiento de los residuos, aplicando un proceso químico, físico o biológico o cualquier tipo de combinación de ellos. Con referencia en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 (2003), esta nos dice que la disposición final es la acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.



Todos los sitios de disposición final se pueden considerar como grandes reactores complejos y heterogéneos cuyos principales productos son el biogás y los lixiviados (Robles, 2008). Saldaña y Nájera (2019) señalan que la disposición final de residuos es un problema grave, ya que es el punto crítico para el control de la contaminación ambiental de suelos y fuentes de agua locales. Existen diversas tecnologías para la disposición final de RSD, como es el pretratamiento de alta compactación, el tratamiento mecánico-biológico, el relleno sanitario manual, el relleno sanitario acelerado y el relleno sanitario tradicional, siendo este último el más utilizado para la disposición de los residuos (Caballero, 2011).

### 6.3.-Relleno sanitario

SEMARNAT (2004) nos señala que la instalación que puede cumplir con estas características de sitio de disposición final es denominada relleno sanitario. El Relleno Sanitario (RS), es una obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicional, los impactos ambientales (SEMARNAT, 2004).

Para la NOM-083- SEMARNAT-2003 (2003) establece en su sección 5.2: Los sitios de disposición final se categorizan de acuerdo a la cantidad de toneladas de Residuos sólidos domiciliarios y de manejo especial que ingresan por día como se puede observar en la Tabla 1

*Tabla 1. Categorías de los Sitios de Disposición final según la NOM-083- SEMARNAT-2003. Fuente NOM-083- SEMARNAT-2003.*

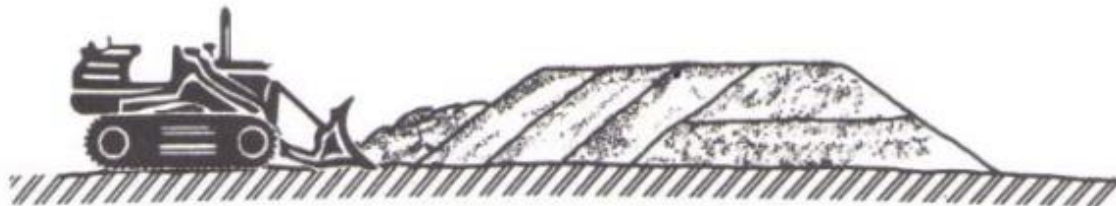
TIPO	Tonelaje recibido t/d	Equivalente rango en número de habitantes
A	mayor a 100	Mayor de 100,000
B	50 hasta 100	De 50,000 hasta 120,000
C	10 y menor a 50	De 12,000 hasta 65,000
D	Menor de 10	Menor de 15,000

En México, la implementación de los rellenos sanitarios varió de 95 rellenos en el año de 1995 a 184 rellenos en el año 2010; sin embargo, la infraestructura con que se cuenta no es suficiente para subsanar la problemática generada a nivel nacional y evitar el daño al medio ambiente y a la salud de la población (SEDESOL, 2011).

#### **6.4.-Tipos de Rellenos Sanitarios**

Jaramillo (2002) menciona que el relleno sanitario es una de las técnicas que se usan para la disposición final de los residuos sólidos domiciliarios y es de bajo impacto medioambiental. Actualmente existen algunos tipos de rellenos sanitarios.

**Relleno Sanitario Tipo Área.** El relleno de área normalmente se emplea cuando se dispone de terrenos con depresiones y hondonadas naturales y artificiales, canteras, pozos producidos por extracción de materiales (ripió, arena, arcilla), lugares pantanosos o marismas, terrenos adyacentes a los ríos u otro similares (Trujillo, 2010). La construcción de las celdas de residuos, espacios donde se va confinando un cierto volumen de basura, debe de iniciarse desde el fondo del terreno, procurando conservar una pendiente del talud de 18 a 27 grados, para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad. A medida que se eleva el relleno las celdas se extienden, se apisonan y se recubren diariamente con capas de tierra, como parte de su manejo y correcta operación (Jaramillo, 2002).



*Imagen 1 Relleno Sanitario Tipo Área. Fuente Trujillo D. (2010).*

**Relleno Sanitario Tipo Zanja o Trinchera.** El método de trincheras o zanjas consiste en cavar varias zanjas o trincheras, en las cuales se deposita la basura para después cubrirla con tierra de la misma excavación. En este método se requiere un buen sistema de drenaje, para que no haya acumulación de líquidos en los periodos de lluvia. El método no se puede utilizar en zonas donde haya mantos acuíferos muy próximos a la superficie, por riesgo de contaminarlos, o en terrenos excesivamente rocosos, por la dificultad de excavación (imagen 2) (Jaramillo, 2002).

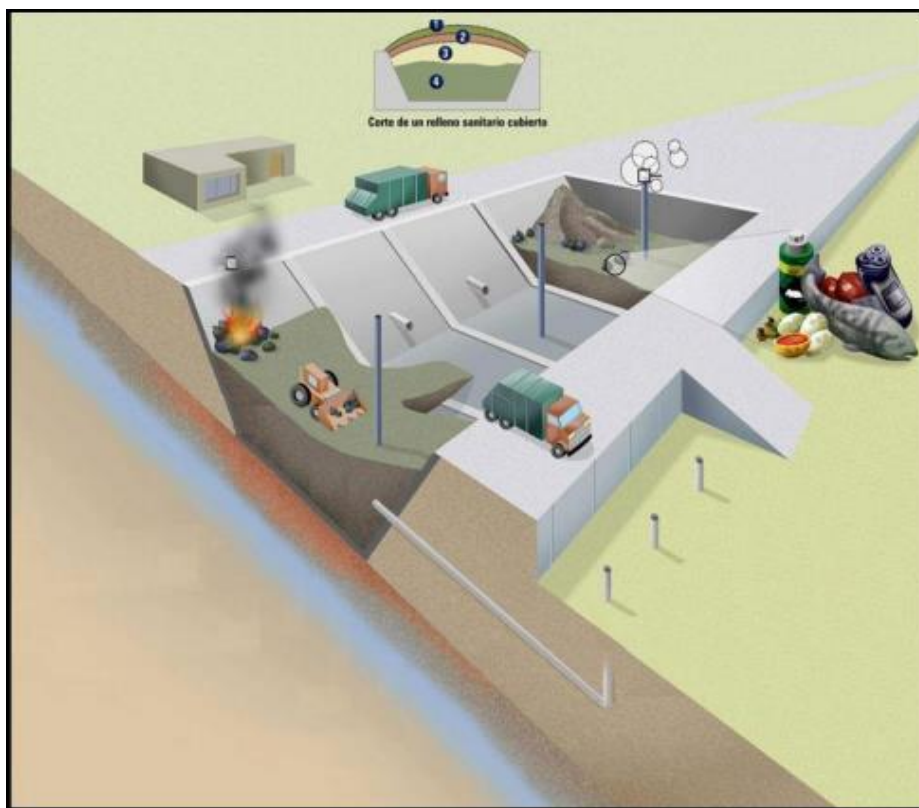
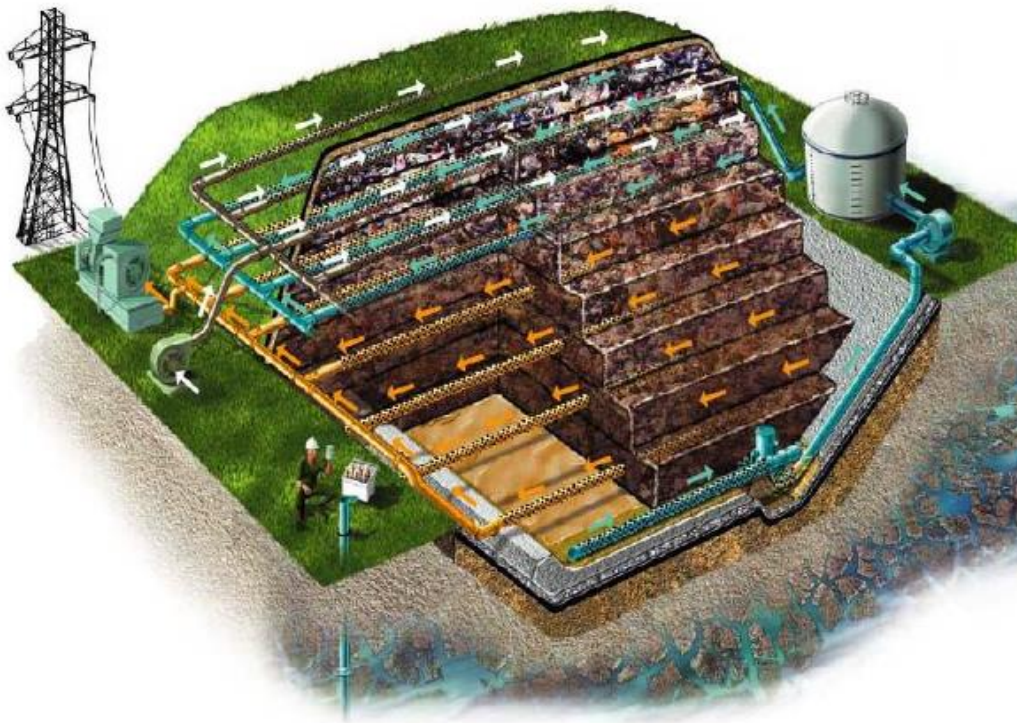


Imagen 2 Relleno Tipo zanja o trinchera Fuente Greenpeace [http://www.greenpeace.org/raw/image\\_orig/argentina/fotos-y-videos/fotos/infograf-a-c-mo-contamina-un.jpg](http://www.greenpeace.org/raw/image_orig/argentina/fotos-y-videos/fotos/infograf-a-c-mo-contamina-un.jpg)..

**Relleno Sanitario Tipo Combinado.** El Relleno tipo combinado se opera en forma similar a los rellenos de área y zanja. Por poseer técnicas similares de operación, pueden combinarse para obtener un mejor aprovechamiento del terreno de material de cobertura y rendimientos en las operaciones. Los desperdicios descargados se extienden sobre una rampa, se apisonan y recubren diariamente con una capa de material. Terminada la operación de espesor, la rampa debe tener una pendiente de unos 30 m, y alcanzando el nivel previsto, se recubre con una capa de tierra o material similar, de aquellos que tienen una capa delgada de material susceptible de ser usado para recubrimiento o como sello del relleno (Caicedo, 2019).



*Imagen 3 Relleno combinado Fuente Caicedo (2019).*

**Relleno Sanitario Tipo Rampa.** El método debe utilizarse en terrenos de pendientes moderadas. Puede planearse de manera que se formen escalones, haciendo pequeñas excavaciones para obtener el material de cobertura (Caicedo, 2019).

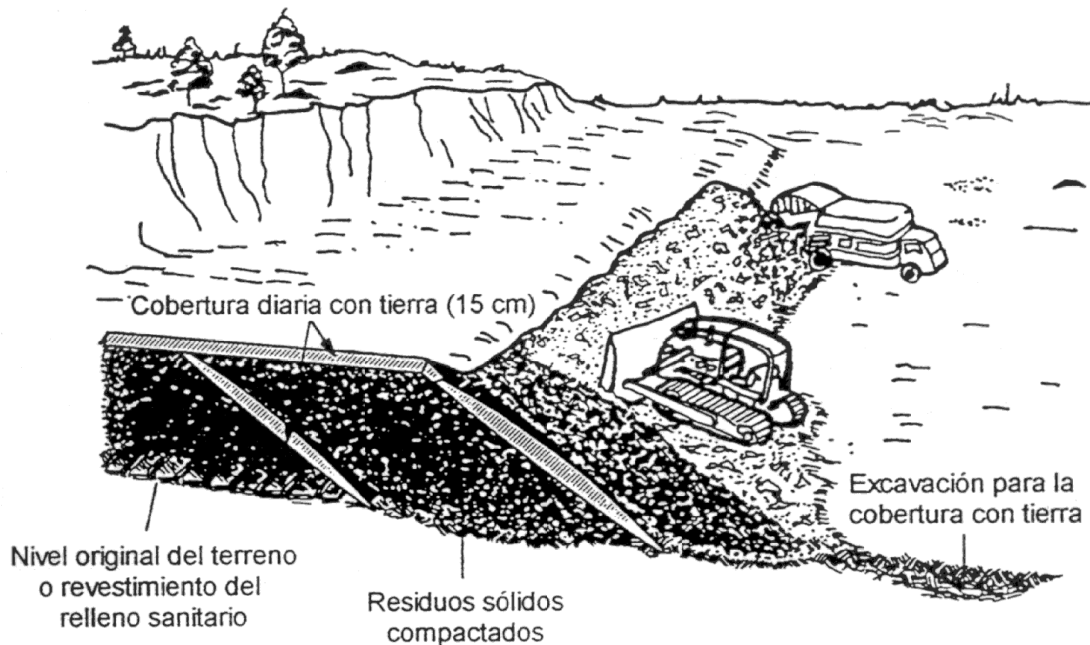


Imagen 4. Relleno Sanitario Tipo Rampa. Fuente EPA 1997 <https://limpezapublica.com.br/textos/aterro-belaunde.htm>

### 6.5.-Daños

Las prácticas inadecuadas, la falta de información sobre los daños de los residuos sólidos a la salud y ambiente son problemas muy comunes en el ámbito ambiental (Girón, 2019) Entre los efectos ambientales, hay que destacar el deterioro de la calidad de las aguas superficiales por escurrimiento de los lixiviados, que resulta del contenido líquido de los residuos más el arrastre de aguas lluvias, y por la acción de los líquidos percolados en las capas freáticas. También hay repercusiones en la calidad del aire, por emisiones gaseosas, en particular de biogás (compuesto básicamente de metano), con sus consiguientes efectos en el cambio climático. Los riesgos de incendio, los fuertes olores por procesos de descomposición de materia orgánica en forma incontrolada, la proliferación de vectores sanitarios, el uso inadecuado y la desvalorización del suelo, son

consecuencias ambientales típicas de la inadecuada gestión de los residuos sólidos (Rondón *et al.*, 2016). Cabe mencionar la competencia directa de la fauna silvestre y la calidad paisajística del sitio.

### 6.6.-Daños a la salud

Son muchas las enfermedades causadas por los microbios que se producen por la acumulación de basura, sobre todo cuando entran en contacto con el agua (CONAM, 2011). Los principales daños a la salud provocados por la mala disposición de los residuales, es debido fundamentalmente al aumento de los posibles criaderos de vectores que transmiten la malaria y el dengue. Según datos de un estudio realizado en la capital de Dili los principales daños a la salud provocados por la mala disposición de los residuales fueron: las enfermedades respiratorias agudas con un 8,6 %, seguido del parasitismo intestinal con un 2,2 %, las diarreas con un 1,1 %, el Dengue y la Malaria con un 0,3 % y 0,1 % respectivamente. En la tabla 2 se plasman algunas de las enfermedades infecciosas relacionadas con los residuos sólidos.

Tabla 2. Enfermedades infecciosas relacionadas con los residuos sólidos. Fuente ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD 2011.

ALGUNAS ENFERMEDADES INFECCIOSAS RELACIONADAS CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS			
Tipo de residuos	Enfermedades según la causa		
	Bacterias	Virus	Parásitos/hongos
Objetos punzantes infectados sobre todo por residuos de hospitales	Estafilococemia Estreptococemia Tétanos	Hepatitis B Hepatitis C Sida	
Polvos infectados procedentes de residuos	Carbunco Neumonía	Tracoma * Conjuntivitis Neumonía	Micosis
Vectores que viven o se reproducen en charcos relacionados con desechos		Dengue Fiebre Amarilla	Malaria, filariasis Esquistosomiasis
Animales salvajes o abandonados y roedores que se alimentan de los desechos	Peste	Rabia	Leishmaniasis Hidatidosis

### **6.7.-Contaminación del suelo**

La quema en un sitio de eliminación puede darse debajo de la tierra y en la superficie. Una vez que comienza a quemarse un tiradero a cielo abierto por debajo de la tierra, puede continuar durante décadas, o hasta que se implemente métodos de relleno sanitario (incluyendo la recolección y ventilación de gases) (DNE, 2012). La contaminación de los suelos ocurre a través de diferentes elementos, como los lixiviados que se filtran a través del suelo afectando su productividad y acabando con la microfauna que habita en ellos (lombrices, bacterias, hongos y musgos, entre otros). Esto cual lleva a la pérdida de productividad del suelo, incrementando así el proceso de desertificación del suelo (OPS/CEPAL, 2000).

### **6.8.-Contaminación del agua**

Los principales contaminantes son: materia orgánica, nutrientes (nitrógeno y fósforo) y microorganismos (coliformes totales y coliformes fecales), y a través de bacterias, microorganismos y oxígeno genera compuestos que acidifican el agua, eliminando el oxígeno vital para la vida de las especies acuáticas y hacen que las aguas para consumo humano se contaminen y generen problemas de salud (CONAGUA, 2000). Ocurre debido a la filtración de lixiviados a través del suelo, que absorbe estos líquidos y los lleva hasta donde se encuentran las fuentes de agua. La presencia de basuras, bolsas, colchones, escombros y cualquier residuo que pueda represar el cauce normal de un río o una quebrada puede afectar el flujo normal del agua, pero hay otros como los metales y los derivados de hidrocarburos.

### **6.9.-Contaminación atmosférica**

Las fuentes de degradación de la calidad del aire incluyen el humo proveniente de la quema abierta, polvo de una inadecuada contención, recolección, descarga al aire libre y gases generados por la descomposición de desechos en un tiradero a cielo abierto o relleno sanitario (Álvarez, 2005). Los residuos sólidos abandonados en los tiraderos a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiramos, tanto localmente como en los alrededores, a causa de las quemas y los humos, y del polvo que levanta el viento en los períodos secos, provoca que se transporte a

otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias, irritaciones nasales y de los ojos, a esto le sumamos las molestias que dan los malos olores. Los residuos sólidos generan malos olores y gases, como metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que ayudan a incrementar el efecto invernadero en el planeta, aumentando la temperatura y generando deshielo en los polos (CVE, 2019).

Este proceso de descomposición se puede controlar con una correcta disposición de los residuos sólidos a través de su incineración tecnificada, de su ubicación en rellenos sanitarios y/o en tiraderos especializados.

#### **6.10.-Fauna nociva y paisajismos**

Aunque no es uno de los recursos usualmente más mencionados, el paisaje es uno de los más afectados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos, ya que la constante presencia de basura en lugares expuestos deteriora el paisaje y afecta la salud humana ya que genera estrés, dolor de cabeza, problemas psicológicos, trastornos de atención, disminución de la eficiencia laboral y mal humor. El creciente desarrollo urbano y, por ende, la gran concentración poblacional del país ha generado un deterioro del paisaje y de la calidad de vida por la falta de cultura en cuanto al manejo de los residuos sólidos (CVE,2019). La presencia constante de basura en el suelo evita la recuperación de la flora de la zona afectada e incrementa la presencia de plagas y animales que causan enfermedades, como ratas, palomas, cucarachas, moscas y zancudos (OPS/CEPAL, 2000).

#### **6.11.-Selección del sitio**

Es importante mencionar que la selección del sitio es el primer paso en el diseño de un relleno sanitario. Siempre y cuando se lleve a cabo una adecuada planeación del proceso de selección del sitio, se podrá asegurar que el diseño cumpla con todos los requerimientos que garanticen su adecuada ubicación y futura operación (Yañez, 2010). El reconocimiento no solamente de factores técnicos, sino también de factores ambientales, económicos, sociales y políticos, es vital. El objetivo del estudio de selección de sitios es encontrar un sitio donde la



disposición de los residuos sólidos domiciliarios (RSD) y de manejo especial pueda realizarse económicamente con el mínimo trastorno del ambiente y la salud humana.

### **6.12.-Sistemas de información geográficos**

Desde su aparición hasta su integración a la sociedad, toda innovación tecnológica pasa por una serie de etapas hasta la aceptación social con una mayor efectividad. Un claro ejemplo de lo anterior mencionado son los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que tienen el potencial para constituirse como herramientas metodológicas que sirven para dar solución a problemas prácticos que involucran análisis espaciales complejos, así como también los relacionados con los recursos naturales y a la gestión y cuidado del medio ambiente (Altamirano, 2019).

Los SIG se han convertido en una importante herramienta para el análisis espacial enfocado a la sustentabilidad para los usos del suelo. Se han realizado estudios sobre residuos sólidos domiciliarios para identificar sitios de disposición final aplicando SIG (Güler y Yomralıoğlu, 2017).

El término Sistema de Información Geográfica (SIG) suele aplicarse a sistemas informáticos orientados a la gestión de datos espaciales que constituyen la herramienta informática más adecuada y extendida para la investigación y el trabajo profesional en Ciencias de la Tierra y Ambientales (Sarria, 2006).

Los SIG son un conjunto de hardware, software y procedimientos elaborados que hacen uso de datos espacialmente referenciados por medio de puntos, líneas y polígonos para el análisis, representación, manipulación, modelado y gestión de información y así solucionar problemas complejos de planificación y gestión. El espacio geográfico georreferenciado en los SIG se encuentra representado por medio de capas, que se almacenan en un formato específico propio del software en el que se trabaje. Cada capa contiene uno más atributos (características) del medio o de alguna temática en especial (Enciso, Antonio, Robles, Castro, 2015).

### **6.13.-Medio físico**

Villaflores se localiza en los límites de Depresión Central y de la Sierra Madre, predominando el relieve montañoso. Los ríos principales del municipio son Tres picos, Querétaro, El Tablón, El Sáuz, santo Domingo, San Lucas, El Payón, El Sabinal y San José. Su clima varía según la altitud: cálido subhúmedo con lluvias en el verano y semicálido húmedo con abundantes lluvias en verano. La vegetación es de selva baja y bosque de pino - encino. Dentro de su territorio se encuentra la Reserva Estatal La Lluvia, además, abarca parte de la Reserva de la Biósfera La Sepultura y de la Zona de Protección Forestal la Frailescana (INEGI. 2010).

Limita al norte con Suchiapa, Jiquipilas y Ocozocoautla, al este con Chiapa de Corzo y Villa Corzo, al sur con Villa Corzo y Tonalá, al oeste con Jiquipilas y Arriaga. Se encuentra en las coordenadas GPS: Latitud: 16.428056 Longitud: -93.446111

#### **6.13.1.-Clima**

Para INEGI (2010) los climas existentes en el municipio son: Cálido subhúmedo con lluvias de verano, humedad media (60.81%), Cálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (17.77%), Semicálido húmedo con lluvias abundantes de verano (13.05%), Semicálido subhúmedo con lluvias de verano, más húmedo (6.52%) y Templado húmedo con lluvias abundantes de verano (1.85%).

En los meses de mayo a octubre, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera: de 12 a 15 °C (0.89%), de 15 a 18 °C (41.14%) y de 18 a 21 °C (57.96%).

En tanto que las máximas promedio en este periodo son: de 24 a 27 °C (11.04%), de 27 a 30 °C (35.02%), de 30 a 33 °C (52.62%) y de 33 a 34.5 °C (1.32%).

Durante los meses de noviembre a abril, las temperaturas mínimas promedio se distribuyen porcentualmente de la siguiente manera: de 9 a 12 °C (2.16%), de 12 a 15 °C (97.53%), de 15 a 18 °C (0.29%) y de 18 a 19.5 °C (0.02%).

Mientras que las máximas promedio en este mismo periodo son: de 24 a 27 °C (14.67%), de 27 a 30 °C (67.51%) y de 30 a 33 °C (17.83%).

### **6.13.2.-Precipitación**

En los meses de mayo a octubre, la precipitación media es: de 1000 a 1200 mm (39.52%), de 1200 a 1400 mm (34.43%), de 1400 a 1700 mm (5.41%), de 1700 a 2000 mm (9.61%) y de 2000 a 2300 mm (11.02%).

En los meses de noviembre a abril, la precipitación media es: de 25 a 50 mm (7.74%), de 50 a 75 mm (56.79%), de 75 a 100 mm (8.07%), de 100 a 125 mm (9.59%), de 125 a 150 mm (16.57%) y de 150 a 200 mm (1.24%) (INEGI, 2010).

### **6.13.3.-Vegetación**

Datos de Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2010) la cobertura vegetal y el aprovechamiento del suelo en el municipio se distribuye de la siguiente manera: Agricultura de temporal (25.99%), Selva baja caducifolia (secundaria) (14.3%), Pastizal cultivado (11.2%), Pastizal inducido (6.75%), Bosque de pino-encino (6.55%), Bosque de pino (6.14%), Agricultura de riego (5.63%), Bosque de pino (secundaria) (4.41%), Bosque de pino-encino (secundaria) (4.24%), Bosque mesófilo de montaña (3.98%), Bosque de encino-pino (2.04%), Selva mediana subcaducifolia (secundaria) (1.97%), Bosque mesófilo de montaña (secundaria) (1.92%), Bosque de encino (secundaria) (1.27%), Bosque de encino (1.25%), No aplicable (0.91%), Sabana (0.7%), Bosque de encino-pino (secundaria) (0.46%) y Selva mediana subperennifolia (secundaria) (0.3%)

### **6.13.4.-Edafología**

Los tipos de suelos presentes en el municipio son: Leptosol (36.75%), Cambisol (30.69%), Luvisol (11.93%), Regosol (7.12%), Vertisol (5.26%), Phaeozem (3.08%), Fluvisol (2.11%), Alisol (1.71%), Planosol (1.02%) y No aplica (0.32%) (INEGI, 2010).

### **6.13.5.-Fisiología**

El municipio forma parte de las regiones fisiográficas Depresión Central y Sierra Madre de Chiapas.

La altura del relieve varía entre los 300 mts. y los 2,200 mts. sobre el nivel del mar.

Sierra alta de laderas escarpadas (41.58%), Valle con lomeríos (34.97%), Sierra alta de laderas tendidas (21.31%) y Cañón típico (2.14%) (INEGI, 2010).

#### **6.13.6.-Hidrología**

Datos obtenidos por el INEGI (2010) el municipio se ubica dentro de las subcuencas R. Suchiapa, R. Santo Domingo y R. de Zoyatenco que forman parte de la cuenca R. Grijalva - La Concordia.

Las principales corrientes de agua en el municipio son: Río Santo Domingo, Río El Tablón, Arroyo San Lucas, Arroyo El Tablón, Arroyo La Dispensa, Río Los Amates, Arroyo De Ortega, Arroyo Tres Picos, Río El Tablón y Arroyo Corralito; y las corrientes intermitentes: Arroyo El Tempisque, Arroyo La Laja, Arroyo Perro de Agua, Arroyo Piedra Vieja, Arroyo Vacilos, Arroyo El Desierto, Arroyo El Tablón y Arroyo Tres Picos.

#### **6.13.7.-Áreas Naturales Protegidas**

Según INEGI (2010) el municipio cuenta con una superficie protegida o bajo conservación de 53,387.23 hectáreas, que representa el 28.13% del territorio municipal y el 0.72% del territorio estatal.

Las áreas naturales protegidas de administración federal ubicadas en el municipio son: Área de Protección de Recursos Naturales La Frailescana (27,753.72 ha) y Reserva de la Biósfera La Sepultura (45,048.99 ha).

Las áreas naturales protegidas estatales ubicadas en el municipio son: Reserva Estatal La Lluvia (106.48 ha), Centro Ecológico y Recreativo Cerro Sonsonate (3.4 ha) y Reserva Natural Comunitaria El Fortín (0.01 ha).

## 7.-Ventajas y Desventajas

Entre las ventajas y desventajas de esta tecnología de disposición de residuos sólidos domiciliarios se pueden mencionar Yáñez (2009):

Tabla 3 Ventajas y desventajas de rellenos sanitarios. Fuente Yáñez (2009).

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> <li>El relleno sanitario como uno de los métodos de disposición final de los Residuos Sólidos Domiciliarios, es la alternativa más económica; sin embargo, no hay que olvidar que es necesario asignar recursos financieros y técnicos suficientes para la planeación, diseño, construcción y operación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La construcción de un relleno sanitario, por la oposición de la población debido a dos aspectos fundamentales: la falta de conocimiento sobre el método de relleno sanitario y la desconfianza en los servidores públicos de la localidad.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando se dispone de material para la cobertura de los residuos sólidos en el mismo sitio, esta condición es generalmente la más económica de las diferentes opciones para la disposición final.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cuando no existen terrenos cercanos a las fuentes de generación de residuos sólidos, debido al crecimiento urbano, el costo de transporte se verá fuertemente afectado.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recuperan terrenos antes considerados como improductivos o marginales, transformándolos en áreas útiles para la creación de parques, zonas recreativas y de esparcimiento, o simplemente áreas verdes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La relativa cercanía de los rellenos a las áreas urbanas puede provocar serios problemas de queja pública.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Es un método flexible, dado que en caso de incrementar la cantidad de residuos por disponerse requiere únicamente de muy poco equipo y personal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Existe un alto riesgo, sobre todo en los países del tercer mundo, que, por la carencia de recursos económicos para la operación y mantenimiento, se convierta el relleno sanitario en tiradero a cielo abierto.</li> </ul>

## **8.-Marco normativo legal**

### **8.1.-Leyes aplicables**

#### **Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) en esencia cuenta con el mismo objetivo que la LGEEPA, garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sostenible; se enfoca en establecer las medidas de prevención de la generación, valorización y la gestión integral de los residuos; prevenir la contaminación de sitios por residuos y llevar a cabo su remediación. Basado en el artículo 4to de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En esta Ley se encuentran definidos los tres tipos de residuos que contempla la normatividad mexicana: Residuos Sólidos Domiciliarios, residuos de manejo especial y los residuos peligrosos. Se contemplan las características de cada uno y la competencia correspondiente entre los tres órdenes de gobierno para su gestión.

- El Título IV de la LGPGIR establece los instrumentos de la política de prevención y gestión integral de los residuos; en este título se abordan los programas para la prevención y gestión integral de los residuos, los planes de manejo y la participación social y el derecho a la información de todos los involucrados e interesados en el tema.

En el artículo 99 se establece que los municipios llevarán a cabo las acciones necesarias para la prevención de la generación, valorización y en general, la gestión integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios, considerando las obligaciones de los generadores, los requisitos para el manejo integral y los ingresos que deben obtenerse por brindar el servicio de su manejo integral (SEMARNAT, 2003).

#### **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**

Tiene como función reglamentar la LGPGIR. Este reglamento se centra en dos ámbitos, el primero son los planes de manejo de los cuales pueden ser objetos los distintos tipos de residuos y en segundo todas las disposiciones asociadas con los residuos peligrosos, lo cual incluye su generación, recolección, traslado y disposición final; también incluye las directrices para la importación y exportación de estos.

De igual manera incluye los apartados de residuos provenientes de la industria metalúrgica, la remediación de sitios contaminados y las medidas de control y seguridad en conjunto a las infracciones y sanciones aplicables en el tema (SEMARNAT, 2006).

### **8.2.-Normas aplicables**

Las normas aplicables a los residuos sólidos domiciliarios se dividen en Normas Oficiales Mexicanas (NOM) las cuales son de observancia obligatoria a nivel nacional.

NOM-083-SEMARNAT-2003, especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos domiciliarios y de manejo especial. Actualmente se encuentre en revisión.

## 9.-METODOLOGÍA

### 9.1.-Área de estudio

#### Ubicación

El área de estudio la conforma la comunidad de Cristóbal Obregón, se localiza en el Municipio Villaflores del Estado de Chiapas; México, con las siguientes coordenadas:  $16^{\circ}428'056''N$   $-93^{\circ}446'111''W$  (imagen 5). La localidad se encuentra a una mediana altura de 660 MSNM. Su sitio de disposición final TCA (imagen 6) que se encuentra en las siguientes coordenadas  $16^{\circ} 25' 27'' N$   $93^{\circ} 26' 65'' W$ ,

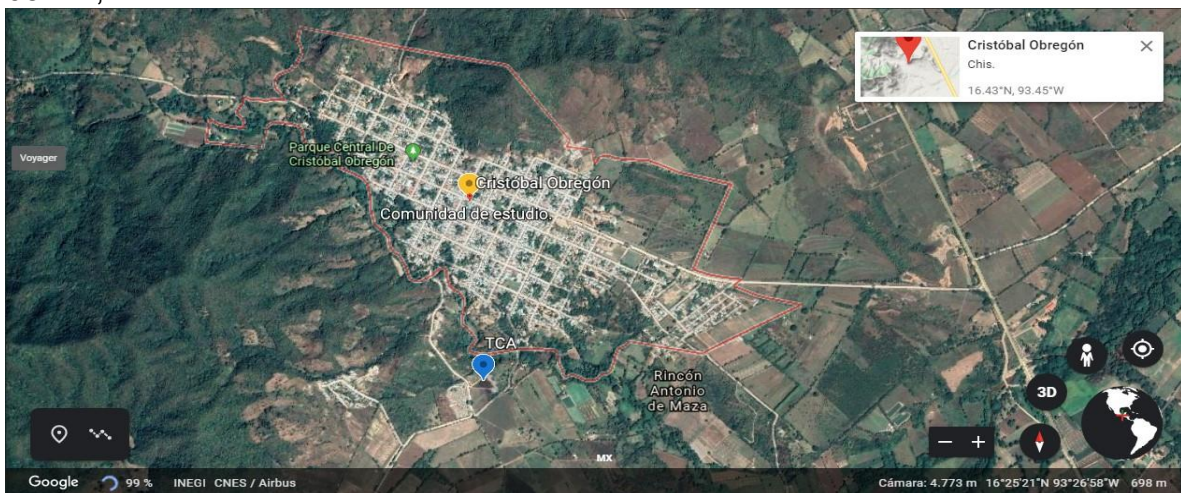


Imagen 5 Delimitación del área de estudio. Fuente google Earth

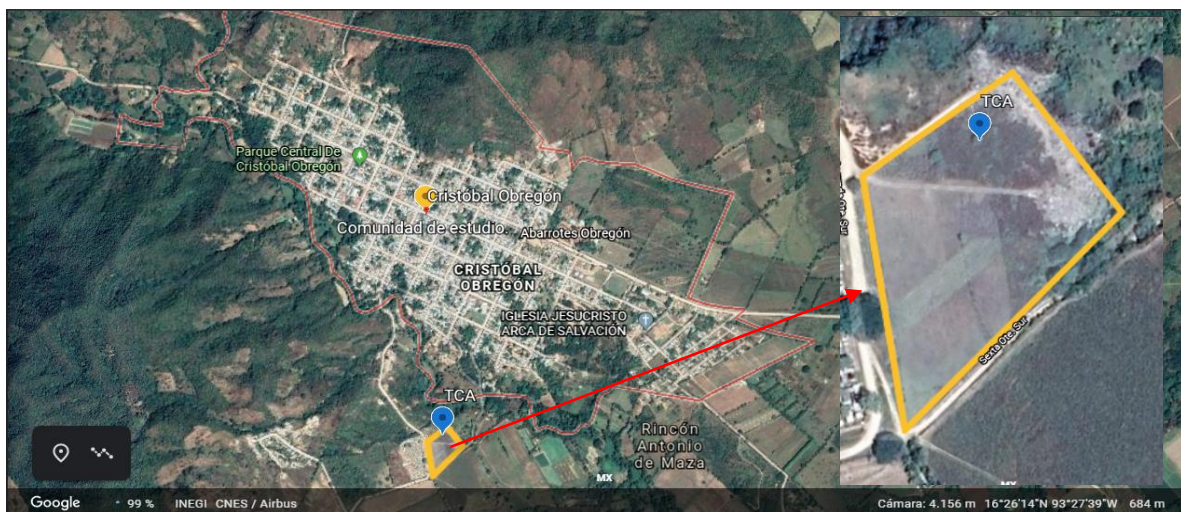


Imagen 6 Ubicación del TCA. Fuente google Earth



La metodología que realizó para este trabajo fue retomada por Velasco (2013) donde utilizó como herramienta los Sistemas de Información Geográficos (SIG), obteniendo mapas de puntos óptimos con referencia a la NOM-083-SEMARNAT-2003 “Especificaciones para la selección del sitio”. Kontos *et al.*, (2005) describen una metodología, basada en diferentes estudios de campo en los que se aplican los SIG, así como análisis espaciales y estadísticos, con la finalidad de evaluar la idoneidad de una región en relación a la ubicación de rellenos.

Se describe a continuación la metodología empleada en este trabajo:

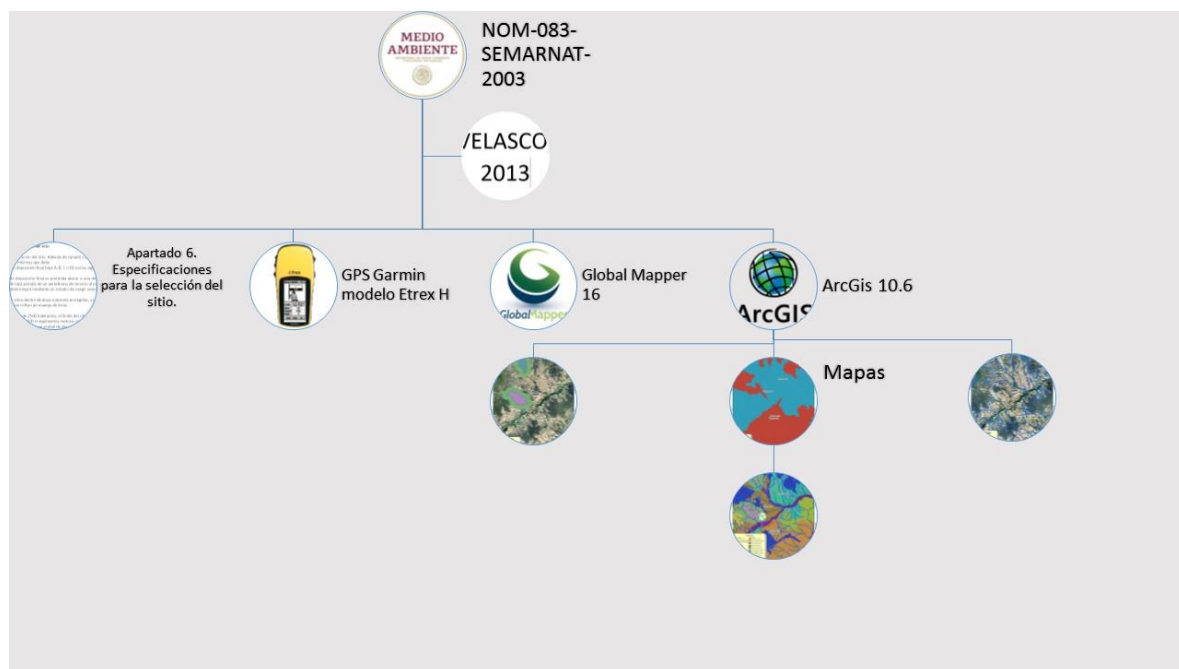


Imagen 7. Esquema de la metodología

Dicha metodología se realizó con los siguientes cuatro pasos para determinar los puntos potenciales para la reubicación del sitio de disposición final de Cristóbal Obregón.

1. Se determinó el polígono que ocupa el tiradero a cielo abierto de la comunidad de Cristóbal Obregón tomando en cuenta los criterios de la norma oficial mexicana. Condiciones mínimas que debe cumplir cualquier

sitio de disposición final (tipo A, B, C o D) y las especificaciones para la selección del sitio que son las siguientes:

- No se deben ubicar sitios dentro de áreas naturales protegidas, a excepción de los sitios que estén contemplados en el Plan de manejo de éstas.
- En localidades mayores de 2500 habitantes, el límite del sitio de disposición final debe estar a una distancia mínima de 500 m (quinientos metros) contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano.
- No debe ubicarse en zonas de: marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios, planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas; ni sobre cavernas, fracturas o fallas geológicas.
- El sitio de disposición final se debe localizar fuera de zonas de inundación con periodos de retorno de 100 años. En caso de no cumplir lo anterior, se debe demostrar que no existirá obstrucción del flujo en el área de inundación o posibilidad de deslaves o erosión que afecten la estabilidad física de las obras que integren el sitio de disposición final.
- La distancia de ubicación del sitio de disposición final, con respecto a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos y lagunas, debe ser de 500 m (quinientos metros) como mínimo.
- La ubicación entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua para uso doméstico, industrial, riego y ganadero, tanto en operación como abandonados, será de 100 metros adicionales a la proyección horizontal de la mayor circunferencia del cono de abatimiento. Cuando no se pueda determinar el cono de abatimiento, la distancia al pozo no será menor de 500 metros.

2. Al obtener los criterios mínimos que debe cumplir nuestro sitio de disposición, se prosiguió a una visita de campo para recorrer el ejido de Cristóbal Obregón y georreferenciar con un GPS de campo marca GARMIN, los sitios que pudieran ser óptimos para la ubicación del nuevo sitio de disposición final.
3. Se usaron las imágenes de satélite con el software Global Mapper 16 y se usó como herramienta el software ArcGis versión 10.6 para la creación de capas con restricciones para cada mapa. Y después se realizó una sobreexposición de todas las capas para ubicar los puntos potenciales para reubicar el sitio de disposición final.
4. Para proponer los sitios potenciales para la reubicación del sitio de disposición final, se tomó en cuenta la metodología tomada por Velasco (2013) y en base a los criterios que marca el normativo legal vigente como es la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003.

## **10.-RESULTADOS**

1. Para la localización e identificación del área de estudio se realizó una visita a las autoridades de la comunidad, donde se señaló el sitio de disposición que se usa en la actualidad para el desecho de sus residuos generados por los pobladores. Como se muestra en la imagen 8, 9, 10 y 11, se observa el estado del sitio de disposición actual. A primeras impresiones se pudo observar que el sitio no cuenta con el cercado del área, que evita que los perros entren y se vuelvan ferales, además se practica la quema de los residuos como se muestra en la imagen 8. De acuerdo con lo observado en campo no existe una supervisión propia que regule el acceso de los vehículos recolectores y personas, por lo que existe altas posibilidades de que ingresen residuos peligrosos y RPBI como se muestra en la imagen 9, donde se encontró dos cadáveres bovinos en descomposición. Respecto a fauna nociva se encontró principalmente aves de rapiña y perros callejeros como se muestra en la imagen 10, en cuanto a roedores se encuentran ratas, cucarachas en otras especies, y por otra parte el sitio es hábitat de una gran cantidad de aves, como se ve en la imagen 11. En la imagen 12 se muestra que justamente enfrente del sitio está ubicado el panteón ejidal. En base a la NOM-083-SEMARNAT-2003, en su apartado de “Requisitos mínimos que deben cumplir los Sitios de Disposición Final de Residuos sólidos domiciliarios y de Manejo Especial, tipo D (menos de 12 toneladas diarias)”, con el recorrido y reconocimiento del SDF se determinó que no se cumplen con muchos de esos aspectos que dictamina la norma.



*Imagen 8 Entrada del TCA. Fuente google earth.*



*Imagen 9 Presencia de RPBI. Fuente propia*



*Imagen 10 Presencia de vectores (perros callejeros). Fuente propia*

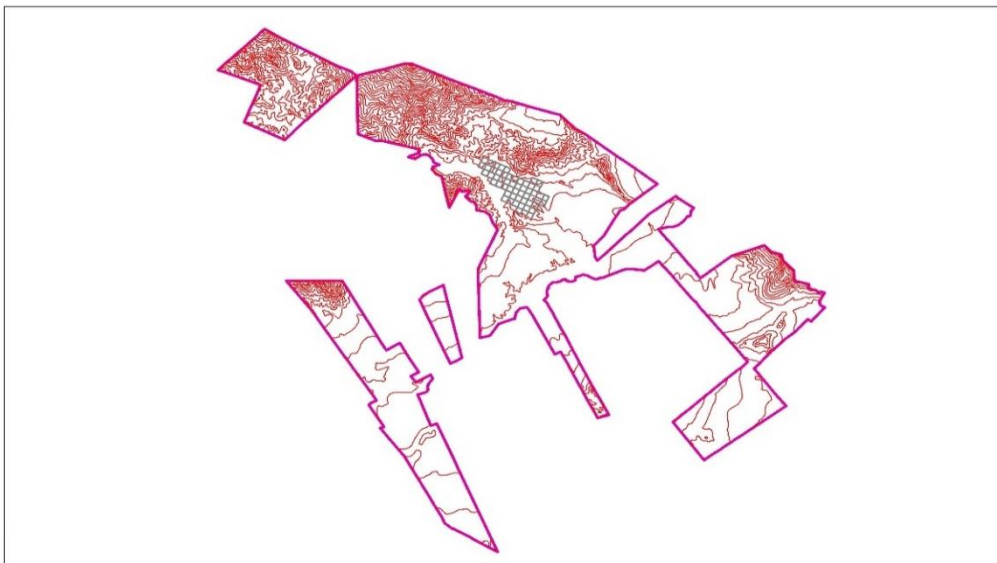


*Imagen 11 Presencia de aves carroñeras. Fuente propia*

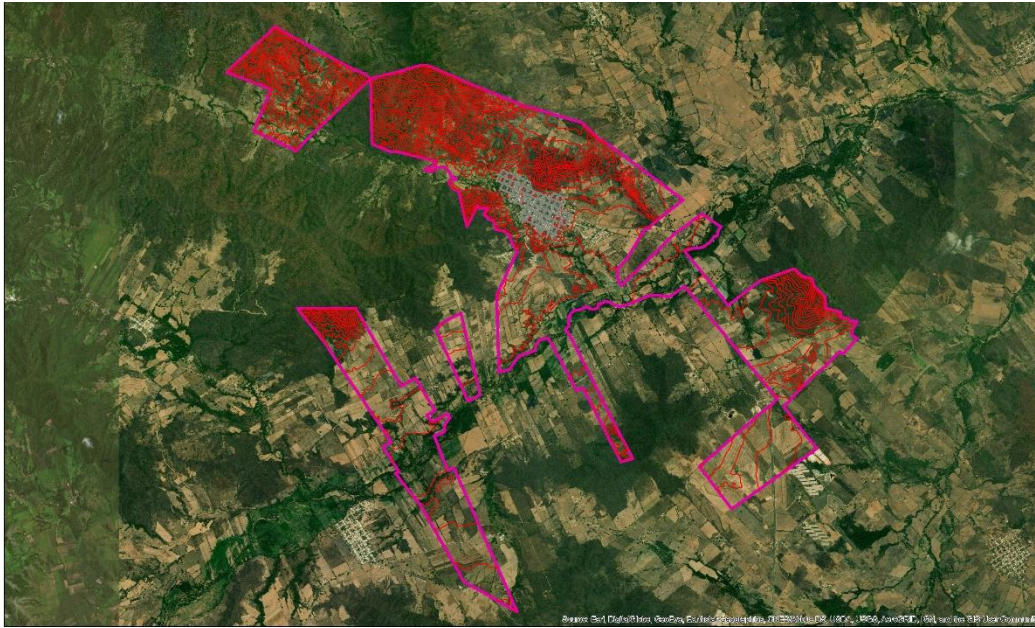


*Imagen 12 Avistamiento del panteón ejidal. Fuente propia*

2. Después de conocer el lugar que se usa como TCA, se solicitó a las autoridades información sobre el territorio total perteneciente a la comunidad, como fue el mapa de polígono del ejido, una vez obtenido se digitalizó como se muestra en imagen 13 y 14. Para continuar con los recorridos en campo y conocer los alrededores de la comunidad, para poder proponer algunos sitios para la reubicación del SDF.



*Imagen 13 Mapas del polígono del ejido*



*Imagen 14 Polígono digitalizado. Fuente Propia.*

Se recorrió las diferentes zonas con acceso de caminos de terracería para ir delimitando los posibles puntos como unos de los factores relevantes.

En algunos sitios se encontraron cuerpos de aguas (ríos, arroyos), pozos (agua subterránea) como se observa en la imagen 15 y 16.



*Imagen 15 Pozo de agua. Fuente propia.*





*Imagen 16 Ríos. Fuente propia*

También se observaron partes con terrenos accidentados como se ve en la imagen 17, por lo cual no se tomaron en cuenta ya que la NOM-083-SEMARNAT-2003 tiene especificaciones que menciona lo que se debe cumplir en su apartado 6. Especificaciones para la selección del sitio.



*Imagen 17 Terrenos accidentados. Fuente propia.*

Después del recorrido se empezaron a delimitar ciertos lugares que podrían ser destinados para la reubicación del SDF como se muestra en la imagen 18 y 19.



*Imagen 18 Posibles sitios. Fuente propia.*



*Imagen 19 Posible sitio. Fuente propia*

3. Después de haber realizado el recorrido en campo a la par se tomó las georreferencias con un GPS marca Garmin modelo Etrex H como se

muestra en la imagen 20 y donde se concentró la información con las coordenadas en WGS84 como se ve en la tabla 4.



Imagen 20 . Uso de GPS. Fuente propia

Tabla 4. Coordenadas del probables SDF.

Latitud	Longitud
16. 25025N	-93.26226W
16.25850N	-93.25448W
16.25896N	-93.25059W
16.25896N	-93.26058W

Para así desarrollar mapas con ArcGis versión 10.6 e imágenes de satélite con Global Mapper versión 16 ver imagen 21 y 22 así realizar las diferentes capas en base a las especificaciones que marca la norma oficial mexicana.



*Imagen 21. Software ArcGis versión 10.6*



*Imagen 22. Software Global Mapper 16.*

Se obtuvo diferentes mapas, cada uno de ellos con sus respectivas capas y junto con el buffer de los criterios asignados. Como resultado fue la imagen 23 (ver anexos de mapas). En este mapa se muestra la capa con el buffer

asignado con restricción de 500m como mínimo, contados a partir del límite de la traza urbana existente o contemplada en el plan de desarrollo urbano, según lo marcado en la NOM-083-SEMARNAT-2003, localidades mayor a 2,500 habitantes. De acuerdo a INEGI (2015) nuestra área de estudio cuenta con una población de 4,664 habitantes. Y su generación per-capita según un estudio hecho por la UNICACH es de 0.30381 Kg/hab-día. Para la elección de un SDF es importante no afectar a la comunidad con olores sensibles por esto es importante sea ubicado lo suficientemente lejos de la mancha urbana, pero a la vez que se encuentre cercano para que los costos de transporte de los residuos hasta su disposición final sean mínimos

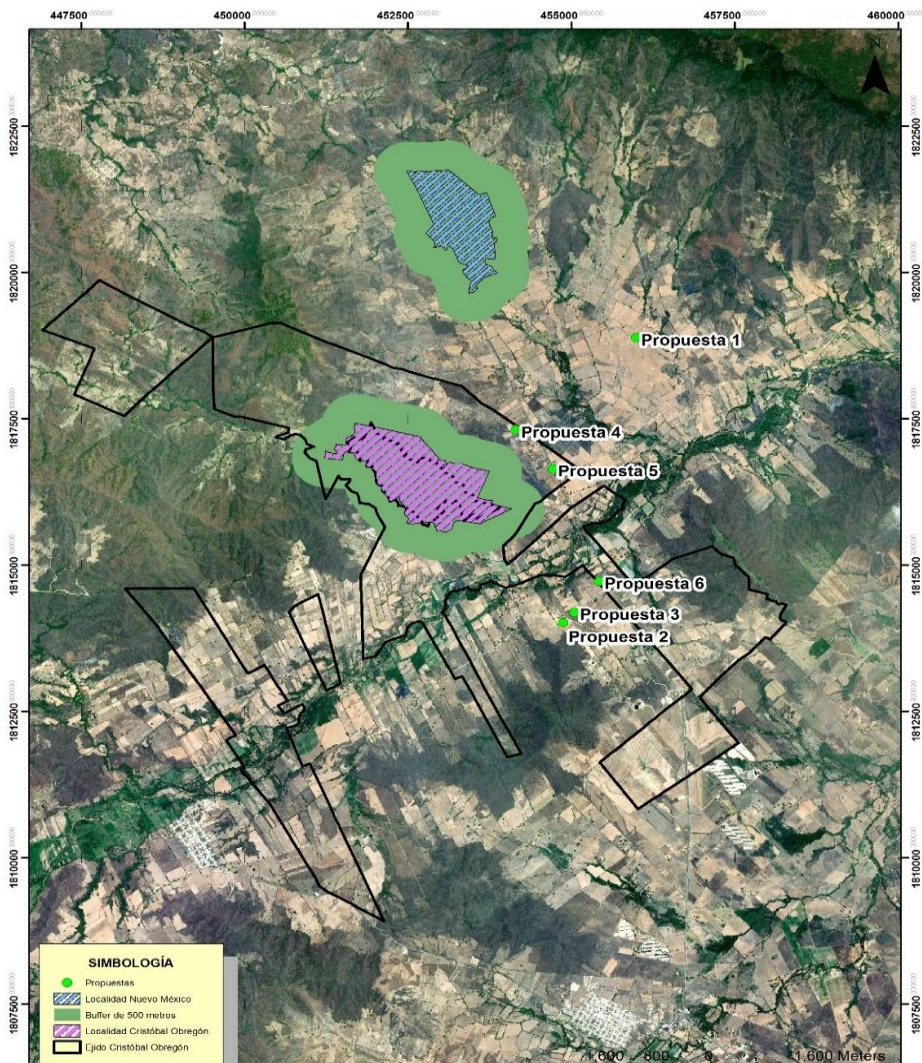


Imagen 23. Mapa localidades y buffer de 500m

En la imagen 24 (Ver anexos de mapas) se observó en el mapa la capa de curvas de nivel donde se restringen las pendientes con más de  $30^\circ$  considerados como terrenos accidentados por la norma. Y se proponen los puntos para la ubicación de un sitio de disposición final. Para Saldaña *et al.* (2019), este rasgo natural se relaciona con la conservación de suelos, por lo que las áreas de menor pendiente pueden considerarse adecuadas para la posible ubicación de un sitio, aunque según la normatividad, la pendiente de un lugar no es un rasgo restrictivo para la construcción de rellenos. En este estudio se consideraron como no adecuadas las pendientes de  $30^\circ$  o mayores  $0^\circ$  para la ubicación de un sitio de disposición final. Rodríguez (2003), dio una restricción de  $35^\circ$  y las idóneas son de  $0.5^\circ$  a  $1^\circ$ . Donde Cristóbal Obregón en su lado este tiene óptimos puntos con pendientes de  $0^\circ$  a  $1^\circ$  idóneas para la ubicación de sitio de disposición final.

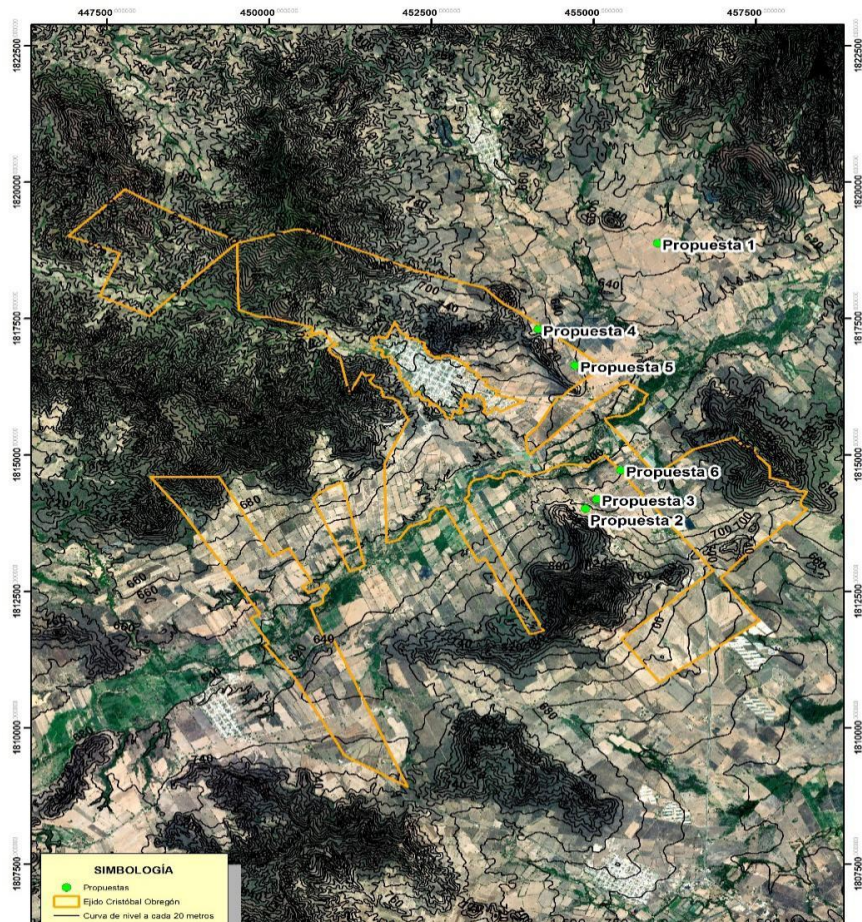


Imagen 24. Mapa curvas de nivel.

Otra capa que se expuso fue la que corresponde a las edafológicas, sobre la permeabilidad del suelo ver imagen 25 (ver anexos de mapa), el tipo de permeabilidad poco permeable (moderada), es la idónea según la norma NOM-083-SEMARNAT-2003. En el punto 2 y 3 conecta con tres clases de suelos: texturales, finas, medias y gruesas. El ideal sería con textura fina, ya que son arcilla impermeable.

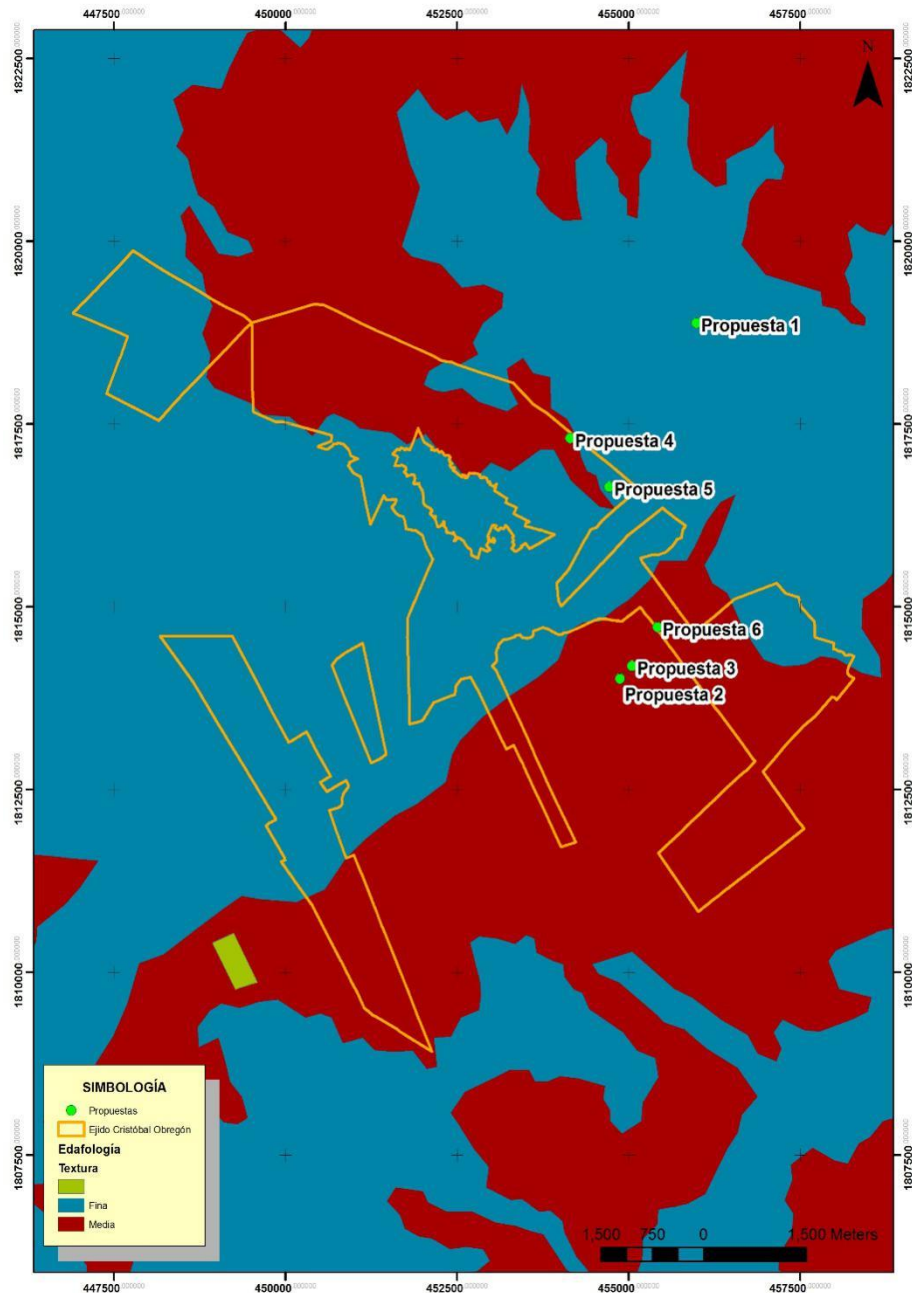


Imagen 25. Mapa edafológico.

Como se observa en la imagen 26 mapas de ANP los sitios propuestos como SDF se encuentra alejado de las Áreas Protegidas y de Zonas de protección forestal como “La Frailescana” y la reserva de la biosfera “La sepultura”. De acuerdo a la normatividad vigente las áreas naturales no pueden ser objeto para sitios de disposición final de RS, por ello se consideró esta superficie como zona óptima para un SDF.

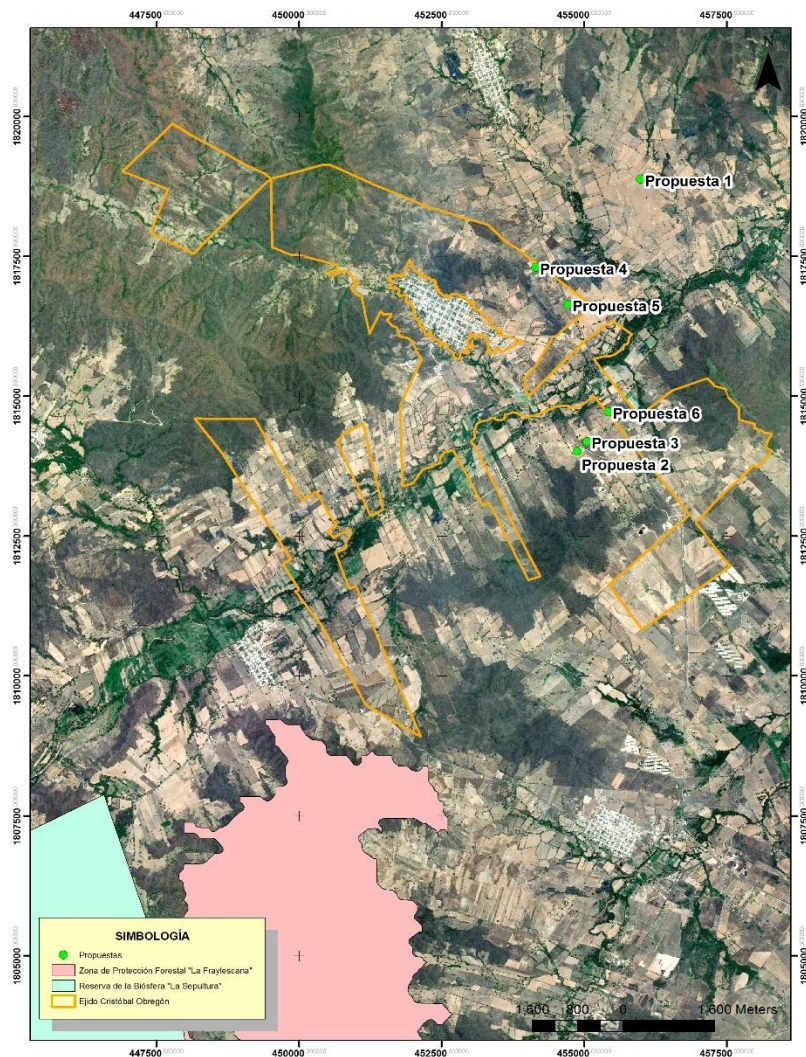


Imagen 26. Mapa de ANP

- De acuerdo a lo mencionado en la metodología se empleó el software ArcGis versión 10. 6 para la sobreexposición de capas, buffer y Global Mapper versión 16 para la obtención de imágenes satelitales, en base a los



criterios que se encuentran en la NOM-083-SEMARNAT-2003. Los cuales se tomaron las siguientes como: zonas rurales, áreas naturales protegidas (ANP), infraestructura vial (camino y autopistas), pendiente del terreno, curvas de nivel, cuerpos de agua (ríos y lagos), fallas geológicas y permeabilidad del suelo. En los cuales se muestran los puntos potenciales para la ubicación del sitio de disposición final. También un mapa con todas las capas en base a la norma oficial mexicana que debe cumplir en su apartado “Especificaciones para la selección del sitio”. En el cual se obtuvo 6 puntos potenciales para la reubicación del área de disposición final.

- I. Propuesta 1, se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas 16.451116N -93.4122783590045333W hacia el lado este, colindante al ejido de nuevo México, cumple con los requisitos de buffer de 500m, fallas o fracturas, ANP y cuenta con una vía de acceso de brecha. La propuesta del punto 1 se encuentra cerca de escurrimientos intermitentes a lo cual se le realizó un buffer de 500m como mínimo a cualquier cuerpo de agua, que se encuentra marcado en la NOM-083-SEMARNAT-2003. Se localiza a 2.5 km de distancia en línea recta de la comunidad. El punto propuesto se localiza en medio de los ejidos de Cristóbal Obregón y Nuevo México, por lo cual se podría considerar como punto potencial para un estudio de relleno sanitario intercomunitario ya que se observa que cumple en cuanto a los buffers de 500m de las localidades, se encuentra fuera de áreas naturales, beneficiando ambas partes, siendo objeto de estudio de otra investigación. Como se observa en la imagen 27 e imagen 23 mapas de localidades y buffer de 500m (ver nexos de mapas).

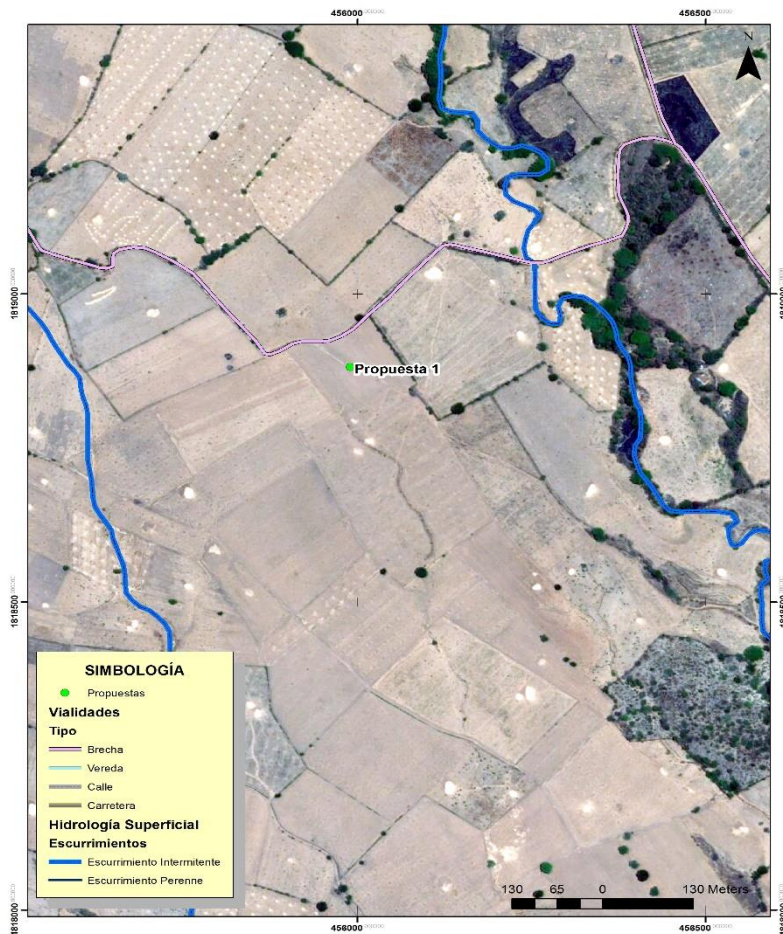


Imagen 27. Propuesta 1

- II. La propuesta 2 y 3 se encuentran en la parte sureste, con las siguientes coordenadas, propuesta: 2 16.407125N -93.42261289323396W y propuesta 3: 16.408707N -93.42098079475433W, estos dos sitios potenciales para la reubicación del sitio. Como se muestra en la imagen 28 (ver anexos de mapas). cuenta con vías de acceso, se localizan cerca de la comunidad, cumple con los criterios establecidos en la norma, a pesar de que es encuentra fuera de los límites del ejido. Se tomó la distancia desde los límites del ejido hasta el punto propuesto; son de 900m de la propuesta 2 y 600m de la propuesta 3.



Imagen 28. Propuesta 2 y 3.

- III. La propuesta 4 imagen 29 (ver anexo de mapas), es uno de los puntos más potenciales para la reubicación del sitio de disposición final. Se encuentra dentro del polígono del ejido, en terreno plano, a 500m o más de cualquier cuerpo de agua con flujo continuo, cerca y respetando los 200m a vías de acceso, así como varios de los criterios que describe la norma oficial. Se encuentra al noroeste de la comunidad, cuenta con una textura media, la óptima sería la fina, o hacer un equivalente a la textura con un sistema de impermeabilización ubicado en las siguientes coordenadas: 16.436827 N - 93.42947935821499 W.

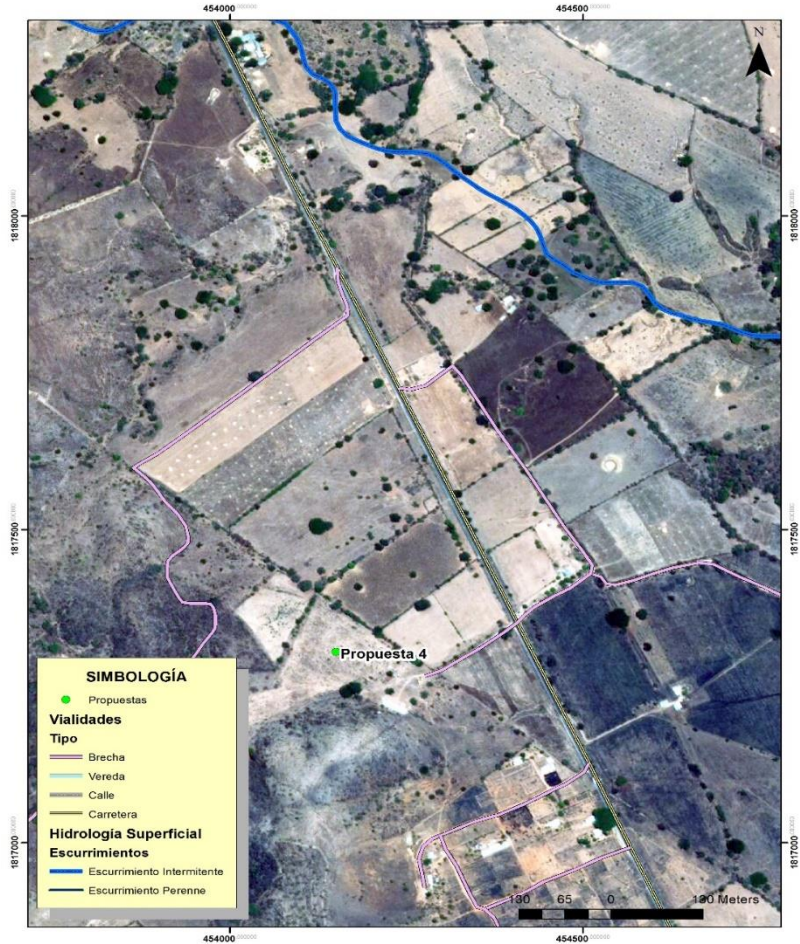


Imagen 29. Propuesta 4

- IV. La propuesta 5 es muy similar a la propuesta 4, como se aprecia en la imagen 30 (ver anexos de mapas), ese punto fue uno de los más potenciales en el recorrido campo, un posible punto para el SDF que tiene contemplado el ejido como se observó en la imagen. Cuenta con las restricciones de la norma y se encuentra dentro del polígono del ejido. Siendo así factible para las obras de recolección y transporte de los residuos. Ubicado en las siguientes coordenadas: 16.430846N - 93.42413187215628W.

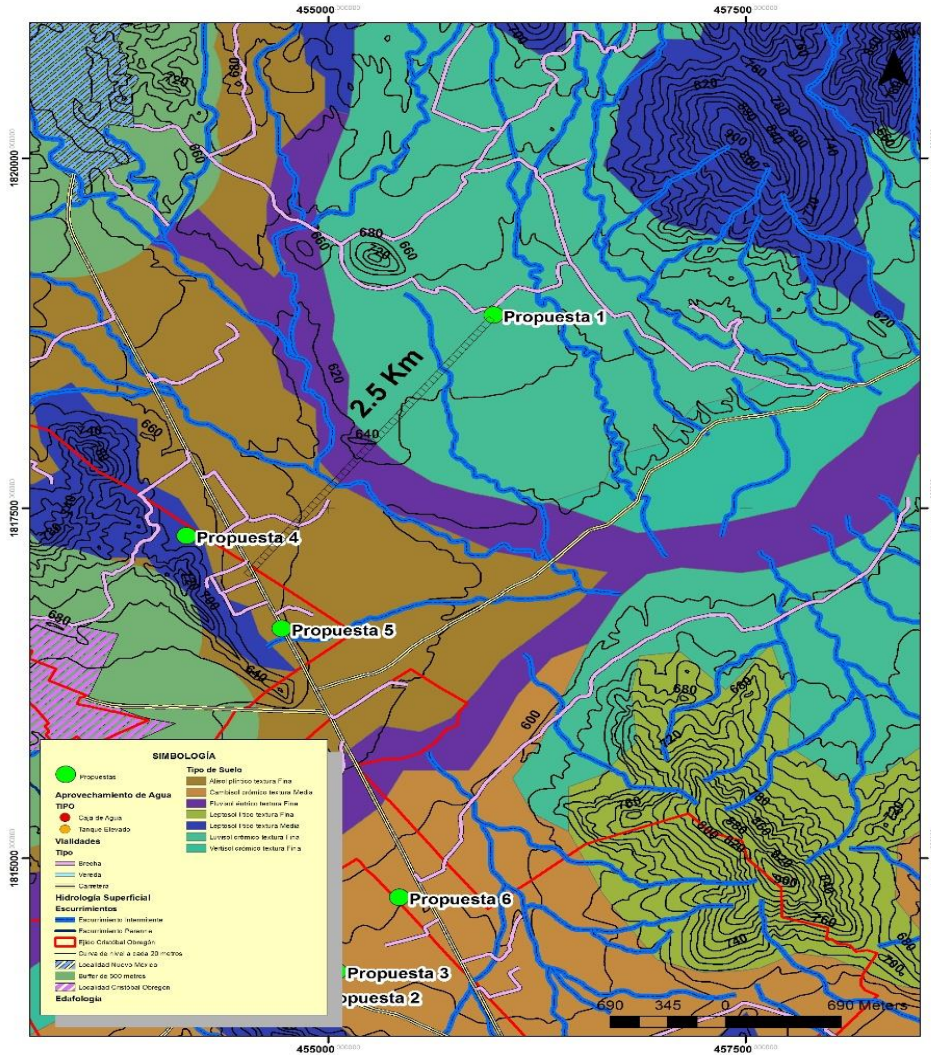


Imagen 30. Propuesta 5

- V. La propuesta 6 es otro punto importante ya que está cerca de los puntos 2 y 3, y a defenecía de ellos, este punto se encuentra dentro del polígono del ejido, lejos de cuerpos de agua y lo demás mencionado en la norma con respecto a rellenos tipo D, cuenta con vías de acceso, como menciona en su investigación Velasco (2013) situado en las siguientes coordenadas: 16.4135N -93.41748675786334W ver imagen 31 (ver anexos de mapas).

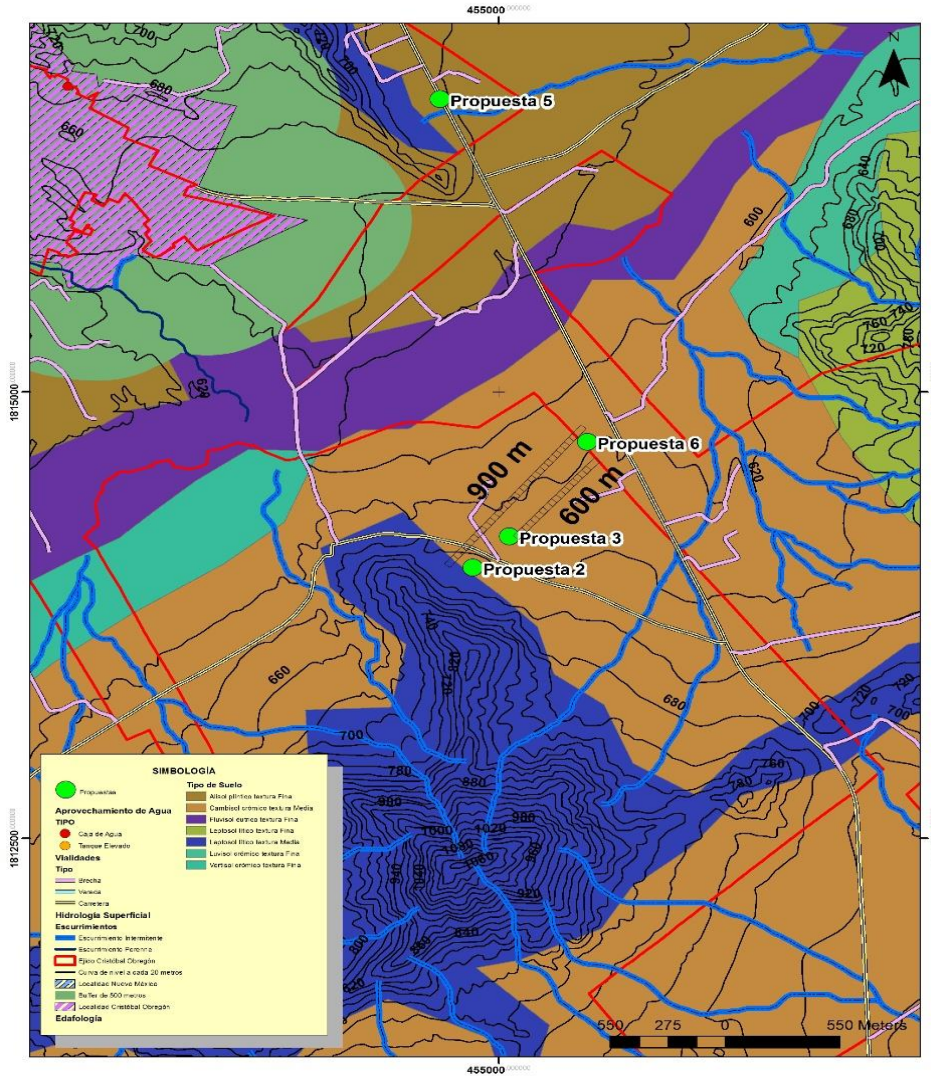


Imagen 31. Propuesta 6

En la imagen 32 (ver anexos de mapa) se observa el mapa con las capas de ANP, curvas de nivel, cuerpo de agua, etc. Todas tomadas de la NOM-083-SEMARNAT-2003 apartado 6 “Especificaciones para la selección del sitio” y las más tomadas por la literatura citada. Y se muestran los seis puntos encontrados para la selección del sitio de disposición final. Obteniendo así nuevos escenarios para la correcta selección de puntos óptimos que resuelva la problemática de la comunidad de Cristóbal Obregón, Villaflores, Chiapas.

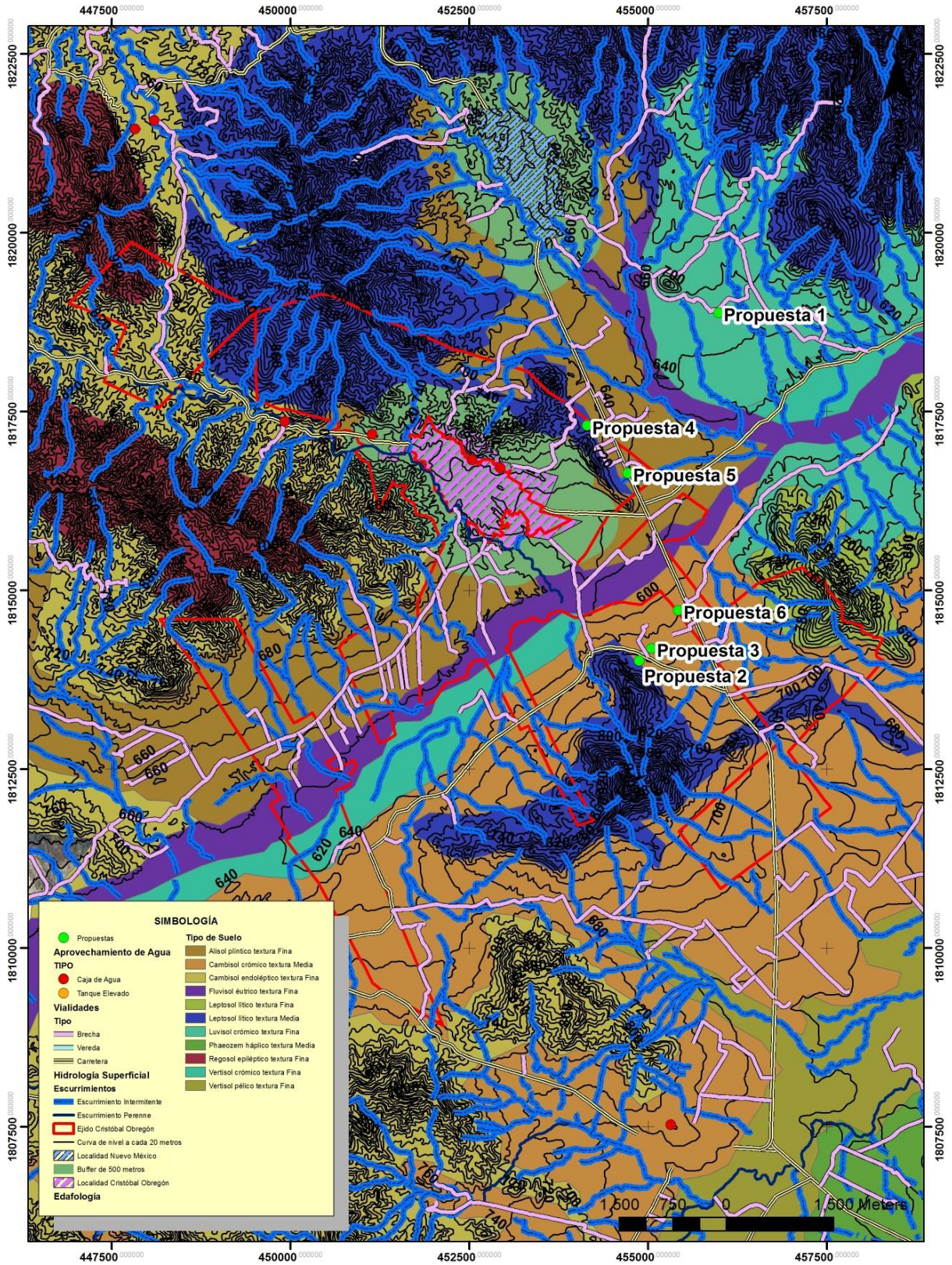


Imagen 32. Mapa con las capas que marca en la NOM y puntos potenciales.

## **11.-CONCLUSIÓN**

Se delimito que el actual sitio de disposición final que usan los pobladores del ejido Cristóbal Obregón, no cumple con ningún criterio o aspecto que se describa, en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, como lo son: no ubicarse dentro de áreas naturales protegidas, 500m de distancia como minimo en poblaciones mayores a 2,500 habitantes de donde termina la mancha urbana o se tenga contemplada en el plan municipal de desarrollo, 500m de cualquier cuerpo de agua superficial con flujo continuo, lago y laguna entre otras.

Los pobladores en su mayoría no saben cómo desechar los residuos que generan en la vida cotidiana, ya que solo lo desechan en tiraderos a cielo abierto y los incineran, trayendo consecuencias graves al medio ambiente como atmosférico, suelo, aire, agua, fauna nociva, perdida del paisaje y daños a la salud.

En el recorrido de campo, se delimito que la extensión de terreno con la que cuenta la comunidad de estudio es bastante amplia, y existen diferentes áreas para la posible reubicación del sitio de disposición final, en base a los criterios que señala la norma oficial mexicana 083.

De acuerdo a la elaboración de mapas en el software ArcGis versión 10.6, con el uso de diferentes capas y buffer. Se delimitaron seis puntos importantes para reubicar el sitio de disposición final, considerando las características más sobresalientes de NOM (vías acceso, cuerpos agua, áreas naturales, localidades, suelo).

De acuerdo a los seis puntos considerados por las características en base a la norma, se puntualiza que los puntos cuatro y cinco, son los puntos más potenciales para la reubicación de sitio de disposición final, ya que cuentan con los criterios más importantes que se eligieron en esta investigación. En la parte de recolección tiene ventaja ya que cuenta con vías de acceso tipo carretera lo cual hará que la vida útil del camión transportador sea más larga. La metodología propuesta para la selección de sitios potenciales para la disposición final de residuos sólidos domiciliarios, puede considerarse como una opción adecuada para proyectos futuros.



Ya que actualmente, el fenómeno del cambio climático, sus causas y consecuencias, es un fenómeno aceptado y reconocido en términos generales por parte de la comunidad científica internacional, los gobiernos, el sector privado, las ONG y la población en general (ISWA, 2010).

## 12.-REFERENCIAS

Álvarez S. (2005) Manejo de desechos peligrosos en cuba. Situación actual y perspectivas. Medio Ambiente y Desarrollo; Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente. [versión electrónica] Disponible en: <http://ama.redciencia.cu/articulos/9.06.pdf>

ARCHIVOS VECTORIALES DE LA CARTA TOPOGRÁFICA E15C78 “CRISTÓBAL OBREGÓN”. 2016. CURVAS DE NIVEL A CADA 20 METROS, CARRETERA, CAMINOS Y CALLES, POZOS, RED HIDROGRÁFICA EDICIÓN 2.0. SUBCUENCA RH30Ei “RÍO SUCHIAPA”. 2010. <https://www.inegi.org.mx/temas/topografia/>

ARCHIVOS VECTORIALES DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE MÉXICO. 2019. <http://sig.conanp.gob.mx/website/pagsig/>

ÁREAS DE ASENTAMIENTOS RURALES (INEGI. CARTOGRAFÍA GEOESTADÍSTICA RURAL). <http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>

ÁREAS DE ASENTAMIENTOS URBANOS (INEGI. CARTOGRAFÍA GEOESTADÍSTICA URBANA 2010). <http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>

Buenrostro O. y Bocco G. (2003). Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. Resour. Conserv. Recy. 39 (3), 251-263. DOI: 10.1016/S0921-3449(03)00031-4

Caicedo, M. (S/A). Rellenos Sanitarios. Recuperado el día 12 de febrero de 2020. <https://es.calameo.com/read/003173550120aab9576b1>

CDRRR. (1998). Publication No. 231-98-019. Local Enforcement Agency Advisory #56: Process for Evaluating and Remediating Burn Dump Sites. State of California, Department of Resources Recycling and Recovery. Guidance Document. Sacramento, CA. 28 pp.

Chabuk A., al-Ansari N., Musa Hussain H., Knutsson S. y Pusch R. (2016). Landfill site selection using Geographic Information System and Analytical Hierarchy

Process: A case study Al-Hillah Qadhaa, Babylon, Iraq. Waste Manag. Res. 34 (5), 427-37. DOI: 10.1177/0734242X16633778

CONAGUA. (2004). Monitoreo de la calidad del agua.

CONAM. (2005). Manual para la Gestión de Residuos Sólidos en la Institución Educativa [Versión electrónica]  
[http://www.bvsde.paho.org/cursos/mrsm/e/fulltext/residuos\\_educa.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursos/mrsm/e/fulltext/residuos_educa.pdf)

Curso Virtual Ecológico. (S/N). Curso Virtual. Perú. Plataforma digital única del estado peruano. Recuperado  
[http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2\\_primaria\\_sesion\\_aprendizaje/sesin\\_5.html](http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/2Primaria/m2_primaria_sesion_aprendizaje/sesin_5.html)

Diario Oficial de la Federación (10 de octubre de 2003). Norma Oficial. Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003. "Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un Sitio de Disposición Final de Residuos sólidos domiciliarios y de Manejo Especial".

Diario Oficial de la Federación. (30 de noviembre de 2006). Reglamento de la Ley General para la Prevención Y Gestión Integral de los Residuos.

Diario Oficial de la Federación. (8 de octubre de 2003). Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Dirección Nacional de Estadísticas. (2012). Análisis Sectorial de Residuos Sólidos en Cuba. de Inversiones en Ambiente y Salud. Serie Análisis Sectoriales No. 13 La Habana: MINSAP/DNE/ INPF. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/eswww/fulltext/analisis/cuba/cuba.html>

DTSC. (2003). Protocol for Burn Dump Site Investigation and Characterization. State of California, Environmental Protection Agency, Department of Toxic Substances Control. Guidance Document. Sacramento, CA. 71 pp.

EDAFOLOGÍA 2006 (SERIE II). <http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>

El Maguiri A., Kissi B., Idrissi L. y Souabi S. (2016). Landfill site selection using GIS, remote sensing and Multicriteria Decision Analysis: Case of the City of Mohammedia, Morocco. *B. Eng. Geol. Environ.* 75 (3), 1301-1309. DOI: 10.1007/s10064-016-0889-z

FALLAS (SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO).  
<http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>

Fernández Colomina, A., & Sánchez Osuna, M. (2007). Guía para la gestión integral de los Residuos Sólidos Domiciliarios. Viena: Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI).

FRACTURAS GEOLÓGICAS (SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO).  
<http://map.ceieg.chiapas.gob.mx/geoweb/>

Giusti, L. (2009). A review of waste management practices and their impact on human health. *Waste Management* 29: 2227–2239.

GTZ. (2003). La Basura en el limbo: desempeño de gobiernos locales y participación privada en el manejo de residuos urbanos. Agencia de Cooperación Técnica Alemana (Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit) - Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental. Manual. México, D.F., 98 pp.

Güler D. y Yomralioğlu T. (2017). Alternative suitable landfill site selection using Analytic Hierarchy Process and Geographic Information Systems: A case study in Istanbul. *Environ. Earth. Sci.* 76 (20), 678. DOI: 10.1007/s12665-017-7039-1

INECC, Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (2012) Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. INECC-SEMARNAT, México, D.F. 201 pp.

INECC. (2007). La situación de los residuos sólidos en México. Consultado diciembre de 2019.  
<http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/133/situacion%20en%20mexico.html>

Instituto de Historia Natural y Ecología –IHNE- (2004). Diagnóstico de la generación, manejo, recolección y disposición final de residuos sólidos. pp. 15, 23-24.

Jaramillo, D. (2002). CIENCIA DEL SUELO. Universidad Nacional De Colombia. Facultad De Ciencias. Medellín, Colombia.

Ojeda S. y Beraud J.L. (2003). The municipal solid waste cycle in Mexico: final disposal. *Resour. Conserv. Recy.* 39 (3), 239-250. DOI: 10.1016/S0921-3449(03)00030-2

OPS, CEPAL. Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales e Impacto Ambiental, 2000.

PERIMETRALES NÚCLEOS AGRARIOS SHAPEFILE ENTIDAD FEDERATIVA CHIAPAS (2018)

Regadío, M., A.I. Ruiz, M. Rodríguez-Rastrero, J. Cuevas. A containment and attenuating layers: An affordable strategy that preserves soil and water from landfill pollution. *Waste Management* 46: 408-419. 2015.

Residuos. INECC-SEMARNAT, México, D.F. 201 pp.

Robles, M. F. (2008) Generación de biogás y lixiviados en los rellenos sanitarios. IPN Impreso en México. ISBN: 970-36-0214-2. 108 pp.

Rodón, E. Szantó, M. Pacheco, J. Contreras, E. Gálvez, A. (2016). Guía general para la gestión de residuos sólidos domiciliarios. Chile: Convenio de Cooperación Técnica entre el Ministerio de Desarrollo Social de Chile y la CEPAL. ISSN 2518-3923.

Rodríguez, J. (2003). Determinación y evaluación de sitios para la disposición final de residuos sólidos municipales en la reserva de la biosfera EL VIZCAÍNO, B.C.S. Tesis de maestría. CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS DEL NOROESTE, S.C.

Rojas, M. (2009). Situación del sitio de disposición final de residuos sólidos no peligrosos de la ciudad de San Cristóbal de las Casas. [Versión electrónica].

Saldaña C. y Najera O. (2019). IDENTIFICACIÓN DE SITIOS CON POTENCIAL PARA LA DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS EN EL MUNICIPIO DE TEPIC, NAYARIT, MÉXICO: Rev. Int. Contam. Ambie. 32 (Especial Residuos Sólidos) 69-77, 2019 DOI: 10.20937/RICA.2019.35.esp02.07

Sarría, F. (2006). Sistemas de Información Geográfica. Murcia España. Universidad de Murcia. Recuperado <https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/temariohtml.html>

SEMARNAT. (2006.) *Bases para Legislar la Prevención y Gestión Integral de Residuos*. México.

Torri, S. (2017). Qué es un relleno sanitario. Departamento de Recursos Naturales y Ambiente. Facultad de Agronomía. UBA. Consultado 19 de diciembre de 2019. [https://www.researchgate.net/publication/319624681\\_Que\\_es\\_un\\_relleno\\_sanitario](https://www.researchgate.net/publication/319624681_Que_es_un_relleno_sanitario)

Trujillo, D. (2010). Brigada comunitaria de apoyo al Poblado Miguel Alemán municipio de Hermosillo, sistema de recolección y tratamiento de la basura de la comunidad Yaqui. Tesis licenciatura. Universidad de Sonora. División de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas. [Versión electrónica] <http://www.bidi.uson.mx/TesisIndice.aspx?tesis=20523>

UN. (2014). Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*. CD-ROM Edition.

UNDESA (2014). World urbanization prospects: The 2014 revision. Population Division, United Nations Department of Economic and Social Affairs [en línea]. <https://population.un.org/wup/Publications/Files/WUP2014-Report.pdf>

Vázquez, R. (1994). Procesamiento de la basura urbana. Ed. Trillas. México, DF.

Yañez, F. (2010). “Relleno Sanitario Sustentable para los Residuos Sólidos Urbanos de la Región No. 2 del Estado de Morelos (Municipios de Yecapixtla, Atlatlahucan, Ocuituco y Tetela del Volcán) ubicado en el Municipio de Yecapixtla”.

Tesis de Licenciatura. Instituto Politécnico Nacional. ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA.

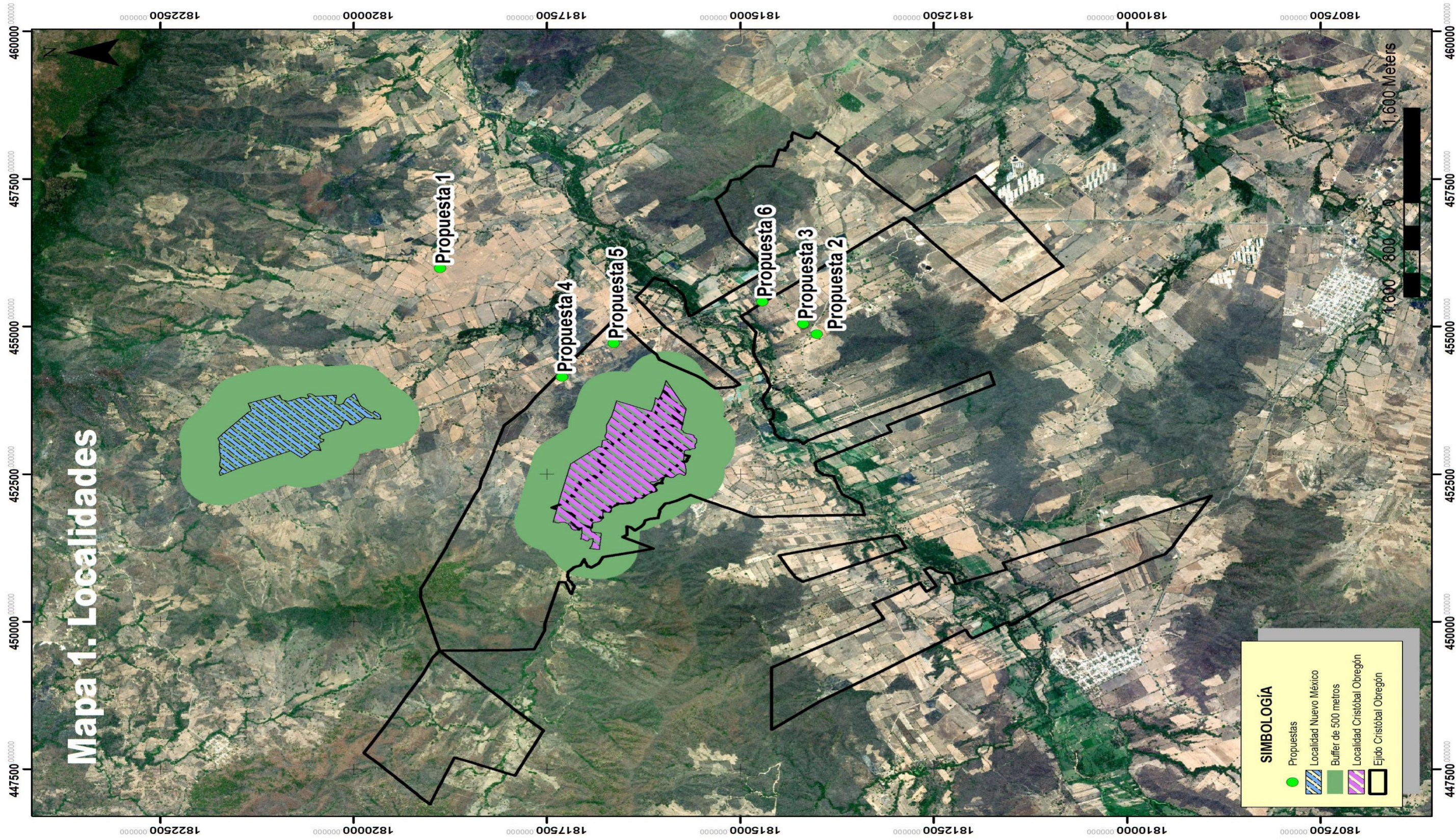
# **13.-Anexos**

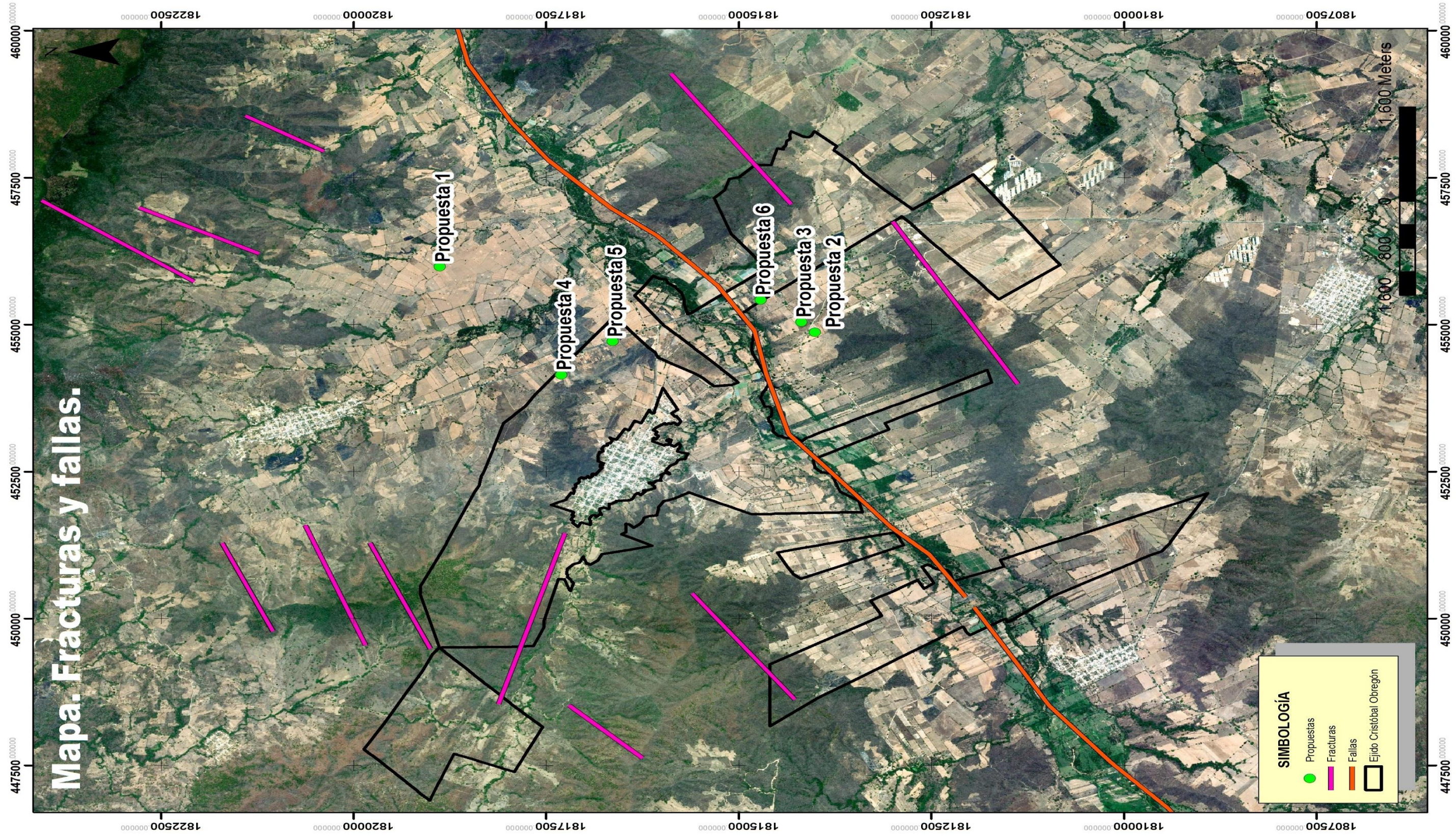
## **De**

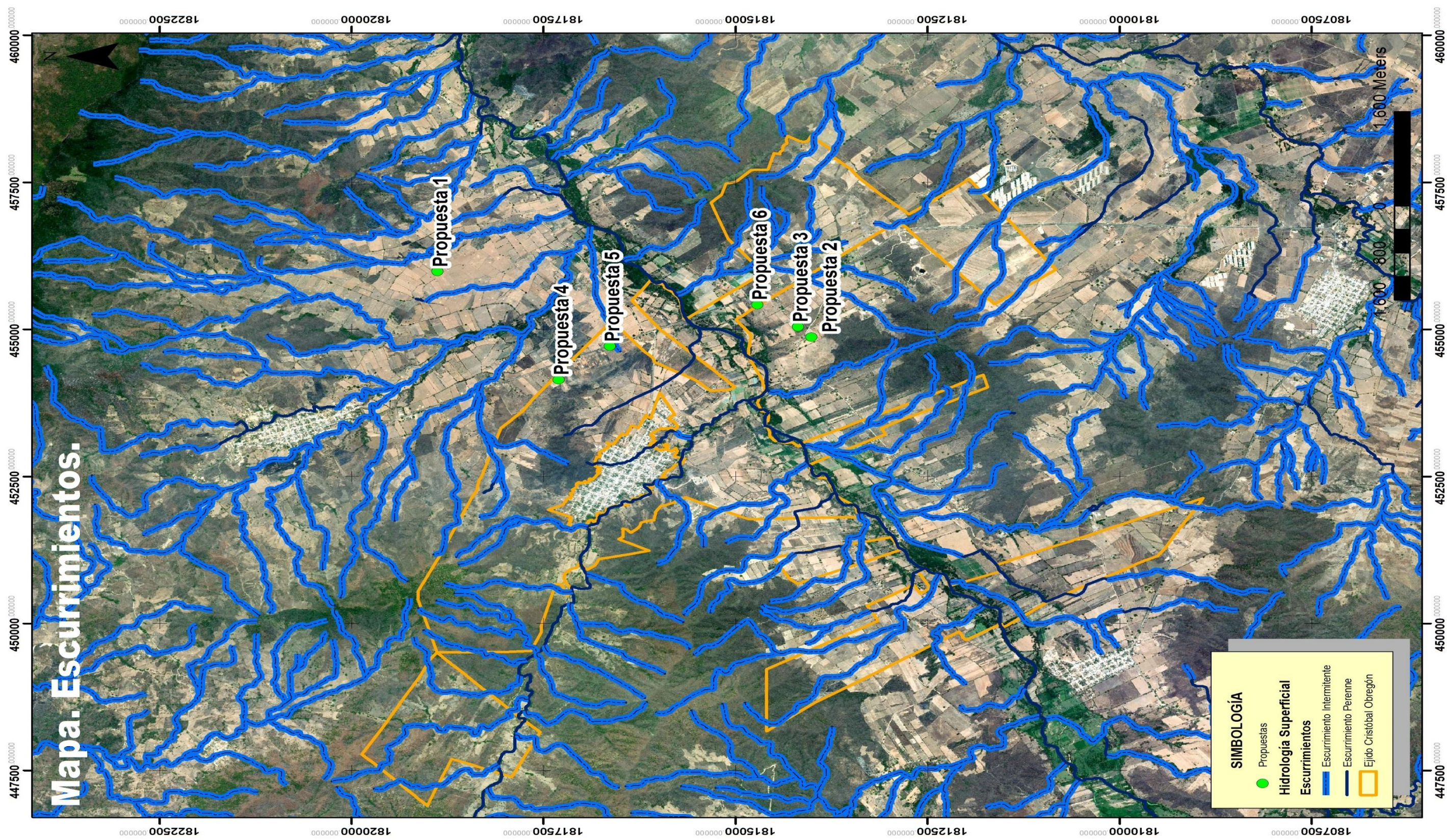
### **Mapas**



# Mapa 1. Localidades







**SIMBOLOGÍA**

- Propuestas
- 
- Hidrología Superficial**
- Escurrimientos**
- 
- 
- 

Escorrimento Intermitente  
 Escorrimento Perenne  
 Ejido Cristóbal Obregón

