



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil**

**ESTUDIO DE REUBICACIÓN DEL RELLENO SANITARIO DEL MUNICIPIO  
DE SAN GABRIEL SUCHITEPÉQUEZ**

**Eddie Ronaldo Rodríguez Herrera**

**Guatemala, febrero de 2004**

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
GLOSARIO	V
RESUMEN	VIII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN	X
1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA REGIÓN	
1.1. Impactos ambientales generados por el relleno sanitario actual	1
1.1.1. Contaminación	1
1.1.2. Gases	2
1.1.3. Lixiviados	2
1.1.4. Chimeneas	3
1.2. Impactos ambientales generados por el comercio	3
1.3. Impactos ambientales generados por la construcción	5
1.4. Impactos ambientales generados por actividades futuras	7
2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
2.1. Población a la que servirá el proyecto	8
2.2. Análisis del terreno	8
2.3. Aspectos hidrológicos	11
2.4. Aspectos hidrogeológicos	13
2.5. Etapa de construcción	15
2.5.1. Número y tipo de trabajadores requeridos	15
2.5.2. Orígenes y cantidad de materias primas	15
2.5.3. Acondicionamiento del terreno y accesos	16
2.6. Instalaciones	16

3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
3.1. Operaciones de patio	18
3.1.1. Maquinaria y equipo	18
3.2. Clasificación y descarga	19
3.3. Comercio y retiro del subproducto clasificado	19
3.4. Mantenimiento	19
4. TRASLADO	
4.1. Recolección	20
4.2. Transporte	21
4.3. Plan de seguridad ambiental	22
4.4. Plan de contingencia	22
4.5. Plan de seguridad humana	23
5. Análisis de alternativas	25
CONCLUSIONES	26
BIBLIOGRAFÍA	28
ANEXOS	29

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Suchitepéquez	30
2.	Mapa de evapotranspiración potencial, República de Guatemala	31
3.	Mapa de precipitación promedio anual, República de Guatemala	32
4.	Promedio anual de evaporación de San Gabriel Suchitepéquez	33
5.	Relleno sanitario actual de San Gabriel Suchitepéquez	34
6.	Predio donde funcionará el nuevo relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	35
7.	Acceso al relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez por carretera asfaltada	36
8.	Ingreso al relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez por carretera adoquinada	37
9.	Acceso al relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez por carretera adoquinada	38
10.	Plano del área del terreno donde funcionará el relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	39
11.	Plano de las instalaciones donde funcionará el relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	40
12.	Planta acotada del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	41
13.	Planta de indicación de muros y pisos del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	42
14.	Plano de las instalaciones de agua potable del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	43

15.	Plano de las instalaciones de drenajes del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	44
16.	Plano de las instalaciones eléctricas del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	45
17.	Planta del área administrativa del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez	46

## **TABLAS**

I.	Precipitaciones de lluvia anuales año 1990 a 1997, estación Chojó del municipio de San Gabriel Suchitepéquez	47
II.	Promedios de humedad relativa media año 1990 a 1993, estación Chojó para el municipio de San Gabriel Suchitepéquez	48
III.	Promedios de temperatura mínima y velocidad de vientos, estación Chojó para el municipio de San Gabriel Suchitepéquez	49

## **GLOSARIO**

<b>Fosa séptica</b>	Elemento muy importante para el tratamiento adecuado de los desechos líquidos, en el tratamiento de las aguas residenciales, mediante un proceso anaeróbico, que se da en ausencia del oxígeno.
<b>Infiltración</b>	Volumen de agua que, procedente de las precipitaciones ( a veces también de los ríos o de la recarga artificial ), en un determinado tiempo, atraviesa la superficie del terreno y ocupa total y parcialmente los poros del suelo o de las formaciones geológicas subyacentes.
<b>Impacto ambiental</b>	Estudio del deterioro de los recursos naturales renovables no renovables, generado como consecuencia de alguna actividad que se realice y que tenga como resultado el cambio del uso del suelo y repercuta en el medio ambiente.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
<b>MAGA</b>	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación.

<b>MARN</b>	Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.
<b>Proceso aeróbico</b>	Proceso de tratamiento de aguas residuales por método biológico que se da en presencia del oxígeno.
<b>Pozo de absorción</b>	Al igual que la fosa séptica sustituye la falta de drenaje; es utilizado como tratamiento secundario y va ubicado después de la fosa séptica. Tiene como función absorber un porcentaje de residuos líquidos que salen de la fosa séptica.
<b>Residuos orgánicos</b>	Son naturales y de fácil descomposición o degradación y se pueden incorporar nuevamente a la naturaleza, como por ejemplo los desperdicios de la cocina.
<b>Residuos inorgánicos</b>	Son los fabricados por el hombre, son de difícil descomposición o degradación y pueden ser reutilizados, por ejemplo: plástico, papel, vidrio, telas, cartones, chatarra, etc.
<b>Residuos líquidos</b>	Son las aguas negras y químicas.

**Suelo**

Es el resultado de cambios físicos y químicos, y de la actividad orgánica sobre las rocas a través del tiempo.

**Transpiración**

Es el resultado del proceso físico biológico , por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, a través del metabolismo de las plantas, y pasa a la atmósfera.



## **RESUMEN**

Actualmente el municipio de San Gabriel Suchitepéquez cuenta con un relleno sanitario que está creciendo aceleradamente, en perjuicio para la salud de los habitantes, así como en deterioro del ambiente de la región, por encontrarse muy cerca del perímetro urbano. Además obstruye el crecimiento ordenado del municipio.

Se pretende crear las condiciones necesarias para la reubicación del mismo, para lo cual es necesario tomar en cuenta todas las recomendaciones que involucra este tipo de proyectos (ambientales, salud, transporte, legislación), así como la necesidad de crear una cultura ambiental entre los pobladores del lugar.

## OBJETIVOS

- **General**

Realizar un estudio que sirva como guía práctica a la municipalidad y población de San Gabriel Suchitepéquez acerca de cómo realizar la reubicación del relleno sanitario de aquella localidad

- **Específicos**

1. Determinar o centralizar en un solo punto, fuera del área urbana, un nuevo relleno sanitario
2. Dar a conocer las distintas fases o pasos a seguir para el urgente traslado del relleno sanitario
3. Proponer medidas de limpieza final para el terreno que dejará de funcionar como relleno sanitario

## **INTRODUCCIÓN**

El presente estudio se refiere a la reubicación del actual relleno sanitario, del municipio de San Gabriel Suchitepéquez, la cual se realizará a solicitud del alcalde, señor Lorenzo Sem López, debido a la contaminación que sufren los pobladores del lugar, por la incineración de residuos, la ubicación actual, la recolección y manipulación de los mismos, convirtiéndose en uno de los principales focos de contaminación del lugar.

Por ser un proyecto eminentemente urbano, el análisis y evaluación ambiental que se realizará en dicha región será de mucha utilidad para el mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del municipio de San Gabriel Suchitepéquez.

# **1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES EN LA REGIÓN**

Entre todas las especies que habitan el planeta Tierra, la especie humana es la única que produce basuras. Casi todas las actividades desarrolladas por el hombre (comercio, industria, vida doméstica, educación) terminan produciendo desechos. Por lo tanto, una de nuestras prioridades más importantes debe ser aprender a manejar responsablemente los desechos y las basuras que nosotros mismos producimos, pues si no se manejan adecuadamente pueden ocasionar alteración de los sistemas ambientales con perjuicios a la calidad y la salud de nuestras vidas.

## **1.1. Impactos ambientales generados por el relleno sanitario actual**

### **1.1.1. Contaminación**

En la actualidad el relleno sanitario ejerce un alto grado de contaminación del aire, el suelo y sobre todo las aguas cercanas a la población de San Gabriel Suchitepéquez.

La alteración del sistema hídrico marino, sobre todo el paisaje, ocasiona un impacto en la salud de todas las personas del lugar y alrededores. Esto se debe al acelerado proceso de urbanización, el crecimiento industrial y la modificación de los patrones de consumo, que han causado un acelerado incremento en la generación de residuos sólidos por habitante.

Entre los contaminantes tóxicos y peligrosos que se generan en la región están especialmente los plaguicidas de uso casero y las pilas de equipos

electrodomésticos que se usan en hogares, sustancias contaminadas con metales pesados, cloro e hidrocarburos provenientes de industrias, aceites quemados y baterías de automóviles provenientes de talleres y estaciones de gasolina, desechos contaminados con enfermedades patógenas y virulentas, desechos de equipos de rayos x provenientes de hospitales y centros de salud, y sobre todo, por la índole de la región, ya que la mayor parte son desechos agroquímicos provenientes de agroindustrias y actividades agropecuarias.

El crecimiento del botadero sanitario a cielo abierto en el municipio de San Gabriel y municipios cercanos constituye criaderos de vectores animados portadores de enfermedades epidémicas, como ratas, cucarachas, moscas y zancudos, que pueden causar enfermedades como tifoidea, cólera, paludismo y dengue a toda la población.

### **1.1.2. Gases**

La quema de basura y llantas altera el sistema atmosférico, produciendo dioxinas, que son sustancias altamente cancerígenas, que afectan la salud de la población.

### **1.1.3. Lixiviados**

En la mayoría de rellenos sanitarios el lixiviado está formado por el líquido que entra en el vertedero desde fuentes externas, tales como drenajes superficiales, lluvia, aguas subterráneas, aguas de manantiales subterráneos, y en su caso, el líquido producido por la descomposición de los residuos en su totalidad y que se lixivian en solución materiales biológicos y constituyentes químicos, altamente dañinos a los sistemas ambientales, como el hídrico, edáfico y lítico.

Son los factores de mayor contaminación para la región, por razones de filtraciones que contaminan en su totalidad el suelo, las aguas subterráneas ( nivel fríaticos) y superficiales por la salida incontrolada de los lixiviados (metales pesados y cloruro de vinilo), que es el líquido que se filtra a través de los residuos sólidos y que extrae materiales disueltos o en suspensión.

#### **1.1.4. Chimeneas**

Es de suma importancia que se incluya en todo relleno sanitario este valioso captador para evacuar los gases que se producen por los desechos en proceso de descomposición, especialmente el gas metano, que es el que provoca incendios en la mayor parte de los rellenos por el efecto de combustión.

### **1.2. Impactos ambientales generados por el comercio**

Los aspectos que se pueden apreciar en el municipio y que cada día son los mayores causantes del deterioro del medio ambiente, y de la calidad de vida en la región por la falta de conciencia de la misma población, se detallan a continuación:

#### **1.2.1. Galeras o polleras**

Esta clase de comercio genera una parte de empleos en el municipio, pero a la vez, por los desperdicios que a diario producen por los mismos animales, provoca contaminación ambiental, por malos olores que se expanden constantemente a causa del estiércol que se acumula en el perímetro de dichas galeras, ya que una parte es utilizada por los campesinos como abono orgánico, la que recibe el nombre de gallinaza.

### **1.2.2. Carnicerías**

Prestan a la población en general el servicio de la venta de carne de res para el consumo diario. Desde el punto de vista ecológico tienen parte de influencia en la alteración de los sistemas ambiental en calles y relleno sanitario, por los desechos de vísceras, la sangre y, algunas veces, huesos, que sueltan malos olores al entrar en proceso de descomposición.

El cuero, utilizado para la elaboración de cinchos, zapatos y otros productos que se derivan de este material, provoca también, a la hora del proceso de secado respectivo, malos olores que son incómodos para los vecinos.

También en el área de ventas se puede apreciar en algunas ocasiones suciedad que atrae moscas y, sobre todo, perros callejeros.

### **1.2.3. Cantinas**

El comercio de licor tiene peso importante en la alteración de los sistemas ambientales en la región, porque en los puntos de consumo no se cuenta con servicios sanitarios a disposición de los clientes, lo cual provoca que realicen sus necesidades fisiológicas en cualquier lugar de las calles o avenidas de la población.

Aparte de los malos olores, la suciedad llega a generar malestar en la población que vela por el bienestar de su familia, especialmente de los niños. Además, se generan residuos, como vidrio y metal.

#### **1.2.4. Caseta en Parque Central**

La falta de depósitos de basura cercanos a los comercios, provoca que la basura sea desechada en cualquier lugar, lo que se convierte en un alterador ambiental más para la región.

#### **1.2.5. Abarroterías**

También son un contribuyente en la alteración de los sistemas ambientales, por la cantidad de desechos que llegan a producir.

Los habitantes desechan la basura en cualquier lugar, sin tomar en cuenta el daño que ellos mismos se provocan. Algunas veces lo hacen por la falta de conciencia o por limitaciones económicas para el pago de servicio de recolección de basura.

### **1.3. Impactos ambientales generados por la construcción**

#### **1.3.1. Agua**

El proyecto sanitario no sufrirá ningún problema en la época de lluvia, ya que se construirá una cuneta de infiltración, para la corriente de agua que se provocará por la lluvia.

#### **1.3.2. Suelo**

El proyecto, por su topografía y por la extensión del terreno, tiene condiciones para ofrecer diferentes usos, entre ellos el manejo forestal en el área verde. Para lograr este objetivo será necesario que la administración



incorpore las recomendaciones que se presentan en el PLAN DE SEGURIDAD AMBIENTAL.

Básicamente, no se han encontrado en el estudio factores que podrían disminuir la calidad ambiental del proyecto o poner en riesgo la seguridad ambiental.

### **1.3.3. Ecosistema terrestre y acuáticos**

En las visitas que se hicieron al lugar, y tal como lo demuestran las fotografías anexas, el terreno no cuenta con la cobertura arbórea original.

### **1.3.4. Atmósfera**

Por la ubicación del terreno dentro de la Finca Labor La Libertad, los vientos predominantes en la mayor parte del año son del Sur. Tanto los del Norte como los del Sur no están contaminados, la cual favorece el entorno climático y atmosférico del sector y crear las cualidades apropiadas para la vivienda.

### **1.3.5. Efectos socioeconómicos**

Indudablemente el proyecto permitirá habilitar mano de obra del sector, principalmente personas de escasos recursos económicos, residentes en las fincas cercanas. Conviene anotar que la población, en su mayoría, se dedica al trabajo artesanal o son obreros de las industrias o de la construcción.

#### **1.4. Impactos ambientales generados por actividades futuras**

El proyecto incluye adquisición de un terreno donde se establecerá el relleno sanitario. E terreno se ubica dentro de la Finca Labor La Libertad, del municipio de San Gabriel Suchitepéquez.

La compleja problemática ambiental de la Municipalidad de San Gabriel Suchitepéquez refleja la realidad social de la región, en donde el impacto mayoritario sobre los recursos naturales y el ambiente, en términos cuantitativos ,corresponde a la mayor parte de la población del lugar, y sólo una pequeña parte se puede atribuir a las actividades productivas.

De todas formas, la industria y el comercio tienen que demostrar su voluntad de contribuir a la resolución de la problemática del relleno sanitario, a través de su participación en éste y otros proyectos en todo el departamento de Suchitepéquez, y las demás personas de la población deben asumir su responsabilidad ambiental para que en un futuro las nuevas generaciones lo sigan poniendo en práctica.

El primer paso para planificar y administrar un verdadero relleno sanitario es la reducción en origen de los desechos; con ello se reduce enormemente la cantidad que ingresa al relleno. Si los rellenos sanitarios están bien construidos y bien manejados, son considerados como el método más económico y ambientalmente más aceptable para la evacuación final de residuos sólidos.

## **2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

### **2.1. Población a la que servirá el proyecto**

El proyecto será de gran beneficio para 4,000 habitantes que son la población completa del municipio de San Gabriel, Suchitepéquez, ya que tendrá dónde depositar sus residuos sólidos sin dañar el ecosistema, y principalmente ,sin dañar la salud de las personas.

### **2.2. Análisis del terreno**

#### **2.2.1. Colindancias**

Las colindancias del terreno donde se establecerá el relleno sanitario son:

Al norte :           75.00 Metros. Domicilio Fidel Ardón.

Al sur :               75.25 Metros. Alberto Ramos.

Al este :             50.68 Metros. José Domingo Estrada Velásquez.

Al oeste :            42.30 Metros. Cristina Estrada González.

El terreno como ya se dijo, se ubica en el área denominada Labor La Libertad y recorrido del Riachuelo que conecta al Río Sis, San Gabriel Suchitepéquez. Posee una forma accidentada, con relieve topográfico plano, con pendiente de 0.8% mínima hacia el lado Este, con presencia de árboles frutales.

### **2.2.2. Suelos**

Los suelos del departamento de Suchitepéquez han sido divididos en 23 unidades que consisten en 21 series de suelos y dos clases de terreno misceláneo.

Por conveniencia para la discusión y para mostrar la relación de las varias unidades al uso y manejo agrícola, los suelos han sido clasificados en cuatro grupos amplios: I ) Suelos de las montañas volcánicas, II ) Suelos del declive del Pacífico, III ) Suelos del litoral del Pacífico y IV ) Clases misceláneas de terreno.

Los suelos de los grupos II y III han sido divididos en subgrupos, según la clase de material madre, la profundidad del suelo, el relieve, el drenaje y la textura, ya que éstas son características importantes. En el grupo II están A ) suelos profundos desarrollados sobre material volcánico de color claro, en relieve inclinado, B ) suelos profundos desarrollados sobre material volcánico de color claro, en relieve suavemente inclinado, C ) suelos poco profundos desarrollados sobre material volcánico mezclado y D ) suelos desarrollados sobre material volcánico de color oscuro. En el grupo III están: A ) suelos de textura pesada, bien drenados, B ) suelos de textura pesada, mal drenados, y C ) suelos arenosos.

### **2.2.3. Servicios de agua potable**

Se tiene contemplada la instalación de un servicio tipo domiciliar, el cual servirá para proveerse del vital líquido. Además, se hace necesaria como parte de la propuesta del plan de mitigación.

#### **2.2.4. Servicios de energía eléctrica y alumbrado público**

El sector donde estará el relleno sanitario cuenta en la actualidad con líneas de corriente trifásica cercanas, a cargo de la Empresa de Distribución de Occidente (DEOCSA), al servicio de toda la población de San Gabriel Suchitepéquez.

Tomando en cuenta que hay ramales de líneas de distribución, ello ayudaría a la hora de realizar la respectiva solicitud por parte de la municipalidad local, para el análisis o estudio por parte de apoyo técnico de dicha empresa para la introducción de servicio al lugar mencionado.

El lugar de esta empresa para tener acceso a toda la información sería la oficina comercial más cercana de Mazatenango Suchitepéquez, localizada en la Calzada Centenario. Así se agilizará la documentación respectiva para obtener el servicio.

#### **2.2.5. Carretera**

El ingreso al relleno se encuentra en un desvío de la carretera asfaltada que conduce de San Gabriel a San Lorenzo. Posteriormente ingresa a un camino adoquinado de 1.0 kilómetros, para el mejor desplazamiento de los camiones.

### **2.3. Aspectos hidrológicos**

El municipio de San Gabriel Suchitepéquez cuenta con un área aproximada de 16 kilómetros cuadrados, y el nombre geográfico oficial es San Gabriel.

Las colindancias son las siguientes: al Norte con Mazatenango, Suchitepéquez; al Este con Santo Domingo Suchitepéquez; al Sur con San Lorenzo Suchitepéquez; y al Oeste con Mazatenango, cabecera departamental de Suchitepéquez.

La cabecera municipal se encuentra al oeste del río Sis, y el área donde se asienta la región se ubica al centro de la región denominada “TIERRAS ALTAS VOLCÁNICAS”, con un paisaje natural que se define a través de las características propias de las pendientes y con la topografía que muestran los accidentes geográficos que la circundan, tales como: montañas, valles y mesetas.

La planicie coluvio-aluvial es conocida como el Valle de San Gabriel, en el cual se asienta el departamento de Suchitepéquez, así como las vertientes o cuencas hidrográficas del Pacífico y del Sur.

De esta manera, las tierras que la conforman, por su alto grado de humedad, son apropiadas para el estudio que se realiza de la reubicación del relleno sanitario. En lo que respecta a las formas de la tierra en el área en estudio, presenta un relieve y pendientes que brindan un fenómeno natural paisajístico de la zona montañosa del Sur del país y de sus áreas boscosas.

Para este caso específico del terreno en estudio y de conformidad a los planos de curvas de nivel, éste se ubica en pendientes que oscilan entre 0.5% al 1.25%.

### **2.3.1. Balance hídrico**

El balance hídrico no es más que la aplicación del principio de la conservación de masa (ecuación de la continuidad) a una cierta región definida por unas determinadas condiciones de contorno. En esta región, que tiene un volumen conocido, y durante un cierto período de tiempo en el que se realiza el balance, la diferencia entre el total de entradas y el total de salidas debe ser igual al cambio de agua en almacenamiento en ese volumen, todo ello medido en masa, aunque puede y suele realizarse en volumen si las densidades pueden considerarse constantes, como es normal.

El establecimiento de un balance supone medir flujos de agua (caudales) y almacenamientos (niveles), aunque, con una apropiada selección de la región y del período de tiempo, se pueden suprimir algunas medidas y términos (niveles iguales al principio y final, ausencia de flujo de agua a través de divisorias o de límites impermeables, etc.).

Para dicho balance se cuenta con la siguiente información obtenida en el campo, y en datos proporcionados por el INSIVUMEH y el MAGA.

#### **Fórmula del balance hídrico:**

$$**P - Déficit = Q**$$

**P** = Precipitación

**Déficit** = Evaporación + Infiltración

**Q** = Caudal de escurrimiento

**Evaporación:**

$$\text{Área del terreno} = 3,498.37 \text{ m}^2$$

- $1,700 \text{ mm/año} * 1 \text{ año} / 365 \text{ días} = 4.657 \text{ mm/día}$
- $4.657 \text{ mm/día} * 1 \text{ mt} / 1,000 \text{ mm} = 0.004657 \text{ m/día}$
- $0.004657 \text{ m/día} * 3,498.37 \text{ m}^2 = 16.29 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $16.29 \text{ m}^3 / \text{día} * 1,000 \text{ lts} / 1 \text{ m}^3 * 1 \text{ día} / 24 \text{ hrs.} * 1 \text{ hora} / 60 \text{ min} * 1 \text{ min} / 60 \text{ seg} =$   
**0.188 litros / segundos**

**Precipitación:**

- $3,433.21 \text{ mm/año} * 1 \text{ año} / 365 \text{ días} = 9.406 \text{ mm/día}$
- $9.406 \text{ mm/día} * 1 \text{ mt} / 1,000 \text{ mm} = 0.009406 \text{ m/día}$
- $0.009406 \text{ m/día} * 3,498.37 \text{ m}^2 = 32.91 \text{ m}^3 / \text{día}$
- $32.91 \text{ m}^3 / \text{día} * 1,000 \text{ lts} / 1 \text{ m}^3 * 1 \text{ día} / 24 \text{ hrs} * 1 \text{ hora} / 60 \text{ min} * 1 \text{ min} / 60 \text{ seg} =$   
**0.380 litros / segundo**

**Infiltración:**

- $0.028 \text{ m}^3 / 40 \text{ min} * 1,000 \text{ lts} / 1 \text{ m}^3 * 1 \text{ min} / 60 \text{ seg} = \mathbf{0.011 \text{ litros / segundo}}$

$$P - \text{Déficit} = Q$$

$$Q = 0.380 \text{ lts/seg} - (0.188 \text{ lts/seg} + 0.011 \text{ lts/seg})$$

$$Q = \mathbf{0.181 \text{ litros / segundo}}$$

Con base en el análisis del balance hídrico del terreno donde funcionará el relleno sanitario, se le encuentra apto para llevar a cabo cualquier tipo de proyecto y, por consiguiente, el antes mencionado.

**2.4. Aspectos hidrogeológicos**

San Gabriel Suchitepéquez cuenta con los siguientes accidentes hidrográficos:



### **2.4.1. Ríos**

- Sis (límite parcial con Mazatenango Suchitepéquez)
- Yaquijá

### **2.4.2. Riachuelos**

- Agua Zarca
- Boza
- Chicolá
- Islel
- Ixchiú

### **2.4.3. Zanjones**

- Chimulba
- Chorro
- Ichel
- Xeleca

Los cuerpos de agua del terreno se asientan en un área que drena a la cuenca hidrológica del Pacífico, específicamente a la del río Sis. En su interior el terreno no posee ningún cuerpo hídrico, y en la época de verano la capa freática oscila entre 10 a 15 metros de profundidad.

En cuanto a la precipitación pluvial en la región, el régimen de lluvia en la Costa Sur es aproximadamente de 9 meses al año, debido a que en este sector se dan los fenómenos de choques de vientos a diferentes temperaturas, las cuales tienen un máximo promedio de 32.40 grados centígrados y un mínimo promedio de 17.60 grados centígrados, comprendidos durante el periodo de agosto a septiembre y se tiene un régimen creciente. Para la unidad

de análisis, es un fenómeno atmosférico bastante significativo debido a su ubicación.

De conformidad con los datos proporcionados por el INSIVUMEH, durante la última década se registró un promedio para la región de 3,433.21 mm de precipitaciones pluviales anuales, con un promedio de 123 días de lluvia, una humedad relativa media de 87% y un 90% de evaporación, lo que hace al municipio de San Gabriel tener un clima bastante cálido.

## **2.5. Etapa de construcción**

Se tiene contemplado que el proyecto estará concluido en 45 días hábiles a partir de estar terminado y aprobado el estudio respectivo.

### **2.5.1. Número y tipo de trabajadores requeridos**

El personal que se requiere para realizar los trabajos de reubicación del relleno sanitario es de diez peones, dos operarios de maquinaria pesada, personal administrativo y profesional en la ingeniería o ambiental que supervise el proyecto constantemente.

### **2.5.2. Orígenes y cantidad de materias primas**

- Cemento
- Arena de río
- Piedrín
- Tubería de PVC
- Tubería de concreto

- Hierro de diversos calibres
- Ladrillo
- Mortero
- Perfiles

### **2.5.3. Acondicionamiento del terreno y accesos**

El terreno fue proporcionado por la actual administración municipal de San Gabriel Suchitepéquez, con una visión futura para garantizar la salud de la población y la conservación del medio ambiente en dicha región.

En la actualidad, viendo la necesidad de tener el estudio para la reubicación del relleno sanitario la municipalidad que preside el señor Lorenzo Sem López, en uno de sus proyectos, llevó a cabo en seguida el adoquinado respectivo del acceso, el cual se desvía de la carretera que une el municipio de San Gabriel y el municipio de San Lorenzo.

## **2.6. Instalaciones**

**a) Planta general**  
(Ver plano en anexos)

**b) Instalaciones sanitarias**

Contará con un dispositivo distribuidor de agua potable y también un distribuidor para aguas servidas, fosa séptica y un pozo de absorción (Ver Anexos).

**c) Instalaciones hidráulicas**

También para dicho estudio del proyecto de reubicación del relleno sanitario, se contará con drenajes tipo francés para evacuar el agua de lluvia, ya que es una zona muy lluviosa.

**d) Instalaciones eléctricas**  
(Ver Anexos)

## **3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **3.1. Operaciones de patio**

Los pasos son los siguientes:

- Llegarán los camiones al relleno sanitario y descargarán en el área asignada para recepción de basura.
- El cargador frontal trasladará la basura al área específica del manejo de residuos y clasificación.
- Seguidamente las personas que laboran en el relleno sanitario empezarán a clasificar toda clase de residuos y los trasladarán hacia el área, ya clasificados y separados.
- Posteriormente entrará de nuevo en funciones el cargador frontal para realizar todo el traslado hacia los contenedores destinados para cada producto, listos para ser comercializados.

#### **3.1.1. Maquinaria y equipo**

- Cargador frontal
- Compactadora
- Retroexcavadora
- Carretas de mano
- Palas, piochas y azadones

### **3.2. Clasificación y descarga**

Esta etapa la realizarán los empleados contratados para agilizar los respectivos trabajos.

### **3.3. Comercio y retiro del subproducto clasificado**

Se tendrá que comercializar con empresas que se dedican a la compraventa de toda clase de sólidos inorgánicos.

### **3.4. Mantenimiento**

Las áreas donde se tendrá contacto con los sólidos contarán con una torta de concreto para que haya una constante limpieza.

## **4. TRASADO**

El traslado del producto lo realizarán las empresas que adquieran constantemente los productos clasificados.

### **4.1. Recolección**

La recolección de residuos sólidos, no seleccionados y separados, en una zona urbana, es difícil y compleja, ya que la generación de residuos sólidos comerciales-industriales y domésticos se produce en cada casa, en cada bloque de viviendas y en cada instalación comercial e industrial, así como en las calles, en los parques, e incluso en zonas vacías. El constante desarrollo de las afueras de San Gabriel y lo largo de su territorio ha complicado todavía más la tarea de recolección.

Mientras las formas de generar residuos se vuelven más difusas y se incrementa la cantidad total de residuos, la logística de recolección se vuelve más compleja. Aunque estos problemas siempre han existido en algún grado, actualmente han llegado a ser críticos, por los altos costos en el combustible y en la mano de obra.

Los métodos manuales utilizados para la recolección de residuos domésticos incluyen: 1) El levantamiento directo y el porte de los contenedores cargados hasta el vehículo de recolección para su vaciado. 2) El deslizamiento de los contenedores cargados sobre sus ruedas hasta el vehículo de recolección para su vaciado. 3) El uso de pequeños montacargas para llevar los contenedores cargados al vehículo de recolección.

Según el proyecto, el servicio de recolección se realizará en las aceras, porque es el más común para la mayoría de los bloques de viviendas de baja y mediana altura. Para realizar dicho trabajo, normalmente se lleva a cabo con un equipo de tres o, en algunos casos cuatro, operarios: un conductor y dos o tres recolectores, que cargan los residuos desde la acera al vehículo de recolección.

Estará a cargo de la Municipalidad de San Gabriel Suchitepéquez o se contratarán los servicios de pequeñas empresas.

#### **4.2. Transporte**

La Municipalidad tendrá vehículos destinados específicamente a los trabajos en el relleno sanitario, para llegar al punto final de evacuación con vehículos motorizados. Los medios más comunes utilizados para transportar los residuos sólidos hasta el lugar asignado son picop, remolques y camiones pequeños para el fácil acceso al terreno.

En general, los vehículos utilizados para transportar residuos en vías públicas deberían satisfacer los siguientes requisitos:

- Transportar los residuos a un costo mínimo
- Cubrir los residuos durante la operación de transporte
- Utilizar vehículos diseñados para el tráfico vial
- Emplear vehículos con capacidad ajustada a los límites de peso permitidos
- Utilizar técnicas de descarga sencillas y fiables



### **4.3. Plan de seguridad ambiental**

Las propuestas del Plan de Seguridad Ambiental fueron concebidas para evitar el deterioro o la contaminación del ambiente en el terreno, siendo su fin primordial procurar una calidad de vida adecuada para sus habitantes. En ese sentido, se recomienda lo siguiente:

- La empresa debe contar con profesionales de alta calidad, que supervisen el control de calidad y el cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas en la construcción, en lo referente a materiales y procesos de los sistemas de aguas pluviales y sanitarias.
  - Se recomienda que al relleno sanitario se le dé mantenimiento para reducir los riesgos para la salud humana.
  - Tener en óptimas condiciones el camino de acceso al relleno sanitario.
  - Contar con equipo ante-incendios.

### **4.4. Plan de contingencia**

Esta propuesta está referida a posibles catástrofes, como deslizamientos fortuitos, asentamientos, incendios forestales e incendios domiciliarios. Sobre esto proponemos:

- Propiciar la organización de los vecinos y, por medio de ésta, solicitar adiestramiento para la población a través de las entidades de servicio, para atender contingencias. A este respecto es importante mantener entre los vecinos un código de alerta.

- Mantener un sistema de comunicación e información ágil y efectivo con los centros de asistencia social, como Bomberos, Cruz Roja, etc.
- Mantener en perfecto estado la calle de ingreso.

Todos los años, al terminar el invierno, los vecinos deben promover la limpieza de tragantes y drenajes, así como mantener todos los suelos con cubierta vegetal.

#### **4.5. Plan de seguridad humana**

Deberán cumplirse todas las normas de seguridad ambiental, para no tener riesgos en la contaminación tanto del medio ambiente y evitar la propagación de enfermedades que en él existen.

El proyecto debe construirse de acuerdo con lo planificado en los planos y en la memoria descriptiva, y cumplir con las especificaciones técnicas.

La correcta evacuación de las aguas servidas mejorará el estilo y la calidad de vida de los habitantes del municipio de San Gabriel, en los aspectos de salud, higiene y medio ambiente en general.

Es conveniente que no se habite en los alrededores del relleno sanitario, para evitar enfermedades que pueden ocasionar los desechos sólidos que en él se van a depositar.

#### **4.5.1. Medidas precautorias**

Los trabajadores de la etapa constructiva deben tener el equipo adecuado de protección a su labor, como mascarillas, gorras, botas y ropa especial.

## **5. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS**

Por su ubicación, el terreno donde se establecerá el relleno sanitario el uso potencial del suelo es urbano, no tiene mas alternativas que la construcción. Esto implica un adecuado manejo de los desechos sólidos de la población. En este caso el estudio de reubicación del relleno sanitario se aplica a un área lejana al municipio, por lo que el impacto es positivo y generará una disminución de contaminación dentro de la urbanización del municipio, y por lo tanto, una disminución de enfermedades que los desechos provocan.

## CONCLUSIONES

1. El proyecto descrito encaja dentro del medio circundante, por estar dentro de la urbanización cantón San Lorenzo y el recorrido del Riachuelo, San Gabriel Suchitepéquez. Fue planificado pensando en el desarrollo urbanístico.
2. Este proyecto cumple con todos los requisitos técnicos, tiene todas las instalaciones necesarias y brindará una mejor calidad de vida a los habitantes. Incluye los sistemas de agua potable, evacuación de las aguas pluviales y energía eléctrica.
3. Por la ubicación del terreno, el establecimiento del relleno sanitario, puede considerarse como de **IMPACTO AMBIENTAL NO SIGNIFICATIVO**.
4. El relleno evitará que proliferen basureros clandestinos dentro del municipio, además de la permanencia de malos olores en el ambiente, como ocurre en la actualidad. Se llevará un correcto control de recolección y disposición final de los desechos sólidos.
5. En ese sentido, es necesario se tomen en cuenta las recomendaciones hechas en el presente estudio, a través de los planes de seguridad ambiental, contingencia y seguridad humana.
6. Es necesario que se obedezcan aquellas recomendaciones que la Comisión Nacional del Medio Ambiente del ministerio de ambiente y recursos naturales. Todo ello tendrá que ser parte de los compromisos que adquiera

la empresa constructora en la declaración jurada que se adjunta a este trabajo.

7. La reubicación del relleno sanitario del municipio de San Gabriel evitará que los sistemas ambientales se alteren por la presencia de la población en el área.

## BIBLIOGRAFIA

1. Instituto Geográfico Militar, **SF Mapa de Zonas de Vida**, Escala 1:60,000, Guatemala.
2. Instituto Geográfico Nacional, **Mapa geológico de Guatemala**, Escala 1:250,000, Guatemala.
3. Diccionario Geográfico Nacional, **Atlas Nacional de Guatemala**, Tomo I
4. Alvarado Cabrera, Gilberto Daniel, **Mapa del uso de la Tierra**, Imagen landsat, escala 1:250,000 Guatemala, 1988
5. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, **Reglamento de Requisitos Mínimos y sus Máximos Permisibles de Contaminación de Aguas Servidas**.
6. Padilla, Aura y Peter Hormander, **Industrias más limpias y competitivas de Guatemala**. Cámara de la Industria de Guatemala 1999.
7. Donis, Julio, **Manual ciudadano de desechos sólidos**, Greenpeace Centro América 1998.
8. Tchobanoglous, George, Hilary Theisen, Samuel A. Vigil, **Gestión Integral de Residuos Sólidos**, Volumen I.
9. Instituto Nacional de Estadística, **Censos Nacionales XI de Población y VI de Habitación**, Guatemala 2,002
10. INSIVUMEH, **Registros Climatológicos**, Guatemala 1997.
11. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, **Laboratorio de Información Geográfica**, Guatemala 2,002.
12. Simmons, Charles S. **Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala**, Editorial del Ministerio de Educación Pública.

## **ANEXO**



Figura 1. Mapa del departamento de Suchitepéquez

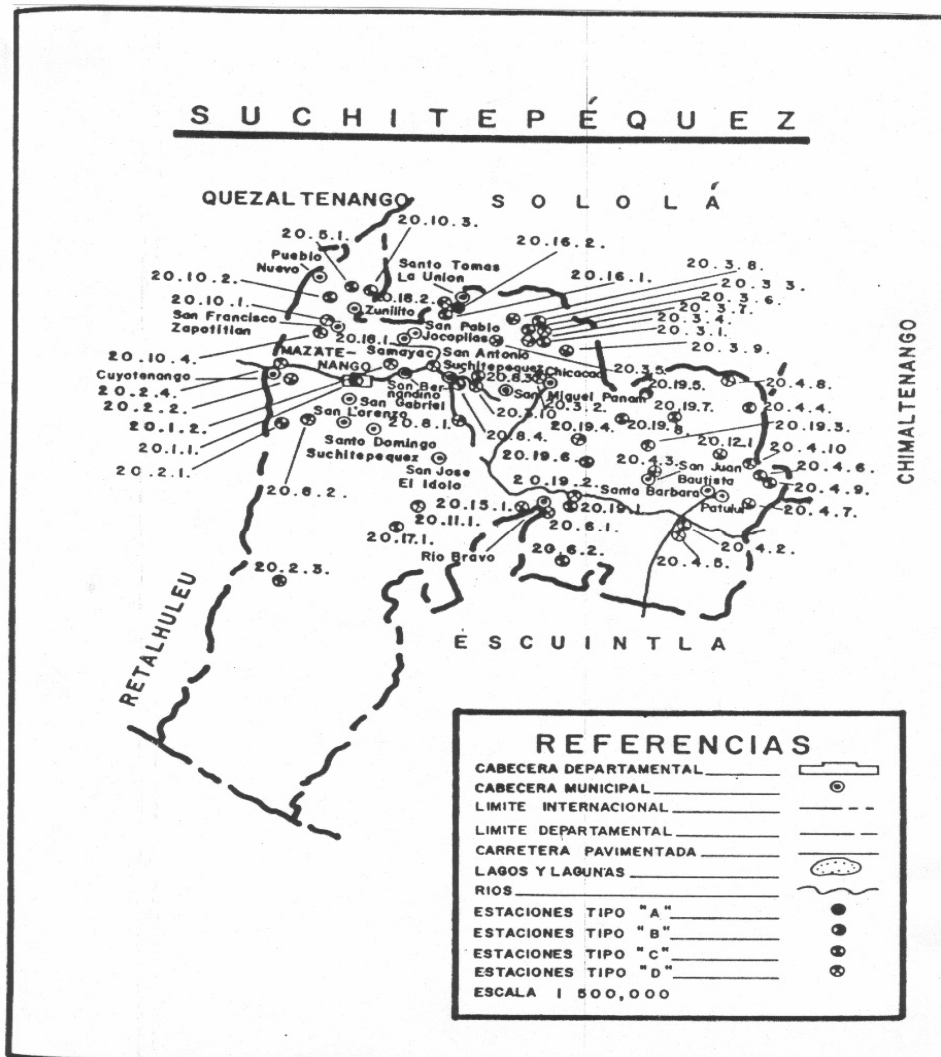


Figura 2. Mapa de evapotranspiración potencial, República de Guatemala

No. 5



Mapa de Evapotranspiración Potencial  
República de Guatemala

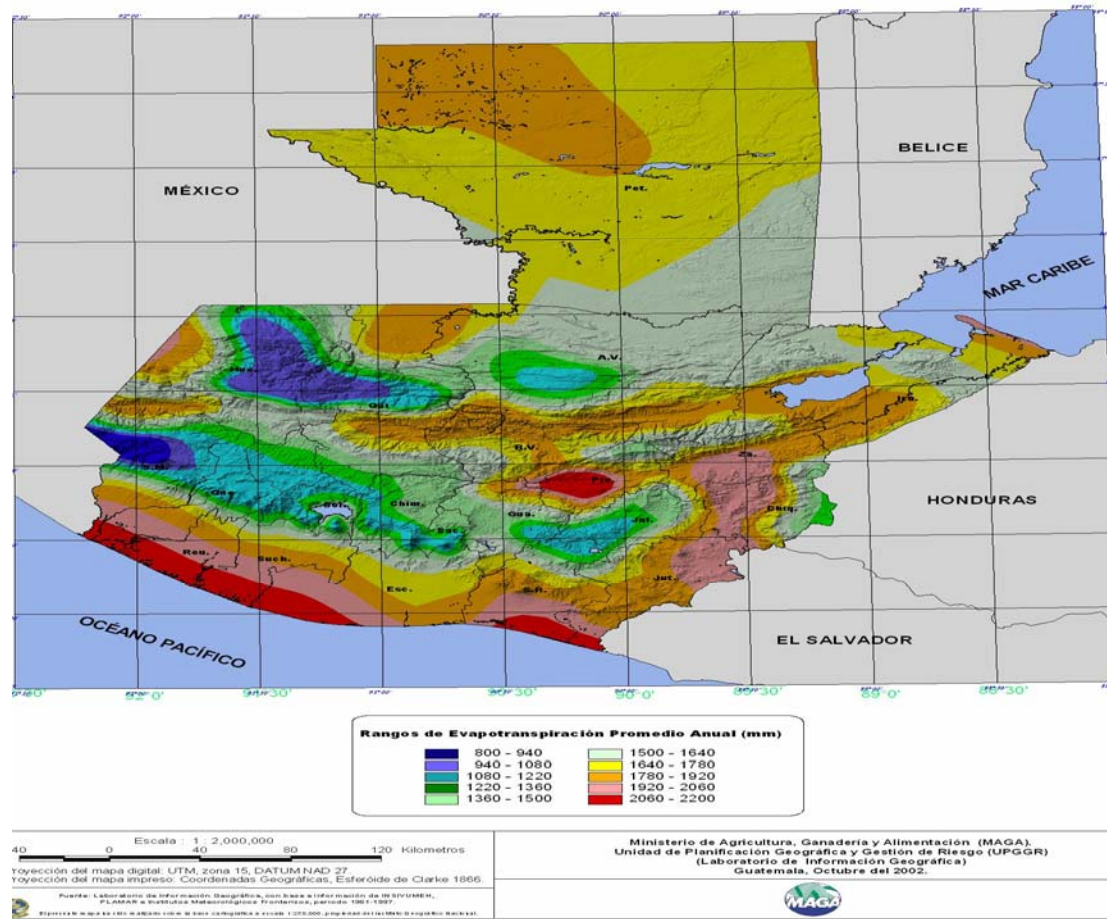


Figura 3. Mapa de precipitación promedio anual, República de Guatemala

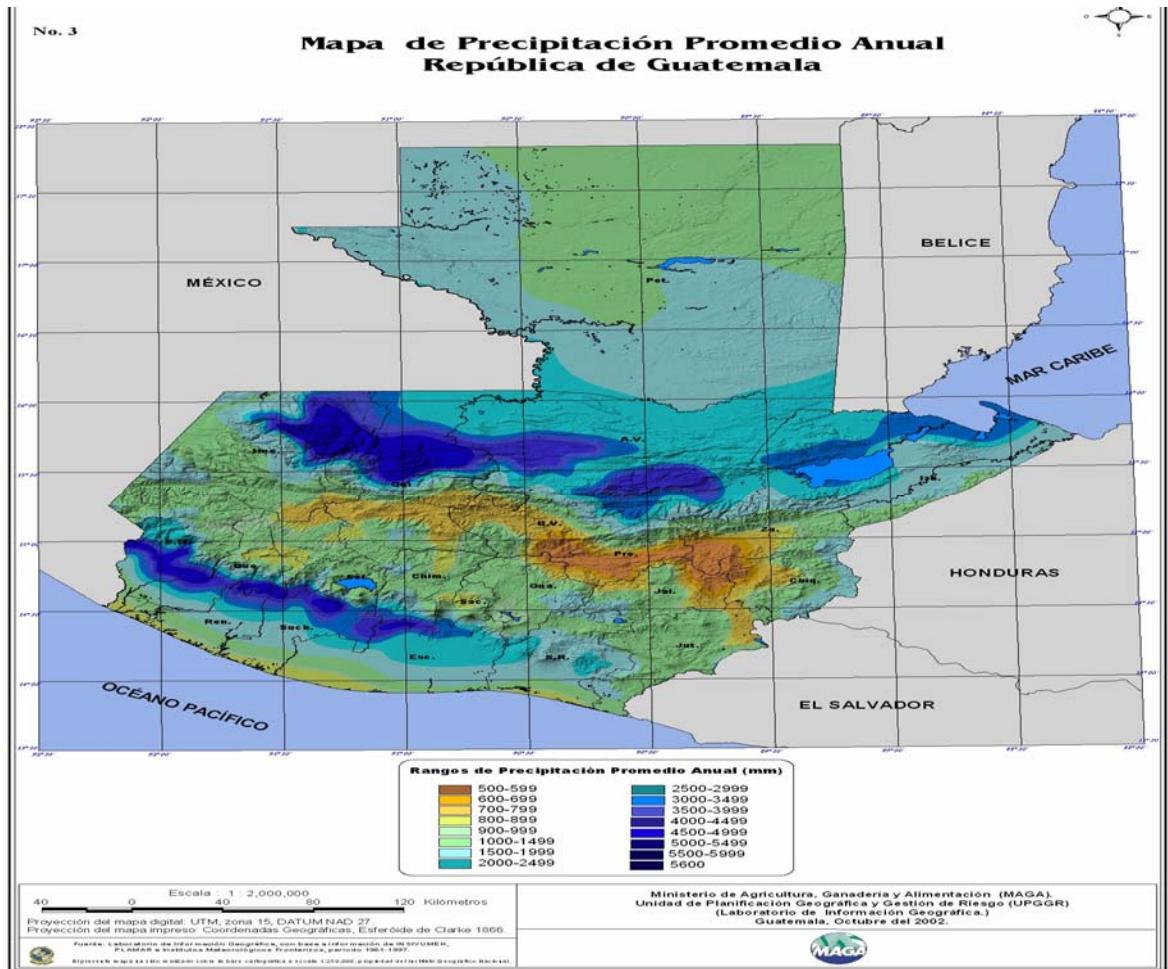
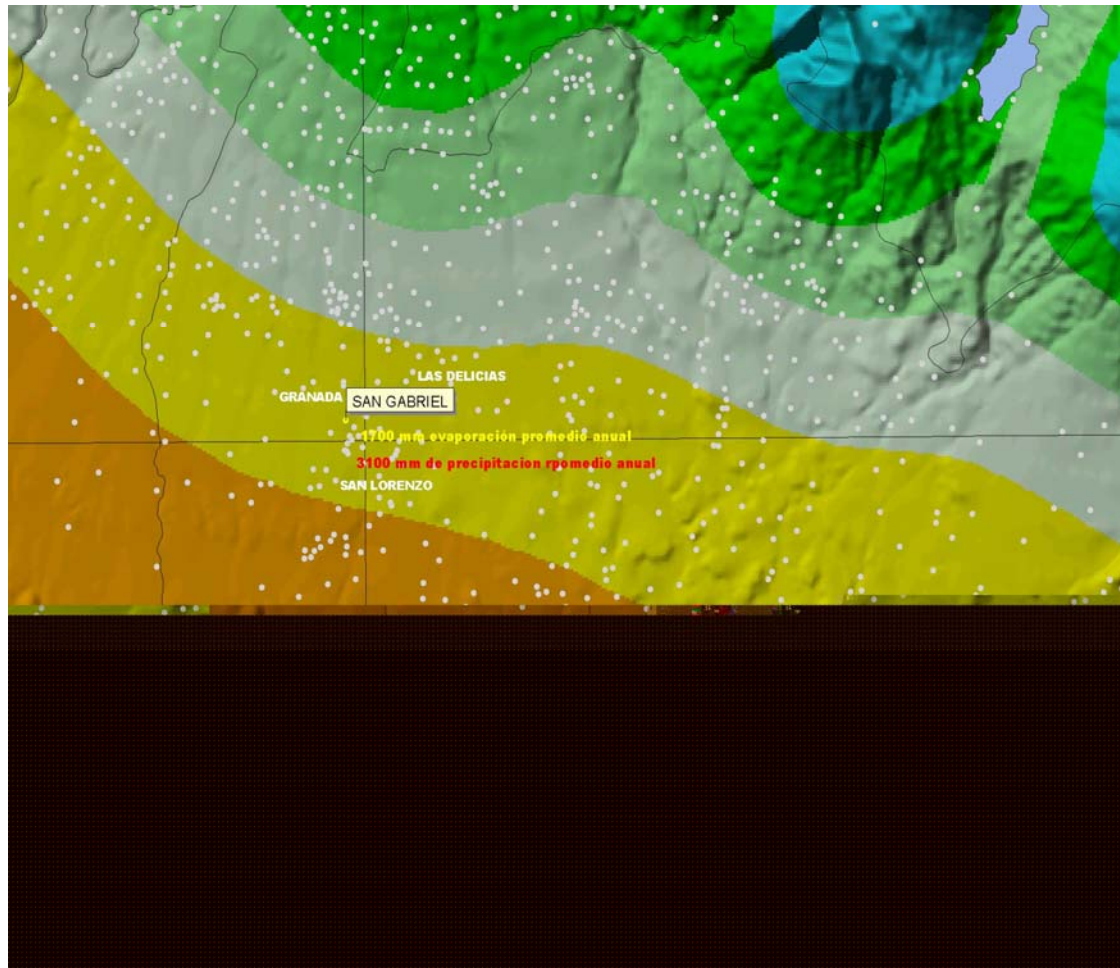


Figura 4. Promedio anual de evaporación de San Gabriel Suchitepéquez





**Figura 5. Relleno sanitario actual de San Gabriel Suchitepéquez**



**Figura 6. Predio donde funcionará el nuevo relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**





**Figura 7. Acceso al relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez por carretera asfaltada**



**Figura 8. Ingreso al relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez por carretera adoquinada**

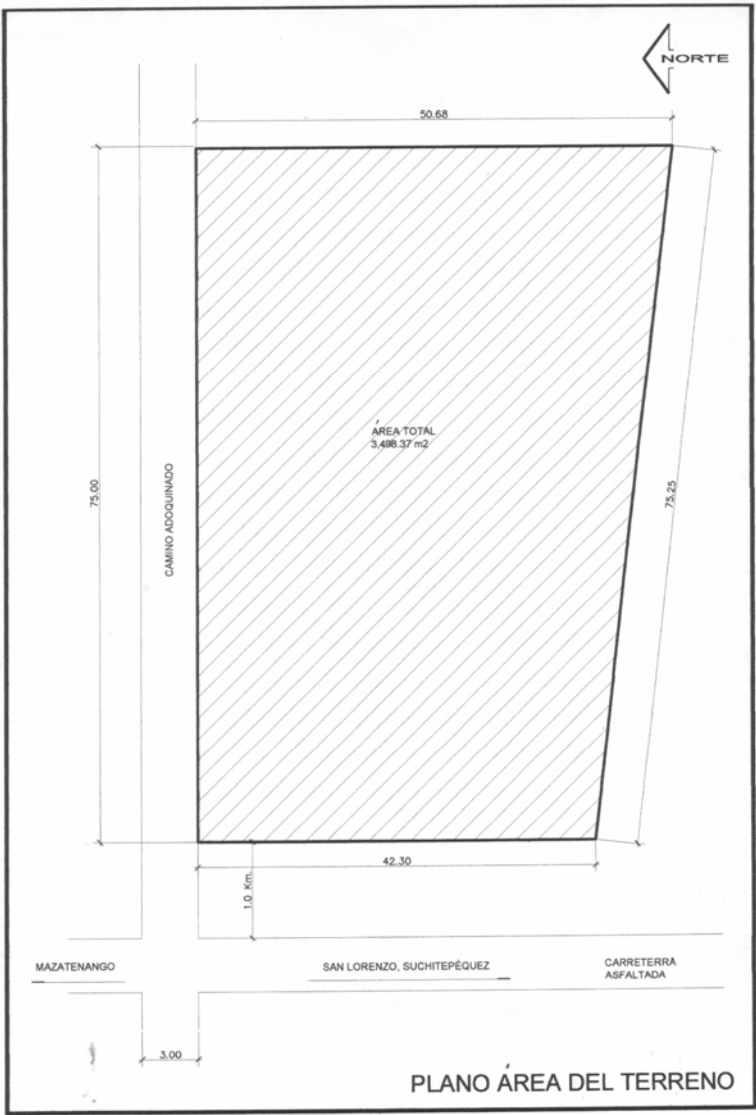




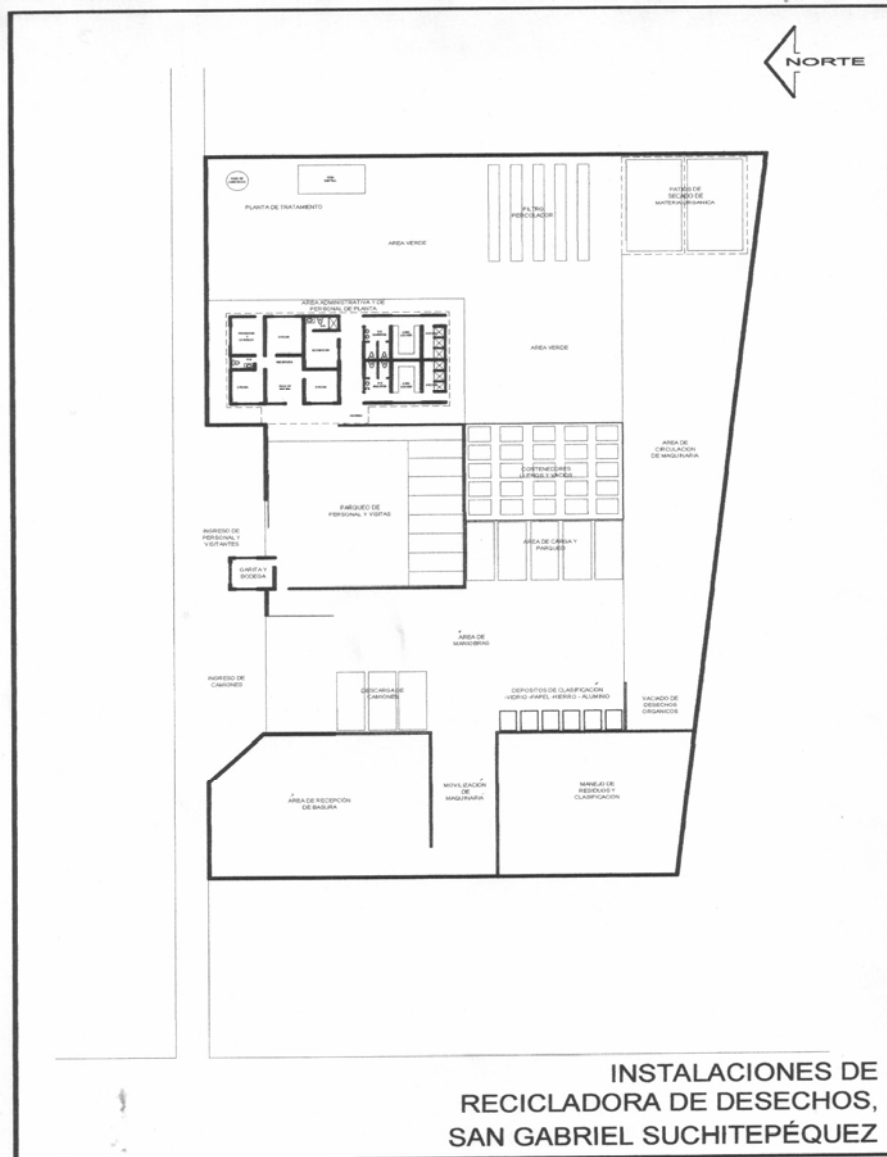
**Figura 9. Acceso al relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez por carretera adoquinada**



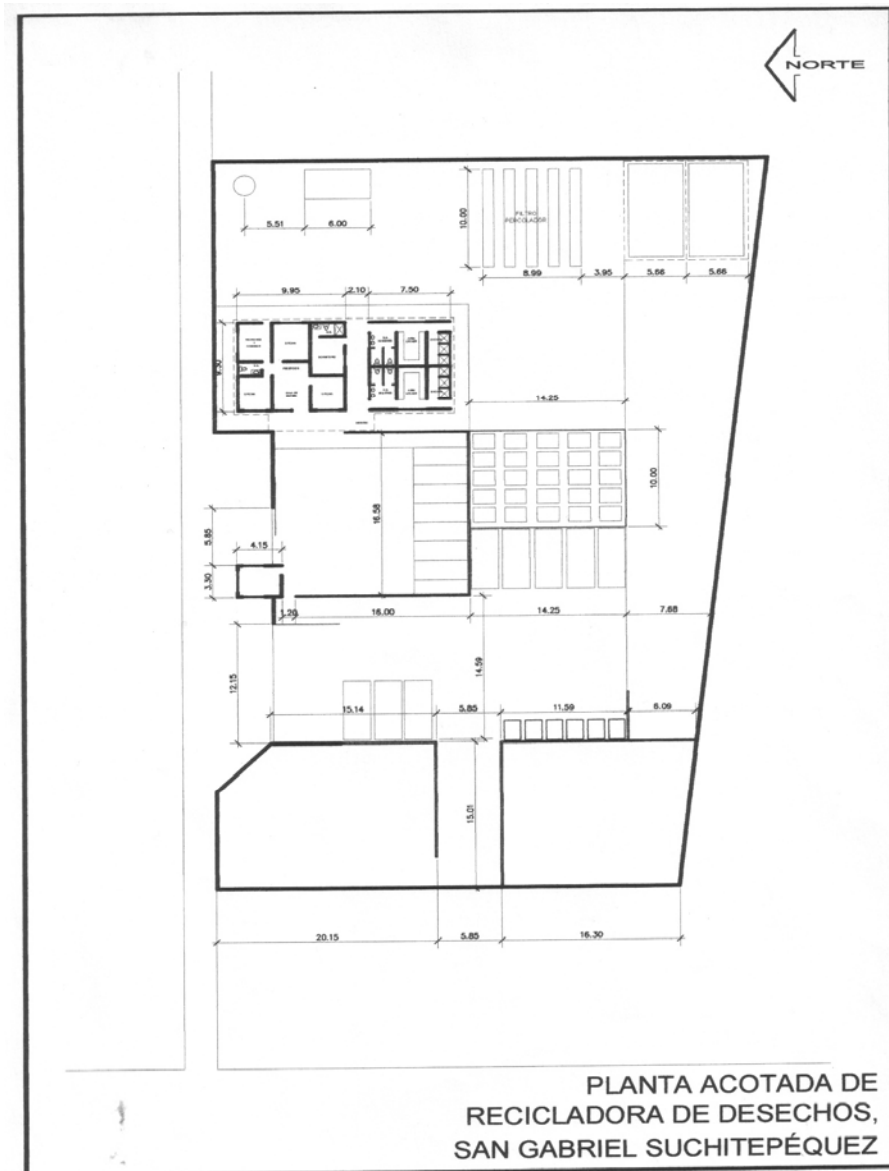
**Figura 10. Plano del área del terreno donde funcionará el relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**



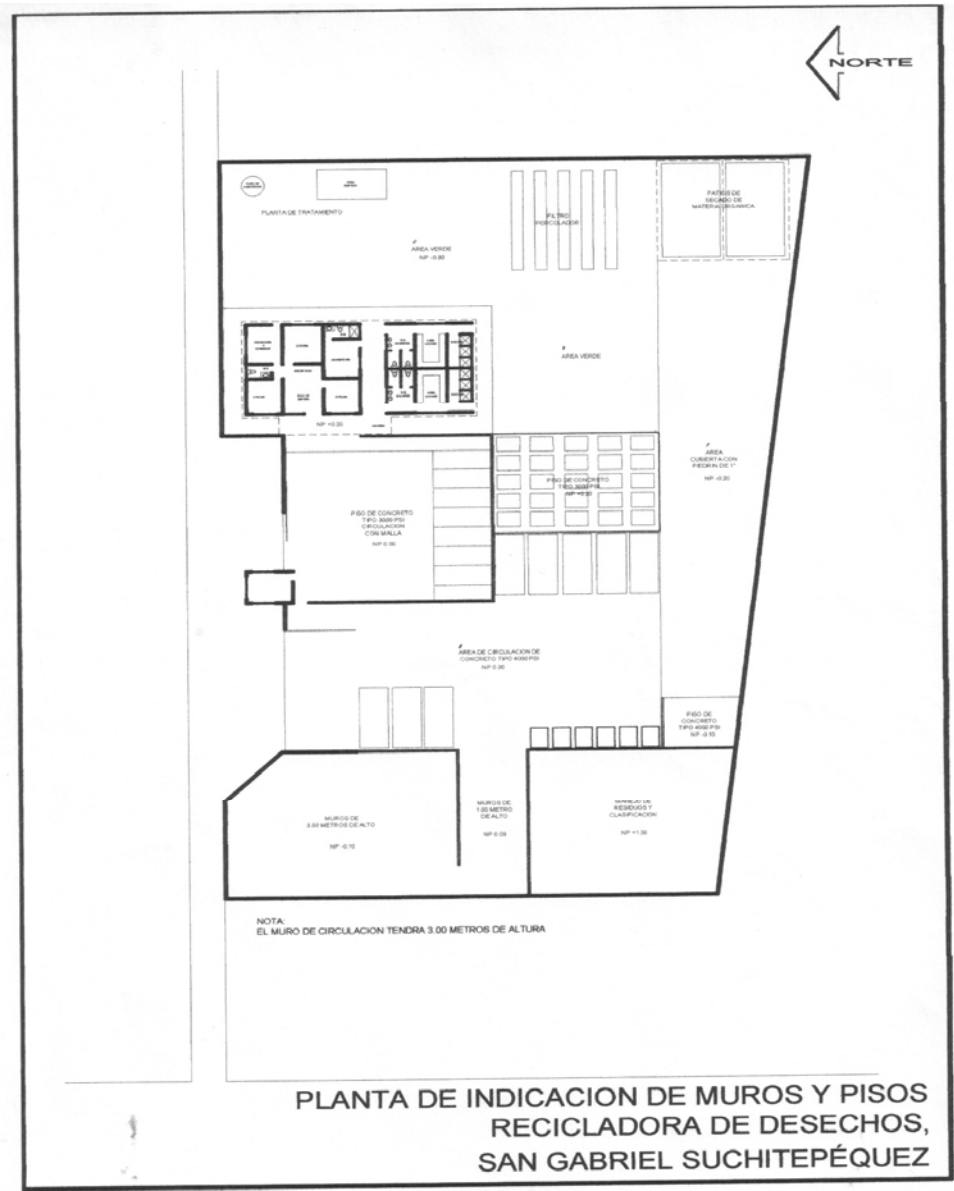
**Figura 11. Plano de las instalaciones donde funcionará el relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**



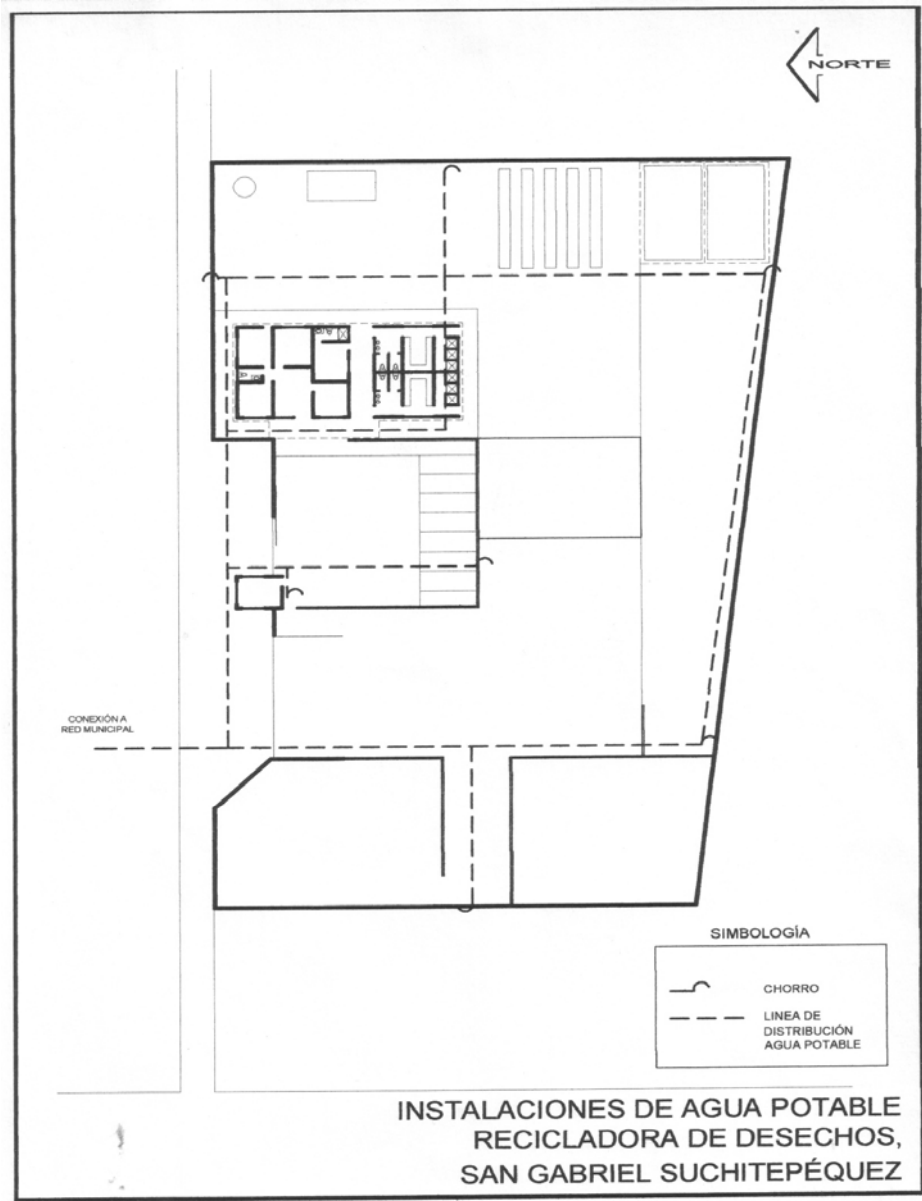
**Figura 12. Planta acotada del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**



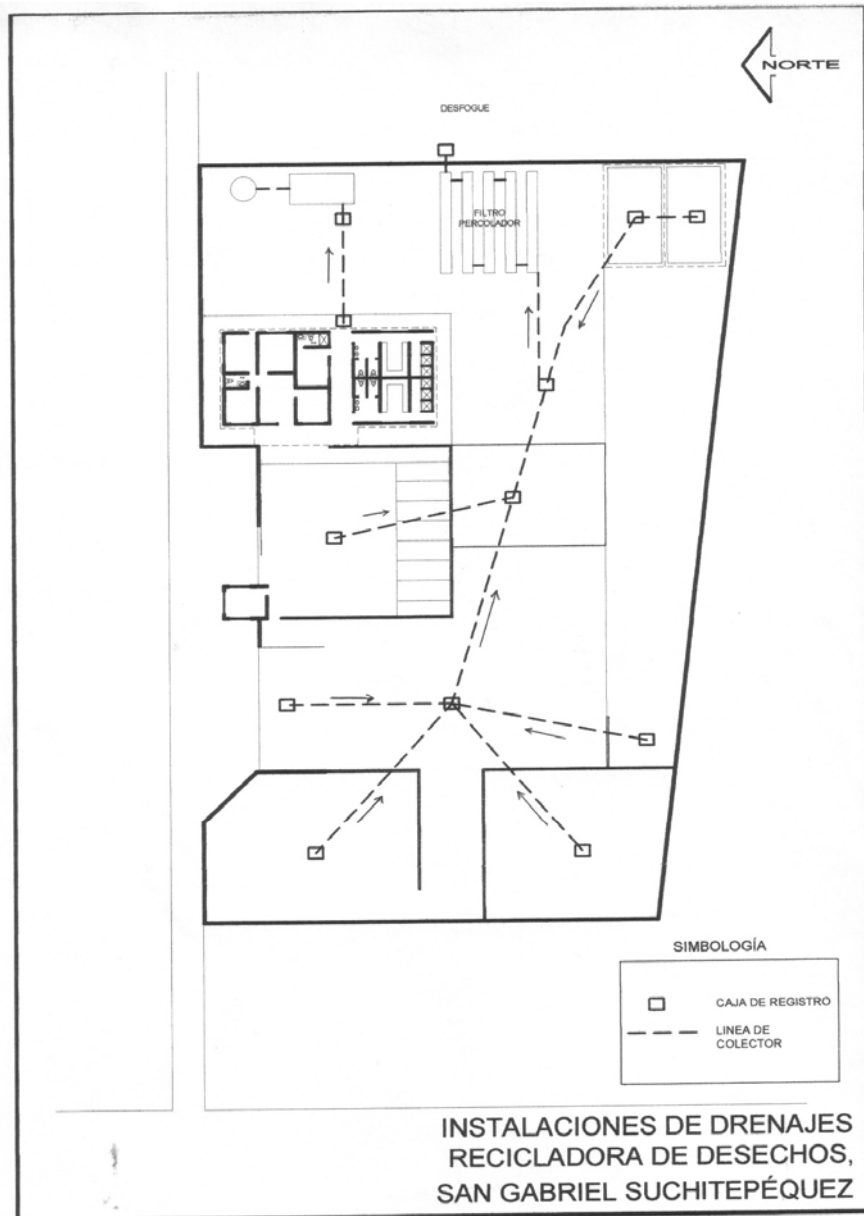
**Figura 13. Planta de indicación de muros y pisos del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**



**Figura 14. Plano de las instalaciones de agua potable del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**



**Figura 15. Plano de las instalaciones de drenajes del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**



**Figura 16. Plano de las instalaciones eléctricas del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez**

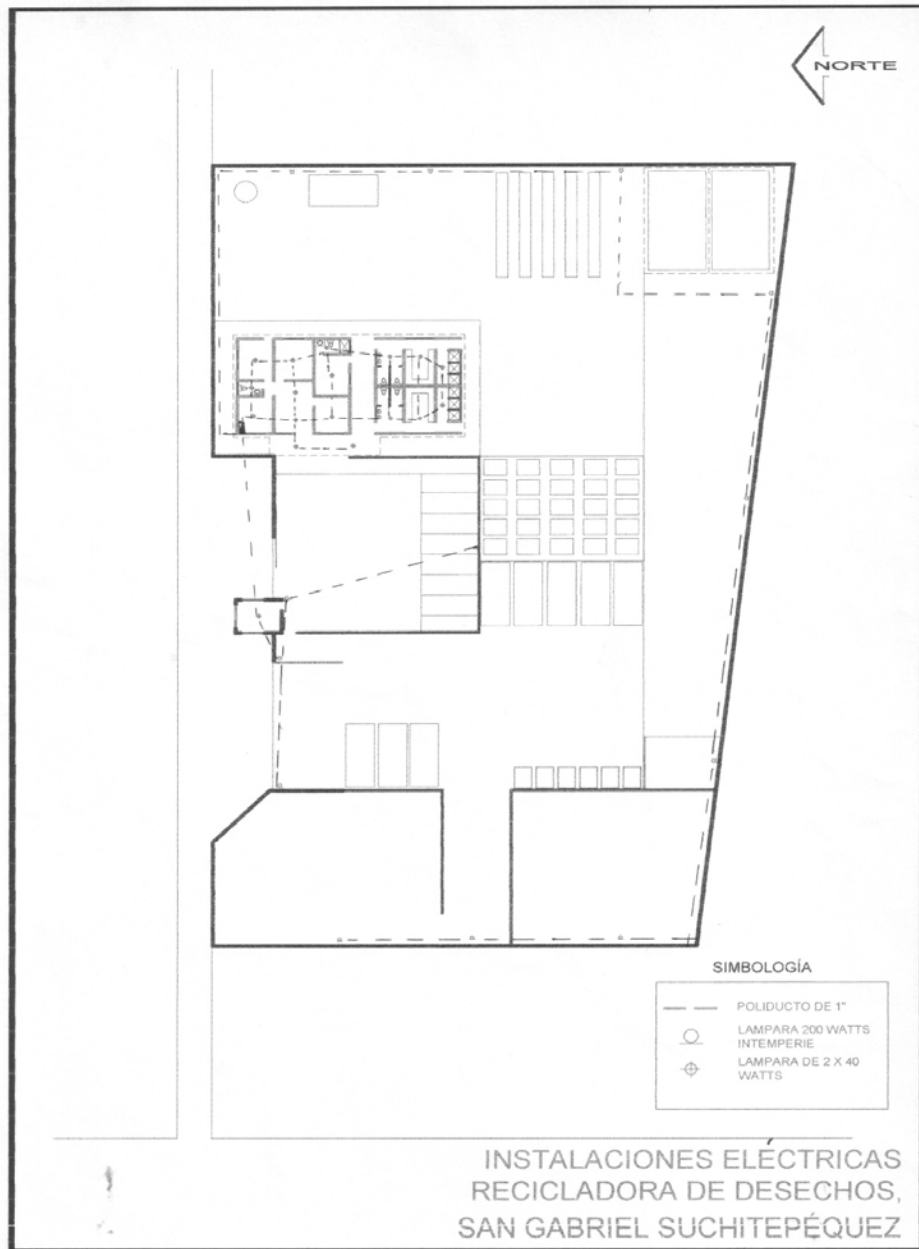




Figura 17. Planta del área administrativa del relleno sanitario de San Gabriel Suchitepéquez



**Tabla I. Precipitaciones de lluvia anuales año 1,990 a 1,997, estación Chojó del municipio de San Gabriel Suchitepéquez**

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	AÑO	VARIAB	MMR	MMR	MMR	MMR	MMR	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	LLUVIA	MM	0.1	89.8	95.6	161.3	414.0	515.1	210.7	269.7	748.4	523.7	112.6	0.0	3161.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	LLUVIA	MM	0.0	0.0	0.0	96.5	450.8	595.5	217.4	84.3	495.5	460.0	0.0	78.4	2582.4
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	LLUVIA	MM	6.5	11.1	272.6	6.3	161.8	344.0	135.8	558.6	854.4	461.4	236.6	0.0	3047.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	LLUVIA	MM	37.0	13.1	89.5	309.1	688.3	597.2	167.2	220.8	245.7	418.3	201.1	0.0	2876.3
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	LLUVIA	MM	0.0	11.2	0.0	96.0	427.2	539.6	616.1	479.9	342.7	7.4	22.3	47.4	2599.8
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	LLUVIA	MM	4.2	65.8	96.1	596.2	572.3	622.4	562.9	842.7	975.8	522.3	252.5	0.0	5153.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	LLUVIA	MM	3.2	19.1	11.0	1207.3	1208.3	547.8	185.0	367.8	1032.6	165.8	0.0	0.0	4767.9
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	LLUVIA	MM	40.0	100.6	308.4	540.0	638.4	537.7	173.8	327.8	307.5	213.9	0.0	0.0	3288.1
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	HRMED	%	82	81	82	82	85	85	87	89	91	91	89	84	85
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	HRMED	%	83	84	86	88	88	87	88	87	88	90	86	91	87
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	HRMED	%	69	69	85	81	85	86	88	88	88	88	90	87	87
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	HRMED	%	80	90	83	88	86	86	86	91	89	89	89	87	87
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMEDIA	GRADOC	25.0	25.2	25.7	26.7	26.8	27.0	25.8	25.7	26.0	25.0	25.3	24.9	25.7
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMEDIA	GRADOC	25.1	25.9	26.6	27.4	27.3	27.0	26.6	26.4	26.3	25.2	25.9	24.9	26.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMEDIA	GRADOC	24.7	25.1	26.4	27.1	27.6	27.2	25.9	26.2	25.9	26.6	25.4	24.9	26.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMEDIA	GRADOC	24.8	24.8	26.2	27.1	27.4	26.8	27.5	25.2	25.9	26.6	25.2	24.9	26.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMEDIA	GRADOC	24.8	25.4	26.9	27.9	27.4	26.2	26.6	26.9	26.2	25.5	25.8	26.4	26.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMEDIA	GRADOC	25.3	25.4	25.8	27.3	26.3	26.4	26.9	26.5	25.3	26.4	25.7	0.0	26.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	TMEDIA	GRADOC	24.5	24.8	26.0	25.6	27.2	27.2	25.6	26.3	25.7	30.0	26.2	0.0	26.3
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	TMEDIA	GRADOC	33.0	25.5	26.0	25.6	26.4	26.9	26.2	25.4	23.0	26.6	0.0	0.0	26.8
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMAXPR	GRADOC	33.5	33.1	33.3	32.8	32.0	32.3	32.2	32.4	32.5	32.0	32.6	31.6	32.5
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMAXPR	GRADOC	31.6	33.6	34.0	33.9	32.8	32.6	32.8	32.9	32.5	31.7	32.1	31.9	32.7
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMAXPR	GRADOC	31.8	33.3	33.7	33.2	32.4	31.9	32.0	31.4	32.4	31.6	31.6	32.5	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMAXPR	GRADOC	32.1	33.3	32.9	32.7	32.2	32.9	32.7	31.0	31.8	31.6	32.3	32.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMAXPR	GRADOC	32.7	33.6	32.1	32.8	32.1	32.3	32.4	33.1	32.2	32.2	32.0	32.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMAXPR	GRADOC	32.1	32.8	32.7	31.0	32.0	32.8	32.4	31.8	31.4	31.5	32.1	32.2	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	TMAXPR	GRADOC	32.0	32.1	32.9	32.9	32.7	32.4	33.9	31.8	31.4	31.4	32.1	32.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	TMAXPR	GRADOC	33.2	34.2	32.5	33.5	32.4	32.6	32.5	31.0	31.4	31.2	0.0	0.0	32.4
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMINPR	GRADOC	15.6	15.0	16.5	18.0	18.9	16.7	18.0	18.0	17.6	16.0	17.6	17.5	17.1
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMINPR	GRADOC	16.2	16.2	17.1	18.6	17.6	19.6	19.3	18.1	18.2	18.9	18.0	16.3	17.9
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMINPR	GRADOC	15.9	15.9	17.4	18.0	18.5	20.0	18.4	19.6	18.4	18.0	17.8	0.0	18.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMINPR	GRADOC	14.6	15.3	17.8	18.7	17.5	19.5	19.8	18.8	19.1	18.7	16.9	0.0	17.9
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMINPR	GRADOC	15.9	16.0	15.0	16.7	17.4	17.2	15.3	15.6	15.4	17.9	18.0	17.5	16.7
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMINPR	GRADOC	14.9	15.7	17.8	17.6	18.6	20.2	18.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	VIENT	MMHRA	2.1	2.0	1.9	2.3	2.3	2.6	2.8	3.1	3.2	2.8	2.9	2.8	2.6
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	VIENT	MMHRA	3.1	3.4	3.4	3.3	3.4	3.7	4.0	4.0	3.6	3.6	3.5	3.9	3.5
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	VIENT	MMHRA	3.9	3.8	4.0	4.6	4.1	4.0	4.3	4.0	4.1	4.2	4.0	4.7	4.1
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	VIENT	MMHRA	3.9	3.9	4.1	4.0	4.0	4.4	4.6	4.2	4.1	4.2	4.0	4.7	4.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	VIENT	MMHRA	4.0	4.2	5.5	4.2	4.4	4.4	4.2	4.4	3.8	4.5	4.2	4.3	4.3
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	VIENT	MMHRA	4.0	4.1	4.3	4.2	4.9	4.0	3.7	4.7	4.2	4.4	4.0	4.2	4.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	VIENT	MMHRA	4.0	4.1	5.0	4.3	4.2	4.6	4.0	4.3	4.2	4.0	4.3	6.7	5.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	VIENT	MMHRA	4.1	4.8	5.2	4.4	5.0	4.1	4.3	4.2	4.1	4.3	4.2	4.4	4.4

**Tabla II. Promedios de humedad relativa media año 1990 a 1993, estación Chojója para el municipio de San Gabriel Suchitepéquez**

CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	LLUVIA	MM	0.1	89.8	96.6	181.3	414.0	515.1	210.7	269.7	745.4	523.7	112.6	0.0	3161.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	LLUVIA	MM	0.0	0.0	0.0	98.5	450.8	666.5	217.4	84.3	495.5	450.0	0.0	78.4	2582.4
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	LLUVIA	MM	6.5	11.0	272.6	6.3	151.6	344.0	153.8	558.6	834.4	461.4	236.6	0.0	3047.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	LLUVIA	MM	37.0	13.1	89.5	309.1	688.3	667.2	167.2	220.8	245.7	418.3	20.1	0.0	2876.3
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	LLUVIA	MM	0.0	11.2	0.0	96.0	427.2	539.6	616.1	479.9	342.7	7.4	22.3	47.4	2589.8
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	LLUVIA	MM	4.2	65.8	56.1	98.2	572.3	622.4	582.9	842.7	975.8	552.3	252.9	0.0	5153.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	LLUVIA	MM	3.2	19.1	11.0	1207.3	1208.3	547.8	185.0	367.8	1032.6	185.8	0.0	0.0	4767.9
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	LLUVIA	MM	40.0	100.6	308.4	540.0	638.4	637.7	173.8	327.8	307.5	213.9			3288.1
<b>PROMEDIO</b>																				
<b>11.4 38.8 109.2 378.1 575.1 567.5 288.4 394.0 623.0 351.6 92.0 18.0 3447.0</b>																				
CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	LLUVIA	DIAS	1	8	7	14	19	20	16	15	17	26	6	0	149
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	LLUVIA	DIAS	0	0	0	3	17	21	10	7	17	11	0	1	87
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	LLUVIA	DIAS	2	2	6	2	11	10	5	13	18	13	10	1	93
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	LLUVIA	DIAS	3	1	4	10	24	19	3	7	11	3	1	3	89
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	LLUVIA	DIAS	0	2	8	5	10	16	13	15	15	3	6	9	102
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	LLUVIA	DIAS	1	1	3	20	17	18	20	26	28	20	8		162
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	LLUVIA	DIAS	2	2	2	28	29	25	12	11	27	14	5		157
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	LLUVIA	DIAS	5	5	7	20	22	19	8	12	18	17			133
<b>PROMEDIO</b>																				
<b>2 3 5 7 20 22 19 8 12 18 17 5 2 19 11 13 18 18 14 5 2 123</b>																				
CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	HRMED	%	62	81	62	82	86	85	87	89	87	88	90	85	84
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	HRMED	%	83	84	86	88	88	87	88	87	88	88	88	88	87
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	HRMED	%	89	89	85	81	86	88	88	88	88	88	88	90	87
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	HRMED	%	80	90	83	86	86	86	86	86	86	89	89	89	87
<b>PROMEDIO</b>																				
<b>84 86 84 85 86 87 88 89 89 88 88 88 88 87 88 89 89 88 88 88 87</b>																				
CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMEDIA	GRADOC	25.0	25.2	25.7	26.7	26.8	27.0	25.8	25.7	26.0	25.0	25.3	24.9	25.7
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMEDIA	GRADOC	31.6	33.5	34.0	27.4	27.3	27.0	26.6	26.4	26.3	25.2	25.8	24.9	26.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMEDIA	GRADOC	24.7	25.1	26.6	27.4	27.6	27.2	25.9	26.2	25.9	25.6	25.4	24.9	26.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMEDIA	GRADOC	24.9	24.6	26.2	27.1	27.4	26.8	27.5	25.2	25.8	26.6	25.2	24.9	26.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMEDIA	GRADOC	24.8	25.4	26.9	25.9	27.4	26.2	26.6	26.9	26.2	25.5	25.8	26.2	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMEDIA	GRADOC	25.3	25.4	25.8	27.3	26.3	25.4	26.9	26.5	25.3	26.4	25.7	26.0	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	TMEDIA	GRADOC	24.5	24.8	26.0	25.6	27.2	27.2	25.6	26.3	25.7	30.0	26.2	26.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	TMEDIA	GRADOC	33.0	25.5	26.0	25.6	26.4	26.4	26.2	26.4	25.6	26.6			26.8
<b>PROMEDIO</b>																				
<b>25.9 25.3 26.2 26.6 27.1 26.7 26.4 26.2 26.2 25.6 26.4 26.4 26.2 26.4 26.2 26.2 26.4 26.4 26.4 26.2 26.2</b>																				
CLAVE	ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMAXPR	GRADOC	33.5	33.1	33.3	32.8	32.0	32.3	32.2	32.4	32.5	32.0	32.6	31.6	32.5
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMAXPR	GRADOC	31.6	33.5	34.0	32.8	32.6	32.6	32.8	32.9	32.5	31.7	32.1	31.9	32.7
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMAXPR	GRADOC	31.6	33.6	33.3	32.7	33.2	32.4	31.9	32.0	31.4	32.4	31.6	31.6	32.5
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMAXPR	GRADOC	32.1	33.3	32.9	32.7	32.2	32.9	32.7	31.0	31.8	31.6	32.3	32.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMAXPR	GRADOC	32.7	33.6	32.1	32.8	32.1	32.3	32.4	33.1	32.2	32.2	32.0	32.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMAXPR	GRADOC	32.1	32.1	32.6	32.7	31.0	32.0	32.8	32.8	32.8	32.8	32.1	32.1	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	TMAXPR	GRADOC	32.0	32.1	32.9	32.9	32.7	32.4	32.4	32.9	31.8	31.4	31.5	32.1	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	TMAXPR	GRADOC	33.2	34.2	32.5	32.4	32.6	32.5	31.0	31.0	31.4	31.2	31.2	32.4	

Tabla III. Promedios de temperaturas mínima y velocidad de vientos, estación Chojojá para el municipio de San Gabriel Suchitepéquez

CLAVE ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	32.4 32.2 33.0 33.1 32.3 32.4 32.7 32.0 31.9 31.8 32.1 31.9 32.4														
							ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL		
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMINPR	GRADOC	15.6	15.0	16.5	18.0	18.9	16.7	18.0	17.6	16.0	17.6	17.6	17.5	17.1	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMINPR	GRADOC	16.2	16.2	17.1	18.6	17.6	19.6	19.3	18.1	18.2	18.9	18.0	16.3	17.9	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMINPR	GRADOC	15.9	15.9	17.4	18.0	18.5	20.0	18.4	19.6	18.4	18.0	17.8		18.0	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMINPR	GRADOC	14.6	15.3	17.8	18.7	17.5	19.5	19.3	18.8	19.1	18.7	16.9		17.9	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMINPR	GRADOC	15.9	16.0	16.8	16.7	17.4	17.2	15.3	15.6	15.4	17.9	18.0	17.5	16.7	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMINPR	GRADOC	14.9	15.7	17.8	17.6	18.6	20.2	18.1						17.6	
								<b>15.5</b>	<b>15.7</b>	<b>17.2</b>	<b>17.9</b>	<b>18.1</b>	<b>18.9</b>	<b>18.2</b>	<b>18.0</b>	<b>17.7</b>	<b>17.9</b>	<b>17.7</b>	<b>17.1</b>	<b>17.5</b>	
CLAVE ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	35.6 35.6 36.2 35.5 34.5 34.0 34.5 34.2 33.5 33.0 33.0 33.0 33.0 35.6														
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMAXABS	GRADOC	35.6	34.6	34.5	34.5	33.5	33.5	34.0	34.5	34.2	33.5	32.5	32.5	33.0	36.2
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMAXABS	GRADOC	32.6	35.6	36.2	35.5	34.5	34.0								0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMAXABS	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMAXABS	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMAXABS	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMAXABS	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	TMAXABS	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	TMAXABS	GRADOC														0.0
								<b>35.6</b>	<b>35.6</b>	<b>36.2</b>	<b>35.5</b>	<b>34.5</b>	<b>34.0</b>	<b>34.5</b>	<b>34.2</b>	<b>33.5</b>	<b>33.0</b>	<b>33.0</b>	<b>33.0</b>	<b>33.0</b>	<b>36.2</b>
CLAVE ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	13.5 10.0 13.5 15.0 11.0 14.0 17.0 14.0 14.0 11.5 17.5 15.0 12.5 11.5														
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	TMINPR	GRADOC	13.5	10.0	14.0	15.0	11.0	14.0	17.0	15.0	15.0	13.0	15.0	16.0	10.0	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	TMINPR	GRADOC	15.0	13.5	13.5	16.0	13.5	17.5	18.0	14.0	11.5	17.5	15.0	12.5	11.5	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	TMINPR	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	TMINPR	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	TMINPR	GRADOC														0.0
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	TMINPR	GRADOC														0.0
								<b>13.5</b>	<b>10.0</b>	<b>13.5</b>	<b>15.0</b>	<b>11.0</b>	<b>14.0</b>	<b>17.0</b>	<b>14.0</b>	<b>11.5</b>	<b>13.0</b>	<b>15.0</b>	<b>12.5</b>	<b>11.5</b>	<b>10.0</b>
CLAVE ESTACION	LAT	LONG	ALT	ANO	VARIAB	DIMEN	4.1 4.8 5.2 4.4 5.0 4.1 4.3 4.2 4.1 4.3 4.2 4.1 4.3 4.4														
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1990	VVIENT	KM/HRA	4.1	4.8	5.2	4.4	5.0	4.1	4.3	4.2	4.1	4.3	4.2	4.1	4.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	VVIENT	KM/HRA	2.1	2.0	1.9	2.3	2.3	2.6	2.8	3.1	3.2	2.8	2.9	2.8	2.6	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1991	VVIENT	KM/HRA	3.1	3.4	3.4	3.3	3.4	3.7	4.0	3.6	3.6	3.6	3.5	3.9	3.5	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1992	VVIENT	KM/HRA	3.9	3.8	4.0	4.6	4.1	4.0	4.3	4.0	4.1	4.2	4.0	4.7	4.1	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1993	VVIENT	KM/HRA	3.9	3.9	4.1	4.0	4.0	4.4	4.6	4.2	4.1	4.2	4.1	4.7	4.2	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1994	VVIENT	KM/HRA	4.0	4.2	5.5	4.2	4.4	4.0	4.2	4.0	4.2	3.8	4.5	4.2	4.3	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1995	VVIENT	KM/HRA	4.0	4.1	4.3	4.2	4.3	4.0	3.7	4.7	4.2	4.4	4.4	4.2	4.2	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1996	VVIENT	KM/HRA	4.0	4.1	5.0	4.3	4.2	4.2	4.6	4.0	4.3	6.7	5.2	4.6	4.6	
200103	CHOJOJA	143243	912934	430	1997	VVIENT	KM/HRA	4.1	4.8	5.2	4.4	5.0	4.1	4.3	4.2	4.1	4.3	4.2	4.1	4.4	