



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

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL  
CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA

Elmer Heriberto Ucelo Juárez

Asesorado por: Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, julio de 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL  
CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA

TRABAJO DE GRADUACIÓN  
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ELMER HERIBERTO UCELO JUÁREZ**

ASESORADO POR: ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JULIO DE 2005



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruíz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Ing. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Julio Antonio Arreaga Solares
EXAMINADOR	Ing. Armando Ola Hernández
EXAMINADOR	Ing. Calvin Enrique Estrada Barrera
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA  
LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL  
CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,  
con fecha 09 de febrero de 2005

---

**Elmer Heriberto Ucelo Juárez**





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF. EPS. MAAOSUP. 010.2005  
Guatemala,  
28 de febrero de 2005

Ingeniero  
Ángel Roberto Sic García  
Coordinador de EPS  
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS  
Facultad de Ingeniería  
USAC

Respetable Ingeniero Sic García.

Por medio de la presente, envío a usted el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), titulado DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA.

Este trabajo lo desarrolló el estudiante ELMER HERIBERTO UCELO JUÁREZ quien fue asesorado y supervisado por el suscrito.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley, solicito darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Atentamente.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochoa  
Supervisor de EPS



Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centro: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM), Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Guatemala, 30 de marzo de 2005  
Ref. E.P.S. D. 128.0305

Ing. Carlos Salvador Gordillo García  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Gordillo García,

Atentamente y por este medio, envío a usted, el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado: **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL CHAPARRON, DEPARTAMENTO DE JALAPA"**.

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante **ELMER HERIBERTO UCELO JUAREZ**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la **APROBACIÓN DEL MISMO** por parte del Asesor y Supervisor, **ESTA COORDINACIÓN TAMBIÉN APRUEBA SU CONTENIDO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

Ing. Ángel Roberto Sic García  
Coordinador de E.P.S.



ARSG/jm  
cc Archivo



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



Guatemala, 16 de mayo de 2,005.

FACULTAD DE INGENIERIA

Ing. Carlos Salvador Gordillo García  
Director de la Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ing. Gordillo García.

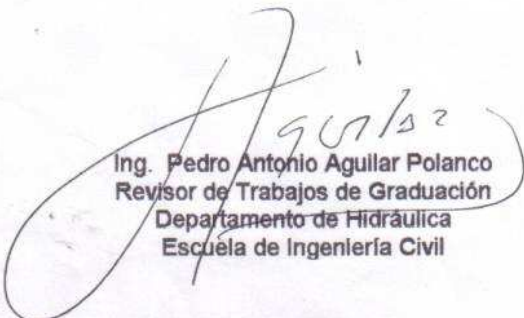
Atentamente y por este medio, envío a usted, el trabajo de graduación, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.) titulado: **"DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA"**. Este trabajo lo desarrolló el estudiante **ELMER HERIBERTO UCELO JUÁREZ**.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo y existiendo la **APROBACIÓN DEL MISMO**, por parte del Asesor, así como del Coordinados de (E.P.S.); Y habiéndose efectuado todas las observaciones técnicas, en lo referente al Diseño de la red de alcantarillado sanitario, el suscrito lo da **POR APROBADO**; solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

**"ID Y ENSEÑAD A TODOS"**

  
Ing. Pedro Antonio Agullar Polanco  
Revisor de Trabajos de Graduación  
Departamento de Hidráulica  
Escuela de Ingeniería Civil

cc. Archivo

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS), Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS  
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y del Coordinador de E.P.S. Ing. Ángel Roberto Sic García, al trabajo de graduación del estudiante Elmer Heriberto Ucelo Juárez, titulado DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Carlos Salvador Gordillo García



Guatemala, julio de 2005.

/bbdeb.

Escuelas: Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Escuela de Ciencias, Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS). Posgrado Maestría en Sistemas Mención Construcción y Mención Ingeniería Vial. Carreras: Ingeniería Mecánica, Ingeniería Electrónica, Ingeniería en Ciencias y Sistemas, Licenciatura en Matemática, Licenciatura en Física. Centros: de Estudios Superiores de Energía y Minas (CESEM). Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, Centroamérica.





Universidad de San Carlos  
De Guatemala



Facultad de Ingeniería  
Decanato  
Tels. 24769579 Exts. 101-102-114  
Fax: 24760365

Ref. DTG. 240-2005

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA LA ALDEA EL ESPINAL DEL MUNICIPIO DE SAN MANUEL CHAPARRÓN, DEPARTAMENTO DE JALAPA**, presentado por el estudiante universitario, **Elmer Heriberto Ucelo Juárez**, procede a la autorización del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Sydney Alexander Samuela Milson  
DECANO



Guatemala, julio de 2005.

/lmcb.



## DEDICATORIA

A:

DIOS Luz Divina, por que toda sabiduría viene del Señor, y con Él permanece para siempre.

MARÍA Auxilio de los cristianos.

MI SEÑOR PADRE Ing. Agrónomo Elmer Ucelo Sandoval.  
Porque este triunfo es tuyo, gracias por tu apoyo, amor, gran ejemplo, por todo. Descansa en paz.

MI SEÑORA MADRE Cándida Juárez García.  
Por brindarme tu apoyo incondicional, amor y estar a mi lado, este triunfo es tuyo.

MI HERMANA Luz Rogelia Ucelo Juárez.  
Amiga, y por estar a mi lado en todo momento.

MI HIJO Elmer Antonio Ucelo Juárez.  
Por su presencia, compañía y alegría.

MIS ABUELITOS Prof. Heriberto Ucelo Velásquez (Q. D. E. P.).  
Clara Luz Sandoval Velásquez (Q. D. E. P.).  
Encarnación Juárez (Q. D. E. P.).  
Rogelia García. (Q. D. E. P.).

MIS TÍOS Por su ternura, por momentos felices que pasamos.  
Juárez García y Ucelo Sandoval; en especial a:  
María Juárez por brindarme su apoyo y estar siempre a mi lado y a Javier Antulio Ucelo Sandoval.

MIS AMIGOS Y  
COMPAÑEROS DE  
ESTUDIO Por compartir buenos y difíciles momentos de  
nuestra vida de juventud, especialmente a:  
Vinicio Tepet (Q. D. E. P.).



## AGRADECIMIENTOS

A:

LA FACULTAD DE  
INGENIERIA

Por brindarme los conocimientos adquiridos.

LA USAC

Centro del Saber.

INGENIERO

Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por su asesoría en el presente trabajo de graduación.

EL SEÑOR ALCALDE

Br. Norman Osberto Alarcón Gutiérrez, por prestarme toda la colaboración en el desarrollo de mi trabajo.

MIS AMIGAS DE LA  
O.M.P.

Especialmente a Angélica Aceituno, con cariño.

LA FAMILIA

Sandoval Flores, por el gran apoyo en la realización de mí trabajo, especialmente a Berta Flores, Alfredo Sandoval y Lesbia Sandoval Flores.

DORA SANDOVAL  
VELÁSQUEZ

Gracias por su hospitalidad.

A LAS PERSONAS QUE ME BRINDARON SU TIEMPO Y EL DESEO DE COLABORAR PARA QUE TODO ESTE TRABAJO SE LLEVARA A CABO.  
MUCHAS GRACIAS.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	X
RESUMEN.....	XIV
OBJETIVOS.....	XVI
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía de la aldea El Espinal .....	1
1.1.1. Ubicación geográfica .....	1
1.1.2. Límites y colindancias .....	3
1.1.3. Topografía .....	3
1.1.4. Suelo .....	3
1.1.5. Situación económica .....	4
1.1.6. Clima .....	4
1.1.6.1. Precipitación pluvial .....	5
1.1.6.2. Radiación solar .....	5
1.1.6.3. Vientos y humedad .....	6
1.1.7. Servicios públicos.....	9
1.1.7.1. Educación.....	9
1.1.7.2. Comunicación .....	9
1.1.7.3. Centro de salud .....	9
1.1.7.4. Agua entubada .....	9
1.1.7.5. Transporte .....	9

	1.1.7.6. Energía eléctrica .....	10
1.2.	Encuesta sanitaria.....	10
	1.2.1. Datos de población .....	11
	1.2.2. Datos de vivienda.....	11
	1.2.3. Datos sobre el uso del agua .....	12
	1.2.4. Disposición de aguas servidas.....	13
1.3.	Investigación sobre las necesidades prioritarias de servicios públicos en la aldea.....	14
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO-PROFESIONAL .....	15
2.1.	Descripción del proyecto .....	15
2.2.	Levantamiento topográfico.....	15
	2.2.1. Levantamiento planímetro.....	16
	2.2.2. Levantamiento altímetro.....	16
2.3.	Características del subsuelo .....	17
2.4.	Tipo de sistema a utilizar .....	17
	2.4.1. Sistema de alcantarillado sanitario.....	17
	2.4.2. Sistema de alcantarillado separativo.....	17
	2.4.3. Sistema de alcantarillado combinado .....	18
2.5.	Tipo de sistema de alcantarillado a utilizar .....	18
2.6.	Período de diseño .....	18
2.7.	Velocidad de diseño.....	19
2.8.	Estimación de la población de diseño .....	20
	2.8.1. Método de incremento geométrico.....	20
2.9.	Determinación del caudal de aguas servidas.....	21
	2.9.1. Población tributaria .....	21
	2.9.2. Dotación.....	22
	2.9.3. Factor de retorno al sistema .....	22



2.9.4.	Factor de flujo instantáneo .....	23
2.9.5.	Relación de diámetros y caudales.....	23
2.9.6.	Caudal domiciliar .....	24
2.9.7.	Caudal de infiltración .....	25
2.9.8.	Caudal comercial.....	25
2.9.9.	Caudal industrial.....	26
2.9.10.	Caudal de conexiones ilícitas .....	26
2.9.11.	Factor de caudal medio .....	27
2.9.12.	Caudal de diseño .....	28
2.9.13.	Diseño de secciones y pendientes .....	29
2.9.13.1.	Diseño de secciones.....	29
2.9.13.2.	Diseño de pendientes .....	31
2.9.14.	Obras accesorias .....	32
2.9.14.1.	Conexiones domiciliars .....	32
2.9.14.1.1.	Caja de registro.....	33
2.9.14.1.2.	Tubería secundaria ....	33
2.9.14.2.	Pozos de visita .....	34
2.9.14.2.1.	Especificaciones físicas de los pozos de visita.....	34
2.9.15.	Volumen de excavación .....	35
2.9.16.	Volumen de relleno .....	36
2.9.17.	Volumen de retiro .....	36
2.9.18.	Diseño de la red de alcantarillado sanitario.....	36
2.9.18.1.	Parámetros de diseño.....	37
2.9.19.	Ejemplo de cálculo de un ramal .....	38

3.	PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL ESPINAL .....	47
----	--	----

3.1.	Descripción del personal con que cuenta la municipalidad de San Manuel Chaparrón para la ejecución del alcantarillado sanitario de la aldea El Espinal .....	47
3.2.	Especificaciones de construcción para los pozos de visita en la municipalidad de San Manuel Chaparrón .....	47
3.3.	Criterios adoptados para la integración del presupuesto .....	48
3.4.	Presupuesto de materiales.....	49
3.5.	Presupuesto de mano de obra .....	50
3.6.	Resumen general del presupuesto .....	50
4.	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS .....	55
4.1.	Importancia de un tratamiento de aguas negras .....	55
4.2.	Tipos de tratamiento .....	56
4.2.1.	Tratamiento preliminar .....	57
4.2.2.	Tratamiento primario .....	58
4.2.3.	Tratamiento secundario .....	59
4.2.4.	Tratamiento terciario .....	60
4.2.5.	Cloración .....	60
4.2.6.	Tratamiento de lodo .....	60
4.2.7.	Limitaciones y justificación en la selección .....	61
4.3.	Propuesta de tratamiento.....	62
4.3.1.	Selección del tipo de tratamiento.....	62
4.3.1.1.	Eficiencia del tipo de tratamiento .....	62
4.3.1.2.	Costo del tipo de tratamiento .....	62
4.3.1.3.	Caudal .....	63
4.3.1.4.	Topografía .....	63
4.3.2.	Fosas sépticas .....	64

4.3.2.1.	Eliminación de sólidos.....	64
4.3.2.2.	Tratamiento biológico.....	64
4.3.2.3.	Almacenamiento de cieno y natas .....	65
4.3.2.4.	Localización .....	65
4.3.2.5.	Efluente.....	66
4.3.2.6.	Operación y mantenimiento .....	66
4.3.2.7.	Inspección.....	66
4.3.2.8.	Limpieza.....	67
4.3.2.9.	Diseño de fosa séptica.....	69
4.3.2.9.1.	Diseño hidráulico .....	69
4.3.2.9.2.	Diseño estructural .....	72
5.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	75
5.1.	Antecedentes históricos .....	75
5.1.1.	Antecedentes históricos de la Ley de Protección Reglamento de la República de Guatemala.....	75
5.1.2.	Antecedentes históricos de la Evaluación de impacto ambiental .....	76
5.2.	Leyes ambientales.....	86
5.2.1.	Reglamento de la República de Guatemala .....	86
5.2.2.	Reglamento de Organismos Internacionales.....	90
5.2.2.1.	Reglamento de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID).....	90

5.2.2.2.	Reglamento del Banco Centroamericano de Integración Económica (BCIE) .....	91
5.3.	Otras leyes ambientales.....	92
5.3.1.	Acueductos y alcantarillados.....	92
5.3.2.	Código de salud .....	93
5.3.3.	Reglamento sanitario .....	93
5.4.	Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales.....	94
5.4.1.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	95
5.4.2.	Lineamientos para la consulta pública .....	95
5.5.	Metodología de evaluación de impacto ambiental .....	96
5.6.	Tipos de evaluación de impacto ambiental .....	98
5.6.1.	Impacto ambiental no significativo (evaluación rápida).....	99
5.6.2.	Impacto ambiental significativo .....	100
5.6.2.1.	Fase preliminar o de factibilidad .....	100
5.6.2.2.	Fase completa .....	101
5.7.	Lista para tratar los impactos ambientales del proyecto de alcantarillado sanitario de la aldea El Espinal .....	102
CONCLUSIONES.....		106
RECOMENDACIONES .....		107
BIBLIOGRAFÍA.....		108
ANEXO .....		109

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1	Localización del municipio	01
2	Encuesta sanitaria y de población	109
3	Plano de planta general	113
4	Plano de planta perfil	115
5	Plano de planta perfil	117
6	Plano de detalles de pozos de visita	119
7	Plano de detalles de conexiones domiciliarias	121
8	Plano de fosa séptica y pozo de absorción	123

### TABLAS

I	Población actual de la aldea El Espinal	11
II	Materiales usados en la construcción de viviendas de la aldea El Espinal	12

III	Abastecimiento de agua de la aldea El Espinal	13
IV	Evacuación de excretas de la aldea El Espinal	14
V	Valores recomendados de “n”	30
VI	Ancho mínimo de zanja	32
VII	Parámetros de diseño	37
VIII	Diseño de la red de alcantarillado sanitario	46
IX	Resumen de presupuesto por renglones de trabajo	51
X	Presupuesto de pozos de visita	52
XI	Presupuesto de conexiones domiciliarias	53
XII	Presupuesto de colector principal	54
XIII	Valores encontrados de As y a	73
XIV	Lista de control de los impactos ambientales	102
XV	Libreta de campo	110

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>lts/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>q</b>	Caudal real a sección parcialmente llena
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>v</b>	Velocidad de flujo dentro de la alcantarilla
<b>V</b>	Velocidad de flujo a sección llena
<b>d</b>	Altura de tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>D</b>	Diámetro de la tubería
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>d/D</b>	Relación de diámetros
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>m.s.n.m.</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo

## GLOSARIO

<b>Ambiente</b>	Es el complejo de factores climáticos, suelo y los componentes bióticos (flora y fauna) que al actuar sobre un organismo o comunidad ecológica determinan su forma y sobrevivencia.
<b>Agua cruda</b>	Es aquella agua que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento.
<b>Agua negra</b>	También llamada agua residual o impura, es el agua que una vez utilizada, es retirada de viviendas, establecimientos industriales y comerciales.
<b>Agua potable</b>	Es agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos, no produce efectos adversos a su salud.
<b>Alcantarillado</b>	Conducto subterráneo o sumidero construido para recoger las aguas residuales y darles paso.
<b>Alcantarillado sanitario</b>	Conjunto de obras, red de tuberías, canales, pozos de visita y obras accesorias, que sirven para drenar o desalojar aguas negras.



<b>Colector</b>	Tubería, generalmente de servicio público, que recibe y conduce aguas indeseables de la población al lugar de descarga.
<b>Cota <i>invert</i></b>	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería instalada.
<b>Densidad de vivienda</b>	Relación que existe entre el número de viviendas por unidad de área.
<b>Descarga</b>	Vertido de aguas provenientes del colector principal, crudas o tratadas a un cuerpo receptor.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad de agua que consume cada habitante por día.
<b>EIA</b>	(Evaluación de Impacto Ambiental) Actividad que radica, básicamente, en la identificación y evaluación de las consecuencias ambientales de un proyecto, plan, programa, política o tecnología en particular, con el fin de asegurarse que se selecciona la mejor alternativa posible considerando las variables ambientales, económicas, técnicas o sociales.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa la intensidad de la rugosidad de una tubería, dependiendo del material con que se fabrica.

<b>Fosa séptica</b>	Consiste en un depósito cubierto y hermético, diseñado para que las aguas negras se mantengan a una velocidad muy baja, por un tiempo determinado, durante el cual se efectúa un proceso anaerobio de eliminación de sólidos sedimentables.
<b>Hábitat</b>	Es el ambiente natural de un animal o planta.
<b>Impacto ambiental</b>	Consecuencia, efectos o cambios en el ambiente derivados de la ejecución de un proyecto en particular. Su influencia puede ser a corto o largo plazo, directa o indirecta, positiva o negativa y su acción temporal o permanente.
<b>Mitigación</b>	Acción de reducir, disminuir o atenuar los impactos en el ambiente. Los conceptos de mejoramiento, compensación y reemplazo han sido incorporados a la definición.
<b>Monografía</b>	Breve descripción sobre características físicas, económicas, sociales y culturales de una región o pueblo.
<b>Pendiente</b>	Inclinación necesaria respecto a una línea horizontal diseñada, para que el agua que conducen las tuberías se desplace libremente a través de ellas, haciendo uso de la fuerza de gravedad.

<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
<b>Planta de tratamiento</b>	Conjunto de obras, equipos y materiales necesarios para efectuar los procesos y operaciones unitarias, que permiten mejorar la calidad del agua.
<b>Polución del agua</b>	Es la alteración de sus características físicas químicas y bacteriológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales.
<b>Tratamiento</b>	Cualquier proceso definido para modificar la condición de la materia, mediante operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda, con el fin de modificar sus características físico químicas o bacteriológicas, para obtener agua que cumpla las normas y criterios de calidad establecidos.

## RESUMEN

El siguiente informe está desarrollado sobre problemas que aquejan la realidad nacional, con relación a aspectos de salud y de saneamiento, a los que, se les busca soluciones de acuerdo a los conocimientos adquiridos en la carrera de ingeniería civil.

La base inicial consiste en una investigación socio cultural, conformada por su monografía y características de la infraestructura de la comunidad donde se realizó el proyecto.

Seguidamente se propone la solución al problema identificado, para ello se presentan criterios y definiciones de los parámetros de diseño utilizados en los proyectos de alcantarillado sanitario.

Se presenta un ejemplo del cálculo de un ramal del alcantarillado sanitario, así como cuadros de integración de costos, recomendaciones para la fase de ejecución, generalidades acerca de las fases de tratamiento de las aguas negras; y la propuesta que se considera adecuada para el tratamiento de las mismas, en la localidad beneficiada con el estudio.

Además, se incluye información relacionada a la evaluación de impacto ambiental que en la actualidad tiene mucha importancia para la ejecución de cualquier obra de infraestructura a realizar, esta información incluye leyes nacionales como internacionales, y se describe los impactos ambientales que conlleva la construcción del alcantarillado sanitario para esta comunidad.

Se adjunta un juego de planos del proyecto que consisten planta general y plantas-perfil, detalles y construcción de pozos de visita, conexiones domiciliarias, y ubicación de planta.

## OBJETIVOS

- General

Presentar el diseño del alcantarillado sanitario de la aldea El Espinal, del municipio de San Manuel Chaparrón, departamento de Jalapa, mejorando así las condiciones sanitarias de sus habitantes mediante el apoyo de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

- Específicos

1. Realizar una investigación monográfica y diagnóstica de la aldea El Espinal, que sirva para conocer las características de la población.
2. Colaborar en el desarrollo de la comunidad para elevar la calidad de vida de sus habitantes por medio de los servicios básicos de saneamiento ambiental.
3. Presentar un costo estimado de la obra a la municipalidad de San Manuel Chaparrón, para su posterior ejecución.

## INTRODUCCIÓN

Un sistema de alcantarillado sanitario es muy importante para el mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos, ya que con ésta se obtienen beneficios, tanto en salud, ambiente y ornato.

Es de suma importancia atender las necesidades de servicios básicos a las comunidades carentes de éstas, tal es el caso de la aldea El Espinal, que no cuenta con un sistema apto para la evacuación de aguas residuales, por lo que se ha tomado la decisión de ejecutarlo mediante el apoyo técnico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala a través del programa de Ejercicio Profesional Supervisado, (EPS).

Un alcantarillado sanitario es parte del saneamiento ambiental, ya que contribuye a la disminución de enfermedades, proliferación de insectos, vectores contaminadores, así como la conducción y control de las aguas negras, para su posterior tratamiento. La eliminación de las aguas residuales provenientes del caudal doméstico ha sido uno de los problemas que más está preocupando actualmente, ya que afecta al medio en el cual se vive, posterior al traslado de las aguas negras, éstas deben tratarse en un lugar acorde que reúna las condiciones óptimas para su posterior tratamiento.

El capítulo uno reúne la información de la aldea y del municipio; el capítulo dos contiene la fase de servicio técnico profesional, en el cual se indican los parámetros y criterios para el desarrollo y diseño del alcantarillado sanitario; en el capítulo tres se define el presupuesto del alcantarillado sanitario; y en el capítulo cuatro se describe lo concerniente al tratamiento de aguas negras y el tipo de tratamiento seleccionado; así mismo en el capítulo cinco se incluye información referente a la evaluación de impacto ambiental.

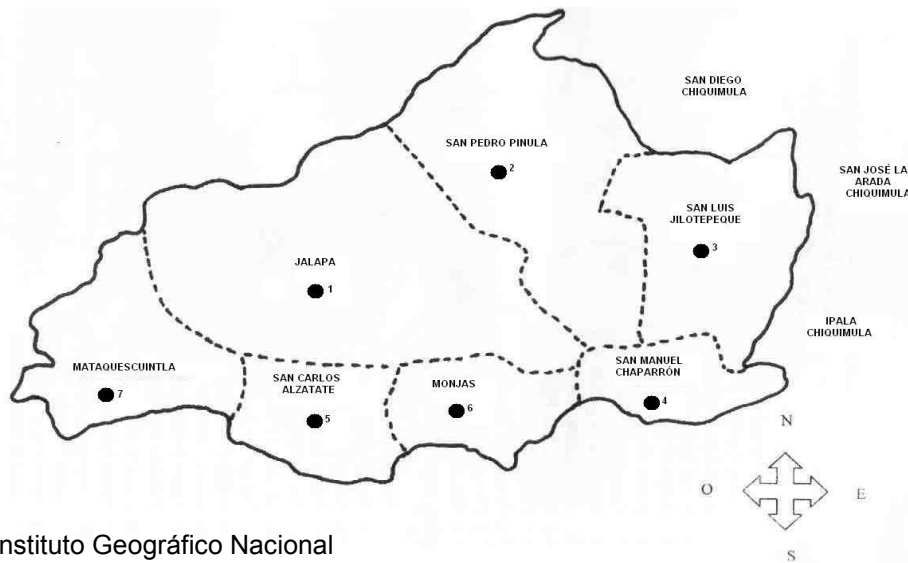


# 1. INVESTIGACIÓN

## 1.1 Monografía de la aldea El Espinal

### 1.1.1 Ubicación geográfica

Figura 1. Plano de localización del municipio



Fuente: Instituto Geográfico Nacional

El municipio está ubicado en la riberia del río Chaparrón, a una elevación de los 915 m.s.n.m., en las coordenadas geográficas siguientes: a 14°31'05" latitud Norte y a 89°46'08" longitud Oeste.

Geográficamente se localiza al sur-oriente de la cabecera departamental de Jalapa.

Ocupa parte de las tierras altas volcánicas. Está a una distancia de 51 kilómetros de la cabecera departamental, 36 son de asfalto y 15 pendientes de asfaltar. El trayecto de la ciudad Capital, vía Jutiapa es de 175 kilómetros y de 136 kilómetros vía Sanarate.

Los orígenes de San Manuel Chaparrón parece que fueron en esta aldea, donde promediándose el siglo XIX funcionaba un Juzgado preventivo. Para conocer los orígenes del municipio, se cuenta con datos en los documentos del archivo del juzgado preventivo de El Espinal, remonta la historia hacia los años de 1850 y 1877 que se construyó en el pueblo de Esquipulas del departamento de Chiquimula, un templo donde se colocó un Cristo Negro para su veneración; cuando el pueblo católico se enteró del Cristo Milagroso comenzaron las romerías de penitencias, que consistían en trasladarse del interior de la república, a pie, hacia el pueblo de Esquipulas, para visitar el santuario. Se cuenta que por el año de 1866 en una tarde muy despejada, un grupo de romeristas pasaba por la hacienda de los señores Godoy; inesperadamente en los cerros, los sorprendió una lluvia fuerte de poca duración a la que bautizaron con el nombre de Chaparrón; el aguacero los hizo pedir posada en la hacienda y a los rancheros les agradó el nombre.

Algunos opinan que el nombre de Chaparrón proviene de un árbol frondoso que da un fruto amarillo de sabores exquisitos. Este árbol crecía en las riveras del río que hoy se conoce con el nombre del Chaparrón, que atravesaba grandes extensiones de la siembra de los Godoy.

El nombre original del municipio fue Chaparrón, según la demarcación política de la República de Guatemala de la Oficina de estadística de 1892 mientras que en el boletín estadístico de 1913 aparece ya con el nombre actual de San Manuel Chaparrón.

En síntesis, el Chaparrón fue hacienda primero, luego pasó a ser una aldea considerable, formada por familias con propiedad de la hacienda, en cuyos terrenos se formó de la misma manera otra aldea llamada El Espinal y juntas formaron el municipio. San Manuel Chaparrón fue fundado según Decreto 106 de fecha 24 de noviembre 1873.

### **1.1.2 Límites y colindancias**

El Espinal se encuentra a 820 m.s.n.m en la latitud 14°31'32" y en la longitud 89°42'52", colinda al norte con la aldea El Terrerito, al sur con la aldea Vivares, al oriente con la aldea Poza Verde y al poniente con San Manuel Chaparrón. En cuanto al municipio, al norte colinda con San Pedro Pinula y San Luis Jilotepeque, departamento de Jalapa; al sur con Santa Catarina Mita, departamento de Jutiapa y con Monjas, departamento de Jalapa; al oriente con el Municipio de Ipala, departamento de Chiquimula y Agua Blanca, departamento de Jutiapa; al poniente con los municipios de Monjas y Jalapa, departamento de Jalapa.

### **1.1.3 Topografía**

Sus terrenos en general son planos, pero cuenta con partes de terreno quebrado e inclinado y en los mismos la vegetación es escasa.

### **1.1.4 Suelo**

El tipo de suelo es variado, pero predomina el de tipo pedregoso, con partes en las cuales se compone de arcilla y talpetate.

Los suelos presentan una alta susceptibilidad a la erosión por falta de técnicas para la conservación.

#### **1.1.5 Situación económica**

Las actividades socio-económicas a que se dedican los habitantes son de tipo agrícola y pecuario, es de mencionar que existen otras, pero de menor importancia. La mayor parte de la producción agrícola es de maíz y frijol, destinado para el autoconsumo principalmente; la generación de empleo es mínima debido a que el núcleo familiar se dedica al cultivo, salvo ciertas labores agrícolas en que se contratan personas adicionales a la familia.

En el sector pecuario el ganado bovino es de mayor importancia por su aporte a la economía del sector. La producción de ganado porcino es de tipo doméstico, criados en forma empírica, esta actividad no se desarrolla formalmente para fines comerciales.

En el sector avícola, la mayoría de familias poseen aves de corral, que no tienen una alimentación apropiada; algunas familias poseen gallineros. Las aves son aprovechadas para la producción de huevos y el consumo de carnes.

#### **1.1.6 Clima**

El municipio pertenece a la zona de vida de bosque seco subtropical, con áreas de clima semicálido seco y en menor medida templado. Las temperaturas máximas absolutas (mayores valores registrados en 20 años), se registraron entre los 30.8 grados centígrados en el mes de julio y 36.2 en marzo.

La temperatura media presenta poca variación entre 20.2 grados centígrados en enero a 24.1 en mayo. Las temperaturas mínimas absolutas (menores valores registrados en 20 años), se encuentra entre los 2.5 grados centígrados en enero y a los 12.6 en junio.

#### **1.1.6.1 Precipitación pluvial**

La precipitación anual del municipio de San Manuel Chaparrón es de 800 a 1,000 mm., distribuida en un 95 por ciento en los meses de mayo a octubre de cada año. Este favorece la producción de cultivos, especialmente de tomate, chile pimiento, pepino, sandia, etc., ya que durante la época lluviosa no se tienen altas precipitaciones, lo que evita la propagación de hongos y enfermedades en los cultivos agrícolas. Además, si se hacen reservorios de agua para almacenar los excedentes de escorrentía en las hondonadas, también se pueden tener cultivos con riego en la época seca, aunque en áreas limitadas a la disponibilidad de agua que se almacena.

#### **1.1.6.2 Radiación solar**

El nivel climático del municipio tiene como recurso principal su alta radiación solar global durante el año, con promedios de 484 *watts*/metro cuadrado, y máximos durante los meses de marzo a mayo, alrededor de 551 *watts*/metro cuadrado; se considera con estos valores, como sitio de alta radiación, que incide en óptimas características organolépticas de producción de frutos.

### **1.1.6.3 Vientos y humedad**

El municipio de San Manuel Chaparrón se ve influenciado por los siguientes vientos:

- **Viento norte**

El aire que constituye la atmósfera en la capa más inmediata a la superficie terrestre, se ve obligado a desviarse, como cualquier fluido, por las irregularidades del terreno. Posteriormente, desciende con poca humedad en las laderas al sur y sobrepasa el área del municipio de San Manuel Chaparrón. Como régimen de viento predominante y de tendencia norte, no favorece los procesos de formación de nubes de lluvia; por lo contrario hace descender la temperatura del aire hasta 2.5 grados centígrados, en los meses de temporada fría de noviembre a febrero.

- **Viento este**

Parte del escurrimiento de las lluvias del área, es hacia el vértice del mar Caribe por el río grande de Zacapa, el sentido de este escurrimiento se revierte en la atmósfera con la penetración de humedad del aire, asciende por las laderas y condensa su humedad en forma de nubes. En el área del municipio los procesos formativos de nubes de lluvia adquieren componentes noreste o sureste, por el relieve local, y los volcanes de Ipala y Suchitán.

- **Viento sur**

La mayor parte de escurrimiento de las lluvias en el área, es hacia el vértice del océano Pacífico por el río Grande de Mita; el sentido de escurrimiento se revierte en la atmósfera con la penetración de humedad del aire por la parte sur del departamento de Jalapa, el aire asciende por las laderas y condensa su humedad en forma de nubes. El viento con tendencia sur es importante en los procesos de formación de nubes lluviosas, adquiere finalmente componentes sureste por el encañonamiento que sufre entre los volcanes y montañas.

- **Viento oeste**

Este viento no constituye régimen en la meseta central del país por el flanqueo de los grandes sistemas montañosos. El área oriental donde se ubica el municipio esta flanqueada por las montañas de Miramundo y Potrero Carrillo, accidentes geográficos muy importantes en la distribución de los elementos del tiempo atmosférico y el clima de la región.

- **Régimen de humedad**

Las corrientes de vientos que provienen del vértice del mar Caribe y océano Pacífico, posee características iniciales de abundante humedad y calor que se refleja en regiones de climas muy húmedos, localizadas especialmente en las laderas expuestas a estos regímenes de humedad. Por el contrario, las depresiones y valles inter montañoso del oriente del país ejercen una gran influencia de entorno a la posición geográfica del municipio, que disminuye la posibilidad de humedad hasta la categoría de clima semiseco, con una humedad relativa de 40 por ciento.

En agricultura y especialmente en regiones en cierto índice de aridez (relación de la precipitación y de un valor de evaporación potencial), el análisis puntual de las lluvias tiene gran importancia en el manejo de este vital recurso y para planear las actividades agrícolas. La distribución de la lluvia varia de un sitio a otro y de un año al siguiente, pero esa variabilidad se hace en referencia al comportamiento histórico de la lluvia en la región, que es de 800 a 1,000 milímetros anuales, se hace necesario representar la distribución del procedimiento de la lluvia a lo largo del año y de un valor promedio de evaporación y transpiración de un cultivo de porte bajo que cubra por lo menos la necesidad de humedad para el establecimiento de cultivos o que éstos se encuentren en sus primeras fases de crecimiento; estas representaciones son conocidas como balances climáticos de humedad.

El balance climático de humedad en este sector se caracteriza por lo siguiente:

- Las lluvias promedio superan en lo mínimo en 25 por ciento a las pérdidas por evaporación durante el periodo del mes de junio a septiembre, temporada lluviosa en la región.
- El primer máximo pluviométrico de junio supera ligeramente al de septiembre.
- La primera disminución promedio de lluvia o canícula, se registra del 6 al 22 de julio, con una duración media de 17 días, un porcentaje de ocurrencia de 67 por ciento, 14 días sin lluvia y tiende a declinar en la última semana del mes.



- La segunda distribución de lluvia o canícula, se registra del 13 al 30 de agosto, con una duración de 16 días, un porcentaje de ocurrencia de 57 por ciento, 12 días sin lluvia y tiende a declinar hasta el final del mes.
  
- El déficit de humedad en los meses de diciembre a marzo es alrededor del valor de evapotranspiración, se incrementa, ésta última desde el mes de febrero por efecto de la temperatura del aire.

### **1.1.7 Servicios públicos**

#### **1.1.7.1 Educación**

En el sector se cuenta con una escuela propia en donde se imparten las clases en idioma español, enseñanza pre-primaria y primaria. Carece de un establecimiento donde se imparta la educación básica y los estudiantes que cursan el nivel básico y diversificado deben realizarlo en el municipio de San Manuel Chaparrón.

#### **1.1.7.2 Comunicación**

El sector cuenta con teléfonos tipo residencial, prestado por las diferentes empresas de telefonía.

#### **1.1.7.3 Centro de salud**

Actualmente no se cuenta con un centro de salud, las personas recurren al municipio.

#### **1.1.7.4 Agua entubada**

Los habitantes del lugar se abastecen de un pozo mecánico ejecutado por la respectiva municipalidad, la red de agua domiciliar ya está instalada.

#### **1.1.7.5 Transporte**

Se cuenta con poco transporte, además es de tipo extraurbano, el cual circula a ciertas horas del día.

#### **1.1.7.6 Energía eléctrica**

El servicio de energía eléctrica es prestado por DEORSA (Distribuidora de Energía de Oriente Sociedad Anónima), el cual se extiende en toda la aldea, beneficiando directamente al 90 por ciento de la población, cuentan con servicio de alumbrado público en todas las calles.

### **1.2 Encuesta sanitaria**

Por falta de información confiable y no actualizada con respecto a la comunidad para determinar las distintas características en cuanto a habitantes, vivienda, sistema de abastecimiento de agua, forma de evacuación y control de aguas negras, se realizó un censo de la aldea El Espinal, para así tomar toda la información actualizada y concerniente al diseño del alcantarillado sanitario; a continuación se describen de forma específica.

### 1.2.1 Datos de población

La población de la aldea El Espinal es en un 100 por ciento ladina, no existiendo otra etnia; ésta se encuentran vecindados en la municipalidad de San Manuel Chaparrón. Para la clasificación de la población por edades, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla I. **Población actual de la aldea El Espinal**

<b>HABITANTES</b>	<b>HOMBRES</b>	<b>MUJERES</b>	<b>TOTAL</b>
De 00 – 06 años	15	18	33
De 07 - 14 años	16	23	39
De 15 – 64 años	40	57	97
De 65 en adelante	2	4	6
<b>TOTAL DE PERSONAS</b>	<b>73</b>	<b>102</b>	<b>175</b>

### 1.2.2 Datos de vivienda

El 100 por ciento de la población cuenta con vivienda propia. En lo que respecta al tipo de vivienda se determinó que un 22.5 por ciento son de paredes de block con techo de lámina; un 62.5 por ciento son paredes de adobe, con techo de lámina y otros de teja; y un 15 por ciento son paredes de block y adobe, con techo de teja.

Tabla II. **Materiales usados en la construcción de viviendas en la al El Espinal**

	<b>MATERIAL</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>%</b>
<b>TECHO</b>	LÁMINA	9	22.50
	TEJA	6	15.00
	LÁMINA Y TEJA	25	62.50
	TOTALES	40	100.00
<b>PARED</b>	BLOCK	9	22.50
	ADOBE	25	62.50
	BLOCK Y ADOBE	6	15.00
	TOTALES	40	100.00

### 1.2.3 Datos sobre el uso del agua

El agua se utiliza exclusivamente para el consumo humano, en lo que respecta a la agricultura, utilizan otras fuentes de abastecimiento.

La forma de abastecimiento de agua es en su mayoría por el uso de agua entubada proveniente de un pozo mecánico perforado en el área de la aldea, así mismo utilizan otras fuentes para el consumo.

Tabla III. **Abastecimiento de agua de la aldea El Espinal**

<b>PROCEDENCIA</b>	<b>CANTIDADES DADAS</b>	<b>%</b>
MANANTIAL	0	0.00
POZO	7	17,50
RÍO	0	0.00
CHORRO PÚBLICO	0	0.00
AGUA ENTUBADA	33	82,50
TOTAL	40	100.00

#### **1.2.4 Disposición de aguas servidas**

Las aguas servidas son el principal problema que aqueja la aldea El Espinal, ya que cuenta con servicios públicos como los que se mencionaron anteriormente (agua potable, energía eléctrica, transporte, etc.), pero carece de un sistema de alcantarillado sanitario, apropiado para poder evacuar las aguas servidas de una mejor manera.

Se observa que en algunas calles corre el agua gris, ésta proviene de las distintas casas, producto de las pilas, lavado de ropa, ya que no cuentan con pozos de absorción para este tipo de aguas. La situación empeora ya que proliferan moscas, cucarachas, zancudos y mosquitos, transmitiendo enfermedades entre los pobladores del lugar.

Para la evacuación de las excretas utilizan letrinas, pero éstas al llenarse el agua contaminada se infiltra en las cavidades receptoras de las letrinas, esto agrava aún más la situación, ya que se contamina el medio ambiente con la emanación de malos olores y la salida de líquidos que contaminan el manto freático. Pocas personas utilizan fosa séptica particular con pozo de absorción.

Tabla IV. **Evacuación de excretas en la aldea El Espinal**

<b>TIPO DE SERVICIO</b>	<b>CANTIDAD DE CASAS</b>	<b>%</b>
Inodoros conectados a fosa séptica particular	10	25.00
Letrinas o pozos ciegos	25	62.50
Evacuados al aire libre	5	12.50
<b>TOTALES</b>	<b>40</b>	<b>100.00</b>

### **1.3 Investigación sobre las necesidades prioritarias de servicios públicos en la aldea**

Ésta se realizó debido a la falta de servicios básicos, se determinó que la comunidad prioriza las siguientes necesidades:

- Alcantarillado sanitario
- Basurero comunal
- Pavimentación de calles
- Salón comunal
- Puesto de Salud

## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO–PROFESIONAL**

### **2.1 Descripción del proyecto**

El diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea El Espinal, se efectuó mediante un estudio detallado de la población, conociendo las características del lugar, para determinar los factores que influyen en el diseño de dicho proyecto.

Se inició el estudio mediante una investigación de tipo monográfica de la región, luego se realizó el levantamiento topográfico, por medio del cual se determinó la longitud de la línea principal que es de 1,135.00 metros. Por la topografía del lugar se ubicaron dos puntos de descarga, a los cuales se les debe colocar un sistema de tratamiento, previo a descargar las aguas servidas al cuerpo receptor, se procedió a realizar el diseño hidráulico, elaboración de planos y presupuesto.

Se colocaron varios puntos de marca en lugares visibles hasta llegar al punto de desfogue en el cuerpo receptor. Encontrando para éste dos terrenos para el respectivo tratamiento.

### **2.2 Levantamiento topográfico**

Para realizar el levantamiento topográfico se tomó la posición relativa de puntos en la superficie de la tierra, ésto para conocer las pendientes, áreas, distancias, línea de descarga, localización exacta de calles y zonas edificadas.

Los datos del levantamiento topográfico deben quedar en libretas de campo de una manera clara (Ver anexo, tabla XV).

### **2.1.1 Levantamiento planímetro**

El levantamiento planímetro de la aldea El Espinal, se realizó por medio del método de conservación de azimut, con vuelta de campana. En este levantamiento se uso el equipo siguiente:

- Una brújula
- Un teodolito
- Un estadal
- Dos plomadas
- Una cinta métrica de 50 metros
- Estacas de madera

### **2.1.2 Levantamiento altimétrico**

El levantamiento altimétrico se realizó por medio de nivelación taquimétrica, las lecturas de nivel se tomaron a cada 20 metros o menos en casos especiales, tales como, cruces de calles y cambios de pendientes. En este levantamiento se uso el equipo siguiente:

- Un teodolito
- Un estadal
- Una cinta métrica de 50 metros
- Estacas de madera
- Pintura
- Clavos



### **2.3 Características del subsuelo**

El tipo suelo que se encontró en la aldea El Espinal consiste en varias capas no uniformes de arcilla, roca y talpetate, variando en espesor y mezclándose en las diferentes partes del lugar. En lo que respecta al nivel freático, este es variable.

### **2.4 Tipo de sistema a utilizar**

De acuerdo a su finalidad existen 3 tipos básicos de alcantarillado, cada uno dependerá de un estudio cuidadoso de factores, tanto topográficos, funcionales, y el más importante el económico. Además de que reúna las condiciones para el cual se diseñará.

#### **2.4.1 Sistema de alcantarillado sanitario**

Conduce las aguas que llevan los residuos provenientes de las casas, pueden recolectar algunos desechos industriales, pero no está diseñado para las aguas provenientes de las lluvias.

#### **2.4.2 Sistema de alcantarillado separativo**

Se diseñan dos redes independientes, una para que transporte las aguas negras y la otra las aguas provenientes de las lluvias; es importante que las casas y edificios cuenten con tuberías separadas, así se recolecten las aguas de la forma en la cual se espera funcione este sistema.

### **2.4.3 Sistema de alcantarillado combinado**

Se diseñó para que transporte las aguas negras y las de lluvia, este sistema se ha dejado de utilizar en los últimos años, ya que cuando llueve el caudal de agua que transporta este sistema es demasiado grande para una planta de tratamiento, y ésta deja de cumplir la función para la que fue diseñada.

### **2.5 Tipo de sistema de alcantarillado a utilizar**

De la investigación de normas de diseño de instituciones públicas que se dedicaron al diseño de drenajes, se puede establecer que es preferible la construcción de un sistema de alcantarillado sanitario, en función a las condiciones socio-económicas de la región. Esto con el propósito de facilitar el tratamiento de las aguas servidas, hasta un determinado nivel, de manera que al verterlas a ríos, quebradas o drenes naturales no causen contaminación.

### **2.6 Período de diseño**

Se considera período de diseño al tiempo en el cual el alcantarillado sanitario funcionará de una manera óptima o sea al 100 por ciento de su capacidad. Los sistemas de alcantarillados se diseñan tomando como base un período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño.

Para seleccionar el periodo de diseño de una red de alcantarillado sanitario o de cualquier obra de ingeniería, se deben considerar los factores de vida útil de las estructuras, equipos y componentes, tomando en cuenta la antigüedad, desgaste de materiales, ampliaciones a las obras planeadas, además de crecimiento de la población, desarrollo urbanístico, comercial y/o industrial, así como estudios económicos para determinar el menor costo.

En ciertas situaciones se considera incluir dentro del período de diseño un tiempo de 1 ó 2 años adicionales, esto dado al tiempo que se lleva en gestionar el proyecto, autorización y desembolso económico. El periodo de diseño recomendado por el INFOM (Instituto de Fomento Municipal) es de 20 años, este tiempo es el que se adoptó para el diseño de este proyecto.

## **2.7 Velocidad de diseño**

En este proyecto se utilizó tubería de PVC, norma ASTM 3034, se aconseja que la velocidad de flujo en las líneas de drenaje sanitario no sea menor de 0.40 mts/seg, esto para prevenir el asolvamiento en la tubería, proporcionando así, una acción de auto limpieza en la misma y evitar principalmente la sedimentación y estancamiento de sólidos que obstruya la libre circulación del flujo dentro de la tubería; ni mayor de 3.00 mts/seg, esto para evitar la abrasión, erosión de la tubería debido a los sólidos que transporta el flujo.

## 2.8 Estimación de la población de diseño

Un sistema de alcantarillado sanitario debe diseñarse para trabajar hidráulicamente bien, desde que se pone en funcionamiento, hasta el final del periodo de diseño, por lo tanto, es indispensable conocer la población a la cual se va a servir al inicio y al final de su periodo de vida. Para estimar el número de habitante a futuro de una población, existen varios métodos a mencionar:

- Método del incremento aritmético
- Método del incremento geométrico
- Método del incremento de incremento

Para el cálculo de la población se utilizó el método del incremento geométrico.

### 2.8.1 Método del incremento geométrico

El método de incremento geométrico es el más utilizado para el cálculo de poblaciones en los países en vías de desarrollo, como Guatemala debido a que la población crece a un ritmo geométrico o exponencial. Este método tiene la ventaja de que no requiere de muchos datos para su aplicación y se adapta más a la realidad; su desventaja es que se puede sobreestimar la población.

$$P_f = P_o \times (1+r)^n$$

Donde:

$P_f$  = Población buscada

$P_o$  = Población de último censo

$r$  = Tasa de crecimiento

$n$  = Diferencia de años

Al utilizar el método de incremento geométrico se evaluó el crecimiento de la población a servir, con los datos de tasa de crecimiento de 3.5 por ciento dato obtenido en el INE (Instituto Nacional de Estadística) y con la población actual obtenida de la investigación de campo se obtuvo la población para el período de 20 años:

$$P_{2025} = 175 \times (1 + 0.035)^{20} = 348 \text{ habitantes}$$

## **2.9 Determinación de las aguas servidas**

En los sistemas de alcantarillado sanitario el caudal de diseño se determina con los parámetros siguientes:

### **2.9.1 Población tributaria**

En este caso se obtuvo la población tributaria teniendo el número de viviendas localizadas en cada tramo, multiplicado por el número de los habitantes promedio por casa. Para la aldea El Espinal se obtuvo la densidad de habitantes por vivienda de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Habitantes por vivienda} &= \frac{\text{número de habitantes}}{\text{número de casas}} \\ &= \frac{175 \text{ habitantes}}{40 \text{ casas}} \end{aligned}$$

$$\text{Habitantes por vivienda} \cong 5 \text{ habitantes por casa}$$

### **2.9.2 Dotación**

Es la cantidad de agua asignada a una persona durante un día y se expresa en litros/habitante, los factores que se consideran en el consumo de agua son los siguientes: clima, costumbres higiénicas, nivel de vida, actividad productiva, medición de consumo, tamaño de la comunidad, servicios públicos, calidad de agua, facilidad de drenajes, administración del sistema y presión del mismo.

La dotación de agua de la aldea El Espinal es de 125 litros/habitante/día, ésta se tomó según la información proporcionada por la OMP (Oficina Municipal de Planificación) de la municipalidad de San Manuel Chaparrón.

### **2.9.3 Factor de retorno al sistema**

Es el factor que indica la cantidad de agua que las personas retornan al alcantarillado sanitario, la cual se considera entre el 70 por ciento y 80 por ciento de la dotación del agua potable asignada a la comunidad.

Es sabido que no todo el 100 por ciento de la dotación de agua potable que entra a una vivienda regresa al alcantarillado sanitario por razones de uso en riegos de terrenos agrícolas y patios, etc., para este proyecto se utilizó un factor de retorno del 80 por ciento, considerando perderse un 30 por ciento por infiltración y evaporación, además de las condiciones anteriormente descritas del uso del agua.

#### 2.9.4 Factor de flujo instantáneo

También llamado Factor de Harmond (F.H.), este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad. Este factor actúa en las horas picos, es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje, para su cálculo se procede de la siguiente manera:

$$F.H. = \frac{(18 + P^{\frac{1}{2}})}{(4 + P^{\frac{1}{2}})}$$

Donde:

F.H. = Factor Harmond

P = Población en miles de habitantes

El factor de flujo instantáneo no es constante para todo el sistema de alcantarillado, si no por el contrario varía por cada tramo de acuerdo al número de habitantes acumulados en ese tramo, por lo tanto también es diferente el valor de flujo actual al valor de flujo futuro.

#### 2.9.5 Relación de diámetros y caudales

La relación  $q/Q$  no deberá ser menor a 0.10 ni mayor a 0.75 del diámetro interno de la tubería, esto para que el drenaje funcione como un canal abierto, en el cual circula el flujo por efecto de la gravedad sin ninguna presión, ya que la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera. Aunque existen sus excepciones, como los sifones invertidos y las tuberías de impulsión de las estaciones elevadas, que trabajan siempre a presión.

También puede suceder que el canal esté cerrado, como en el caso de los conductos que sirven de alcantarillado para que circule el agua de desecho, que eventualmente se produzca alguna presión debido a la formación de gases.

### 2.9.6 Caudal domiciliar

Es el agua que ha sido utilizada para limpieza o producción de alimentos, la cual es desechada y conducida a la red de alcantarillado, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable, menos una porción que no será vertida al alcantarillado sanitario, correspondiente al lavado de vehículos, riego de jardines, etc.. El caudal domiciliar está dado por la fórmula siguiente:

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{(\text{dotación} \times \# \text{ hab.} \times \text{factor})}{86,400}$$

donde:

$Q_{\text{domiciliar}}$  = Caudal domiciliar (litros/seg)

Dotación = Dotación (litros/habitante/día)

# Hab. = Número de habitantes

Factor = Factor de retorno

86,400 = Constante



### 2.9.7 Caudal de infiltración

Es el caudal que se infiltra en el alcantarillado, el cual depende de la profundidad de la tubería, de la permeabilidad del terreno, altura de la napa freática, la posibilidad de inundaciones periódicas, la determinación de futuras roturas en juntas y otras estructuras, debido a los temblores de tierra o asentamientos, al tipo de juntas y a la calidad de mano de obra utilizada y a la supervisión técnica. Puede calcularse de dos formas: en litros por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería; se incluye la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, que supone un valor de 6.00 metros por cada casa, cuya dotación de infiltración varía entre 12,000 y 18,000 litros/km/día.

$$Q_{\text{infiltración}} = \frac{\left( \frac{\text{dotación} \times (\text{metro tubo} + \# \text{ casas} \times 6.00 \text{ metros})}{1,000} \right)}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{infiltración}}$  = Caudal (litros/seg)

Dotación = Dotación ( litros/kilómetro/día)

86,400 = Constante

### 2.9.8 Caudal comercial

Es el agua que se desecha de los comercios, restaurantes, hoteles, etc. La dotación comercial varía según el establecimiento a considerarse y puede estimarse entre 600 a 3,000 litros/comercio/día.

$$Q_{\text{comercial}} = \frac{(\# \text{ ind.} \times \text{dotación})}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{comercial}} = \text{Caudal (litros/seg.)}$   
 $\text{Dotación} = \text{Dotación (litros/comercio/día)}$   
 $\# \text{ Com.} = \text{Número de comercios}$   
 $86,400 = \text{Constante}$

### 2.9.9 Caudal industrial

Es el agua negra proveniente de las industrias, como fábricas de textiles, licoreras, alimentos, etc. Si no se cuenta con un dato de dotación de agua suministrada, se puede estimar entre 1,000 y 1,800 litros/industria/día, el cual dependerá del tipo de industria.

$$Q_{\text{industrial}} = \frac{(\# \text{ ind.} \times \text{dotación})}{86,400}$$

Donde:

$Q_{\text{industrial}} = \text{Caudal (litros/seg.)}$   
 $\text{Dotación} = \text{Dotación (litros/industria/día)}$   
 $\# \text{ Ind.} = \text{Número de industrias}$   
 $86,400 = \text{Constante}$

### 2.9.10 Caudal de conexiones ilícitas

Es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al alcantarillado sanitario, se estima un porcentaje de viviendas que pueden realizar conexiones ilícitas que varía de 0.5 a 2.5 por ciento.

Según el INFOM (Instituto de Fomento Municipal), este valor se puede tomar como un 10 por ciento del caudal domiciliar, sin embargo, en áreas en donde no hay alcantarillado pluvial, podrá usarse un valor más alto. Como el cálculo de caudal de conexiones ilícitas va directamente relacionado con el caudal producido por las lluvias; una de las formas para calcularlo es por el Método racional, dada la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \frac{(C \times i \times A)}{360}$$

Donde:

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \text{Caudal (mts}^3\text{/seg)}$$

C = Coeficiente de escorrentía, varía en función del suelo y topografía del área por integrar

i = Intensidad de lluvia (mm/hora)

A = Área que es factible conectar (Has)

360 = Constante

### 2.9.11 Factor de caudal medio (FQM)

Este valor regula la aportación de caudal en la tubería. Una vez computado el valor de los caudales anteriormente descritos, se procede a integrar el caudal medio del área a drenar:

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{infiltraciones}} + Q_{\text{conexiones ilícitas}}$$

Éste a su vez, al ser distribuido entre el número de habitantes, produce un factor de caudal medio:

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{número de habitante}}$$

Donde:

$f_{Qm}$ . = Factor de caudal medio

Para facilitar la obtención de este valor las instituciones que se han dedicado al diseño de sistemas de alcantarillado sanitario, establecen, en base a la experiencia:

- $F_{qm} = 0.0046$  según INFOM
- $F_{qm} = 0.0030$  según Municipalidad de Guatemala
- $0.0020 \leq F_{qm} \leq 0.0050$  según DGOP (Dirección General de Obras Públicas), si el factor está entre esos dos límites, se utiliza el calculado, en cambio si es inferior o excede se utiliza el límite más cercano, según sea el caso

### 2.9.12 Caudal de diseño

Para realizar la estimación de la cantidad de agua negra que transportará el alcantarillado sanitario en los diferentes puntos donde ésta fluya, se tendrán que integrar los valores que se describen en la siguiente fórmula:

$$Q_{\text{medio}} = \# \text{ habitantes} \times F.H. \times f_{qm}$$

Donde:

# Habitantes = número de habitantes (actual, futuro)

F.H. = Factor de *Harmond*

$f_{Qm}$ . = Factor de caudal medio

### **2.9.13 Diseño de secciones y pendientes**

El análisis y la investigación del flujo hidráulico han establecido que las condiciones del flujo y las pendientes hidráulicas en sistemas sanitarios de PVC, por gravedad, pueden ser diseñadas conservadoramente utilizando la ecuación de *Manning*.

El principio básico para el buen funcionamiento de un sistema de alcantarillado sanitario es transportar las aguas negras por tuberías como si fuesen canales abiertos, funcionando por gravedad y cuyo flujo está determinado por la rugosidad del material o superficie del mismo, y por la pendiente del canal. Particularmente para sistemas de alcantarillados sanitarios, se emplean canales circulares cerrados, y para no provocar ninguna molestia se construyen subterráneos, viéndose la superficie del agua, afectado solamente por la presión atmosférica y por muy pocas presiones provocadas por los gases de la materia en descomposición que dichos caudales transportan.

#### **2.9.13.1 Diseño de secciones**

En general se usarán en el diseño secciones circulares de tuberías de PVC, debido a que las condiciones de terreno donde se ubica la red de drenaje presenta inconvenientes para el uso de tuberías de concreto. Estas tuberías funcionan como canales, para que el agua circule por acción de gravedad sin ninguna presión, es decir, están en contacto directo con la atmósfera.

La fórmula de *Mannig* está basada en las condiciones anteriormente descritas o sea flujos constantes y canales abiertos.

La fórmula de *Manning* es la siguiente:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

Para el sistema métrico la fórmula de Mannig es:

$$V = \frac{1}{2} \times \left( \text{diámetro} \times \left( \frac{0.0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \right) \times S^{\frac{1}{2}}$$

Donde:

V = Velocidad de flujo a sección llena (mts/seg.)

R = Radio hidráulico = área/perímetro mojado (metros)

D = Diámetro de la sección circular (metros)

S = Pendiente del gradiente hidráulico (mts/mm)

n = Coeficiente de rugosidad de *Manning*

Tabla V. **Valores recomendados de “n”**

TIPO DE TUBO	VALOR "n"
Ribloc y vassloc	0.008
PVC	0.009
Concreto	0.015

### 2.9.13.2 Diseño de pendiente

Para las conexiones domiciliarias, la pendiente mínima será de 2 por ciento y la máxima será de 6 por ciento, formará un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados en el sentido de la corriente del colector principal.

Para el colector principal, la pendiente a utilizar será aquella que permita estar dentro del rango de velocidades permitidas,  $0.40 \text{ mts/seg.} \leq V \leq 3.00 \text{ mts/seg.}$ , aunque para las velocidades en casos críticos como en terrenos muy planos y ramales iniciales donde el flujo es pequeño se acepta una velocidad de 0.40 mts/seg. La profundidad de la zanja variara según las circunstancias, pero no será menor a 0.60 mts sobre la corona del tubo, en lugares de tránsito pesado deberá protegerse el tubo con una loseta diseñada para evitar el aplastamiento.

Si en el fondo de la zanja se encuentra agua se usará, a manera de filtro, una capa de grava (1/2" máximo) con un espesor a 10 cms. Para el relleno se usará material selecto, con una compactación adecuada, cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor a los 3.00 mts. bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre las principales, para recibir las conexiones domiciliarias del tramo correspondiente.

El ancho mínimo de zanja está determinado por el espacio que necesita un obrero para instalación de la tubería sin mayor dificultad (ver tabla VI).

El fondo de las zanjas debe compactarse con material selecto para evitar que la tubería pueda sufrir algún daño por alguna piedra que al compactarse la quiebre o que la zanja no esté bien nivelada y se pandeé la tubería.

Tabla VI. Ancho mínimo de zanja

Diámetro nominal	Ancho de zanja mínimo			h Promedio			
	Número de diámetros	Pulgadas	Metros	1.00 a 1.85m	1.00 a 1.85 m	1.00 a 1.85 m	1.00 a 1.85 m en adelante
4"	4.30	18	0.45	-	0.50	0.50	0.55
6"	2.90	18	0.45	-	0.50	0.50	0.55
8"	2.90	24	0.61	-	0.65	0.70	0.75
10"	2.50	26	0.66	-	0.70	0.70	0.75
12"	2.40	30	0.76	-	-	-	0.80
15"	2.00	30	0.76	-	-	-	0.80
18"	1.80	32	0.82	-	-	-	-

#### 2.9.14 Obras accesorias

Se diseñan para garantizar el buen funcionamiento del sistema de alcantarillado.

##### 2.9.14.1 Conexiones domiciliarias

Tienen la finalidad de descargar las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado central, ordinariamente al construir un sistema de alcantarillado sanitario es costumbre establecer y dejar previsto una conexión en Y o T en cada lote edificado o en cada lugar donde haya que conectar un desagüe doméstico.



Las conexiones deben taparse e impermeabilizarse para evitar la entrada de aguas subterráneas y raíces. En colectores pequeños es más conveniente una conexión en Y, ya que proporciona una unión menos violenta de los escurrimientos que la que se conseguiría con una conexión en T.

#### **2.9.14.1.1 Caja de registro**

La conexión se realiza por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto, colocados verticalmente, el lado menor de la caja será de 45 cms; si fuese circular tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas, las cajas deben estar impermeabilizadas por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones.

El fondo tiene que ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y pueda llevarla al alcantarillado central, la altura mínima de la candela será de 1.00 metro.

#### **2.9.14.1.2 Tubería secundaria**

La conexión con el colector principal se hace por medio de la tubería de acometida. Ésta debe tener un diámetro mínimo de 4 pulgadas, si se trata de PVC y de 6 pulgadas, si se trata de concreto. La pendiente mínima de la tubería secundaria deberá ser del 2 por ciento y la máxima del 6 por ciento, a efecto de facilitar la evacuación del agua. La conexión domiciliar con el alcantarillado central se hará en el medio diámetro superior, a un ángulo de 45 grados aguas abajo.

### **2.9.14.2 Pozos de visita**

Forman parte del sistema de alcantarillado sanitario y proporcionan acceso a éste, con el objetivo de efectuar mantenimiento e inspección. Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema. Se construyen de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC. Se colocan pozos de visita en los siguientes casos:

- Cambio de pendientes
- En el inicio de cualquier ramal
- En intersecciones de dos o más tuberías
- Cuando se presente un cambio de diámetro
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros, hasta de 24"
- En las curvas no más de 30 metros

#### **2.9.14.2.1 Especificaciones físicas de los pozos de visita**

Al diseñar el sistema de alcantarillado sanitario se deben considerar los siguientes aspectos referentes a las cotas invert de entrada y salida de las tuberías en los pozos de visita:

- a) Cuando a un pozo de visita entra una tubería y sale otra del mismo diámetro, la cota invert de salida estará, como mínimo 3 cms debajo de la cota invert de entrada.

- b) Cuando en un pozo de visita entra una tubería de un diámetro y salga otra de diferente diámetro, la cota invert de salida estará como mínimo debajo de la cota invert de entrada igual a la diferencia de los diámetros de la cota invert de entrada y salida.
- c) Cuando en un pozo de visita, la tubería de salida es del mismo diámetro a las que ingresa en él, la cota invert de salida mínima estará 3 cms debajo de la cota más baja que entre.
- d) Cuando en un pozo de visita la tubería de salida es de diferente diámetro a las que ingresan a él, la cota invert de salida deberá cumplir con las especificaciones anteriores y se tomará el valor mayor.
- e) Cuando ingresa más de una tubería de diferente diámetro, una de ellas del diámetro de la tubería de salida, la cota invert de salida será para cada una de ellas la diferencia de los diámetros y la otra tendrá como mínimo 3 cms y se tomará el valor menor.
- f) La cota invert de salida de la tubería inicial deberá estar, como mínimo a la profundidad mínima de la tubería, según se considere el diámetro.

### **2.9.15 Volumen de excavación**

Es el volumen de tierra que habrá de remover para la instalación adecuada de la tubería del colector principal; se calcula en base al volumen del prisma, generado por la profundidad de dos pozos de visita, la distancia entre ellos y el ancho de la zanja, según la altura y el diámetro de la tubería. Este cálculo se puede obtener mediante la relación siguiente:

$$\text{Vol}_{\text{excavación}} = \left( \frac{H1+H2}{2} \right) \times d \times t$$

Donde:

Vol. <sub>excavación</sub> = Volumen de excavación (mts)

H<sub>1</sub> = Profundidad del primer pozo de visita (mts)

H<sub>2</sub> = Profundidad del segundo pozo de visita (mts)

d = Distancia entre los dos pozos de visita

t = Ancho de la zanja (mts)

### **2.9.16 Volumen de relleno**

Es el volumen que resulta de la diferencia entre el volumen de excavación menos el volumen del tubo que se va a instalar.

### **2.9.17 Volumen de retiro**

Concluida la excavación y el relleno, quedará un excedente de volumen de suelo, el cual tendrá que retirarse del lugar y depositarlo en un lugar apropiado.

### **2.9.18 Diseño de la red de alcantarillado sanitario**

Para que el diseño del alcantarillado sanitario cumpla con lo previsto se emplearán las especificaciones técnicas para tubería de PVC, utilizando diversas fórmulas, para que funcione de manera óptima.

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario se tomará un tramo al azar para que quede clara la manera en que se desarrolló dicho diseño, con el uso respectivo de los diferentes parámetros, criterios y normas; los cuales son el principio fundamental para el análisis y desarrollo de cualquier proyecto de alcantarillado sanitario.

El diámetro de tubería a utilizar para el colector principal sanitario será de 8 pulgadas, según la norma ASTM 3034, según lo requerido por la Municipalidad de San Manuel Chaparrón; y de 4 pulgadas para las conexiones domiciliarias. Para las candelas domiciliarias se empleará un tubo de concreto de 12 pulgadas de diámetro.

### 2.9.18.1 Parámetros de diseño

Tabla VII. Parámetros de diseño

Tipo de sistema:	Alcantarillado sanitario.
Tiempo de vida útil:	20 años.
Población actual:	175 habitantes.
Población de diseño:	340 habitantes.
Tasa de crecimiento:	3.5%.
Densidad de vivienda:	5 habitantes/casa.
Material a utilizar:	Tubería PVC, norma ASTM 3034.
Coeficiente de rugosidad:	0.009.
Diámetro de la tubería:	8".
Conexión domiciliar:	4".
	Pendiente mínima: 2%
	Pendiente máxima: 6%
Dotación de agua:	125 litros/habitante/día.
Factor de retorno de aguas negras:	0.80.
Longitud del alcantarillado	1,135.00 metros lineales.
Longitud de tubería domiciliar:	6.00 metros por casa.

### 2.9.19 Ejemplo de cálculo de un ramal

Se tomo el tramo comprendido entre los pozos de visita PV 5 y PV 4:

- **Cotas del terreno:**

Cota inicial: 101.49 mts

Cota final: 96.29 mts

- **Longitud entre los pozos:**

44.62 mts

- **Pendiente del terreno:**

$$\frac{101.49 - 96.29}{44.62} \times 100\% \approx 11.65\%$$

- **Número de casa del tramo:**

3

- **Número de casas acumuladas:**

28

- **Densidad de vivienda:**

$$5 \frac{\text{habitantes}}{\text{casas}}$$

- **Cálculo de la población a servir:**

$$\begin{aligned} \text{Población actual} &= (\text{Densidad de vivienda} * \# \text{ casas acumuladas}) \\ &= 5 * 28 \\ &= 140 \text{ habitantes} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Población futuro} &= 140 * (1+0.035)^{20} \\ &= 279 \text{ habitantes} \end{aligned}$$

- **Caudal medio:**

$$Q_{\text{medio}} = Q_{\text{domiciliar}} + Q_{\text{comercial}} + Q_{\text{industrial}} + Q_{\text{infiltraciones}} + Q_{\text{conexiones ilícitas}}$$

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{(\text{dotación} * \# \text{ hab.} * \text{factor})}{86,400}$$

$$Q_{\text{domiciliar}} = \frac{(125 \text{ lts / hab / día} * 270 \text{ hab} * 0.80)}{86,400} = 0.32125 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{\text{comercial}} = 0.3125 \text{ lts / seg} * 0.20 = 0.0625 \text{ lts/seg}$$

según INFOM 20% del caudal domiciliar.

$$Q_{\text{infiltración}} = \frac{\left( \frac{\text{dotación} * (\text{metro tubo} + \# \text{ casas} * 6.00 \text{ metros})}{1,000} \right)}{86,400}$$

= 0.00; ya que el material a utilizar es PVC.

$$Q_{\text{conexiones ilícitas}} = \frac{125 \text{ lts/hab/día} \times 270 \text{ hab}}{86,400} = 0.3906 \text{ lts / seg}$$

según INFOM dotación 125lts/hab/día.

$Q_{\text{industrial}} = 0.00$ ; ya que no se existen industrias en la aldea El Espinal.

- $Q_{\text{medio}} = 0.7356 \text{ lts/seg.}$

- **Factor de caudal medio:**

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{medio}}}{\text{número de habitante}}$$

$$= \frac{0.7356}{279}$$

$$= 0.0030;$$

El factor de caudal medio se encuentra dentro del rango permitido:  
 $0.0020 \leq f_{qm} \leq 0.0050$ , según DGOP (Dirección General de Obras Públicas)

- **Factor de *Harmond*:**

$$F.H. = \frac{(18 + P^{\frac{1}{2}})}{(4 + P^{\frac{1}{2}})}$$



$$F.H.\text{actual} = F.H. = \frac{\left( 18 + (140/1000)^{\frac{1}{2}} \right)}{\left( 4 + (140/1000)^{\frac{1}{2}} \right)} = 4.20$$

$$F.H.\text{futuro} = F.H. = \frac{\left( 18 + (279/1000)^{\frac{1}{2}} \right)}{\left( 4 + (279/1000)^{\frac{1}{2}} \right)} = 4.09$$

- **Caudal de diseño:**

$$Q_{\text{medio}} = \# \text{ habitantes} \times F.H. \times f_{\text{qm}}$$

$$Q_{\text{diseño actual}} = 140 \times 4.20 \times 0.003 = 1.76 \text{ lts/seg}$$

$$Q_{\text{diseño futuro}} = 279 \times 4.09 \times 0.003 = 3.42 \text{ lts/seg}$$

- **Velocidad a sección llena:**

Utilizando la fórmula de *Manning* para realizar el cálculo correspondiente a la velocidad a sección llena de la tubería de 8", se obtiene el valor de:

$$V = \left( \frac{1}{0.009} \right) \times \left( \frac{8 \times 0.0254}{4} \right)^{\frac{2}{3}} \times \left( \frac{0.72}{100} \right)^{\frac{1}{2}} = 1.29 \text{ mts/seg}$$

- **Caudal a sección llena:**

$$Q = A \times V = \frac{\pi}{4} \times (\text{diámetro} \times 0.0254)$$
$$= \frac{\pi}{4} \times (8" \times 0.0254) \times 1.03 \text{ lts/seg} \times 1000 \text{ lts} = 41.85 \text{ lts/seg}$$

- **Relación q/Q (caudales):**

Teniendo el valor de la relación q/Q y buscando este valor en las tablas de diseño hidráulico, se puede obtener el valor de v/V:

$$\frac{q}{Q} \text{ actual} = \frac{1.76}{41.85} = 0.04$$

$$\frac{q}{Q} \text{ futuro} = \frac{3.42}{41.85} = 0.082$$

- **Relación v/V (velocidades):**

Se recomienda que la velocidad de flujo para tuberías de PVC no sea menor de 0.40 mts/seg, ni mayor de 3.00 mts/seg.

$$v \text{ actual} = \frac{v}{V} \times V$$

$$\frac{v}{V} \text{ actual} = 0.49; V \text{ actual} = 1.29 \times 0.49 = 0.63 \text{ mts/seg}$$

0.40 mts/seg. < 0.63 mts/seg. (correcto).

$$v \text{ futuro} = \frac{v}{V} \times V$$

$$\frac{v}{V} \text{ futuro} = 0.61; V \text{ futuro} = 1.29 \times 0.61 = 0.79 \text{ mts/seg}$$

$$0.79 \text{ mts/seg.} < 4.00 \text{ mts/seg. (correcto).}$$

Ambos valores de  $V$  son correctos, ya que están entre los valores permitidos de  $0.40 \leq v/V \leq 4.00$ , por lo que los cálculos son correctos.

- **Relación d/D (Tirantes):**

Para que no exista taponamiento en la tubería, ni sobrepase la capacidad del tubo, el tirante debe cumplir con la siguiente condición:

$$0.10 \leq d/D \leq 0.75$$

$$d \text{ actual} = \frac{d}{D} \times D$$

$$d = 0.137 \times (8" \times 0.0254) = 0.03 \text{ mts}$$

$$d = 0.10 \times (8" \times 0.0254) = 0.02 \text{ mts}$$

$$2.03 \text{ cms} < 3.00 \text{ cms (correcto).}$$

$$d \text{ futuro} = \frac{d}{D} \times D$$

$$d = 0.194 \times (8" \times 0.0254) = 0.04 \text{ mts}$$

$$d = 0.75 \times (8" \times 0.0254) = 0.15 \text{ mts}$$

4.00 cms < 15.00 cms (correcto).

Como se puede observar, el tirante de agua es mayor a 0.10 y menor a 0.75, por lo que los cálculos son correctos.

- **Cotas invert:**

$$\begin{aligned} \text{Cota invert de inicio} &= \text{cota terreno inicial} - h \text{ pozo anterior} - 0.05 \\ &= 101.49 - 7.18 - 0.05 \\ &= 94.31 \text{ Mts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cota invert final} &= \text{cota invert inicial} - (\text{dist. Horizontal} * (S\% \text{ tubo})) \\ &= 94.31 - (44.62 \times (\frac{0.79}{100})) = 93.99 \text{ Mts} \\ &= 93.99 \text{ Mts.} \end{aligned}$$

- **Altura de pozos:**

$$\begin{aligned} \text{Altura de pozo inicio} &= \text{cota terreno inicial} - \text{cota invert inicial} \\ &= 101.49 - 94.31 \\ &= 7.18 \text{ Mts} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Altura de pozo final} &= \text{cota de terreno final} - \text{cota invert final} \\ &= 96.29 - 93.99 \\ &= 2.30 \text{ Mts}\end{aligned}$$

- **Volumen de excavación:**

$$\begin{aligned}\text{Vol}_{\text{excavación}} &= \left( \frac{H1 + H2}{2} \right) \times d \times t \\ &= \left( \frac{7.18 + 2.30}{2} \right) \times 44.62 \times 0.80 \\ &= 169.20 \text{ Mts}^3\end{aligned}$$

Tabla VIII. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

DE	A	COTAS TERR.		DH Local (m)	S (%) Terreno	No.DE CASAS		HAB.SERVIR		FACT. HARMOND		Qdis (L/s)		DIAM. (plg)	S (%) TUBO	SECC. LLENA		REL. q/Q	HIDRAÚLI CAS v/V	v (m/s) Fut.	COT.INVERT		PROF.POZO		ANCHO Zanja (m)	EXC. (M3)
		Inicio	Final			Local	Acum.	Act. Acu.	Fut. Acu.	Act.	Fut.	Act.	Fut.			Vel. (m/s)	Q (l/s)				Inicio	Final	Inicio	Final		
0A	0	100,00	100,44	47,34	-0,93	4	4	20	40	4,38	4,33	0,26	0,52	8	1,82	2,05	66,61	0,008	0,30	0,62	99,50	98,64	0,50	1,80	0,8	43,55
11	16	104,94	104,24	24,26	2,89	1	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	2,89	2,59	83,95	0,002	0,20	0,52	103,84	103,14	1,10	1,10	0,8	21,35
16	17	104,24	103,15	27,88	3,91	0	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	5,52	3,58	116,16	0,001	0,17	0,61	103,09	101,55	1,15	1,60	0,8	30,67
17	18	103,15	102,14	30,00	3,37	0	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	5,87	3,69	119,71	0,001	0,17	0,63	101,50	99,74	1,65	2,40	0,8	48,60
18	19	102,14	101,31	19,84	4,18	1	2	10	20	4,41	4,38	0,13	0,26	8	4,94	3,39	109,84	0,002	0,20	0,68	99,69	98,71	2,45	2,60	0,8	40,08
19	0	101,31	100,44	25,05	3,47	1	3	15	30	4,40	4,36	0,20	0,39	8	2,87	2,58	83,79	0,005	0,26	0,67	98,66	97,94	2,65	2,50	0,8	51,60
10A	10	105,58	105,01	42,33	1,35	1	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	6,31	3,83	124,12	0,001	0,17	0,65	105,08	102,41	0,50	2,60	0,8	52,49
11A	11	105,40	104,94	18,74	2,45	1	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	6,72	3,95	128,15	0,001	0,17	0,67	104,40	103,14	1,00	1,80	0,8	20,99
11	10	104,94	105,01	52,78	-0,13	2	3	15	30	4,40	4,36	0,20	0,39	8	5,08	3,43	111,37	0,004	0,24	0,82	103,09	100,41	1,85	4,60	0,8	136,17
10	10B	105,01	103,22	85,62	2,09	3	6	30	60	4,35	4,30	0,39	0,77	8	1,33	1,76	57,03	0,013	0,35	0,62	100,36	99,22	4,65	4,00	0,8	296,25
10B	2	103,22	102,61	40,00	1,53	2	8	40	80	4,33	4,27	0,52	1,02	8	3,93	3,02	97,91	0,010	0,32	0,97	99,17	97,60	4,05	5,01	0,8	144,96
11A	12	105,40	105,14	47,96	0,54	1	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	6,28	3,82	123,81	0,001	0,17	0,65	104,40	101,39	1,00	3,75	0,8	91,12
12	13	105,14	104,66	24,76	1,94	1	2	10	20	4,41	4,38	0,13	0,26	8	3,55	2,87	93,17	0,003	0,22	0,63	101,34	100,46	3,80	4,20	0,8	79,23
13	14	104,66	102,89	47,40	3,73	2	4	20	40	4,38	4,33	0,26	0,52	8	3,73	2,94	95,50	0,005	0,26	0,77	100,41	98,64	4,25	4,25	0,8	161,16
14	14A	102,89	102,10	20,00	3,95	0	4	20	40	4,38	4,33	0,26	0,52	8	3,95	3,03	98,23	0,0053	0,26	0,79	98,59	97,80	4,30	4,30	0,8	68,80
14A	15	102,10	101,88	27,60	0,80	1	5	25	50	4,37	4,32	0,33	0,64	8	1,70	1,99	64,49	0,010	0,32	0,64	97,75	97,28	4,35	4,60	0,8	98,81
3A	3	100,46	102,19	47,88	-3,61	1	1	5	10	4,44	4,41	0,07	0,13	8	2,00	2,16	69,89	0,002	0,19	0,41	99,46	97,99	1,00	4,20	0,8	99,59
0	1	100,44	101,70	59,22	-2,13	1	9	45	90	4,32	4,26	0,58	1,14	8	1,08	1,58	51,38	0,022	0,41	0,65	97,84	97,20	2,60	4,50	0,8	168,18
1	1A	101,70	102,78	40,00	-2,70	1	10	50	99	4,31	4,24	0,65	1,27	8	1,43	1,82	59,00	0,021	0,40	0,73	97,15	96,58	4,55	6,20	0,8	172,00
1A	2	102,78	102,60	16,30	1,10	1	20	100	199	4,24	4,15	1,27	2,48	8	2,64	2,48	80,27	0,031	0,45	1,11	96,53	96,10	6,25	6,50	0,8	83,13
2	3	102,61	102,19	42,58	0,99	2	22	110	219	4,23	4,13	1,40	2,71	8	1,29	1,73	56,17	0,048	0,51	0,88	96,05	95,50	6,56	6,69	0,8	225,67
3	4	102,19	102,24	17,88	-0,28	1	23	115	229	4,23	4,13	1,46	2,83	8	1,96	2,13	69,15	0,041	0,95	2,03	95,45	95,10	6,74	7,14	0,8	99,27
4	5	102,24	101,49	52,35	1,43	2	25	125	233	4,22	4,12	1,58	2,88	8	1,32	1,75	56,74	0,051	0,52	0,91	95,05	94,36	7,19	7,13	0,8	299,86
5	6	101,49	96,29	44,62	11,65	3	28	140	279	4,20	4,09	1,76	3,42	8	0,72	1,29	41,85	0,082	0,61	0,79	94,31	93,99	7,18	2,30	0,8	169,20
6	6A	96,29	94,85	19,22	7,49	0	28	140	279	4,20	4,09	1,76	3,42	8	2,03	2,17	70,40	0,049	0,52	1,13	93,94	93,55	2,35	1,30	0,8	28,06
6A	7	94,85	93,79	20,00	5,30	0	28	140	279	4,20	4,09	1,76	3,42	8	4,50	3,23	104,84	0,033	0,46	1,49	93,50	92,60	1,35	1,19	0,8	20,32
7	7A	93,79	93,20	59,85	0,99	1	29	145	289	4,20	4,09	1,83	3,54	8	0,89	1,43	46,51	0,076	0,59	0,85	92,55	92,02	1,24	1,18	0,8	57,93
7A	8	93,20	94,04	30,30	-2,77	2	31	155	308	4,19	4,07	1,95	3,77	8	0,59	1,17	38,09	0,099	0,64	0,75	91,97	91,79	1,23	2,25	0,8	42,18
8	9	94,04	91,65	53,85	4,44	4	35	175	348	4,17	4,05	2,19	4,23	8	2,40	2,36	76,49	0,055	0,54	1,27	91,74	90,45	2,30	1,20	0,8	75,39
<b>TOTALES</b>				<b>1135,00</b>		<b>40</b>																				<b>2930,00</b>

### **3. PRESUPUESTO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA EL ESPINAL**

#### **3.1 Descripción del personal con que cuenta la municipalidad de San Manuel Chaparrón para la ejecución del alcantarillado sanitario de la aldea El Espinal**

La municipalidad del municipio de San Manuel Chaparrón, cuenta con sus respectivas cuadrillas para la realización de alcantarillados sanitarios, la cual se conforma por supervisores, maestros de obras, albañiles; todos con gran experiencia en el desarrollo de estas obras.

La aldea El Espinal cuenta con un comité COCODE (Consejo Comunitario de Desarrollo), cuya función consiste en desarrollar y solucionar las respectivas necesidades que tiene esta comunidad, y por ende, se ha trabajado y solicitado a la respectiva municipalidad la ejecución del alcantarillado sanitario, siendo ésta una necesidad primordial.

#### **3.2 Especificaciones de construcción para los pozos de visita optadas por la municipalidad de San Manuel Chaparrón**

- Los pozos se construirán en su totalidad de ladrillo tayuyo (barro cocido), de las siguiente medidas  $0.065 \times 0.11 \times 0.23$ .

- Cuando la profundidad del pozo es menor a 1.50 metros se construirá sin refuerzo en su contorno, pero cuando sea mayor a 1.50 metros se reforzará con una solera de 4 varillas No. 3 con estribo No. 2 @ 0.15 metros.
- El espesor de las paredes de los pozos será de 0.23 metros más acabados.
- El fondo de los pozos de visita tiene un espesor de 0.20 metros hecho y terminado con concreto.
- Las tapaderas de los pozos de visita son redondas con un radio de 0.43 metros, con un espesor de 0.13 metros, utilizando concreto de 3,000 PSI, armado en ambos sentidos con acero No. 4 @ 0.15 metros.
- Las tapaderas llevarán dos jaladores móviles, esto para poder levantar con bastante facilidad cuando sea necesario, ya sea para inspeccionar, entre otros.

### **3.3 Criterios adoptados para la integración del presupuesto**

- Para el cálculo de materiales de los pozos de visita, se tomó como base el costo individual.
- El concreto para la fundición de los pozos de visita se calculó por metro cúbico.
- La cantidad de arena de río (agregado fino) y el pedrín (agregado grueso), se calculó por medio de metro cúbico de fundición.



- La cantidad de refuerzo y alambre de amarre se calculó en quintal por cada pozo de visita.
- Las conexiones domiciliarias se calcularon en forma unitaria.
- Los materiales a utilizar serán locales y los que sean necesarios se transportaran de los distintos lugares del municipio, los precios de transporte se tomaron en base a los manejados actualmente por la OMP (Oficina Municipal de Planificación).
- Así mismo, los precios de los materiales se tomaron a los que la OMP (Oficina Municipal de Planificación) maneja, para así tener y conocer el precio exacto de los materiales.
- La mano de obra calificada consistirá en uno o dos maestros de obra, personal elegido por la misma municipalidad, así como el bodeguero, planillero y albañiles. En lo que respecta a la mano de obra no calificada, en este caso los distintos ayudantes, será aportada por parte de los vecinos de la aldea El Espinal, en la cual se desarrollará dicho proyecto.
- Los salarios de mano de obra, se tomaron de los que se manejan en la OMP (Oficina Municipal de Planificación), esto para tener el precio exacto de pago de mano de obra.

### **3.4 Presupuesto de materiales**

Para realizar el presupuesto de materiales de cualquier proyecto de infraestructura se debe de tener presente que surgen imprevistos, éstos ocasionan que se utilice más material que el calculado así como mano de obra.

Por ejemplo, cuando se hace la excavación, se podría dañar la tubería de la distribución del agua potable, un drenaje transversal o si se excava en una calle que está pavimentada. Por lo que se tendrá que reparar el daño ocasionado con mano de obra y materiales respectivamente; y cuando se integre un presupuesto se deberá de incluir en el costo del proyecto, el valor de la reparación de los daños ocasionados, si se conoce la magnitud de las reparaciones a efectuarse, de lo contrario, se debe incluir un factor de imprevistos en el costo total del proyecto a ejecutar.

### **3.5 Presupuesto de mano de obra**

Para la integración del presupuesto de mano de obra, se tomó en base a los precios que maneja la OMP (Oficina Municipal de Planificación) para la construcción de obras de alcantarillados sanitarios. Se calculó el precio unitario por pozo promedio, al igual que las conexiones domiciliarias por metro de instalación de tubería.

### **3.6 Resumen general del presupuesto**

Para la integración del presupuesto total, además de considerar los gastos de materiales, mano de obra no calificada y costos indirectos, se desarrollan los gastos de planificación, prestaciones, supervisión, topografía, administración, imprevistos, maquinaria y herramientas; esto por cada renglón de trabajo: pozos de visita, conexiones domiciliarias y colector principal.

El monto total del costo del proyecto del alcantarillado sanitario, se determinó no sólo en moneda nacional (quetzales) si no que también en moneda internacional (dólares).

Tabla IX. **Resumen de presupuesto por renglones de trabajo**

<b>No.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>Q UNIDAD</b>	<b>SUBTOTAL EN Q</b>	<b>SUBTOTAL EN \$</b>
1	Preliminares	1,135.00	Metros	Q 7.87	Q 8,933.41	Q 1,191.12
2	Excavación y relleno	5,860.00	Mts3	Q 40.20	Q235,591.23	Q31,412.16
3	Tubería PVC 8" Norma ASTM 3034	1,135.00	Tubos	Q 185.73	Q210,799.20	Q28,106.56
4	Pozos de visita	23.00	Unidad	Q5,447.24	Q125,286.46	Q16,704.86
5	Conexiones domiciliarias	40.00	Unidad	Q1,380.67	Q 55,226.88	Q 7,363.58
	Costo total del proyecto				Q635,837.18	\$84,778.29

Tipo de cambio: US\$ 1.00 = Q 7.50

Tipo de cambio para el 12 de mayo de 2005

Tabla X. Presupuesto de pozo de visita

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Ladrillo tayuyo	20000.00	unidad	Q 2.00	Q 40,000.00
Cemento portland 4,000 PSI	150.00	sacos	Q 40.00	Q 6,000.00
Arena de río	20.00	m3	Q 110.00	Q 2,200.00
Piedrín de 1/2 "	15.00	m3	Q 180.00	Q 2,700.00
Acero No. 2, grado 40	3.50	qq	Q 280.00	Q 980.00
Acero No. 3, grado 40	35.00	qq	Q 280.00	Q 9,800.00
Acero No. 4, grado 40	11.00	qq	Q 280.00	Q 3,080.00
Madera	700.00	pie tabla	Q 5.00	Q 3,500.00
Parales madera de 3*4*12"	350.00	pie tabla	Q 10.00	Q 3,500.00
Alambre	150.00	libras	Q 5.00	Q 750.00
<b>TOTAL DE MATERIALES</b>				<b>Q 72,510.00</b>
MANO DE OBRA Y PRESTACIONES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Excavación	101.25	m3	Q 20.00	Q 2,025.00
Relleno	10.13	m3	Q 15.00	Q 151.95
Retiro más carga sobrante	91.12	m3	Q 10.00	Q 911.20
Levantado más acabados	23.00	unidad	Q 125.00	Q 2,875.00
Armado de fondo	23.00	unidad	Q 30.00	Q 690.00
Fundición de fondo	23.00	unidad	Q 40.00	Q 920.00
Armado de brocal	23.00	unidad	Q 30.00	Q 690.00
Fundición de brocal	23.00	unidad	Q 40.00	Q 920.00
Armado de tapadera	23.00	unidad	Q 30.00	Q 690.00
Fundición de tapadera	23.00	unidad	Q 40.00	Q 920.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 10,793.15</b>
Total de mano de obra				Q 10,793.15
M. O. Indirecta				Q 5,396.58
Prestaciones				Q 5,261.66
Sub-total				Q 21,451.39
Total de materiales				Q 72,510.00
Planificación				Q 4,698.07
Supervisión				Q 9,396.14
Topografía				Q 2,349.03
Administración				Q 4,698.07
Imprevistos				Q 4,698.07
Transporte				Q 5,000.00
Maquinaria y equipo (2% MO)	1	global		Q 215.86
Herramientas (2.5% M O)	1	global		Q 269.83
<b>TOTAL POZOS DE VISITA</b>				<b>Q125.286.46</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 5,447.24</b>

Tabla XI. Presupuesto de conexiones domiciliarias

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Tubo de cemento de 12"	40.00	tubos	Q 50.00	Q 2,000.00
Tubo de PVC de 4"	25.00	tubos	Q 261.00	Q 6,525.00
Cemento portland 4,000 PSI	50.00	sacos	Q 40.00	Q 2,000.00
Arena de río	8.00	m3	Q 110.00	Q 880.00
Piedrín de 1/2"	12.00	m3	Q 180.00	Q 2,160.00
Alambre	100.00	libra	Q 5.00	Q 500.00
Yee 4" S*G*G	40.00	unidad	Q 78.00	Q 3,120.00
Silletas Y 8"*4"	40.00	unidad	Q 149.39	Q 5,975.60
<b>TOTAL DE MATERIAL</b>				<b>Q 23,160.60</b>
MANO DE OBRA Y PRESTACIONES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Instalación tubería 4" PVC	150	ml	Q 10,00	Q 1,500.00
Instalación tubería 10" cemento	40	unidad	Q 20,00	Q 800.00
Colocado accesorios PVC	40	unidad	Q 2,50	Q 100.00
Excavación de candelas	40	unidad	Q 40,00	Q 1,600.00
Armado base candela	40	unidad	Q 20,00	Q 800.00
Armado brocal candelas	40	unidad	Q 20,00	Q 800.00
Armado tapadera candelas	40	unidad	Q 20,00	Q 800.00
Fundición base de candelas	40	unidad	Q 25,00	Q 1,000.00
Fundición brocal de candelas	40	unidad	Q 25,00	Q 1,000.00
Fundición tapadera de candelas	40	unidad	Q 25,00	Q 1,000.00
<b>TOTAL DE MANO DE OBRA</b>				<b>Q 9,400.00</b>
Total de mano de obra				Q 9,400.00
M. O. Indirecta				Q 4,700.00
Prestaciones				Q 4,582.50
Sub-total				Q 18,682.50
Total de materiales				Q 23,160.60
Planificación				Q 2,092.16
Supervisión				Q 4,184.31
Administración				Q 2,092.16
Imprevistos				Q 2,092.16
Transporte				Q 2,500.00
Maquinaria y equipo (2% MO)	1	global		Q 188.00
Herramientas (2.5% M O)	1	global		Q 235.00
<b>TOTAL CONEXIONES DOMICILIARES</b>				<b>Q55,226.88</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 1,380.67</b>

Tabla XII. Presupuesto de colector principal

MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Colector de 8" PVC	189.00	tubos	Q 894.59	Q 169,077.51
TOTAL DE MATERIAL				Q 169,077.51
MANO DE OBRA Y PRESTACIONES	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO BASE	COSTO DIRECTO
Excavación	2,930.00	M3	Q 20.00	Q 58,600.00
Relleno	2,637.00	M3	Q 15.00	Q 39,555.00
Retiro más carga sobrante	293.00	M3	Q 10.00	Q 2,930.00
Instalación tubería 8" PVC	1,135.00	ml	Q 10.00	Q 11,350.00
TOTAL DE MANO DE OBRA				Q 112,435.00
Total de mano de obra				Q 112,435.00
M. O. Indirecta				Q 56,217.50
Prestaciones				Q 54,812.06
Sub-total				Q 223,464.56
Total de materiales				Q 169,077.51
Planificación				Q 19,627.10
Supervisión				Q 39,254.21
Topografía				Q 9,813.55
Administración				Q 19,627.10
Imprevistos				Q 19,627.10
Transporte				Q 5,000.00
Maquinaria y equipo ( 2% M O)	1	global		Q 2,248.70
Herramientas (2.5% M O)	1	global		Q 2,810.88
<b>TOTAL CONEXIONES DOMICILIARES</b>				<b>Q510,550.72</b>
<b>PRECIO UNITARIO</b>				<b>Q 12,763.77</b>

## **4. TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS**

### **4.1 Importancia del tratamiento de aguas negras**

Dadas las diversas actividades humanas que dan lugar a la producción de una amplia y variada gama de productos residuales, muchos de los cuales pasan directamente al agua, siendo ésta la que actúa como vehículo de transporte. El agua residual puede contener deyecciones humanas, residuos domésticos, descargas industriales, escorrentías procedentes de la agricultura y escorrentías urbanas de aguas pluviales.

Todos estos residuos, individual o colectivamente, pueden contaminar o polucionar el medio ambiente de una manera u otra, llevando un tipo de contaminación.

Con el constante aumento de viviendas, urbanizaciones y con el uso de letrinas, pozos sépticos y descargas en los terrenos, a través de filtros de arena y otros medios para eliminar los residuos humanos, pueden llegar a crear problemas económicos y sanitarios en cualquier lugar. Otros procedimientos como el de enterrar los excrementos y deyecciones procedentes de las diferentes viviendas o el de eliminar las aguas residuales en pozos negros, pueden también contribuir de una forma importante a la polución del suelo y del agua, si se aplican a la escala requerida por un gran centro urbano.

En consecuencia, el agua residual ha de ser cuidadosamente tratada antes de devolverse a la tierra o a las aguas del planeta. Dado que la recolección y evacuación del agua residual de una población, por medio de alcantarillados sanitarios, contribuye al saneamiento y a mejorar el aspecto físico del lugar; también éstas podrían llegar a causar problemas higiénicos a la misma población, si no se utiliza un tipo de tratamiento acorde a las necesidades del lugar.

El tipo de tratamiento que ha de utilizarse, en un determinado lugar, depende de qué contaminantes se deben eliminar y hasta qué punto, por lo tanto, debe hacerse un análisis de las condiciones locales, para dar una solución eficiente.

#### **4.2 Tipos de tratamiento**

Siempre es necesario algún tipo de tratamiento para evitar crear condiciones ofensivas, aún cuando una masa de agua no tenga otra aplicación que la de disposición de aguas negras.

El propósito del tratamiento de las aguas negras, es separar la cantidad suficiente de sólidos que permita que los que queden, al ser descargados a las aguas receptoras, no interfieran con el mejor empleo de éstas, tomando en cuenta la capacidad de las aguas receptoras para asimilar la carga que se agregue.

A pesar de que son muchos los métodos usados para el tratamiento de las aguas negras, todos pueden incluirse dentro de los cinco procesos que a continuación se describen.



#### **4.2.1 Tratamiento preliminar**

En la mayoría de las plantas, el tratamiento preliminar sirve para proteger el equipo de bombeo y hacer más fáciles los procesos subsecuentes del tratamiento. Los dispositivos para el tratamiento preliminar están destinados a eliminar o separar los sólidos mayores o flotantes, a eliminar los sólidos inorgánicos pesados y a eliminar cantidades excesivas de aceites o grasas.

Para alcanzar los objetivos de un tratamiento preliminar se emplean comúnmente los siguientes dispositivos:

- Rejas de barras o más finas
- Desmenuzadores o trituradores
- Desarenadores
- Tanques de preparación

Además de los anteriores, a veces se hace la cloración en el tratamiento preliminar. Como la desinfección puede usarse en cualquier etapa de un tratamiento, se considera como un método independiente.

- Rejas

El primer paso en el tratamiento preliminar de aguas residuales consiste en separación de sólidos gruesos, lo cual se consigue con la utilización de rejas que sirven para proteger las bombas, las válvulas y otros elementos, contra posibles daños, para evitar que se obstruyan por papel, pedazos de madera, basura, sólidos inorgánicos pesados como arena, piedras, metales, vidrios, plásticos, ropas, etc.; evitando con ello obstaculizar el proceso subsiguiente.

- Desarenadores

Su misión es separar arenas, gravas, cenizas y cualquier otra materia pesada que tenga velocidad de sedimentación o peso específico superior a los de los sólidos orgánicos putrescible de aguas residuales. Los desarenadores deben proteger los equipos mecánicos contra la abrasión y desgaste anormales, reducir la formación de depósitos pesados en las tuberías, canales y conductos.

#### **4.2.2 Tratamiento primario**

Mediante este tratamiento se separan o eliminan la mayoría de los sólidos suspendidos en las aguas negras, o sea aproximadamente del 40 al 60 por ciento, mediante el proceso físico de asentamiento en tanques de sedimentación. Cuando se agregan ciertos productos químicos en los tanques primarios, se eliminan casi todos los sólidos coloidales, así como los sedimentables, o sea un total del 80 a 90 por ciento de los sólidos suspendidos. La actividad biológica en las aguas negras durante este proceso, tiene escasa importancia.

El propósito fundamental de los dispositivos para el tratamiento primario, consiste en disminuir suficientemente la velocidad de las aguas negras para que puedan sedimentarse los sólidos. Por consiguiente, a estos dispositivos se le puede distinguir bajo el nombre de tanques de sedimentación.

Debido a la diversidad de diseños y operación, los tanques de sedimentación pueden dividirse en cuatro grupos, a saber:

- Tanques o fosas sépticas
- Tanques de doble acción o tanques *Imhoff*
- Tanques de sedimentación simple con eliminación mecánica de lodos
- Clarificadores de flujo ascendentes con eliminación mecánica de lodos

En muchos casos, el tratamiento primario es suficientemente adecuado para que se pueda permitir la descarga del efluente a las aguas receptoras, sin que interfiera con el uso adecuado de dichas aguas

#### **4.2.3 Tratamiento secundario**

Este tratamiento debe hacerse cuando las aguas negras todavía contienen, después del tratamiento primario, más sólidos orgánicos en suspensión o solución que los que puedan ser asimilados por las aguas receptoras sin oponerse a su uso normal adecuado.

El tratamiento secundario depende principalmente de los organismos aerobios para la descomposición de los sólidos orgánicos hasta transformarlos en sólidos inorgánicos o en sólidos estables. Este tratamiento es comparable a la zona de recuperación de la auto purificación de una corriente.

Los dispositivos que se usan para el tratamiento secundario pueden dividirse en los cuatro grupos siguientes:

- Filtros goteadores con tanques de sedimentación
- Tanques de aereación
- Filtros de arena intermitentes
- Estanques de estabilización

#### **4.2.4 Tratamiento terciario**

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad física químico-biológica, que sea adecuada para el uso al que se destina el agua residual, sin riesgo alguno. En este proceso se le da un pulimento al agua de acuerdo al rehúso que se le pretenda dar.

#### **4.2.5 Cloración**

Éste es un método de tratamiento que puede emplearse para muy diversos propósitos, en todas las etapas de un tratamiento de aguas negras y aún antes del tratamiento preliminar. Generalmente se aplica el cloro a las aguas negras con los siguientes propósitos:

- Desinfección o destrucción de organismos patógenos
- Prevención de la descomposición de las aguas negras para controlar el olor
- Como auxiliar en los procesos de sedimentación, filtros goteadores y abultamiento de lodos
- Ajuste o abatimiento de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno)

#### **4.2.6 Tratamiento de lodos**

Los lodos de las aguas negras están constituidos por los sólidos que se eliminan en las unidades de tratamiento primario y secundario, junto con el agua que se separa con ellos. Mientras que en algunos cuantos casos es satisfactoria la disposición de ellos sin someterlos a tratamiento. Generalmente es necesario tratarlos en alguna forma para prepararlos o acondicionarlos para disponer de ellos sin originar condiciones inconvenientes.

Este tratamiento tiene dos objetivos, siendo el primero de éstos eliminar parcial o totalmente el agua que contienen los lodos, para disminuir su volumen en fuerte proporción y, en segundo lugar, para que se descompongan todos los sólidos orgánicos putrescibles, transformándose en sólidos minerales o sólidos orgánicos relativamente estables. Esto se logra con la combinación de dos o más de los métodos siguientes:

- Espesamiento
- Digestión
- Secado en lechos de arena
- Acondicionamiento con productos químicos
- Filtración al vacío
- Secado aplicando calor
- Incineración
- Oxidación húmeda

#### **4.2.7 Limitaciones y justificaciones de la selección**

Para que funcionen las plantas de tratamiento, se requiere del espacio necesario para la ubicación de la misma. Su implementación le corresponde a un ingeniero sanitario conocedor del tema, para que éste decida, entre las condiciones que se tengan en cada caso, lo más conveniente por hacer en el proceso de tratamiento.

También se debe hacer énfasis en que si la planta requiere del uso de energía eléctrica o por combustibles, su funcionamiento puede ser abandonado debido a la escasez de recursos en el municipio.

En el caso de que se requiera del uso de quipos mecánicos, como bombas o compresores, éstos necesitan de un servicio adecuado, y debido a que la municipalidad es la encargada de darles el mantenimiento, en la mayoría de los casos no se cuenta con los fondos necesarios para cubrir estos rubros.

### **4.3 Propuesta de tratamiento**

#### **4.3.1 Selección del tipo de tratamiento**

El propósito del tratamiento de aguas negras, previo a su eliminación por dilución, consiste en separar los sólidos orgánicos e inorgánicos y mejorar la calidad de agua en el efluente. Tomando en cuenta la situación de la aldea El Espinal que tendrá como cuerpo receptor dos quebradas, deberán tomarse en cuenta los factores siguientes para la selección del tratamiento a saber:

##### **4.3.1.1 Eficiencia del tipo de tratamiento**

Es de suma importancia que el tipo de tratamiento que se selecciona tenga una eficiencia adecuada y un alto porcentaje de rendimiento, ya que de lo contrario no se estaría cumpliendo con el objetivo básico, que es tener un efluente de buena calidad.

##### **4.3.1.2 Costo del tipo de tratamiento**

El costo del tipo de tratamiento debe ir íntimamente relacionado con las posibilidades de la municipalidad respectiva, ya que de nada serviría diseñar una planta de tratamiento de alto costo, si no es posible su construcción.

Se agrega a esto que la planta debe tener mantenimiento sencillo y no muy técnico, debido a que el costo de operación y mantenimiento resulta antieconómico para las municipalidades o comunidades.

#### **4.3.1.3 Caudal**

Es necesario e importante conocer las características y volúmenes de agua que se va a someter al sistema de tratamiento para hacer la elección del más adecuado. Tanto el caudal como la eficiencia de la planta son factores de mucha importancia para obtener los resultados esperados.

#### **4.3.1.4 Topografía**

El área de terreno con que se dispone para ubicar una planta de tratamiento es otro de los factores que debe considerarse para hacer la elección, cuando más se adapta a la topografía del lugar, más económico será el proceso de tratamiento.

Tratando de encontrar un sistema de fácil construcción, operación, mantenimiento y económico, se propone para la comunidad, el tratamiento mediante dos fosas sépticas, ya que se cuenta con dos desfogues, esta solución es más económica y da buenos resultados.

Por factores de disponibilidad de área y economía, se considera que el método de tratamiento adecuado para el proyecto de drenaje sanitario de la aldea El Espinal es la fosa séptica, la cual corresponde al tratamiento primario.

### **4.3.2 Fosas sépticas**

Los desperdicios líquidos domésticos no tratados, rápidamente atascarían hasta las formaciones más porosas de grava. La fosa condiciona al agua negra para que pueda filtrarse más fácilmente en el subsuelo. La función más importante de una fosa séptica es proporcionar protección a la capacidad absorbente del suelo. Las funciones que tienen lugar dentro de la fosa para proporcionar esta protección son las siguientes.

#### **4.3.2.1 Eliminación de sólidos**

El atascamiento del suelo con el efluente de la fosa varía directamente con la cantidad de sólidos suspendidos en el líquido. A medida que el agua negra procedente del alcantarillado entra en la fosa séptica, su velocidad de flujo se reduce de tal modo que los sólidos mayores se hunden en el fondo o suben a la superficie. Estos sólidos se retienen en el depósito y el efluente clarificado es descargado.

#### **4.3.2.2 Tratamiento biológico**

Los sólidos o líquidos en la fosa son sometidos a descomposición por procesos naturales y bacteriológicos. Las bacterias presentes son de la variedad llamada anaerobia que prosperan en la ausencia de oxígeno libre. Esta descomposición o tratamiento de aguas negras en condiciones anaerobias es llamada "séptica". El agua negra que ha sido sujeta a tal tratamiento causa menos atascamiento que el agua negra no tratada que contenga la misma cantidad de sólidos en suspensión.



#### **4.3.2.3 Almacenamiento de cieno y natas**

Cieno es una acumulación de sólidos en el fondo de la fosa, mientras que las natas son un conjunto, parcialmente sumergido, de sólidos flotantes que pueden formarse en la superficie del líquido dentro de la fosa.

Cieno y natas, en un menor grado, serán digeridas y compactadas a un menor volumen. Sin embargo, por eficiente que sea el proceso, siempre permanecerá un residuo sólido de materia inerte. Si las fosas sépticas se diseñan, construyen, conservan y operan adecuadamente, serán efectivas en el desempeño de su función.

Los sólidos más pesados del agua negra se asientan en el fondo del tanque, formando un manto de cieno, los sólidos más ligeros, incluyendo grasas, suben a la superficie y forman una capa de natas. Una porción considerable del cieno y de natas se licúa a través de la descomposición o digestión, durante este proceso, el gas es liberado del cieno, llevando una porción de los sólidos a la superficie, donde se acumulan como natas.

#### **4.3.2.4 Localización**

Las fosas sépticas deben localizarse donde no puedan provocar la contaminación de ningún pozo, manantial o cualquier fuente de abastecimiento de agua. La contaminación subterránea puede viajar en cualquier dirección y a una distancia considerable, a menos que se filtre adecuadamente.

El nivel de agua freática se mueve en dirección de la pendiente del nivel freático, por esta razón, las fosas sépticas se deben localizar debajo de las fuentes de agua.

La fosa séptica no puede construirse a menos de 1.5 metros de cualquier edificación, para evitar daños estructurales durante su construcción o por las filtraciones. No deben localizarse las fosas en áreas pantanosas o sujetas a inundaciones.

#### **4.3.2.5 Efluente**

Las fosas sépticas no efectúan un alto grado de eliminación de bacterias. A pesar de que las aguas negras experimentan tratamiento al pasar por la fosa, esto no significa que sean eliminados agentes infecciosos, por lo tanto, los efluentes de una fosa séptica nunca pueden considerarse potables, previo a diseñar las fosas.

#### **4.3.2.6 Operación y mantenimiento**

La inspección y limpieza de una fosa séptica requiere de ciertos procedimientos y técnicas, con el fin de que posteriormente funcione en forma adecuada. Para ello se sugiere aplicar los procesos siguientes.

#### **4.3.2.7 Inspección**

- Localizar perfectamente el lugar donde se encuentra la fosa séptica, lo que puede hacerse por medio de los planos de construcción.
- Una vez identificado el lugar, se procederá a excavar, tomando en cuenta que estos dispositivos hidráulicos suelen encontrarse a poca profundidad del nivel del suelo.

- Descubiertas las tapas de registro, se pueden golpear con firmeza en los bordes, con el cabo de la pala, a fin de que se aflojen; así podrán levantarse fácilmente. Primero se levanta la que se encuentra sobre el deflector de salida, cuidando a la vez, de no aspirar los gases que puedan emanar de la fosa séptica, ya que pueden ser tóxicos.
- Levantadas las tapas de registro, es conveniente dejarlas así por un tiempo para que emanen los gases que contiene la fosa séptica ya que pueden ser tóxicos.
- Levantadas las tapas de registro, es conveniente dejar que la fosa séptica se ventile previamente durante cinco minutos, a fin de que escapen los gases tóxicos e inflamables que se generan en su interior, pues son peligrosos.
- Se debe verificar que no hayan natas acumuladas entre la pared de la fosa séptica y el tabique difusor de entrada, si lo hubiere.

#### **4.3.2.8 Limpieza**

Luego de realizar la inspección, se procede a la limpieza, si se considera necesario. Para ello, se opera de la siguiente manera:

- Se debe verificar que no hayan natas acumuladas entre la pared de la fosa séptica y el tabique difusor de entrada, si lo hubiere.
- Si se cuenta con equipo de bombeo y camión cisterna, se introduce la manguera de la bomba en la superficie en donde están las natas, para extraerlas y depositarlas en la cisterna.

- A medida que va disminuyendo el volumen del contenido de la fosa, se llega a los lodos, teniendo cuidado de que al extraer éstos, se deje un pequeño residuo, para propósito de inoculación de bacterias.
- Si no se cuenta con el equipo mencionado, el contenido de la fosa puede extraerse por medio de cubetas provistas de mango largo y depositarlo en carretillas. Al llegar a los lodos, se debe dejar un residuo para inoculación de bacterias.
- Vaciada la fosa séptica, se deben revisar las bocas de entrada y salida, verificando que se encuentren completamente libres.
- Las fosas sépticas no deben desinfectarse después de su limpieza.
- Una vez vaciada la fosa, deben colocarse nuevamente las tapas de registro, cuidando que queden bien instaladas, para evitar posibles fugas de olores o gases. Se procederá luego a rellenar sobre las tapas, y si es posible se coloca una marca sobre ellas, para facilitar la localización en futuras operaciones
- El material retirado de la fosa, puede enterrarse en lugares deshabitados o en zanjas que tengan un mínimo 60 centímetros de profundidad.

Las natas, líquidos y lodos extraídos de una fosa séptica suelen contener partes sin digerir, que siguen siendo nocivas, pudiendo ser peligrosas para la salud. Por tanto, estos fangos, si se desearan usar como fertilizantes no se podrían aprovechar de inmediato, por lo que se deben mezclar convenientemente con otros residuos orgánicos (basura, ripio, etc.).

El material líquido retirado, no debe vaciarse en sistemas de agua pluviales o en corrientes de agua, por el evidente peligro de contaminación.

#### **4.3.2.9 Diseño de fosa séptica**

##### **4.3.2.9.1 Diseño hidráulico**

Los siguientes datos son que se utilizaron para los diseños de las respectivas fosas sépticas.

- **Fosa séptica uno**

Período de retención = 24 horas.

Número de habitantes = 50 habitantes.

Dotación = 125 lts/hab/día.

Factor de retorno = 0.80profundidad

- **Fosa séptica dos**

Período de retención = 24 horas.

Número de habitantes = 298 habitantes.

Dotación = 125 lts/hab/día.

Período de retención = 24 horas.

Número de habitantes = 50 habitantes.

- **Diseño de fosa séptica uno**

$$Q = \text{Dotación} \times \# \text{ habitantes} \times \text{F.R.}$$

$$Q = 125 \text{ lts/hab/día} \times 50 \times 0.80$$

$$Q = 5,000.00 \frac{\text{lts}}{\text{día}}$$

$$Q = 5.00 \frac{\text{Mts}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Volumen fosa séptica} = 60.00 + 0.75 \times (Q)$$

$$\text{Volumen fosa séptica} = 8,010.00 \frac{\text{lts}}{\text{día}} = 8.01 \text{ Mts}^3$$

Dimensiones fosa séptica :

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{\text{Volumen fosa séptica}}{2 \times (\text{profundidad asumida})}}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{8.01 \text{ Mts}^3}{2 \times (1.5 \text{ Mts})}} = 1.63 \text{ Mts} = 2.00 \text{ Mts}$$

$$\text{Longitud} = 2 \times \text{ancho}$$

$$\text{Longitud} = 2 \times 2.00 \text{ Mts} = 4.00 \text{ Mts}$$

- **Diseño de fosa séptica dos**

$$Q = \text{Dotación} \times \# \text{ habitantes} \times \text{F.R.}$$

$$Q = 125 \text{ lts/hab/día} \times 298 \times 0.80$$

$$Q = 29,800.00 \frac{\text{lts}}{\text{día}}$$

$$Q = 29.80 \frac{\text{Mts}^3}{\text{día}}$$

$$\text{Vólumen fosa séptica} = 60.00 + 0.75 \times (Q)$$

$$\text{Vólumen fosa séptica} = 22,410.00 \frac{\text{lts}}{\text{día}} = 22.41 \text{ Mts}^3$$

Dimensiones fosa séptica :

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{\text{Vólumen fosa séptica}}{2 \times (\text{profundidad asumida})}}$$

$$\text{Ancho} = \sqrt{\frac{22.41 \text{ Mts}^3}{2 \times (1.5 \text{ Mts})}} = 2.73 \text{ Mts} = 3.00 \text{ Mts}$$

$$\text{Longitud} = 2 \times \text{ancho}$$

$$\text{Longitud} = 2 \times 3.00 \text{ Mts} = 6.00 \text{ Mts}$$

#### 4.3.2.9.2 Diseño estructural

$$A_s = \frac{M_u}{0.90 \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right)}$$

$$a = \frac{f_y}{0.85 \times f'_c \times b} \times (A_s)$$

$$f'_c = 210.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_y = 2,810.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$d = 17.00 \text{ cm}$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$M = 562.5 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$M = 56,250.00 \text{ Kg} - \text{m}$$

$$A_s = \frac{56,250 \text{ Kg} - \text{m}}{0.90 \times 2810.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times \left( 17.00 \text{ cm} - \frac{a}{2} \right)}$$

$$A_s = \frac{22.24 \text{ Kg} - \text{m}}{17 - \frac{a}{2}}$$



$$a = \frac{2,810.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{0.85 \times 210.00 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 100.00 \text{ cm}} \times (A_s) \qquad a = 0.16 \times A_s$$

Tabla XIII. **Valores encontrados de  $A_s$  y  $a$**

<b>A</b>	<b><math>A_s</math></b>	<b><math>a</math></b>
5.00	1.53	0.25
0.25	1.32	0.21
0.21	1.32	0.21

$$A_s = 1.32 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ m\u00ednimo} = 0.002 \times b \times d$$

$$A_s \text{ m\u00ednimo} = 0.002 \times 100.00 \text{ cm} \times 17.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ m\u00ednimo} = 3.40 \text{ cm}^2$$

Armado de paredes de fosa s\u00e9ptica: para ambas fosas s\u00e9pticas se debe usar varilla No. 3 @ 0.20 mts.

$$\sigma = 2,100.00 \frac{\text{Toneladas}}{\text{Mts}^2}$$

$$P = \sigma \times h$$

$$P = 1 \frac{\text{Tonelada}}{\text{Mts}^2}$$

$$A_s \text{ m\u00ednimo} = 0.002 \times b \times d$$

$$A_s \text{ m\u00ednimo} = 0.002 \times 100.00 \text{ cm} \times 17.00 \text{ cm}$$

$$A_s \text{ m\u00ednimo} = 3.40 \text{ cm}^2$$

Armado de losas de fosa s\u00e9ptica: para ambas fosas s\u00e9pticas se debe usar varilla No. 3 @ 0.20 mts.

## **5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **5.1 Antecedentes históricos**

Al desarrollar los antecedentes históricos de las Evaluaciones de Impacto Ambiental, es procedente hacer una pequeña reseña de donde se originó la Ley de Protección y Mejoramiento de medio ambiente, debido que esta norma legal es donde se sitúa por primera vez la palabra EIA.

#### **5.1.1 Antecedentes históricos de la Ley de Protección Reglamentos de la República de Guatemala**

"Con fecha tres de mayo de mil novecientos noventa y tres el Presidente de la República de ese entonces, tiene la inquietud de cumplir con una de las recomendaciones dada en la conferencia de Estocolmo, celebrada en Suecia, en el año de mil novecientos setenta y dos, en el sentido de crear un instrumento adecuado para planificar, coordinar y ejecutar el plan nacional para alcanzar los objetivos de velar y conservar y mejorar el medio ambiente, creó mediante Acuerdo Gubernativo 204-86 una Comisión Ministerial Encargada de la Conservación y Mejoramiento del Medio ambiente, su función específica y temporal fue preparar el Proyecto de Ley, para normar todo lo referente a Medio Ambiente, misma que fue derogada al obtener su fin que era emitirse la Ley de Protección y mejoramiento de Medio Ambiente, Decreto 68-86 del Congreso de la República, el cual constituye un triunfo histórico ambiental."

### **5.1.2 Antecedentes históricos de la Evaluación de Impacto Ambiental**

Al instituirse el Decreto 68-86, se creó CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente), quien se encargó del proceso evolutivo y de la aparición de la nueva formalidad que fueron los EIA a través del Artículo 8: "Para todo proyecto, obra industria o cualquier otra actividad que por sus características puedan producir deterioro a los recursos naturales renovables o notorios al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio nacional será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación impacto ambiental, realizados por técnicos en materia y aprobados por CONAMA (Comisión Nacional de Medio Ambiente)".

Una de las funciones de la CONAMA era la implementación del procedimiento de la EIA (Evaluación de Medio Ambiente), que se inició en la década de los 90. A partir de 1991 se instituyó el Consejo Técnico Asesor de acuerdo al Artículo 24 del Decreto 68-86 (artículo derogado por Decreto 90-2000) cuyas funciones eran:

- a) Formular la política nacional relativa a la protección y mejoramiento del medio ambiente.
- b) Asesorar, supervisar, recomendar y dictaminar sobre todas las acciones para la aplicación de la política nacional para la protección y mejoramiento del medio ambiente.

- c) Supervisar el cumplimiento de los convenios, tratados, y programas internacionales, de lo que Guatemala forma parte en relación con la protección y mejoramiento del medio ambiente.
- d) Recomendar los estudios, las obras y trabajos, así como la implementación de medidas que sean necesarias para prevenir el deterioro del medio ambiente.
- e) Hacer las recomendaciones pertinentes, para que los proyectos de desarrollo contemplen las consideraciones ecológicas para el uso racional de los recursos naturales, la protección del medio ambiente, zonificación del espacio y la conservación y mejoramiento del patrimonio natural y cultural del país.
- f) Asesorar a las instituciones públicas y privadas sobre las actividades y programas que conciernan a la prevención, control y mejoramiento de los sistemas ambientales.
- g) Promover la educación ambiental en los sistemas educativos, informativos y culturales, a fin de crear y fomentar una conciencia ecológica.
- h) Recabar, centralizar y analizar toda información inherente a la protección y mejoramiento ambiental a través de bancos de datos.
- i) Localizar, clasificar y evaluar en forma sistemática y ordenada, por medio de un registro catastral, las fuentes de contaminación y las áreas en donde exista deterioro ambiental.

- j) Mantener un registro actualizado de todas aquellas disposiciones legales, tanto a nivel nacional, como internacional, relativas a la protección y mejoramiento del ambiente. Las disposiciones internacionales serán remitidas a la Dirección General de Servicios de Salud (ahora Dirección General de Regulación, Vigilancia y Control de la Salud).
- k) Representar al país en los eventos internacionales, relacionados con el medio ambiente.
- l) Propiciar y analizar cualesquiera reglamentos y normas que tiendan a mantener un ambiente de calidad.
- m) Recomendar y supervisar los estudios de evaluación de impacto ambiental a las personas, empresas o instituciones de carácter público o privado, a efecto de determinar las mejores opciones que permitan un desarrollo sostenido.
- n) Promover la formación de recursos humanos calificados en ciencias ambientales y recursos naturales.
- o) Promover estudios, estrategias y técnicas para el aprovechamiento racional de la fauna y la flora del país.
- p) Promover la creación, desarrollo y manejo del sistema en áreas de conservación.
- q) Promover y coordinar las acciones tendientes a recuperar ambientes deteriorados.

- r) Promover la incorporación de la dimensión ambiental en las políticas, programas y proyectos de desarrollo.
  
- s) El Consejo técnico asesor, podrá propiciar a través de la CONAMA, la creación de funciones para promover y divulgar estudios e investigaciones concernientes al medio ambiente, conservación, uso racional y sostenido de los recursos naturales. Las fundaciones, para el mejor funcionamiento de sus objetivos, podrán recibir aportaciones del sector público y del privado.

Estos aportes serán deducibles en los términos y condiciones que dispongan la Ley del Impuesto sobre la renta, con este fin el Consejo técnico asesor se reunía, para conocer y aprobar los estudios de impacto ambiental. El coordinador de la Comisión nacional de medio ambiente decidió aprobar El instructivo de procedimiento para la evaluación de impacto ambiental, el cual tuvo una vigencia de siete años, en el periodo de 1990-1997, pero nunca fue sancionado por el ejecutivo, y por lo tanto su existencia fue nula y era aplicado bajo lineamientos técnicos y no jurídicos, por lo que cualquier resolución en la que su base jurídica fuera este instructivo, podía ser materia de amparo y de inconstitucionalidad, debido a que su promulgación legal no existía.

A continuación se detalla puntos importantes de este instructivo:

- **Procedimiento**

Según el instructivo, la Evaluación de impacto ambiental tiene como propósito proporcionar suficiente información documentada, para determinar si un proyecto, obra, industria o actividad propuesta, produce impacto sobre el medio y los recursos naturales y el grado mismo de los impactos, así como proponer las medidas de monitoreo y mitigación.

- **Términos de referencia**

CONAMA, establece en este instructivo los términos de referencia generales que deberán contener los Estudios de impacto ambiental, los cuales deben de cumplir con el artículo 8 del Decreto 68-86, éstos podían ampliarse, de acuerdo al tipo de proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad o cuando considera necesario y previamente al desarrollo del estudio de Evaluación de impacto ambiental, y los términos de referencia debían ser aprobados por la CONAMA.

- **Tipos de estudio de impacto ambiental**

Impacto ambiental significativo (o evaluación general), e impacto ambiental no significativo (o de evaluación rápida) así como Estudio de Impacto Ambiental para empresas ya instaladas.



- **Impacto ambiental de situaciones especiales**

Aquí se ubica varias ramas, aprovechamientos forestales, desarrollo de áreas protegidas, aprovechamiento de recursos naturales no renovables, sustancias tóxicas y peligrosas, disposición de desechos sólidos y líquidos, procesos de maquila, obras estatales, obras proyectos y actividades no completadas.

En 1992 se celebra la Cumbre de Río, teniendo como resultado la Declaración de Río, conferencias de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo, la cual fue aprobada y ratificada por el gobierno de Guatemala, por lo que hay compromisos que cumplir por parte del gobierno del país.

Uno de éstos es la Evaluación de impacto ambiental en calidad de instrumento ambiental nacional, es por ello que en 1993 la Ley de Protección y mejoramiento del medio ambiente sufre una reforma en su articulado, específicamente en el artículo 8 a través del Decreto número 1-93, el cual queda así: "Para todo Proyecto, obra industria o cualquier otra actividad que por sus características puedan producir deterioro a los recursos naturales renovables o no al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos naturales del patrimonio nacional será necesario previamente a su desarrollo un estudio de Evaluación de impacto ambiental, realizados por técnicos en materia y aprobados por la Comisión nacional de medio ambiente.

El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental será sancionado con multa de Q 5,000.00 a Q 100, 000.000. En caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla."

La Comisión nacional de medio ambiente, se obliga a garantizar la aprobación o no aprobación de los estudios de impacto ambiental por eso sigue haciendo esfuerzos en esa materia. Es por ello que la Comisión nacional del medio ambiente, en el periodo 1996, le pide a la consultora LIPAHI, la asesoría jurídica y técnica, para la elaboración del proyecto de Evaluación de impacto ambiental, dicha asesoría presenta un proyecto de reglamento, el cual sólo se queda como propuesta.

De fecha 27 de febrero del año1998, la CONAMA sigue desarrollando esta temática, en este momento el Consejo técnico asesor elabora otro reglamento que sin duda tampoco fue sancionado por el ejecutivo, pero que a diferencia del anterior fue utilizado internamente para aprobar o no aprobar los estudios de evaluación de impacto ambiental, comprende su periodo de utilización de 1998 al 2000 instituyendo el principio de publicidad, debido a las publicaciones, donde se hacen de dominio público los Estudios de evaluación de impacto ambiental de cualquier proyecto.

A continuación se procede a realzar los puntos más relevantes de dicho reglamento:

- **Propósito de las evaluaciones de impacto ambiental**

El propósito de la evaluación es demostrar y garantizar que los proyectos cumplan con lo establecido en el reglamento. Para el efecto, el estudio de EIA debe contener:

- **Información técnica–científica documentada**

Para que CONAMA, pueda establecer y determinar si un proyecto, obra o actividad propuesta, produce impacto sobre el medio ambiente, así como el grado del mismo, el estudio debe proponer las medidas de mitigación, plan de monitoreo y contingencia que fueran necesarias.

- **Del procedimiento**

Comprende las siguientes etapas;

- La elaboración y presentación ante CONAMA del Estudio de EIA, formulado sobre la base de los términos de referencia indicados en este reglamento.
- Revisión, análisis, inspección y dictamen técnico sobre el estudio de que se trate.
- El seguimiento, monitoreo, control, fiscalización, auditoria y evaluación del proyecto o actividad y del cumplimiento de las medidas de mitigación y contingencia aprobadas en el estudio de EIA y las que se determinen en la resolución respectiva.

- La ampliación de sanciones que correspondan en caso de incumplimiento.
- **Tipos de estudio a presentarse**
  - Previsibles y con riesgos ambientales mínimos, presentar formulario ambiental a municipalidades o entidades gubernamentales, para que sean aprobados por ellos.
  - Los de impacto y riesgos ambientales potenciales considerados significativos, deberían presentar el Estudio de impacto ambiental a CONAMA, de acuerdo con este reglamento.

Uno de los problemas que afrontó esta propuesta fue que la Secretaría de la presidencia no agilizó el proceso y por lo tanto, el ejecutivo no lo sancionó. En mayo del 2000, la Comisión nacional de medio ambiente formula una nueva propuesta de Reglamento de estudios de evaluación de impacto ambiental, el cual quedó sólo en proyecto debido a la creación del MARN (Ministerio De Ambiente y Recursos Naturales), a través del Decreto 90-2000.

El reglamento quedo en suspenso debido que fue elaborado por CONAMA que en ese momento se encontraba en proceso de liquidación; sin embargo, El Reglamento fue utilizado internamente para presentar ciertos aspectos como son:

- **Términos de referencia**

Para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental;

- **Requisitos mínimos de contenido**

El estudio de EIA será orientado por lineamientos generales y los términos de referencia conforme a las características del proyecto y de un área de influencia:

- Datos generales.
- Datos introductorias.
- Descripción general del proyecto propuesto.
- Identificación del área de influencia.
- Identificación y valoración de los impactos al medio afectado a través de metodologías convencionalmente aceptadas.
- Plan de gestión ambiental.
- Opinión de la población con referencia al proyecto.
- Bibliografía consultada y fuentes de datos de información.
- Nombre y firma de miembros del equipo que participaron en preparación del estudio.

En la actualidad se realizan esfuerzos para lograr un reglamento consensuado, que abarque todos los factores ambientales e instrumentos de gestión ambiental, y que además se apegue al crecimiento socioeconómico, que tiene el país y los cambios políticos que giren a este entorno y se acople a la modernización del estado, contemplando lógicamente el ámbito regulador y fiscalizador de las actividades que puedan impactar el ambiente.

## **5.2 Leyes ambientales**

### **5.2.1 Reglamentos de la República de Guatemala**

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente: El decreto No. 68-89 del Congreso de la República de Guatemala, crea la “Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente”, la cual en los considerandos indica:

- a) Que la protección y mejoramiento del medio ambiente y los recursos naturales y culturales es fundamental para el logro de un desarrollo social y económico del país de manera sostenida.
- b) Que Guatemala aceptó la declaratoria de principios de las resoluciones de la histórica Conferencia de las Naciones Unidas celebrada en Estocolmo, Suecia en el año de 1972, y en tal virtud debe integrarse a los programas mundiales para la protección y mejoramiento del medio ambiente y la calidad de vida en lo que a su parte territorial corresponde.

Por lo anterior el Congreso de la República, haciendo uso de las facultades que le confieren los artículos 157 y 171 de la Constitución política de la República de Guatemala, Decretó, la presente Ley, la cual en el título I “Objetivos generales y ámbito de aplicación de la ley”, Capítulo I “Principios Fundamentales” en los artículos del 1 al 10 establece lo siguiente:

ARTÍCULO 1. El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional, propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. Por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.

ARTÍCULO 2. La aplicación de esta Ley y sus reglamentos compete al Organismo ejecutivo por medio de la Comisión nacional del medio ambiente, cuya creación, organización, funciones y atribuciones, establece, la presente Ley.

ARTÍCULO 3. El Estado destinará los recursos técnicos y financieros para el funcionamiento de la Comisión nacional del medio ambiente.

ARTÍCULO 4. El Estado velará porque la planificación del desarrollo nacional para el funcionamiento de la Comisión nacional del medio ambiente.

ARTÍCULO 5. La descarga y emisión de contaminantes que afecten a los sistemas y elementos indicados en el artículo 10 de esta Ley, deben sujetarse a las normas ajustables a la misma y sus reglamentos.

ARTÍCULO 6. (Reformado por el Decreto del Congreso Número 75-91) El suelo, subsuelo y límites de aguas nacionales no podrán servir de reservorio de desperdicios contaminados del medio ambiente o radioactivos. Aquellos materiales y productos contaminantes que éste prohibida su utilización en su país de origen no podrán ser introducidos al territorio nacional, salvo para uso científico, tecnológico o comercial, pero en todo caso necesitan autorización de conformidad con las Leyes que rijan la materia.

ARTÍCULO 7. Se prohíbe la introducción al país por cualquier vía, de excrementos humanos o animales, basuras domiciliarias o municipales y sus derivados, cienos o lodos cloacales, tratados o no, así como desechos tóxicos provenientes de procesos industriales que contengan sustancias que pueden infectar, contaminar y/o degradar el medio ambiente y poner en peligro la vida y la salud de los habitantes, incluyendo entre él las mezclas o combinaciones químicas, restos de metales pesados, residuos o materiales radiactivos, ácidos y álcalis no determinados, bacterias, virus, huevos, larvas, esporas y hongos zoo y fitopatógenos.

ARTÍCULO 8. Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características puede producir deterioro a los recursos naturales renovables o no, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de Evaluación de impacto ambiental realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión del medio ambiente.



El funcionario que omitiere exigir el estudio de Impacto ambiental de conformidad con este Artículo, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de Impacto ambiental será sancionado con una multa de Q 5,000.00 a Q 100,000.00. En este caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla.

ARTÍCULO 9. La Comisión nacional de protección del medio ambiente está facultada para requerir de las personas individuales o jurídica, toda información que conduzca a la verificación del cumplimiento de las normas prescritas por esta Ley y sus reglamentos.

ARTÍCULO 10. El Organismo Ejecutivo por conducto de la Comisión nacional del medio ambiente, realizará la vigilancia e inspección que considere necesarias para el cumplimiento de la presente Ley.

Al efecto, el personal autorizado tendrá acceso a los lugares o establecimientos, objeto de dicha vigilancia e inspección, siempre que no se tratare de vivienda, ya que de ser así deberá contar orden de juez competente.

## **5.2.2 Reglamento de organismos internacionales**

### **5.2.2.1 Reglamento de la Agencia para el Desarrollo Internacional (AID)**

El Código 22 del Reglamento del Gobierno de los Estados Unidos de Norteamérica, en su parte 216 establece los procedimientos sobre el Medio Ambiente, este reglamento es bastante largo y complejo, por lo que se trató de extraer los puntos más relevantes de la política de AID:

- a) Asegurar de AID y el país anfitrión identifiquen y consideren las consecuencias que tendrán en el medio ambiente las actividades financiadas por AID; esto deberá hacerse antes de tomar la decisión de proseguir con las actividades para adoptar medidas adecuadas que protejan el medio ambiente.
- b) Ayudar a los países en vías de desarrollo a fortalecer su capacidad para que puedan apreciar y evaluar en una forma activa, las posibles consecuencias que pudieran tener en el medio ambiente las estrategias y los proyectos de desarrollo propuestos; así como seleccionar, llevar a cabo y dirigir programas que sean efectivos para el medio ambiente.
- c) Identificar los efectos en el medio ambiente que sean resultado de las acciones de AID, lo cual incluye aquellos aspectos de la biósfera que sean patrimonio cultural de toda la humanidad.
- d) Definir los factores ambientales que limitan el desarrollo e identificar y llevar a cabo actividades que ayuden a restablecer la base renovable de los recursos, de la cual depende el desarrollo sostenido.

Dentro de lo anterior la anterior la AID ha desarrollado una lista de proyectos o acciones que tienen impactos significativos en el medio ambiente y que requieren de una Evaluación del Medio Ambiente o Evaluación del Impacto Ambiental, a continuación se presenta el siguiente listado:

- Programas de desarrollo de cuencas.
- Proyectos de riego o control de agua incluye presas y embalses
- Proyectos de alcantarillados.
- Construcción y mejoramientos de caminos de penetración.
- Nivelación de tierras para uso agrícola.
- Mecanización agrícola a gran escala.
- Desarrollo de nuevas tierras y proyectos de colonización.
- Plantas generadoras e industriales.
- Proyectos de agua potable y alcantarillado a gran escala.

#### **5.2.2.2 Reglamento del Banco Centroamericano de Integración Económica**

El Banco Centroamericano de Integración Económica, desarrolló el Manual de evaluación ambiental con el fin de orientar la introducción del componente ambiental en el financiamiento de proyectos por parte del Banco. Este manual está desarrollado principalmente para los funcionarios del Banco que tienen a su cargo las actividades de análisis de elegibilidad y análisis y supervisión de proyectos. Así mismo, el manual representa una guía para que los proponentes de proyectos realicen los Estudios de impacto ambiental que se requieran a juicio del Banco.

Por lo anterior se puede establecer que tanto las leyes del país y los Organismos Internacionales de financiamiento exigen previo a la ejecución de un proyecto, la Evaluación de impacto ambiental; siendo responsables de presentarlas, las personas individuales o jurídicas de las instituciones públicas, privadas y las empresas interesadas en la construcción de cualquier tipo de proyecto.

### **5.3 Otras leyes ambientales**

#### **5.3.1 Acueductos y alcantarillados**

En lo que respecta a este tipo de proyecto existen instituciones del estado que se dedican a esta rama, entre ellas se pueden mencionar al INFOM (Instituto de Fomento Municipal), FIS (Fondo de Inversión Social), UNEPAR, ONG-s, etc.; las cuales tienen sus propias leyes y reglamento, pero todas concuerdan en promover el desarrollo de los abastecimientos públicos de agua potable, mediante el estudio, construcción, operación, mantenimiento y administración de todo o parte del proyecto u obra.

Teniendo otras atribuciones como lo son: velar por las aplicaciones de las leyes existentes correspondientes a la conservación forestal, de las buenas condiciones sanitarias de las cuencas hidrográficas, de los sistemas de agua ya construidos y de los que se construirán en el futuro.

### **5.3.2 Código de salud**

Contiene disposiciones generales sobre saneamiento del medio ambiente, entendiéndose por tal, el conjunto de recursos naturales, cuya preservación y renovación a cargo del estado y todos los habitantes, se hacen necesarios para asegurar la salud y bienestar general.

Regula el código, todo lo concerniente al agua en su aplicación para el consumo humano, uso doméstico, preservación de la flora y fauna, uso agrícola, pecuario e industrial; aguas pluviales, negras, servidas y excretas; del aire y su contaminación y residuos sólidos.

Prohíbe utilizar las aguas como sitio de disposición final de residuos sólidos, debiendo cumplirse en el caso, las disposiciones reglamentarias que se establezcan.

### **5.3.3 Reglamento sanitario**

El reglamento en mención, establece las obligaciones que en materia de saneamiento ambiental tienen los ciudadanos y las entidades públicas y privadas de acuerdo al Código de salud, con el fin de obtener la promoción, protección y recuperación de la salud.

Reglamenta mediante prohibiciones expresas la descarga directa de aguas servidas, sean éstas domésticas o industriales a los cursos de agua, sin la previa autorización de la Dirección general de salud pública.

Regula la disposición de las basuras y la contaminación del aire y otros peligros, entre otros aspectos desarrollados y cuya observación se hace obligatoria en el presente caso.

#### **5.4 Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales**

El fundamento para la aplicación y funcionamiento eficaz de la metodología de la evaluación ambiental es la identificación de los impactos potenciales en etapas tempranas de la planificación de proyectos. La variable ambiental debe ser considerada y evaluada previo a que cualquier otra acción de orden técnico y económico sea de tal magnitud que se comprometa o perjudique el proceso de toma de decisiones de los mencionados proyectos. Debe existir además, un fortalecimiento del sistema por medio de un proceso de retroinformación a través de la consulta abierta y constante con los sectores gubernamentales, públicos y privados.

La estrategia está fundamentada en la categorización de proyectos de acuerdo a su grado de impacto potencial en el ambiente. Esta categorización es sencilla y de fácil manejo.

La misma consta de dos grandes grupos de proyectos a saber:

- **Categoría 1:** proyectos que no tienen mayores impactos y que no requieren de un EIA (Evaluación de Impacto Ambiental).
- **Categoría 2:** proyectos que necesitan ser evaluados con mayor detalle por medio de una EIA (Evaluación de Impacto Ambiental).

#### **5.4.1 Evaluación de impacto ambiental (EIA)**

La evaluación de EIA es una metodología especializada, utilizada en muchas partes del mundo, para identificar los efectos negativos o positivos de un determinado proyecto y presentar alternativas viables.

La EIA se basa sustancialmente en la existencia de suficiente información básica de una determinada zona. Normalmente este tipo de estudio se requiere para obras de gran magnitud (represas, carreteras, acuicultura, agricultura, forestal, alcantarillados, etc.) o cuando las acciones planificadas se encuentren dentro de zonas frágiles (áreas protegidas, ecosistemas estuarinos, bosques tropicales húmedos, etc.) o si el proyecto tiene influencia sobre áreas de gran interés cultural, étnico o histórico.

Ante la falta de información básica necesaria para los proyectos, la Evaluación de Impacto Ambiental debe incorporar a su proceso, la recolección de dicha información, para identificar con cierto grado de confiabilidad los potenciales impactos adversos al ambiente natural o social. Es precisamente esta actividad la que hace que la Evaluación de Impacto Ambiental comprometa altos costos en tiempo y recursos.

#### **5.4.2 Lineamientos para la consulta pública**

Dentro del proceso de evaluación ambiental de proyectos, se ha integrado la consulta pública tanto institucional como particular y privada.

El propósito de incluir dentro del proceso de evaluación ambiental los aspectos de consulta es para dar a conocer, a las demás entidades gubernamentales y los entes privados y el público en general los proyectos programados para las zonas de interés particular o institucional. En muchas ocasiones, las instituciones de gobierno planifican trabajos similares en las mismas zonas para que exista el respectivo intercambio de información. Lo anterior ha sucedido en muchas ocasiones, resultando en demoras en la ejecución, incremento de costos inesperados y reclamo popular, lo cual pone en manifiesto la falta de coordinación interinstitucional.

Con la consulta pública se pretende:

- a) Identificar los orígenes y razonamientos de la preocupación popular, para que de esta manera identifiquen los cambios o mejoras que se deban hacer a un proyecto.
- b) Obtener información de primera mano, sobre las áreas ambientales sensibles de una localidad (hábitats de vida silvestre, usos locales de recursos naturales, preocupaciones de tipo social/cultural, etc.);

## **5.5 Metodología de evaluación de impacto ambiental**

Se entiende por metodología a un conjunto de reglas o normas y de procedimientos que rigen la realización de los estudios sobre el medio ambiente. Existen pues dos tipos de metodologías:



- **Metodología administrativa**

Que se refiere a los procedimientos generales y a los marcos legales e institucionales, en esencia es el procedimiento administrativo, para el caso de Guatemala esta metodología está representada por el hecho de que previo a realizar la EIA (Evaluación de Impacto Ambiental) se debe presentar a CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), los términos de referencia del proyecto en cuestión, estos se refieren a como se realizará el proyecto, luego de aprobados los términos de referencia por CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente), se procede a realizar la EIA (Evaluación de Impacto Ambiental).

- **Metodología técnica**

Se refiere a los medios de evaluación de impactos ambientales específicos.

Una Evaluación de Impacto Ambiental comprende las cuatro fases siguientes:

- a) Describir la acción propuesta así como otras alternativas, identificar los posibles impactos (identificación causa-efecto)
- b) Predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales sobre el hombre y sobre los componentes bióticos de su entorno.
- c) Interpretar los resultados.
- d) Prevenir los efectos ambientales.

Hay muchas clasificaciones de las diferentes metodologías, de las que a su vez hay diferentes variaciones, las más conocidas son las siguientes:

- a) Métodos tradicionales de evaluación de proyectos, como el sistema beneficio/costo.
- b) Técnicas gráficas, como los mapas.
- c) Métodos numéricos, cifras representativas.
- d) Sistemas cuantitativos.
- e) Métodos *ad-oh* (son los más frecuentes).
- f) Matrices causa-efecto.
- g) Lista de chequeo.

## **5.6 Tipos de estudio de evaluación de impacto ambiental**

Para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 8. de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente, Decreto Número 68-86, se establecen los siguientes tipos de Evaluación Ambiental:

### **5.6.1 Impacto ambiental no significativo (evaluación rápida)**

Es un estudio que se hará por medio de una visita de observación al sitio propuesto, por parte de técnicos en la materia y por cuenta del interesado para determinar si la acción propuesta no afecta significativamente el ambiente. El criterio debe basarse en proyectos similares, tamaño, localización y otros indicadores que se consideren pertinentes. Del resultado presentado en forma escrita, se resolverá si procede o no una a Evaluación de Impacto Ambiental Significativo. El cumplimiento de las autorizaciones derivas de las Evaluaciones de Impacto ambiental no significativo, deben ser garantizadas por la Declaración Jurada de Impacto Ambiental, contenida en Acta notarial, con la información siguiente:

- a) Datos de la persona individual o jurídica.
- b) Descripción del proyecto, obra, industria o actividad y quienes lo desarrollaran.
- c) Descripción de las sustancias o productos a utilizarse en su ejecución o elaboración.
- d) Descripción de los procesos y productos a obtenerse.
- e) Descripción del contenido de las emisiones a la atmósfera y métodos de control; descarga de aguas residuales y métodos de tratamiento; tipos de residuos y procedimientos para su disposición final;

- Plan de contingencia.
  - Plan de seguridad para la salud humana.
  - Plan de seguridad ambiental.
- f) Cualesquiera otros datos que se requieren a nivel técnico o notarial.

### **5.6.2 Impacto ambiental significativo**

Las Evaluaciones de Impacto Ambiental Significativo se podrán desarrollar en dos fases:

#### **5.6.2.1 Fase preliminar o de factibilidad**

Es un estudio que debe incluir suficiente información sobre:

- a) Datos de la persona interesada, individual o jurídica.
- b) Descripción del proyecto y del escenario ambiental (natural, social y humano).
- c) Principales impactos y medidas de mitigación.
- d) Sistema de disposición de desechos.
- e) Plan de contingencia.
- f) Plan de seguridad para la salud humana.
- g) Plan de seguridad ambiental.

h) Cualesquiera otros datos que se consideran necesarios

#### **5.6.2.2 Fase completa**

Generalmente se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio lo más completo posible, que además de lo establecido en la fase preliminar, debe responder a las siguientes interrogantes.

- a) ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- b) ¿Cuál será el alcance de los cambios que sucedan?
- c) ¿Qué importancia tienen los cambios?
- d) ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- e) ¿Qué opciones o alternativas son factibles?
- f) ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Toda autorización derivada de una Evaluación de Impacto Ambiental Significativo, deberá ser garantizada en su cumplimiento por parte de la persona interesada individual o jurídica, por medio de una fianza que se será determinada por la Comisión Nacional del Medio Ambiente de la Presidencia de la República, según la magnitud del proyecto.

**5.7 Lista para tratar los impactos ambientales del proyecto de alcantarillado sanitario de la aldea El Espinal**

Tabla XIV. Lista de control de los impactos ambientales

	SI	PUEDE SER	NO	COMENTARIOS
<b>FORMAS DEL TERRENO. ¿PRODUCIRÁ EL PROYECTO?</b>				
¿Pendientes o terraplenes inestables?			X	
¿Una amplia destrucción del desplazamiento del suelo?			X	
¿Un impacto sobre terrenos agrarios?			X	
¿Cambios en las formas del terreno, orillas, cauces de ríos?			X	
¿Destrucción, ocupación o modificación de rasgos físicos?			X	
<b>AIRE/CLIMATOLOGÍA ¿PRODUCIRÁ EL PROYECTO?</b>				
¿Emisiones de contaminantes aéreos que provoquen deterioro de la calidad del aire ambiental?			X	
¿Olores desagradables?			X	
¿Alteración de movimientos del aire, humedad o temperatura?			X	
¿Emisiones de contaminantes aéreos peligrosos?			X	
<b>AGUA ¿PRODUCIRÁ EL PROYECTO?</b>				
¿Vertidos a un sistema público de aguas?			X	
¿Cambios en las corrientes o movimientos de agua dulce?			X	
¿Cambios en los índices de absorción, pautas de drenaje o cantidad de agua de escorrentía?			X	
¿Alteraciones en el curso o en los caudales de avenidas?			X	
¿Represas, control o modificaciones de algún cuerpo?			X	
¿Vertidos en aguas superficiales o alteraciones de la calidad del agua considerando, temperatura, turbidez?			X	
¿Alteraciones de la dirección o volumen del flujo de aguas subterráneas?			X	
¿Alteraciones de la calidad del agua subterráneas?			X	
¿Contaminación de las reservas públicas de agua?			X	
¿Infracción de cursos de agua?			X	
¿Instalándose en un área inundable fluvial o litoral?			X	
¿Riesgo de exposición de personas al agua tales como las inundaciones?			X	

(Continúa...)

RESIDUOS SÓLIDOS	¿PRODUCIRÁ EL PROYECTO?			
¿Residuos sólidos o basuras en volumen significativo?			X	
RUIDO	¿PRODUCIRÁ EL PROYECTO?			
¿Aumento de los niveles sonoros previos?	X			Movimiento equipo
¿Mayor exposición de la gente a ruidos elevados?			X	
VIDA VEGETAL	¿PRODUCIRÁ EL PROYECTO?			
¿Cambios en la diversidad o productividad o en el número de alguna especie de planta (árboles, arbustos, cultivos, microflora)?			X	
¿Reducción del número de individuos o afectará el hábitat de alguna especie vegetal considerada única?			X	
¿Introducción de especies nuevas dentro de la zona o creará una barrera para el desarrollo normal de las especies existentes?			X	
¿Reducción o daño en la extensión de algún cultivo agrícola?			X	
VIDA ANIMAL	¿EL PROYECTO?			
¿Reducirá el hábitat o número de individuos de alguna especie animal considerada como única?			X	
¿Introducirá nuevas especies animales en el área o creará una barrera a las migraciones o movimientos de los animales terrestres			X	
¿Dañará los actuales hábitats naturales y de peces?			X	
¿Provocará la emigración generando problemas de interacción entre los humanos y los animales?			X	
USOS DEL SUELO	¿EL PROYECTO?			
¿Alterará sustancialmente los usos actuales o previstos del área?			X	
¿Provocará impacto sobre elementos de vida salvaje?			X	
RECURSOS NATURALES	¿EL PROYECTO?			
¿Aumentará la intensidad del uso de algún recurso natural?			X	
¿Destruirá sustancialmente algún recurso no reutilizable?			X	
¿Se situará en un área designada considerada como reserva natural?			X	
ENERGÍA	¿EL PROYECTO?			
¿Utilizará cantidades considerables de combustible o de energía?			X	
¿Aumentará considerablemente la demanda de las fuentes actuales de energía?			X	

(Continúa...)

TRANSPORTE Y FLUJO DE TRÁFICO	¿EL PROYECTO?			
¿Un movimiento adicional de vehículos?	X			
¿Efectos sobre las instalaciones de aparcamientos o necesitará nuevos aparcamientos?			X	
¿Un impacto considerable sobre los sistemas actuales de transporte?		X		Obstrucción calles
¿Alteraciones sobre las pautas actuales de circulación y movimientos de gente y/o bienes?			X	
¿Un aumento de los riesgos del tráfico para vehículos motorizados, bicicletas o peatones?	X			
¿La construcción de nuevas calles?			X	
INFRAESTRUCTURA	¿EL PROYECTO PRODUCIRÁ DEMANDA DE?			
¿Energía y gas natural?			X	
¿Sistemas de comunicación?			X	
¿Agua?			X	
¿Saneamiento o fosas sépticas?	X			
¿Red de aguas blancas o pluviales?	X			
POBLACIÓN	¿EL PROYECTO?			
¿Alterará la ubicación o distribución humana en el área?			X	
RIESGOS DE ACCIDENTES	¿EL PROYECTO?			
¿Implicará el riesgo de explosión o escapes de sustancias potencialmente peligrosas incluyendo, pero no sólo, petróleo, pesticidas, productores químicos, radiación u otras sustancias tóxicas en el caso de un accidente o una situación desagradable?			X	
SALUD HUMANA	¿EL PROYECTO?			
¿Crearé algún riesgo real o potencial para la salud?	X			Emanación de polvo
¿Expondrá a la gente a riesgos potenciales para la salud?	X			Emanación de polvo
ECONOMÍA	¿EL PROYECTO?			
¿Tendrá algún efecto adverso sobre las condiciones económicas locales, turismo, suelo, empleo?			X	
REACCIÓN SOCIAL	¿ES ESTE PROYECTO?			
¿Conflictivo en potencia?			X	
¿Una contradicción respecto a los planes u objetivos que se han adoptado a nivel local?			X	



(Continúa...)

ESTÉTICA	¿EL PROYECTO?			
¿Cambiará una vista escénica o un panorama abierto al público?	X			
¿Crearé una ubicación estéticamente ofensiva abierta a la vista del público?			X	
¿Cambiará significativamente la escala visual o el carácter del entorno próximo?	X			
ARQUEOLOGÍA, CULTURA, HISTORIA	¿EL PROYECTO?			
¿Alterará sitios, construcciones, objetos o edificios de interés arqueológico, cultural o histórico?			X	
RESIDUOS PELIGROSOS	¿EL PROYECTO?			
¿Implicará la generación, transporte, almacenaje o eliminación de algún residuo peligroso (asbesto)			X	

## CONCLUSIONES

1. La construcción del alcantarillado sanitario consiste en la instalación de 1,135 metros de colector principal, con la construcción de 23 pozos de visita y con 40 domiciliarios.
2. En cuanto a las plantas de tratamiento, éstas no se construirán ya que municipalidad no cuenta con la capacidad económica para realizar dichas obras.
3. Los pozos de visita en los cuales se observan profundidades mayores se obtuvieron así ya que como se puede observar existen pendientes negativas, lo que hace que se profundice la colocación del colector principal para así obtener una pendiente óptima, y así estar dentro de los parámetros de diseño establecidos para un alcantarillado sanitario.
4. El diseño del alcantarillado sanitario se adecua a una necesidad prioritaria de la población, ésta se realizó en función de los criterios y parámetros establecidos para el respectivo diseño, ya que se llevo a cabo con datos actuales de la población, y además que sea técnico y económicamente funcional y ejecutable.

## RECOMENDACIONES

1. Que la municipalidad de San Manuel Chaparrón mantenga una supervisión adecuada y constante en la ejecución del proyecto para evitar cualquier tipo de consecuencia negativa.
2. Que las autoridades municipales orienten a los beneficiarios del proyecto acerca del uso y mantenimiento apropiado para el sistema diseñado, para que éste tenga un buen funcionamiento.
3. Que se respeten los datos, detalles y valores obtenidos en el diseño del alcantarillado sanitario, para que así éste cumpla y funcione de una manera óptima, la cual se establece en base a criterios, normas, parámetros y no se tengan posteriormente problemas de funcionamiento.
4. Los vecinos no deben depositar basura dentro de los pozos de registro o en la tubería pues ocasionarían daños irreparables y sobre todo que no deben conectar las aguas de lluvia de sus viviendas a este sistema de alcantarillado.
5. La municipalidad debe asesorarse en lo que corresponde al tratamiento y manejo de las aguas residuales, así mismo se aconseja la construcción de 2 fosas sépticas, como parte del tratamiento que se harán a las aguas residuales.
6. Implementar la construcción de un alcantarillado pluvial.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Riepele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Tesis de Ingeniero Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989, 133 pp.
2. Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el desarrollo internacional (AID), **Manual de Fosas Sépticas**. Folleto de servicio de protección al consumidor y salud pública administración del control ambiental. México: s.e., s.a. 85 pp.
3. Glynn Henry, y Gary W. Heinke. **Ingeniería Ambiental**. 2ª. Ed. México: Editorial Prentice Hall, Pearson, 1999, 778 pp.
4. Guevara González, Elmer Augusto. Diseño de la red de drenaje sanitario para la aldea Los Jocotes, municipio de San Jerónimo, Departamento de Baja Verapaz. Tesis de Ingeniero Civil. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2001, 55 pp.
5. INFOM. **Normas generales para diseños de alcantarillado sanitarios**. Guatemala: s.e., 2001, 30 pp.
6. Larry w., Canter. **Manual de Impacto ambiental**. 2ª. Ed. México: Editorial Mc Graz Hill, 1998, 1000 pp.
7. TUBOVINIL, S. A. **Norma ASTM 3034, tubería de PVC**. Folleto información técnica sobre tubería de P.V.C. Guatemala: s.e., 28 pp.

## ANEXOS

Figura 2. Encuesta sanitaria y de población

- 1). **Número de habitantes:** \_\_\_\_\_.-

HOMBRES	MUJERES
De 00 - 06: _____	De 00 - 06: _____
De 07 - 14: _____	De 07 - 14: _____
De 15 - 64: _____	De 15 - 64: _____
De 65 en adelante: _____	De 65 en adelante: _____
  
- 2). **Tipo de construcción:**  
Techo: \_\_\_\_\_.  
Pared: \_\_\_\_\_.
  
- 3). **Servicio de abastecimiento de agua:**  
  
Pozo: \_\_\_; Agua entubada: \_\_\_; Otros: \_\_\_\_\_.
  
- 4). **Cuenta con drenaje sanitario:**  
  
Sí: \_\_\_\_\_; No: \_\_\_\_\_;
  
- 5). **Esta interesado en el servicio de drenaje sanitario:**  
  
Sí: \_\_\_\_\_; No: \_\_\_\_\_;
  
- 6). **Colaboraría con la construcción del mismo:**  
  
Sí: \_\_\_\_\_; No: \_\_\_\_\_;  
  
**De que forma:**  
  
Económica: \_\_\_\_\_; Mano de obra: \_\_\_\_\_; Materiales: \_\_\_\_\_;
  
- 7). **Forma de evacuación de excretas:**  
  
Letrina: \_\_\_; Fosa séptica domiciliar: \_\_\_; Evacuados al aire libre: \_\_\_;
  
- 8). **¿Considera que existen necesidades en la comunidad, si su respuesta es positiva; mencione cuales?**  
  
\_\_\_\_\_;

Tabla XV. Libreta de campo

**Niveles de perfil 1**

<b>ESTACIÓN</b>	<b>ESTACIONAMIENTO</b>	<b>ELEVACIÓN</b>
0A	0.00	100.00
	20.00	100.148
	40.34	100.370
E0	47.34	100.440
	67.34	100.818
	87.34	101.297
E1	106.56	101.700
	126.56	102.390
	146.56	102.770
E2	162.86	102.610
	182.86	102.365
	202.86	102.170
E3	205.44	102.190
E4	223.32	102.240
	243.32	102.400
	263.32	102.220
E5	275.67	101.490
	295.67	99.150
E6	321.29	96.290
	341.29	94.855
E7	360.51	93.790
	380.51	93.590
	400.51	93.480
	420.51	93.230
E8	450.66	94.040
	470.66	93.860
	490.66	92.080
E9	503.51	91.650

(Continúa...)

### NIVELES DE PERFIL 2

ESTACIÓN	ESTACIONAMIENTO	ELEVACIÓN
E3	205.44	102.190
E3A	253.32	100.460

### NIVELES DE PERFIL 3

ESTACIÓN	ESTACIONAMIENTO	ELEVACIÓN
E02	162.86	102.610
	182.86	102.960
	202.86	103.240
	222.86	103.850
	242.86	104.320
	262.86	104.750
E10	288.48	105.010
	318.48	105.260
E11	341.26	104.940
	361.26	105.410
	381.26	105.420
	401.96	105.140
E12	407.96	105.140
	427.96	104.900
E13	432.72	104.660
	452.72	103.970
	472.72	102.890
E14	480.12	102.890
	500.12	102.110
E15	527.72	101.880

(Continúa...)

#### NIVELES DE PERFIL 4

ESTACIÓN	ESTACIONAMIENTO	ELEVACIÓN
E10	288.48	105.010
	308.48	105.270
E10A	330.81	105.580

#### NIVELES DE PERFIL - 5

ESTACIÓN	ESTACIONAMIENTO	ELEVACIÓN
E11	341.26	104.940
E16	365.52	104.240
E17	393.40	103.150
E18	423.40	102.140
E19	443.24	101.310
E00	468.29	100.440





Figura 4. Plano de planta perfil

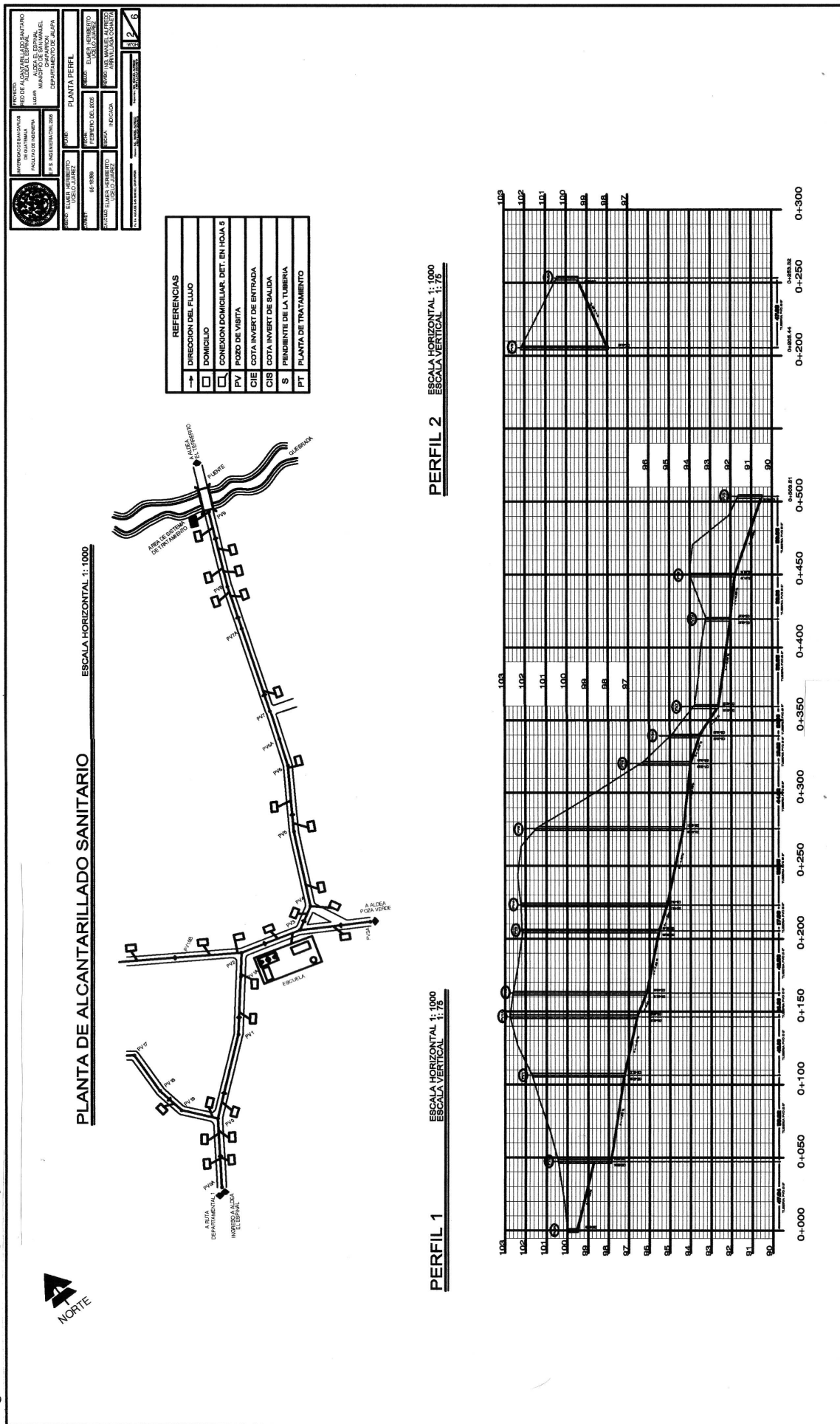


Figura 5. Plano de planta perfil

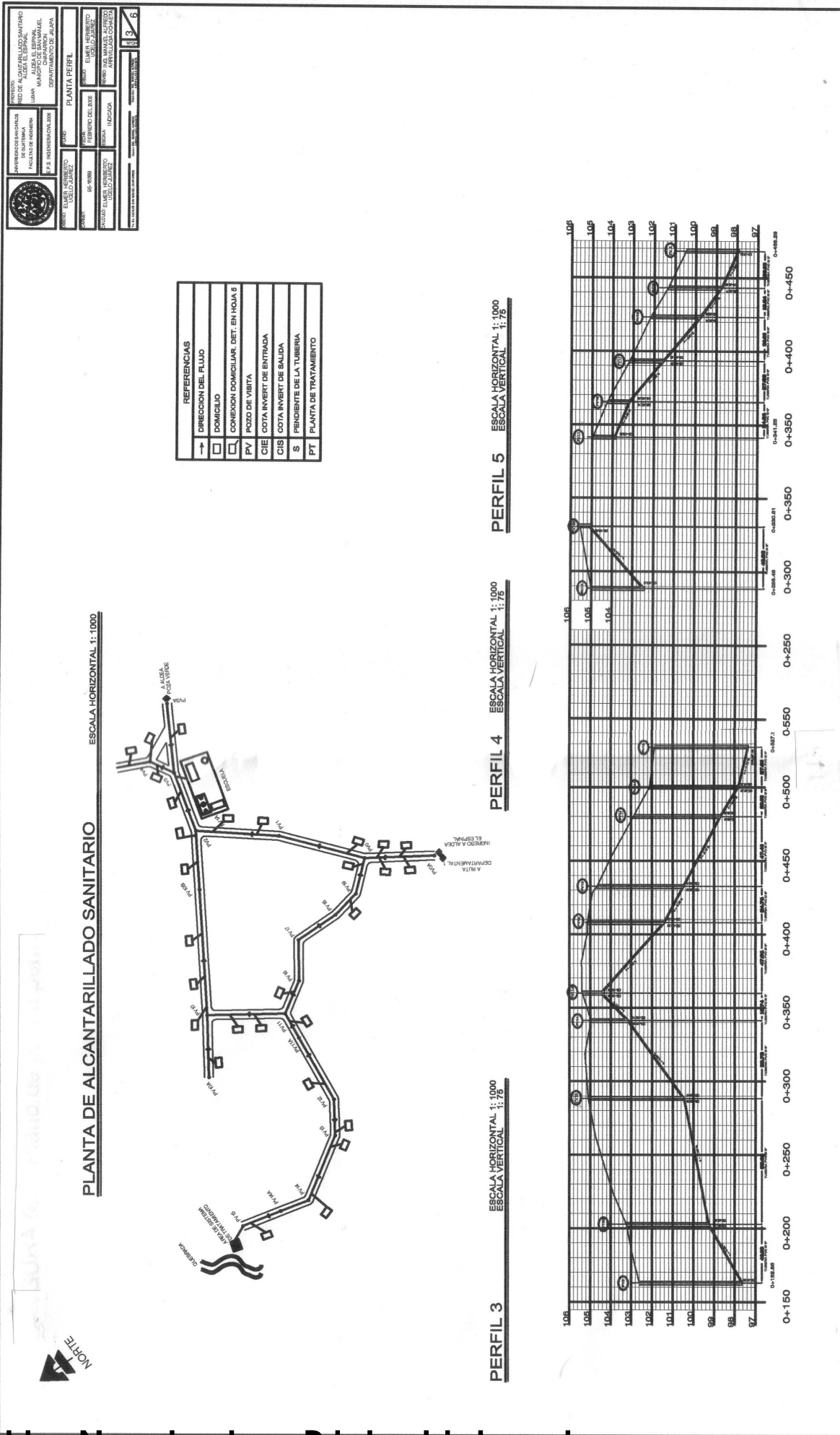


Figura 6. Plano de detalles de pozos de visita

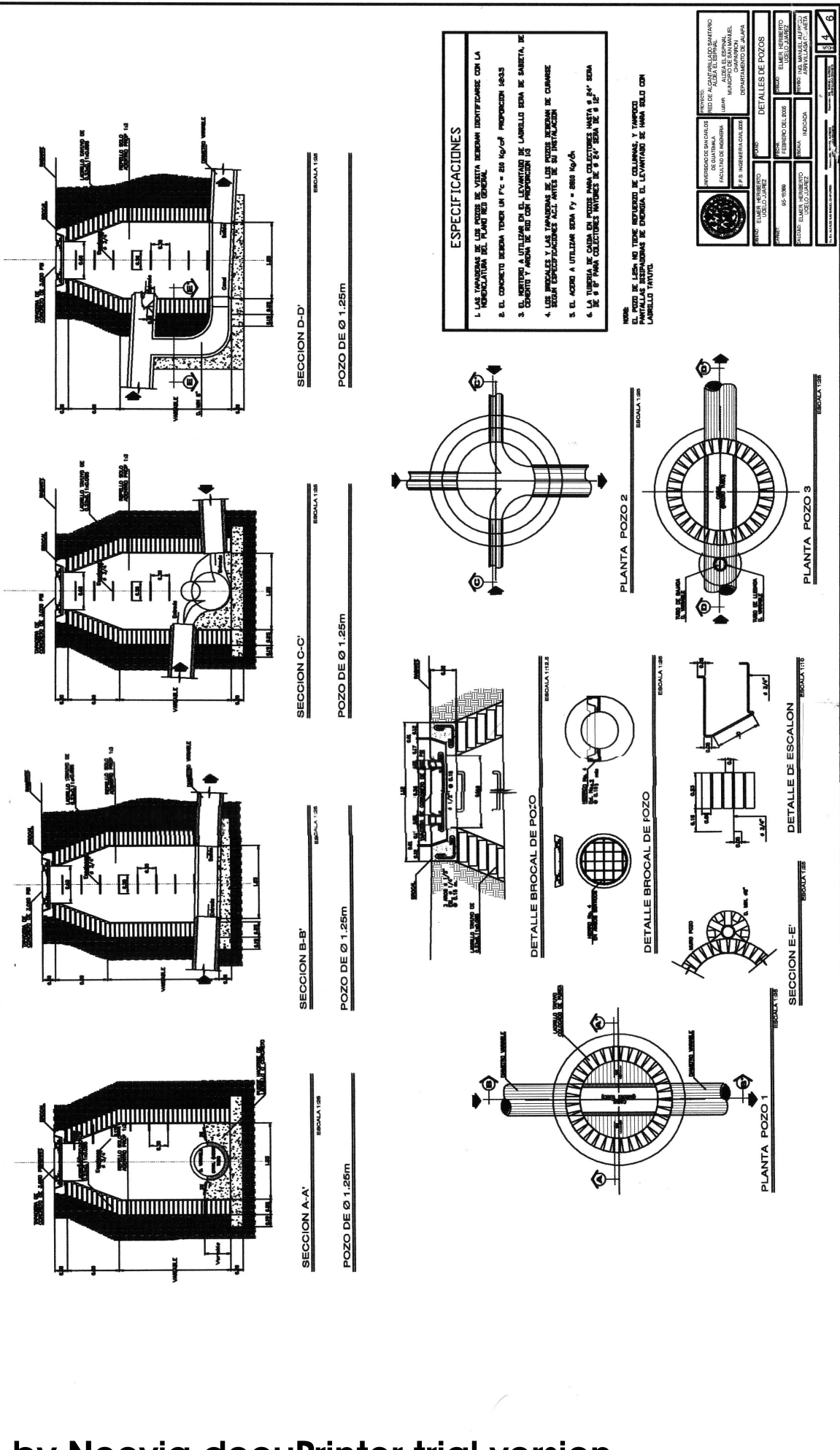




Figura 8. Plano de fosa séptica y pozo de absorción

