

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

**ANALISIS DE LOS SERVICIOS BASICOS QUE PRESTA LA MUNICIPALIDAD
DE ANTIGUA GUATEMALA Y PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE
DRENAJES, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y ORGANIZACION
ADMINISTRATIVA MUNICIPAL**

TESIS

PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA

POR

ERWIN ORLANDO QUINTANILLA CONTRERAS

AL CONFERIRSELE EL TITULO DE

INGENIERO CIVIL

PROPIEDAD DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Biblioteca Central

GUATEMALA, FEBRERO DE 1,997.


Φ8
J(3985)
C.4

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 tesis titulado:

ANALISIS DE LOS SERVICIOS BASICOS QUE PRESTA LA MUNICIPALIDAD DE ANTIGUA GUATEMALA Y PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE DRENAJES, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y ORGANIZACION ADMINISTRATIVA MUNICIPAL,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 23 de noviembre de 1,995.



ERWIN ORLANDO QUINTANILLA CONTRERAS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

MIEMBROS DE LA JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	ING. HERBERT RENE MIRANDA BARRIOS
VOCAL PRIMERO:	ING. MIGUEL ANGEL SANCHEZ GUERRA
VOCAL SEGUNDO:	ING. JACK DOUGLAS IBARRA SOLORZANO
VOCAL TERCERO:	ING. JUAN ADOLFO ECHEVERRIA MENDEZ
VOCAL CUARTO:	BR. VICTOR RAFAEL LOBOS ALDANA
VOCAL QUINTO:	BR. WAGNER GUSTAVO LOPEZ CACERES
SECRETARIO:	ING. GILDA MARINA CASTELLANOS DE ILLESCAS

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN

GENERAL PRIVADO

DECANO:	ING. JULIO ISMAEL GONZALEZ PODSZUECK
EXAMINADOR:	ING. JUAN MERCK COS
EXAMINADOR:	ING. EDUARDO ROBERTO LOPEZ GALO
EXAMINADOR:	ING. SILVIO RODRIGUEZ SERRANO
SECRETARIO:	ING. FRANCISCO JAVIER GONZALEZ LOPEZ

ACTO QUE DEDICO A

- MIS PADRES:** Erwin Jorge Quintanilla E.
Marta Lidia C. de Quintanilla.
- MI ESPOSA:** Doris de Quintanilla y al ser que esta por venir a este mundo,
mi sueño hecho realidad.
- MIS HERMANOS:** Rony, Ismel y Vilma.
- MIS SOBRINOS:** Carla Maria, Rony Javier, Oscar Daniel, Aeda Azul,
Oscar Javier, Erwin Ricardo y Jenniffer Marisa.
- MIS CUÑADOS:** Ricardo y Oscar.
- MIS ABUELOS:** Ramón Quintanilla Dors (Q.E.P.D.)
Ismelda Estrada de Quintanilla (Q.E.P.D.)
Catalino Guzman (Q.E.P.D.)
Angela Contreras (Q.E.P.D.)
- MIS AMIGOS:** Hugo, Vinicio, Jorge y Marvin.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios nuestro señor, por la vida y por haberme permitido el éxito alcanzado.

Ing. Juan Merck Cos, por la desinteresada colaboración que me brindó en la realización del presente trabajo.

Ing. Roberto López Galo, por la asesoría profesional a este estudio.

Ing. Jadenon Vinicio Cabrera Seis, por haberme brindado su apoyo y asesoría.

Mis amigos y compañeros que compartimos tantas vivencias en los años de estudio, por su apoyo y amistad.



FACULTAD DE INGENIERIA
Unidad de Prácticas de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervisado
E.P.S.

Ciudad Universitaria, Zona 12
01012 Guatemala, Centroamérica

REF.EPS.C.014.97

Guatemala, 27 de enero de 1,997

Señor

Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano
Director de la Escuela
de Ingeniería Civil
Presente

Señor Director:

Por medio de la presente, le envío el Informe Final, correspondiente a la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado **ANALISIS DE LOS SERVICIOS BASICOS QUE PRESTA LA MUNICIPALIDAD DE ANTIGUA GUATEMALA Y PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE DRENAJES, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y ORGANIZACIÓN ADMINISTRATIVA MUNICIPAL.**

Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario de la Carrera de Ingeniería Civil, **ERWIN ORLANDO QUINTANILLA CONTRERAS**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el suscrito.

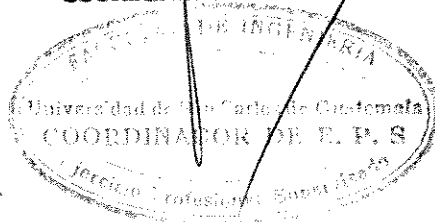
Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley, del referido trabajo; esta **COORDINACION APRUEBA** su contenido, solicitándole el trámite respectivo.

Sin otro particular, me suscribo de usted, como su más atento y seguro servidor.

Deferentemente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"

ING. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.



JMC/lgg.
c.c.: Archivo

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

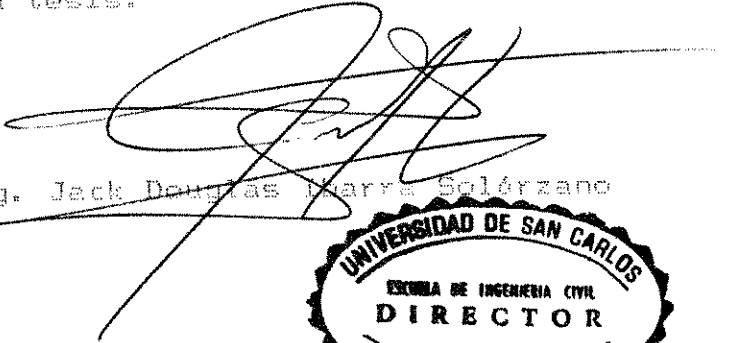


FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería Mecánica Industrial, Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica y Regional de Post-grado de Ingeniería Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del asesor y Coordinador de E.P.S., Ing. Juan Merck Cos, del trabajo de tesis del estudiante Erwin Orlando Quintanilla Contreras, titulado ANALISIS DE LOS SERVICIOS BASICOS QUE PRESTA LA MUNICIPALIDAD DE ANTIGUA GUATEMALA Y PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE DRENAJES, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y ORGANIZACION ADMINISTRATIVA MUNICIPAL, da por este medio su aprobación a dicha tesis.


Ing. Jack Douglas Barra Solórzano



Guatemala, febrero de 1,997.

JDIS/bbdeb.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

Escuelas de Ingeniería Civil, Ingeniería
Mecánica Industrial, Ingeniería Química,
Ingeniería Mecánica Eléctrica, Técnica
y Regional de Post-grado de Ingeniería
Sanitaria.

Ciudad Universitaria, zona 12
Guatemala, Centroamérica

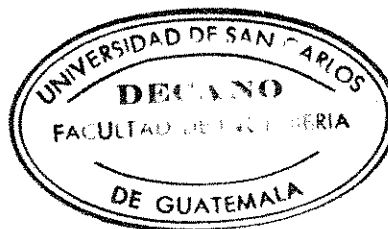
El Decano de la Facultad de Ingeniería, luego de conocer la autorización por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Ing. Jack Douglas Ibarra Solórzano, al trabajo de tesis ANALISIS DE LOS SERVICIOS BASICOS QUE PRESTA LA MUNICIPALIDAD DE ANTIGUA GUATEMALA Y PROPUESTA DE MEJORAS AL SISTEMA DE DRENAJES, TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES Y ORGANIZACION ADMINISTRATIVA MUNICIPAL, del estudiante Erwin Orlando Quintanilla Contreras, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE:

Ing. Herbert René Miranda Berrios

DECANO

Guatemala, febrero de 1, 997



/bbdeb.

INDICE

	Pag.
Glosario	i
Introducción	iii

CAPITULO I

1 MONOGRAFIA	1
1.1 Antecedentes históricos	1
1.2 Descripción geográfica	1
1.3 Actividad económica	3

CAPITULO II

2 ANALISIS DE SERVICIOS	4
2.1 AGUA POTABLE	4
2.1.1 Fuentes de abastecimiento	4
a) Sistemas por gravedad	4
b) Sistemas por bombeo de pozos mecánicos	7
2.1.2 Descripción de la Red de distribución	9
2.1.3 Cobertura de la Red	9
2.2 DRENAJES	15
2.2.1 Descripción del sistema	15
2.2.2 Características del sistema	15

2.2.3 Cobertura de la Red	16
2.2.4 Punto de descarga	16
2.2.5 Disposición final	17
2.3 DESECHOS SOLIDOS	20
2.3.1 Sistemas de recolección	20
a) Recolección municipal	20
b) Recolección particular	20
2.3.2 Tipos de desechos	21
2.3.4 Disposición final de desechos	22
2.4 SISTEMA VIAL	24
2.4.1 Calles, caminos y parques	24
2.4.2 Tipos de pavimentos	24
2.4.3 Condicion actual de los distintos tipos de pavimentos	26
2.4.4 Funcionamiento del sistema vial	26
2.4.5 Señalización	27
2.4.6 Aceras	28
2.4.7 Accesibilidad regional	28
2.4.8 Parques y plazuelas	35

CAPITULO III

3 FORMULACION DE PROPUESTAS	38
3.1 SISTEMA DE DRENAJES	38
3.1.1 Planteamiento de la Alternativa de un Colector para ampliación del drenaje en el Sector Sur- Oeste de la Antigua Guatemala	38

3.1.1.1	Análisis del Colector principal existente	38
3.1.1.2	Estudio del Colector a proponer	41
3.1.1.3	Elaboración del presupuesto	58
3.1.2	Estudio de localización de la línea de descarga general	66
3.1.2.1	Punto de unificación de colectores	66
3.1.3	Estudio del anteproyecto para el Tratamiento de aguas residuales	68
3.1.3.1	Importancia del Tratamiento de las aguas residuales	68
3.1.3.2	Impacto de contaminación de las aguas residuales	69
3.1.3.3	Aspectos técnicos para el tratamiento de las aguas residuales	70
3.1.3.4	Selección del tipo de tratamiento	75
3.1.3.5	Propuesta de las unidades del tratamiento escogido	76
3.1.3.6	Detalle del proceso del tratamiento escogido	76
CAPITULO IV		
3.2	ORGANIZACION ADMINISTRATIVA MUNICIPAL	78
3.2.1	Organización actual	78
3.2.2	Descripción general de las funciones de las dependencias municipales	78
3.2.3	Organigrama de funcionamiento actual	85
3.2.4	Necesidades y deficiencias encontradas	86
3.2.5	Organización que se propone	88
3.2.6	Propuesta de organigrama para la Municipalidad de Antigua Guatemala	89
	CONCLUSIONES	91
	RECOMENDACIONES	93
	BIBLIOGRAFIA	95

GLOSARIO

AGUA RESIDUAL: combinación de los líquidos y residuos arrastrados por el agua procedente de viviendas y edificios, junto a cualquier agua subterránea, superficial y pluvial.

AGUA POTABLE: agua exenta de contaminación objetable, minerales e inocua y que se considera satisfactoria para el consumo humano.

ALCANTARILLA: tubería o conducto, generalmente cubierta. Se utiliza para recibir y conducir las aguas negras y otros desechos líquidos.

BACTERIAS AEROBIAS: bacterias que requieren de oxígeno libre elemental para su desarrollo.

BACTERIAS ANAEROBIAS: bacterias que se desarrollan en ausencia de oxígeno libre y extraen oxígeno de las sustancias complejas al descomponerlas.

CONTAMINACION: para el presente trabajo se entiende por la adición al agua potable de aguas negras, desechos industriales o cualquier otro material dañino o inconveniente.

COTA INVERT: es la distancia que existe entre la parte inferior de la superficie interna de la sección de un tubo de alcantarilla y la superficie del terreno.

DESCOMPOSICION DEL AGUA NEGRA: la destrucción de la materia orgánica de las aguas negras por medio de procesos aerobios y anaerobios.

DOTACION: cantidad de agua necesaria diaria por persona.

EFLUENTE: desechos líquidos, tratados o no tratados, que son descargados en el medio ambiente. Generalmente, se refiere a descargas hechas en el agua.

ESCORRENTIA: es la cantidad de agua de lluvia que llega a un colector.

PERIODO DE DISEÑO: tiempo en el cual se estima que el proyecto proporcione un servicio eficiente y que se utiliza para calcular la población futura.

POZO DE VISITA: estructuras construidas con el objeto de proporcionar acceso a los ramales principales a los colectores, con el propósito de inspección o limpieza.

TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS: se llama así, al proceso artificial a que se someten las aguas negras, para descontaminarlas, haciéndolas menos peligrosas y molestas.

RED DE DISTRIBUCION: sistema de tuberías conectadas entre sí, para hacer llegar el agua a la comunidad.

INTRODUCCION

El grado de desarrollo de los pueblos depende, en gran parte, de la forma en que sus habitantes puedan satisfacer sus necesidades básicas y, de ahí, lograr mejores condiciones de vida.

Dentro de todas las actividades humanas que se desarrollan, ya sea en el área urbana o en el área rural, existe un aspecto muy importante llamado " Servicios públicos".

Desde el punto de vista de la ingeniería, los servicios públicos requieren un enfoque diferente, ya que la misma analiza cada servicio dependiendo de las características de la población, es decir, no es lo mismo un análisis en un ambiente urbano que en un ambiente rural.

Factores como la densidad poblacional, la contaminación ambiental, los altos volúmenes de desechos entre otros, requiere que los servicios públicos sean más eficientes en cuanto a ampliar su cobertura, funcionamiento y mantenimiento.

El presente trabajo presenta un análisis de los servicios que presta la municipalidad de Antigua Guatemala a sus habitantes, así como, también, las propuestas y recomendaciones para el mejoramiento de los mismos. Entre los más importantes servicios públicos que presta la ciudad de Antigua Guatemala están: agua potable, drenajes, desechos sólidos, comunicaciones y rastro.

1. MONOGRAFÍA

1.1 ANTECEDENTES HISTORICOS

La ciudad de Antigua Guatemala fue declarada por el VIII Congreso del Instituto Panamericano de Geografía e Historia, MONUMENTO DE AMERICA.

Fue asiento de la Tercera capitania general de Guatemala, fundada el 10 de marzo de 1,543, por motivo de haber sido destruida la antigua ciudad ubicada en lo que es hoy Ciudad Vieja, a causa de la inundación y terremoto, de los que fue protagonista el Volcán de agua, durante la noche del 10 al 11 de septiembre de 1541, pero las autoridades eclesiásticas se instalaron en el Valle de Pancan o Panchoy el 21 de junio de ese mismo año, habiendo tenido lugar el pregón de la nueva ciudad diez días antes, nombrándosele CIUDAD DE SANTIAGO.

En 1,829 la Asamblea Nacional Constituyente declaró a Antigua Guatemala Ciudad Benemérita, por medio del decreto legislativo 2772 del 30 de marzo de 1,944, se le declaró Monumento Nacional; y, por decreto número 1254 del 12 de octubre de 1958, el Congreso Nacional la declaró Ciudad Emérita y declarada de interés público y conveniencia nacional su preservación como joya del tesoro centroamericano.

1.2 DESCRIPCION GEOGRAFICA

Antigua Guatemala está situada en la parte Sur-Oeste de la república de Guatemala, asentada en el fértil y pintoresco valle de Panchoy, a una altitud de 1530.17 m. sobre el nivel del mar, localizada a los 14°33'33" latitud Norte y 90°43'50" longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, limitada al Norte por los municipios de Jocotenango y San Bartolomé Milpas Altas; al Este por San Bartolomé Milpas Altas, Santa Lucía Milpas Altas y Santa María de Jesús, al Sur por Santa María de Jesús y al oeste por San Antonio Aguas Calientes, Ciudad Vieja y Santa Catarina Barahona, todos estos municipios del departamento de Sacatepéquez. La distancia entre Antigua Guatemala y la capital de la República es de 45 km.

La ciudad de Antigua Guatemala está rodeada, al Sur por los volcanes de Agua y Fuego y al Oeste por el de Acatenango, además circundando el área se encuentran los cerros de Carmona, Manzanillo, El Portal, San Cristóbal El Alto y otros que sobrepasan los dos mil metros sobre el nivel del mar.

Su hidrografía está representada por el río Pensativo, el cual bordea a la ciudad por el Sur-Oeste en las inmediaciones del cerro El Pinón y la Alameda del Calvario. Al llegar a Ciudad Vieja se une con el río Guacalate, que tiene su origen en el departamento de Chimaltenango y pasa al Oeste de Antigua Guatemala a una distancia aproximada de cuatro kilómetros.

Referente a su geología, la región de Antigua Guatemala está constituida por rocas sedimentarias del Periodo cuaternario y rocas volcánicas de origen terciario y cuaternario, sus características volcánicas están representadas por los volcanes de Agua (3752 m snm), de Fuego (3833 m snm) y de Acatenango (4150 m snm) que rodean la ciudad por el Sur y el Oeste.

Basado en una clasificación hecha por Simons, Tárano y Pinto, los suelos predominantes en Antigua Guatemala pertenecen al grupo IV, clases misceláneas de terreno, que incluye áreas frías, cimas volcánicas y suelos de los valles no diferenciados.

Sus áreas frías son suelos rudamente erosionados y representan como característica un relieve cortado por zanjas y barrancos, esta circunstancia los hace poco utilizables para fines agrícolas, con excepción de bosques y áreas para pastos. Las áreas más productivas son las que incluyen los suelos de los valles no diferenciados que se aprovechan para la producción de café, legumbres y maíz. En minerales se señala la existencia de pedernal, cuarzo, caolinita, arcilla refractaria, cristal de roca, pirita y otros.

El aspecto climático de Antigua Guatemala la ubica entre los lugares de clima templado y los rayos solares son casi perpendiculares durante todo el año, su altura sobre el nivel del mar constituye un factor de compensación muy importante.

Los promedios de temperatura anual del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) revelan una temperatura máxima de 22.7 C y una mínima de 14.0 C, habiéndose observado extremos de 8.7 C en enero de 1,956 y hasta 26.4 C en

marzo de 1,988. La precipitación pluvial en promedio es de 1297 mm., con 87 días de lluvia/año.

1.3 ACTIVIDAD ECONOMICA

Las diversas actividades que se desarrollan en la ciudad de Antigua Guatemala no corresponden a las de una ciudad industrial. Sin embargo, es un centro urbano que constituye un recurso económico y administrativo para la región que sirve, desde el punto de vista comercial y de servicio, pues, ofrece a los pobladores regionales una fuente segura de empleo y cultura.

Entre las actividades de mayor movimiento corresponden la artesanía, orfebrería, comercio en general y pequeñas industrias basadas, también, en actividades artesanales que ofrecen medios de vida a otros sectores de la población, quienes desarrollan su trabajo dentro de un marco de expresión artística y tradición.

Además de las actividades mencionadas anteriormente, existe otro tipo de actividades como fábricas de helados, productos de panadería, dulces, granos, tostaderías de café, productos de tejido y ropa, lácteos, productos de madera, papel y fibra, fábricas de calzado, productos de metal, productos pirotécnicos, velas, tenerías y productos de piedra, arcilla y vidrio.

Referente al aprovechamiento del suelo para la producción pecuaria y agrícola, se ha dado un notable desarrollo de fincas productoras de café, hortalizas, cosechando gran variedad de productos de muy buena calidad. De forma significativa se producen, también, la caña de azúcar, maíz, trigo, mieles, dulces, maderas de pino, ciprés y cedro.

2. ANALISIS DE SERVICIOS

2.1 AGUA POTABLE

La ciudad de Antigua Guatemala se abastece, básicamente, de fuentes subterráneas, extrayéndose de manantiales y pozos profundos. Los manantiales alimentan a tres sistemas por gravedad, los cuales se describen a continuación:

2.1.1 FUENTES DE ABASTECIMIENTO

SISTEMAS POR GRAVEDAD

Sistema Las Cañas: el sistema Las Cañas es el encargado de abastecer la parte central de la Antigua Guatemala, ubicado en el sector oriental de la ciudad.

Este sistema está constituido por varias fuentes a lo largo de su trayectoria, las cuales contribuyen para su formación.

- Túnel de Santa Lucía
- Túnel Xayá Pixcayá
- Túnel de San Miguel
- Manantial sin nombre
- Nacimiento El Matazano
- Nacimiento El Aguacate

Para almacenar el agua de las distintas fuentes mencionadas anteriormente, se utilizan dos tanques de 600 y 800 metros cúbicos de capacidad, ubicados en la aldea Santa Inés de Monte Pulsiano, de donde parte la línea de distribución hasta empalmar con la red general ubicada en la calle de Los Duelos.

Sistema Santa Ana: el sistema Santa Ana tiene como cobertura la aldea Santa Ana y el sector Sur de la Antigua Guatemala, ubicado en la parte Oriente de la aldea Santa Ana y Sur-Oriente de la ciudad.

Este sistema se abastece de los nacimientos:

- El Cangrejal,
- El Cascajal.

A través de la línea de conducción que parte de los dos nacimientos, se llega a dos tanques de almacenamiento de 150 metros cúbicos de capacidad cada uno, de los cuales sólo uno funciona actualmente por encontrarse el otro en mal estado.

La línea de distribución que empieza en los tanques de almacenamiento se conecta a la red de Santa Ana, la cual es parte de la red de Antigua Guatemala.

Como parte de este sistema, se construyó una presa de 3 metros de altura, para crear un embalse que serviría para captar el agua proveniente del río El Pilar. Actualmente, el río está seco, por lo que dicha presa no funciona.

Sistema Pamputic: la cobertura de este sistema es la parte Norte de Antigua Guatemala, ubicado en el sector Norte de la ciudad en el municipio de Pastores.

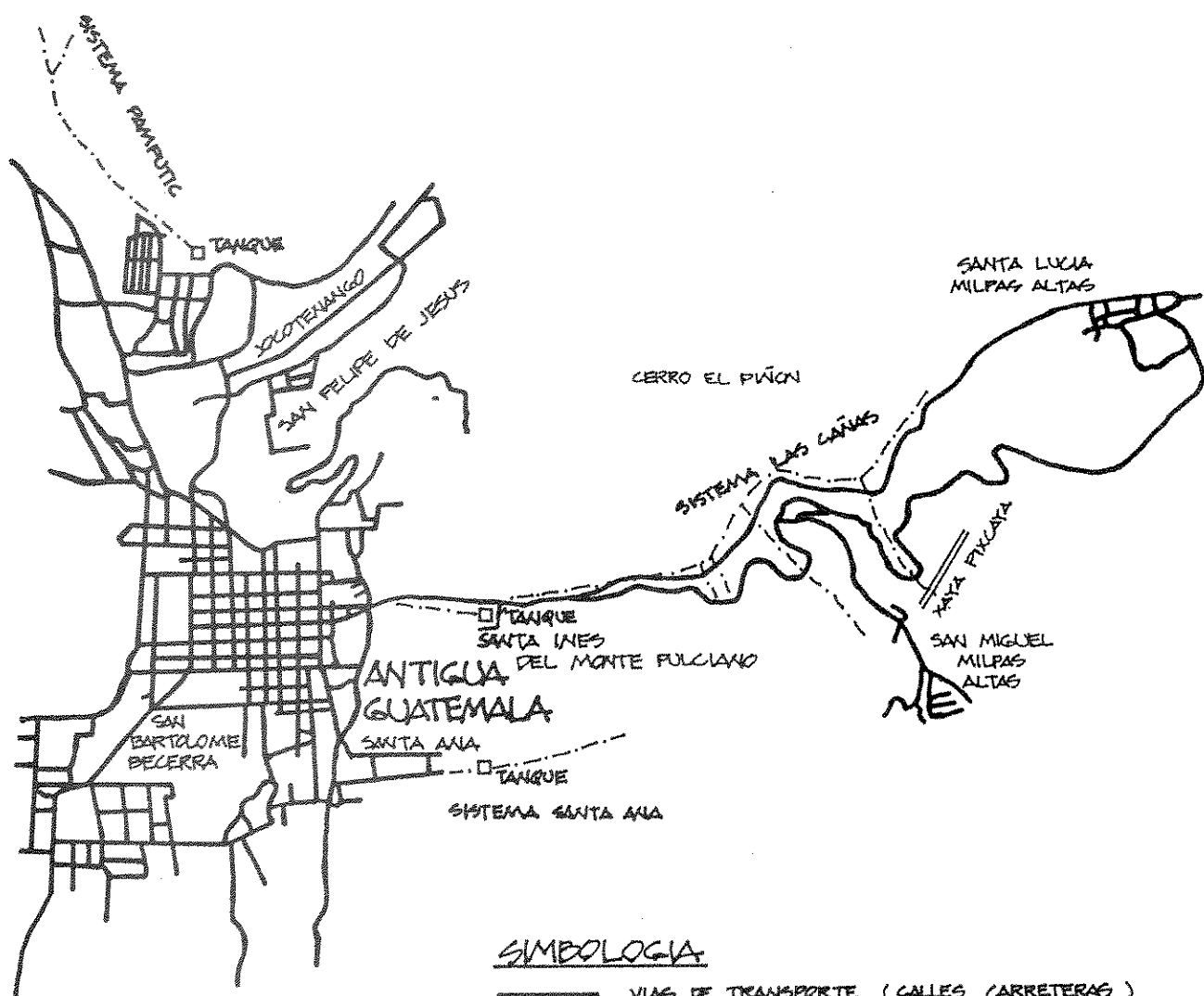
Este sistema empieza en el Zanjón de pamputic, de donde parten dos líneas de conducción provenientes de nacimientos. Estas dos tuberías llegan a una caja unificadora, de donde parte la línea de conducción hasta llegar al tanque de almacenamiento, el cual está formado por una unidad doble de 400 metros cúbicos de capacidad. De este tanque, una unidad se utiliza para el abastecimiento de Antigua Guatemala y la otra para Jocotenango. La línea de distribución parte del tanque de almacenamiento para conectarse a la red general en la calle Ancha de los Herreros.

Ver plano No.1

ESQUEMA GENERAL

BASEADO EN EL ESQUEMA GENERAL DE LA
REPUBLICA.

ELABORADO POR EL I.G.M. ESC. 1:50,000



SIMBOLOGIA

- VIAS DE TRANSPORTE (CALLES, CARRETERAS)
- - - - LINEA DE CONDUCCION DE AGUA
- TANQUE DE ALMACENAMIENTO

SISTEMAS POR BOMBEO DE POZOS MECANICOS

La ciudad de Antigua Guatemala cuenta también con sistemas por bombeo, los cuales están formados por una serie de pozos mecánicos que contribuyen para suplir la falta de abastecimiento por parte de los sistemas por gravedad.

Los pozos con que cuenta la ciudad de Antigua Guatemala para su abastecimiento, son los siguientes:

- Pozo Candelaria: ubicado en la colonia Candelaria.
- Pozo Santa Ana: ubicado en la aldea Santa.
- Pozo El Conquistador: ubicado en la plazuela del Conquistador, al Oriente de San Bartolomé Becerra.
- Pozo San Felipe: ubicado en la aldea de San Felipe de Jesús.
- Pozo La Unión: ubicado en el parque La Unión.
- Pozo Santa Rosa: ubicado en la parte oriental de la alameda de Santa Rosa.

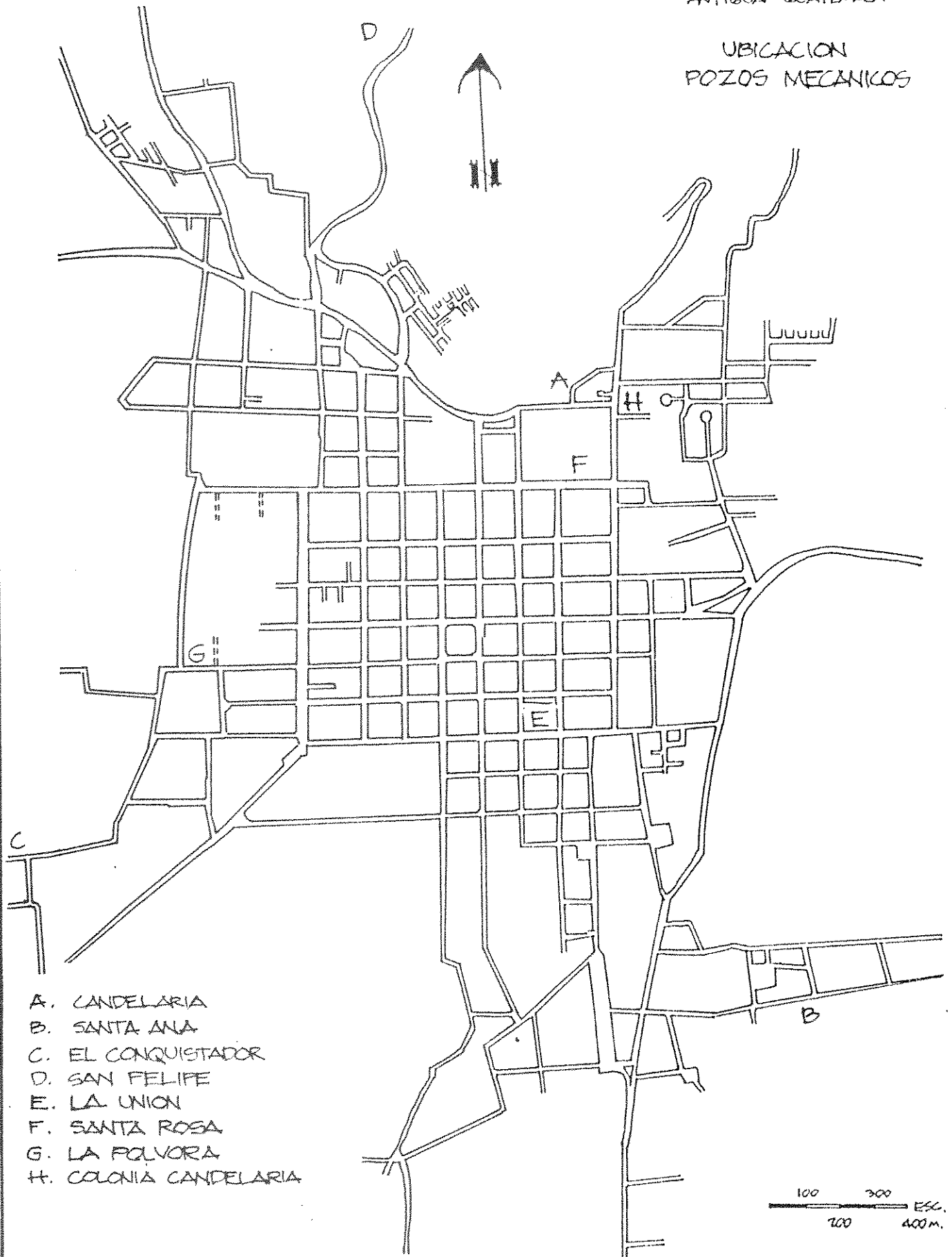
Actualmente, existen otros dos pozos que próximamente entrarán a funcionar, para sumarse a la serie de pozos existentes.

- Pozo La Pólvora: ubicado en la parte sur de la avenida de la Recolección.
- Pozo Colonia Candelaria: ubicado frente a las Ruinas de Candelaria.

Ver plano No. 2

ANTIGUA GUATEMALA

UBICACION
POZOS MECANICOS



PLANO N. 2

2.1.2 DESCRIPCION DE LA RED DE DISTRIBUCION

La Red de distribución del acueducto de Antigua Guatemala es de forma rectangular, a manera de emparrillado. La longitud total de la tubería de la red es 50,200 metros, la cual está formada de la siguiente manera:

TUBERIA TIPO	CANTIDAD	% DE LA RED	DIAMETROS
Hierro fundido	16,000	32 %	10 a 3 plg
Hierro galvanizado	25,000	50 %	3 a 3/4 plg
Cloruro polivinilio	4,200	8 %	3 a 1/4 plg
Asbesto cemento	5,000	10 %	5 a 2 plg

2.1.3 COBERTURA DE LA RED

La red de distribución de la ciudad de Antigua Guatemala está dividida en cuatro sectores (I - IV) los cuales están definidos de la siguiente manera:

Sector I: Zona central y Nor-Este de la ciudad.

Sector II: Zona Sur-Este.

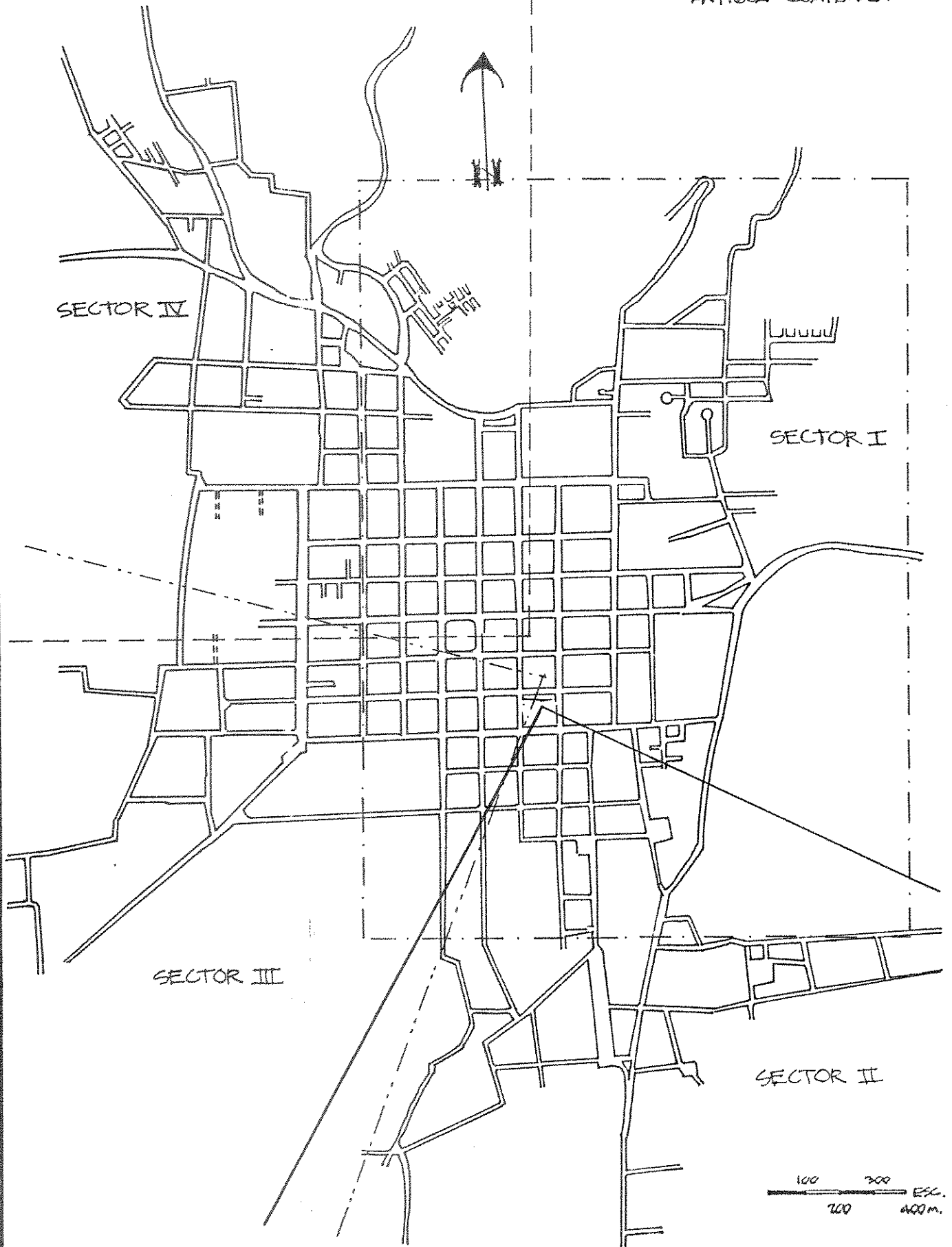
Sector III: Zona Sur-Oeste

Sector IV: Zona Nor-Oeste

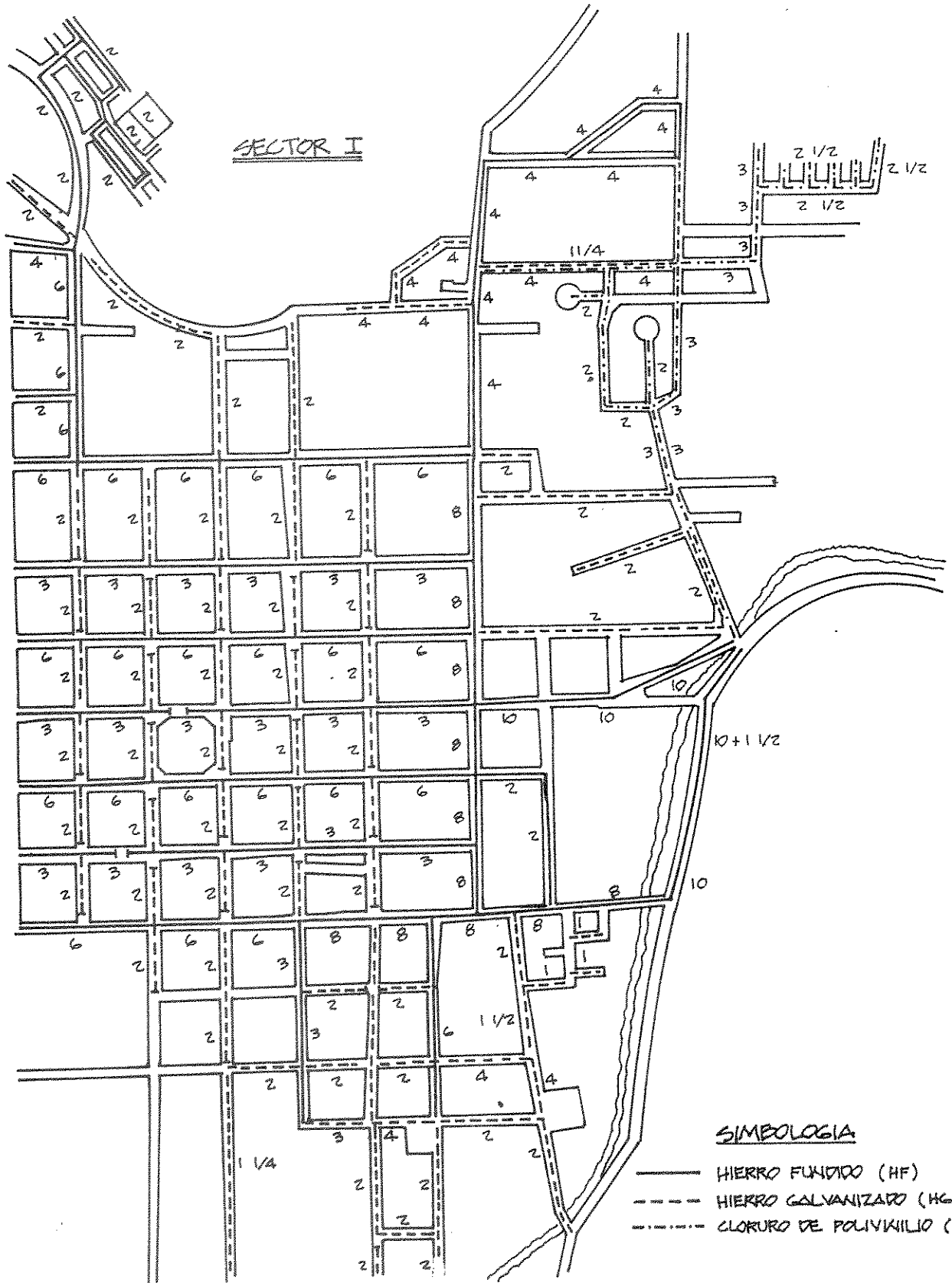
En términos generales, de acuerdo con el análisis realizado se pudo establecer que el sector urbano de Antigua Guatemala, cuenta actualmente con abastecimiento de agua las 24 horas del día. Sin embargo, esta situación no se da en las áreas rurales, en donde se tienen problemas de abastecimiento especialmente en los lugares más alejados.

Ver planos del No. 3 al No. 7

ANTIGUA GUATEMALA

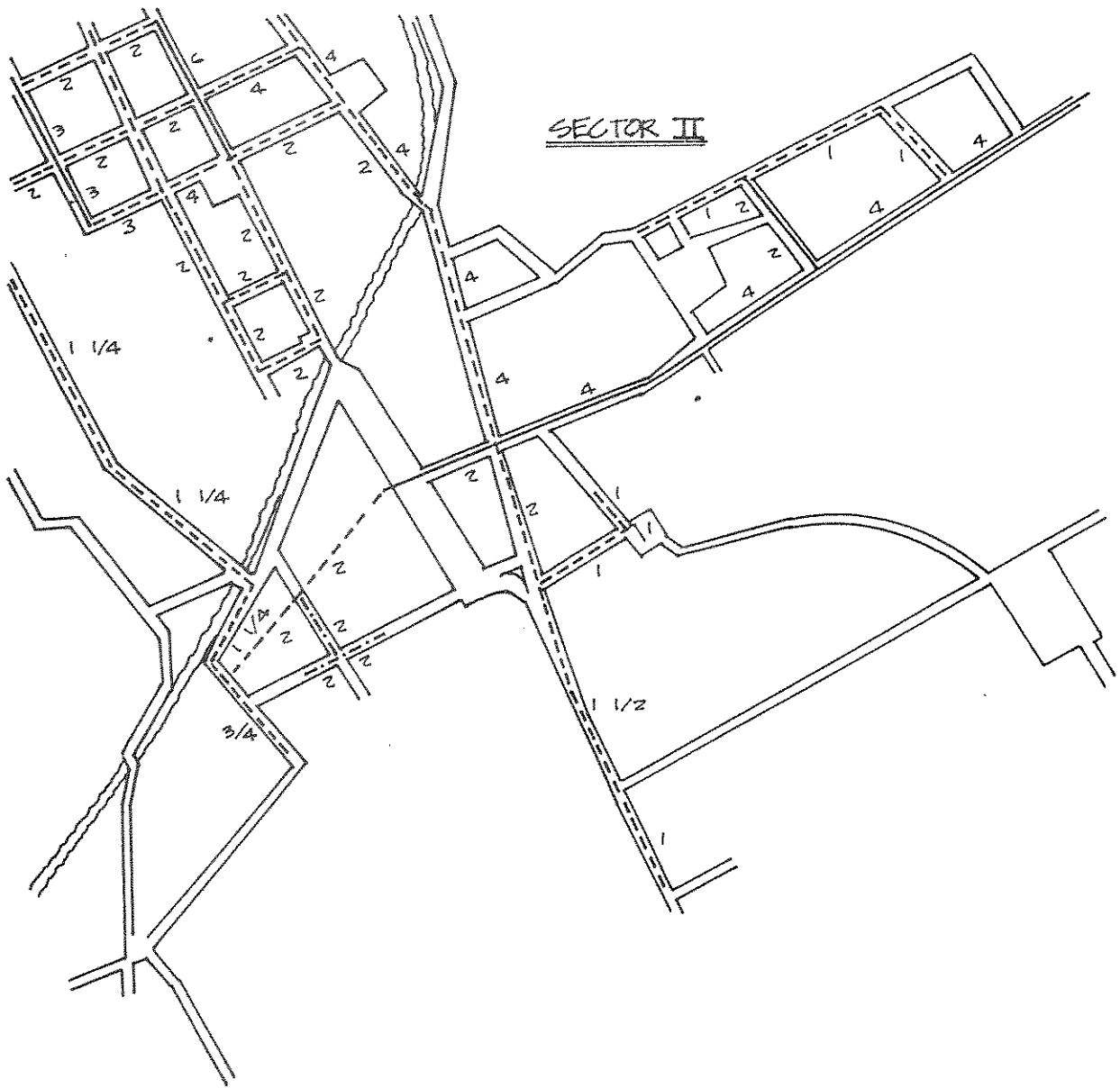


FLANO N. 3



SIMBOLOGIA

- HIERRO FUNDIDO (HF)
- - - HIERRO GALVANIZADO (HG)
- · - · CLORURO DE POLIVINILLO (PVC)



SECTOR II

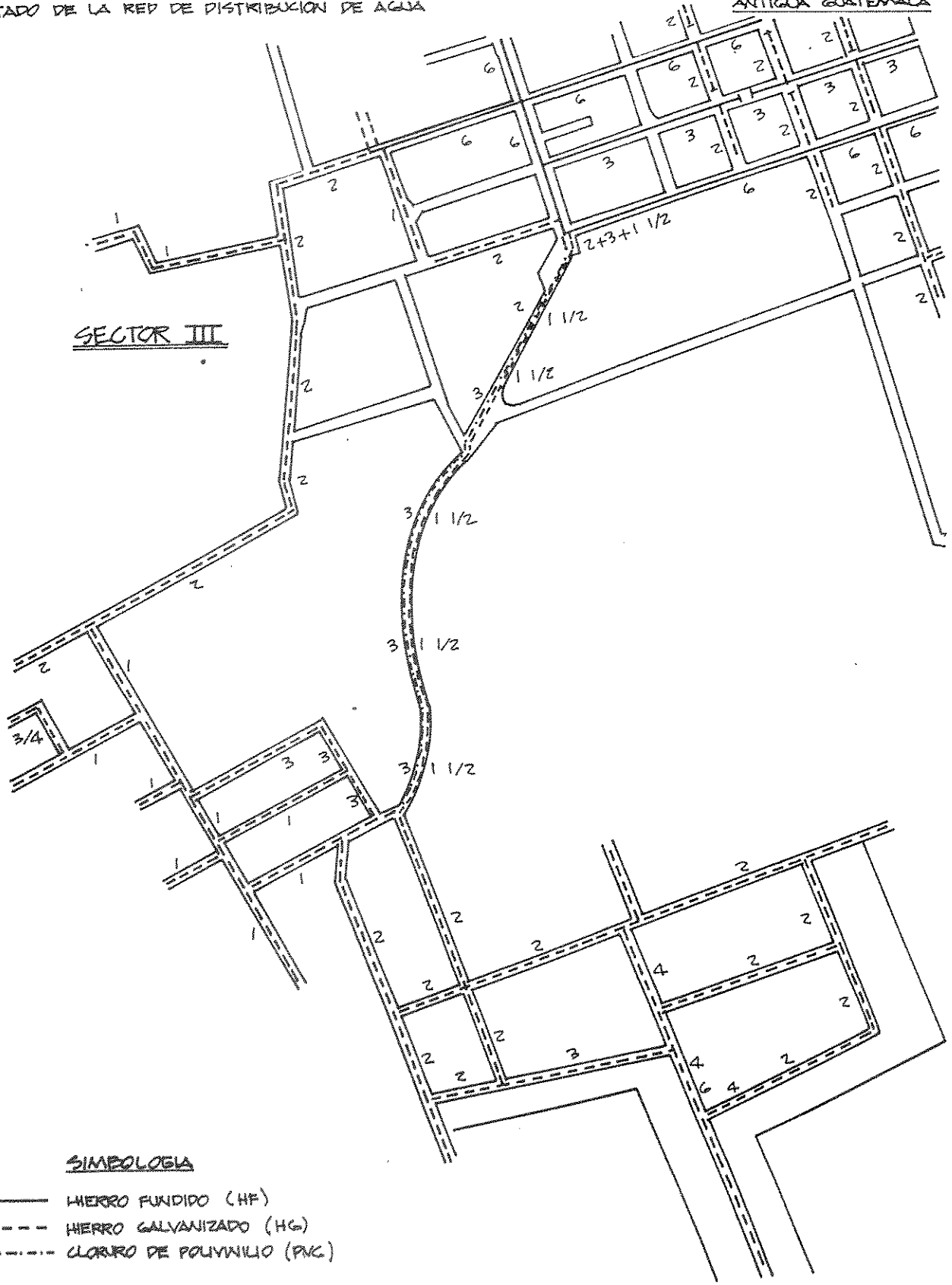
SIMBOLOGIA

- HIERRO FUNDIDO (HF)
- HIERRO GALVANIZADO (HG)
- · - · - · - · CLORURO DE POLIVINILLO (PVC)

ESTADO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA

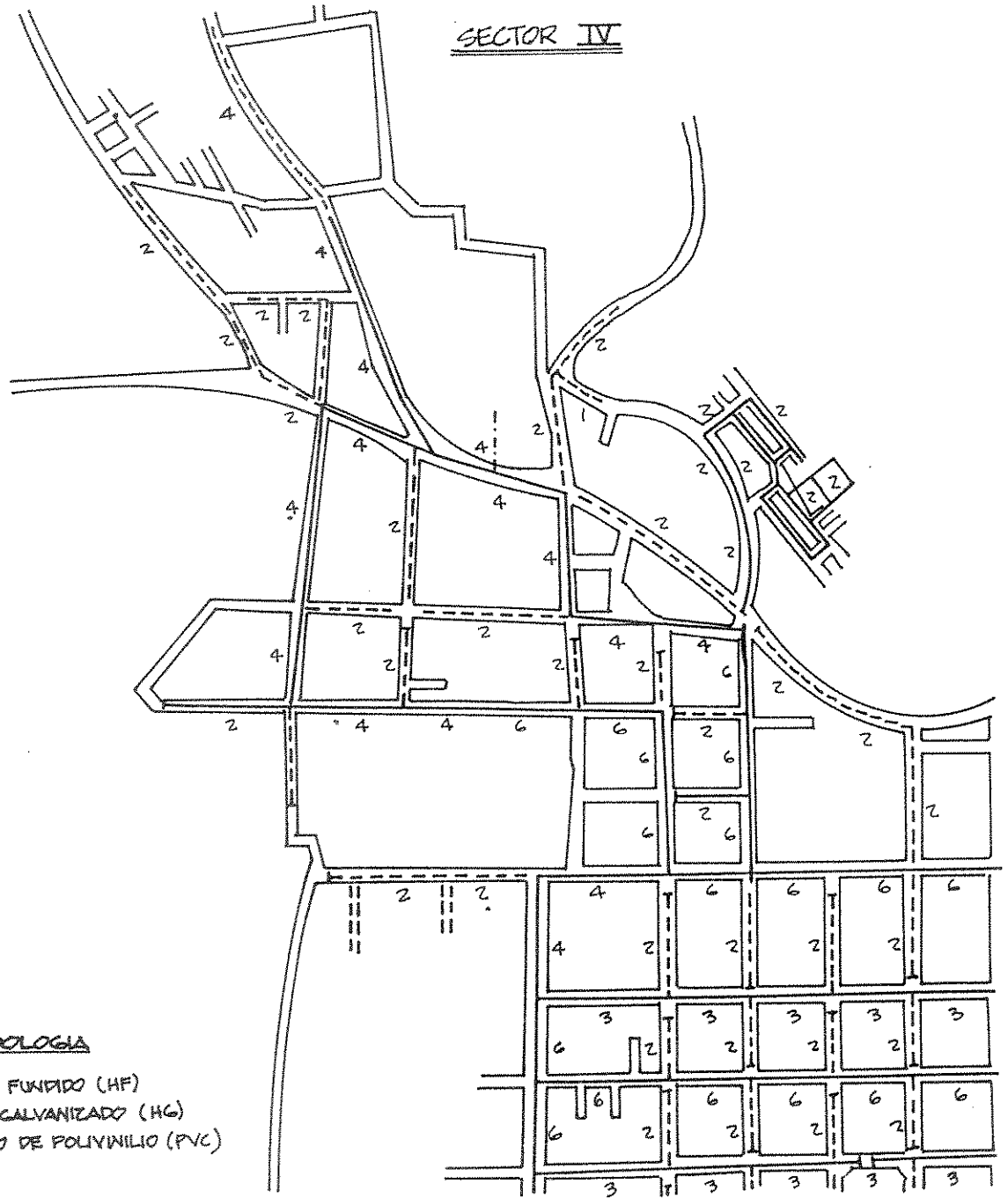
ANTIGUA GUATEMALA

SECTOR III



SIMBOLOGIA

- HIERRO FUNDIDO (HF)
- - - HIERRO GALVANIZADO (HG)
- · - · - CLORURO DE POLIVINILLO (PVC)



2.2 DRENAJES

2.2.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema de drenajes de la ciudad de Antigua Guatemala utiliza un sistema combinado, es decir que la misma red sirve para evacuar las aguas negras y las pluviales.

Este sistema fue diseñado para un período de diseño de 20 años en el año de 1,963, donde, según los registros de notas metodológicas sobre estimaciones de población urbana, el municipio de Antigua Guatemala contaba con una población de unos 13,000 habitantes; hoy, después de 32 años, la ciudad cuenta con una población de 21,000 habitantes aproximadamente, sin incluir la población flotante alrededor de unos 7,000 turistas, llegando casi a unos 12,000 en la semana mayor y otras festividades, según datos proporcionados por el INGUAT (Instituto Guatemalteco de Turismo).

Como se puede apreciar, la capacidad del sistema para lo que fué creado, ya no está dentro de los parámetros de diseño para el que fue concebido; sin embargo, el sistema funciona normalmente en época de verano, situación que no se da en periodo de invierno debido al incremento causado por las aguas de lluvia.

2.2.2 CARACTERISTICAS DEL SISTEMA

El sistema actual incluye 12,600 metros de tubería de 8 pulgadas a 78 pulgadas de diámetro, 103 pozos de visita, un colector de concreto armado de 84 pulgadas de diámetro y una longitud de 500 metros, continuando con tubería de 24 pulgadas de diámetro por una distancia de tres kilómetros hasta descargar sobre el río Guacalate y que, finalmente, se une al río Pensativo.

Respecto de la tarifa correspondiente al cobro de drenaje, el usuario debe pagar Q 95.00 por el derecho a la municipalidad de Antigua Guatemala. Así, también, si hay que hacer zanjado para tubería, se reporta en metros lineales por parte del encargado del departamento de Obras Municipales.

En la actualidad, el usuario debe poner la tapadera y la municipalidad le proporciona la candela de 16 pulgadas de diámetro.

En las esquinas de calles y avenidas en forma transversal han sido construidos tragantes, con el propósito de recoger y encauzar las aguas pluviales hacia las tuberías de la red de drenajes.

2.2.3 COBERTURA DE LA RED

El sistema de drenajes de Antigua Guatemala tiene como cobertura principal el casco urbano. Sin embargo, se están beneficiando otros barrios, aldeas y caseríos, los cuales se mencionan a continuación:

- Sector Norte: Colonia Aranera Norte, El Carmen, El Naranjo, La Candelaria, Huyuma, El Manchen y los Llanos aldea San Felipe.
- Sector Oriente: Aldea Santa Inés del Monte.
- Sector Sur: Aldea Santa Ana, Barrio San Cristóbal, Finca El Pilar y Colonia Santa Isabel.
- Sector Occidente: Aldea San Bartolomé Becerra, Colonia El Conquistador y Las Margaritas.

2.2.4 PUNTO DE DESCARGA

Ubicada en la finca El Perú aguas arriba de la confluencia del zanjón El Charco, se encuentra la descarga principal que sirve de colector de las aguas residuales de la ciudad de Antigua Guatemala. Una característica relevante de la descarga es su bajo nivel respecto del río, el cual está 60 centímetros abajo, en época seca. Esta situación crea el problema que cuando el río tiene crecidas, forma un reflujó hacia adentro de la tubería, retrasando con ello la evacuación de las aguas residuales.

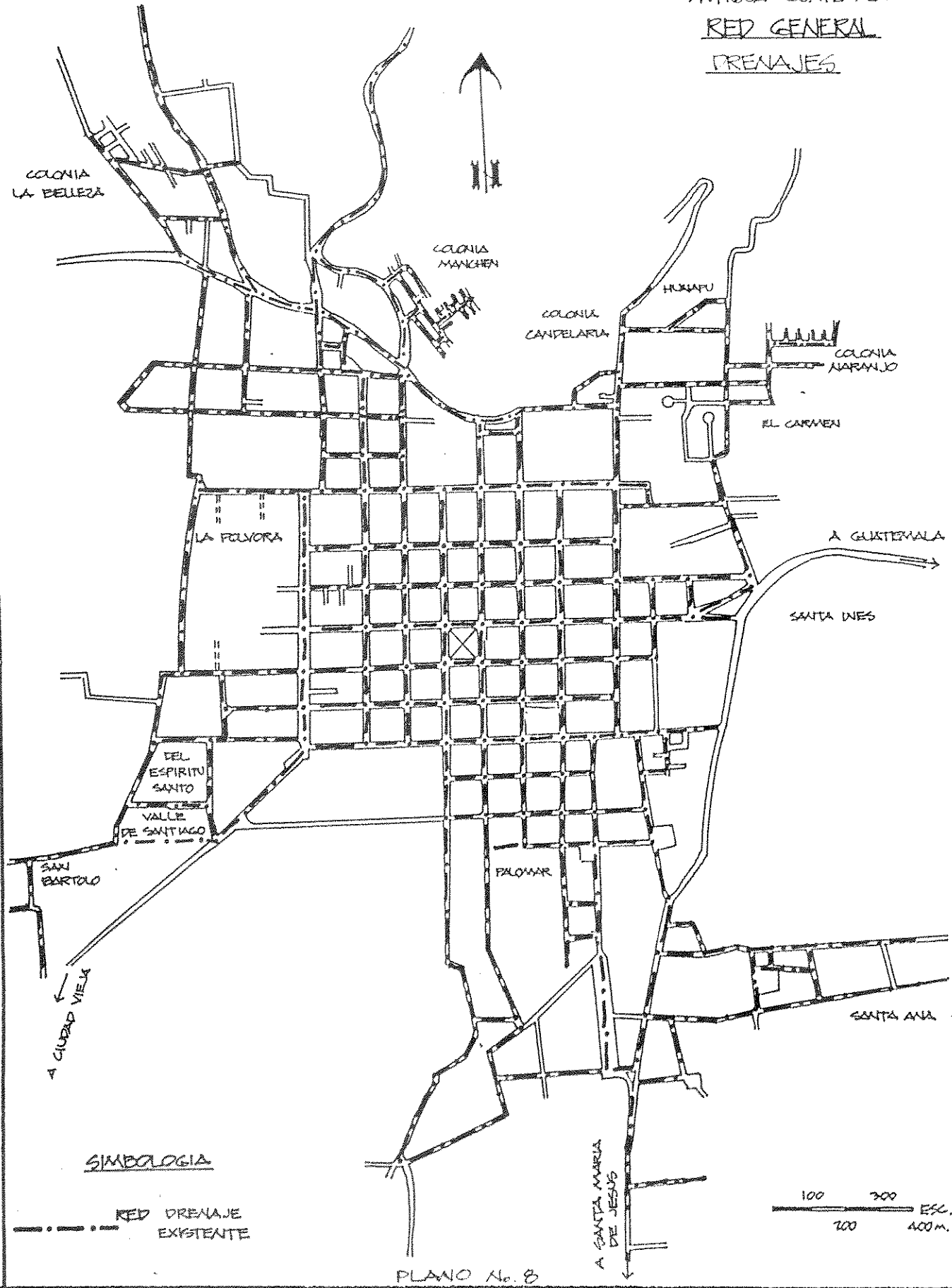
2.2.5 DISPOSICION FINAL

El drenaje sanitario tiene el problema de que es una descarga directa al río Guacalate, debido a que no cuenta con ningún tipo de tratamiento, contribuyendo con ello a la contaminación de dicho cuerpo de agua a lo largo de todo su recorrido, con el agravante de que la ciudad de Antigua Guatemala se encuentra, prácticamente, en la cabecera de la cuenca del río Achiguate, por ello, la contaminación no sólo cruza el departamento de Sacatepéquez, sino, también, el de Escuintla.

De acuerdo con el análisis realizado, se establece que el sistema de drenajes de Antigua Guatemala no cumple actualmente con los requerimientos necesarios de funcionamiento, especialmente, en el período de invierno, que es cuando el sistema se ve afectado por el incremento de los caudales de lluvia. En este sentido, se considera necesario mejorar el sistema de drenajes, ya que la red existente no tiene la capacidad suficiente para ingerir y conducir todas las aguas negras y pluviales.

Ver planos No. 8 y No. 9

ANTIGUA GUATEMALA
RED GENERAL
DRENAJES



SIMBOLOGIA

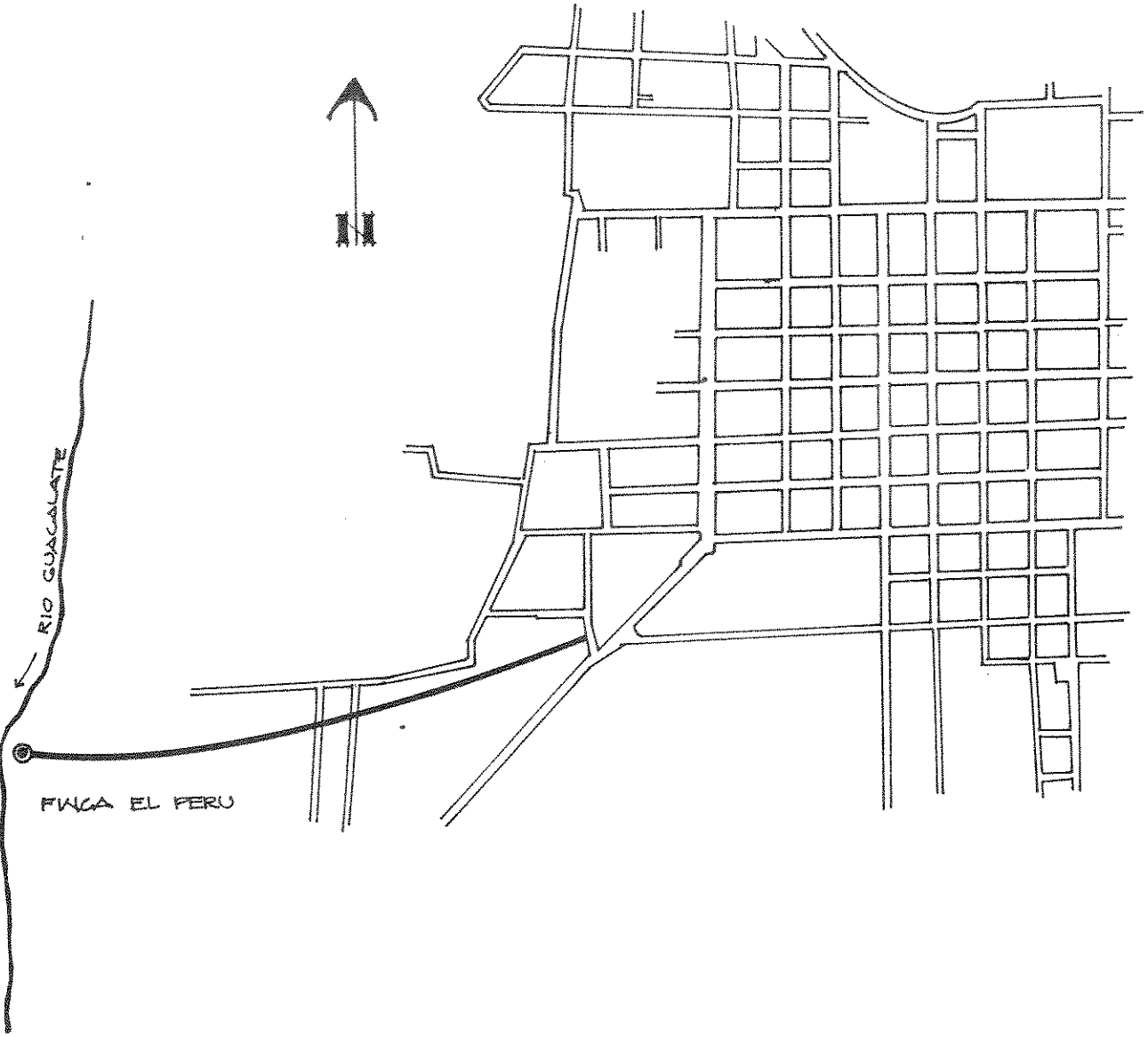
— · — · — · — · — · — · —
 RED DRENAJE
 EXISTENTE

PLANO No. 8




100 200 300 400 ESC.
 100 200 400 m.

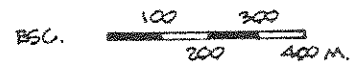
LOCALIZACION
PUNTO DE DESCARGA

ANTIGUA GUATEMALA



SIMBOLOGIA

-  COLECTOR PRINCIPAL
-  PUNTO DE DESCARGA
-  RIO GUACALATE



2.3 DESECHOS SOLIDOS

2.3.1 SISTEMA DE RECOLECCION

La función del asco urbano está bajo la responsabilidad de la municipalidad de Antigua Guatemala y de algunos recolectores privados.

RECOLECCION MUNICIPAL

La municipalidad realiza las funciones de limpieza en calles, avenidas, mercado, parques y plazas, instituciones gubernamentales, iglesias católicas, monumentos, cárcel de mujeres y hombres, cuerpos de policía y escuelas públicas, entre otros. Debido a que no se cuenta con el apoyo necesario para prestar el servicio de limpieza municipal, esta actividad se realiza solamente dos veces por semana.

RECOLECCION PARTICULAR

Para prestar el servicio de recolección particular se cuenta con doce recolectores privados, los cuales prestan el servicio a viviendas, comercios e industrias.

La prestación de este servicio es deficiente, creando inconvenientes para las personas que hacen uso de él.

Entre los problemas que afectan a los usuarios están:

- la actividad de recolección debe realizarse dos veces por semana en cada vivienda, pero, debido a desperfectos en los camiones, el servicio se presta de manera irregular, dando como resultado que se acumule la basura en las viviendas por no tener forma de evacuarla,

- existe desorden en cuanto a las rutas que se recorren en los distintos sectores, es decir para un mismo sector se tiene más de una empresa privada de recolección, lo cual hace que se desatiendan otros sectores,
- el aspecto tarifario es otro problema que se tiene con este tipo de servicio. Dependiendo del recolector y del sector donde se presta el servicio, así es la tarifa que se cobra en forma arbitraria por parte de estas empresas.

Toda esta serie de dificultades debido al desorden que existe en cuanto a la recolección, dan como resultado la creación de micro-botaderos, es decir, los llamados basureros clandestinos, sobre todo, en la periferia de la ciudad y en predios baldíos. El tipo de basura es orgánico y los volúmenes son variables, dependiendo del sector.

2.3.2 TIPOS DE DESECHOS

Básicamente, la ciudad de Antigua Guatemala genera dos tipos de desechos:

- orgánico,
- inorgánico.

DESECHO SOLIDO ORGANICO

Se le llama así a la basura húmeda, la cual está compuesta por desechos que son susceptibles a sufrir una descomposición biológica, es decir que son biodegradables.

Este tipo de desechos se forma por residuos de alimentos, osamentas, cierto tipo de papel y despojo animal como el sobrante en las cocinas.

DESECHO SOLIDO INORGANICO

El desecho inorgánico se compone por todos aquellos materiales que para sufrir una descomposición biológica llevan muchos años.

Entre los más importantes se tienen: el vidrio, metales, papel y plásticos.

2.3.3 DISPOSICION FINAL DE DESECHOS

Para disponer de la basura recolectada que genera la ciudad de Antigua Guatemala, se dispone de un vertedero a cielo abierto ubicado en la aldea de San Luis Las Carretas, municipio de Pastores, a siete kilómetros del centro de la ciudad.

La basura es depositada por los vehículos en el terreno, sin realizarse ningún proceso de compactación, dando lugar a que se concentren grandes cantidades de basura.

El sistema actual de disposición final no tiene ningún tipo de tratamiento, lo cual hace que este sistema sea una gran fuente de contaminación y enfermedades para la región, debido a la proliferación de vectores e insectos que allí se desarrollan.

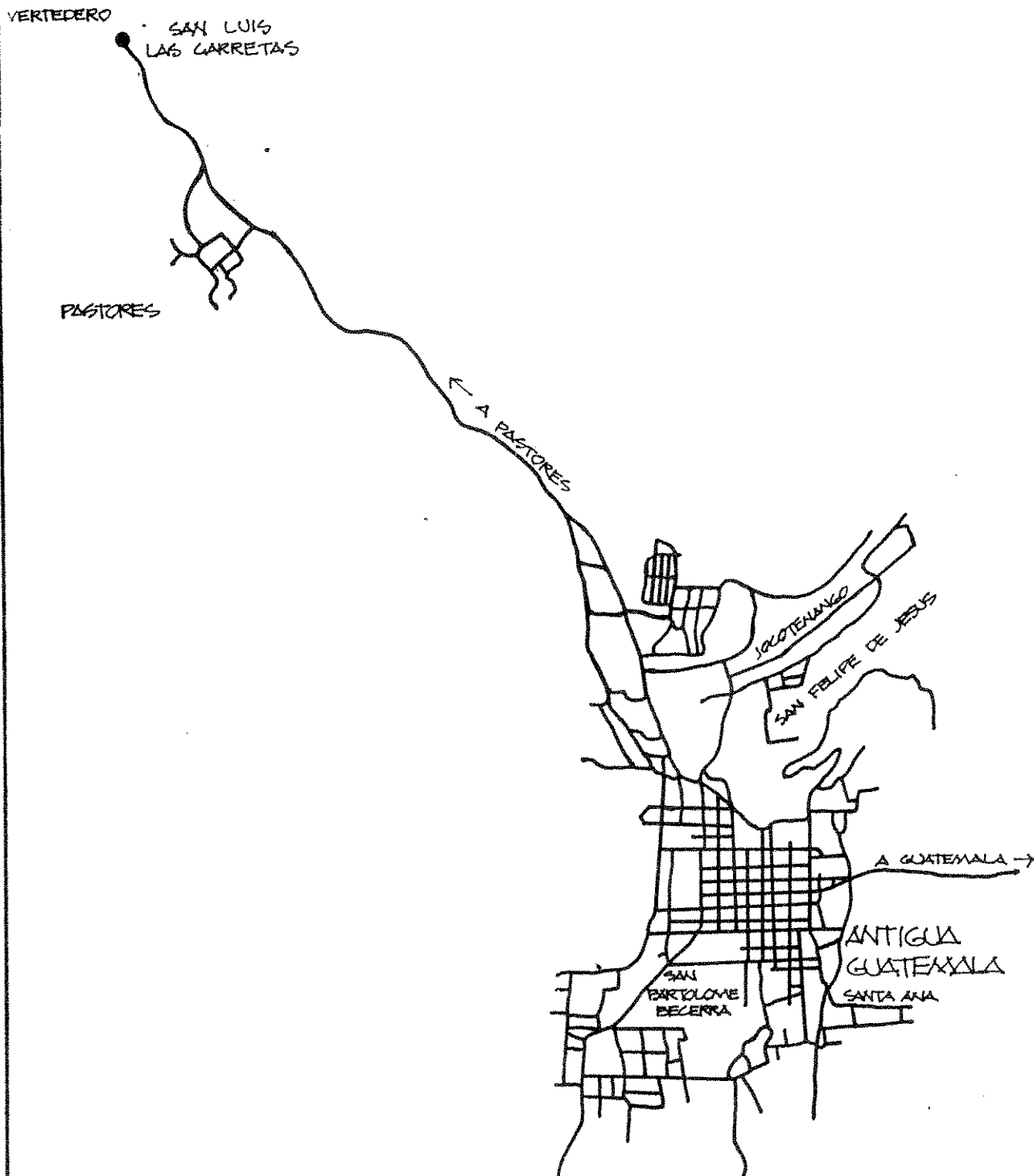
Finalmente, después de analizar el sistema de recolección de basuras y la mala disposición de las mismas en Antigua Guatemala, se plantea la necesidad de aplicar algún tipo de programa que mejore la forma en que funciona el actual sistema de recolección, ya que el mismo presenta deficiencias en su forma tan desorganizada al momento de recolectar la basura. Así, también, la mala disposición final que se hace de los desechos, requiere de las autoridades municipales de Antigua Guatemala, la pronta aplicación de medidas que mejoren el sistema actual de disposición final, implementando algún método de tratamiento.

Ver plano No. 10

LOCALIZACION DE VERTEDERO
DEPOSICION FINAL DE DESECHOS.

ESCALA

1:50000



2.4 SISTEMA VIAL

2.4.1 CALLES, CAMINOS Y PARQUES

La conservación de la ciudad de Antigua Guatemala como Monumento Nacional se pone de manifiesto en el cuidado que se tiene de sus calles, caminos y parques. El deseo que mantienen sus habitantes por conservar a su ciudad como una reliquia colonial se refleja en el cuidado del empedrado de calles y caminos, así como, también, en la conservación de sus parques, como sello de tradición histórica.

2.4.2 TIPOS DE PAVIMENTOS

La ciudad de Antigua Guatemala cuenta con tres tipos de pavimentos en sus calles y caminos:

- empedrados,
- asfalto,
- terracería.

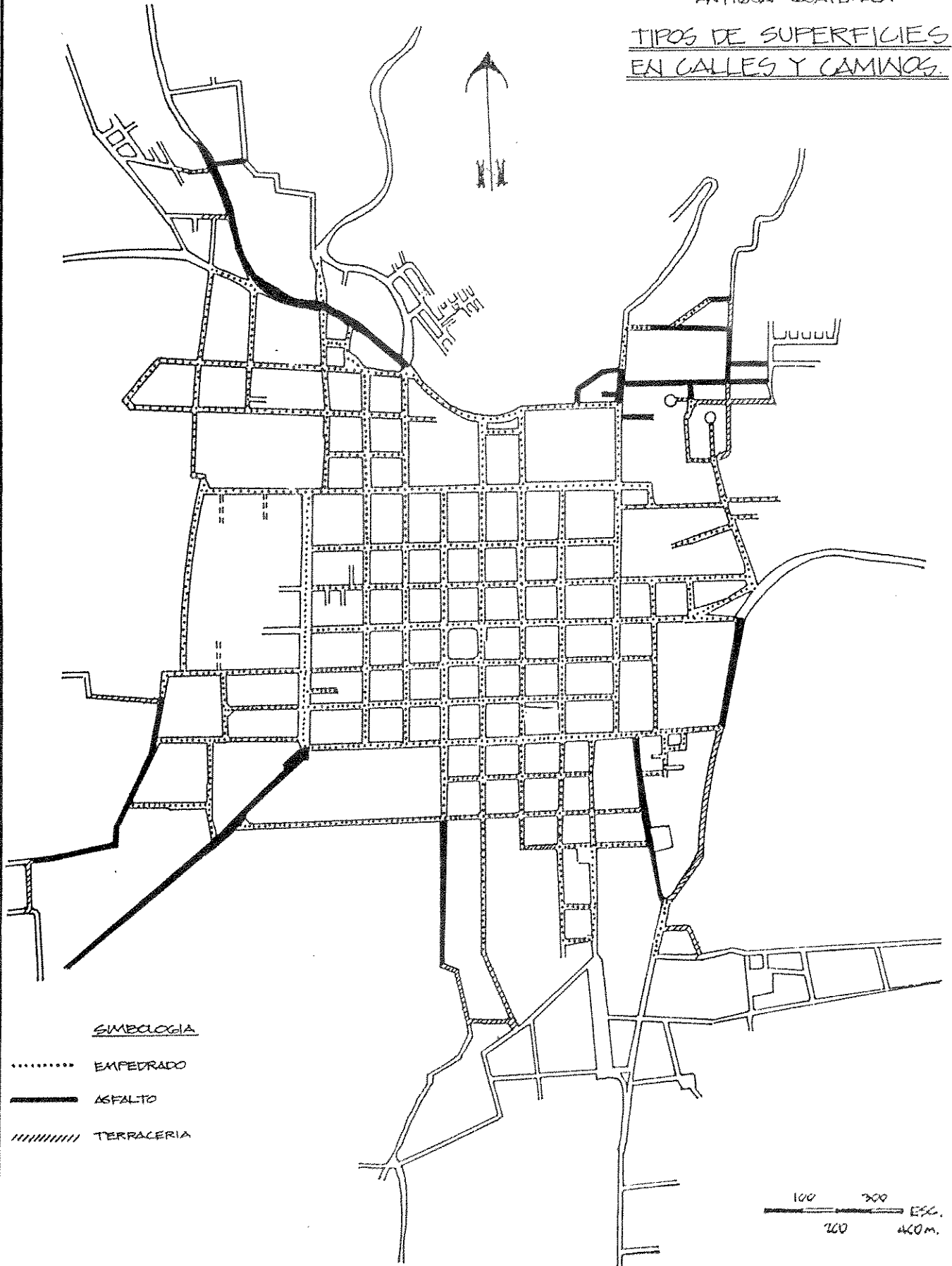
De acuerdo con el estudio realizado, de un total de 36,860 metros lineales de superficie del sistema vial, se determinó lo siguiente:

TIPO DE SUPERFICIE	METROS LINEALES	PORCENTAJE
Empedrado	29,500	80 %
Asfalto	5,120	14 %
Terracería	2,240	6 %
	<hr/> 36,860	<hr/> 100%

Ver plano No. 11

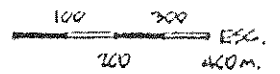
ANTIGUA GUATEMALA

TIPOS DE SUPERFICIES
EN CALLES Y CAMINOS.



SMBOLOGIA

- EMPEDRADO
- ASFALTO
- /////// TERRACERIA



PLANO No. 11

2.4.3 CONDICION ACTUAL DE LOS DISTINTOS TIPOS DE PAVIMENTOS

Para establecer las condiciones en las que se encuentran actualmente las calles y caminos del casco urbano de la ciudad de Antigua Guatemala, se realizó una inspección cuidadosa de todo el sistema vial, obteniéndose los siguientes resultados:

TIPO DE SUPERFICIE	METROS LINEALES	PORCENTAJE
Empedrado en buen estado	23,850	65 %
Empedrado en mal estado	5,650	15 %
Asfalto en buen estado	2,100	6 %
Asfalto en mal estado	3,020	8 %
Terracería en buen estado	100	0.2 %
Terracería en mal estado	2,140	5.8 %

De los resultados obtenidos se puede observar que el 80 % del total de las calles y caminos de Antigua Guatemala son empedrados, situación que es característica del lugar; el 14 % de las calles cuentan con pavimento de asfalto, las cuales están ubicadas en las orillas de la ciudad y solamente un 6 % son caminos de terracería que sirven de enlace para dirigirse a las aldeas del municipio.

Ver plano No. 12

2.4.4 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA VIAL

Aspectos como el crecimiento poblacional, inmigración hacia el casco urbano y la actividad turística, hacen que la circulación de vehículos en la ciudad se dé con una densidad mediana-alta, especialmente en épocas de semana mayor o de cualquier otra festividad.

Debido a la intensidad y diversidad del tránsito que tiene la ciudad de Antigua Guatemala, ha sido necesario regular y normar la circulación de los vehículos. Para ello ha sido diseñado un plan regulador el cual ubica y clasifica el tránsito en las distintas calles y avenidas, de la siguiente manera:

- tránsito pesado: transporte público, extraurbano y transporte de carga;
- tránsito liviano de 1ª orden: flujo vehicular intenso;
- tránsito liviano de 2ª orden: flujo vehicular regular;
- tránsito colectivo: transporte público semiurbano.

Esta clasificación del tránsito fué elaborada con la idea de mejorar la circulación, especialmente, del sector urbano de Antigua Guatemala. La intensidad y diversidad del mismo han hecho necesario la creación de este plan para regular la circulación de los distintos tipos de vehículos que a diario transitan por las calles y avenidas de Antigua Guatemala.

Ver plano No. 13

2.4.5 SEÑALIZACION

Para establecer un mejor control del funcionamiento del tránsito, todas las calles y avenidas del área urbana están señalizadas, lo cual permite que la fluidez en la circulación de todos los vehículos que transitan en el área sea de una forma mejor ordenada.

Las calles y avenidas del sector central de la ciudad tienen permitido solamente una vía para circular, para el caso de las calles éstas tienen un sentido de Norte a Sur y sus paralelas en el sentido contrario de Sur a Norte. En igual forma las avenidas tienen un sentido de Este a Oeste y sus paralelas de forma contraria de Oeste a Este.

Para el caso de las calles y avenidas que cuentan con vía en los dos sentidos, son calles anchas que permiten este tipo de circulación.

Ver plano No. 14

2.4.6 ACERAS

Por considerarse un aspecto importante paralelo a las calles y caminos de la ciudad de Antigua Guatemala, se hizo un análisis de las condiciones en que se encuentran actualmente las aceras de dicha ciudad. De acuerdo con la inspección realizada de un total de 73,720 metros lineales de acera, se obtuvieron los siguientes resultados:

SUPERFICIE	METROS LINEALES	PORCENTAJE
Acera en buen estado	36,925	50.09 %
Acera en mal estado	36,795	49.91 %
	73,720	100.00 %

De acuerdo con los resultados obtenidos, se observa que la mitad de las aceras de la ciudad de Antigua Guatemala se encuentran en buen estado y la otra mitad restante en malas condiciones. A este respecto, se considera que los resultados obtenidos reflejan la necesidad para realizar mejoras por parte de las autoridades municipales de Antigua, especialmente, de las aceras que se encuentran en mal estado.

Ver plano No. 15

2.4.7 ACCESIBILIDAD REGIONAL

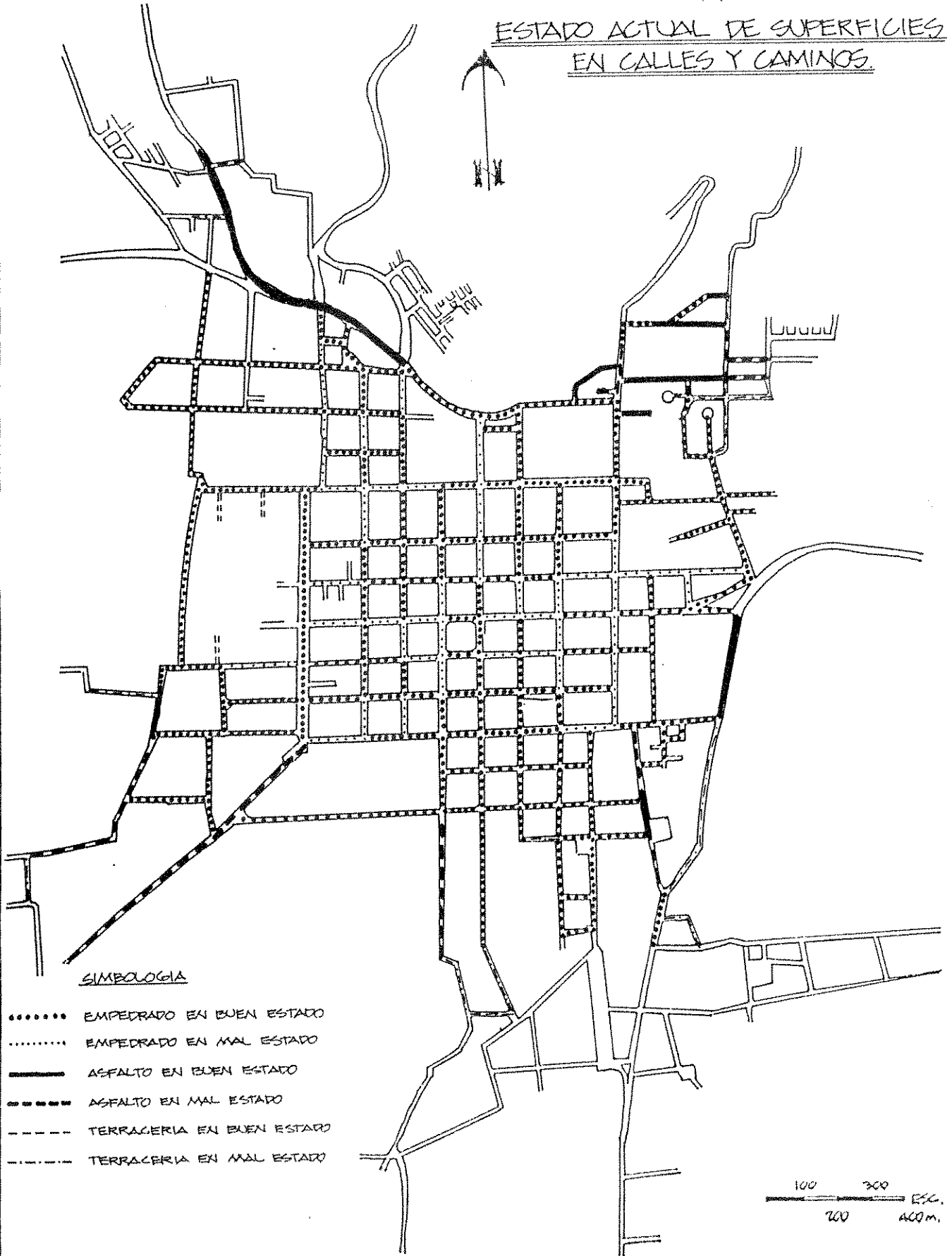
Antigua Guatemala y su área de influencia está localizada entre la carretera Internacional del Pacífico y la carretera Interamericana; de ellas se desprenden carreteras regionales que unen la ciudad con el resto del país. Así, también, la propia ciudad, que constituye la más importante terminal regional del área, se encuentra comunicada con los municipios y aldeas del valle, ya que en ellas se desenvuelve una importante red de transporte.

Antigua Guatemala cuenta con cuatro importantes vías de comunicación, las cuales le permiten buen acceso, tanto turístico como comercial con el resto del país. Los cuatro puntos de comunicación son:

- al Norte por la carretera que conduce a pastores hacia el municipio de Chimaltenango;
- al Este por la carretera que va a San Lucas Sacatepéquez hacia la ciudad capital;
- al Sur existen dos vías de comunicación: una hacia la aldea de San Juan del Obispo y que posteriormente se conecta con Palín y la otra que se utiliza para llegar a Ciudad Vieja y que, finalmente, llega al departamento de Escuintla.

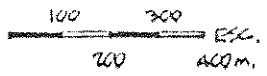
Ver plano No. 16

ESTADO ACTUAL DE SUPERFICIES
EN CALLES Y CAMINOS.

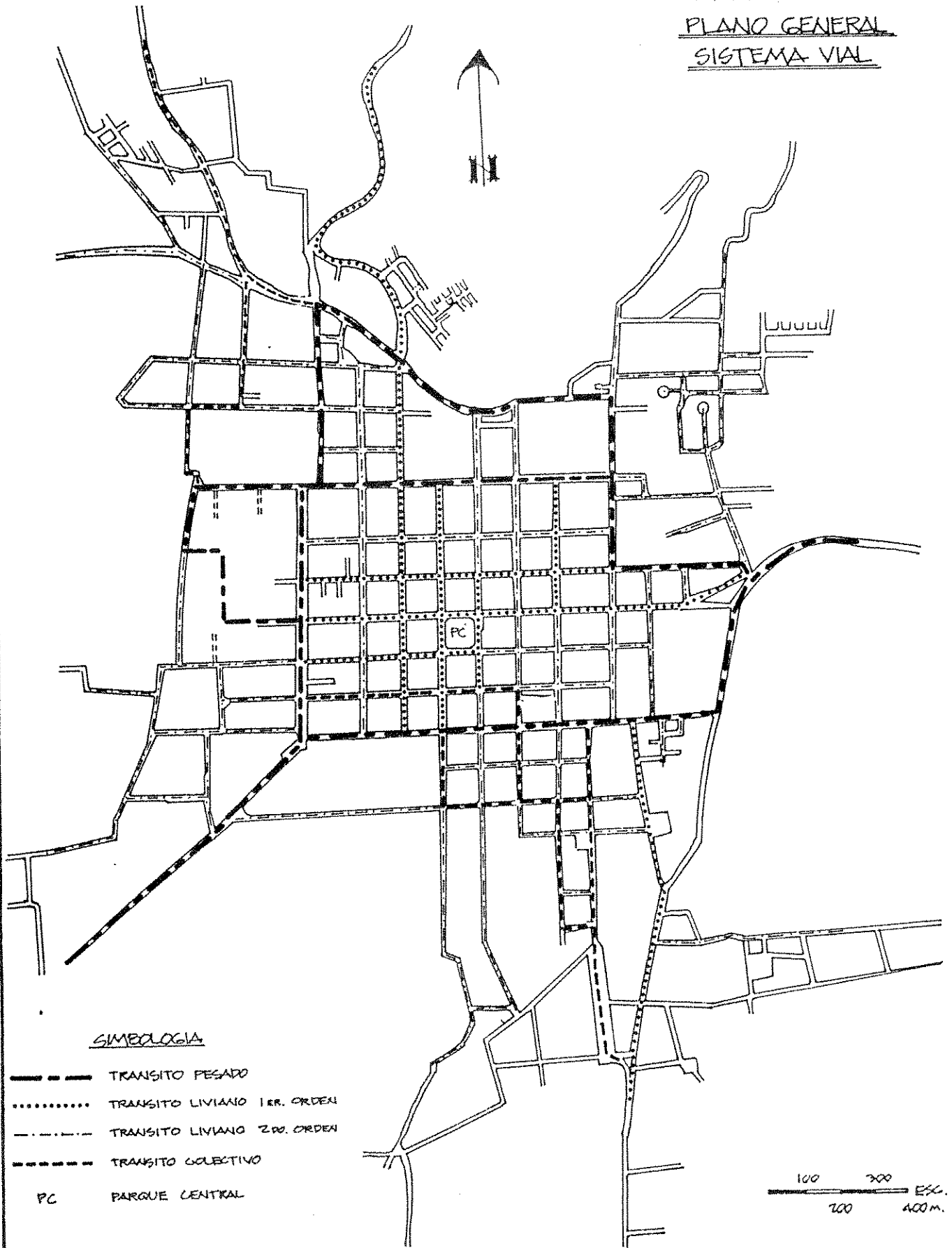


SIMBOLOGIA

- EMPEDRADO EN BUEN ESTADO
- EMPEDRADO EN MAL ESTADO
- ASFALTO EN BUEN ESTADO
- ASFALTO EN MAL ESTADO
- TERRACERIA EN BUEN ESTADO
- TERRACERIA EN MAL ESTADO

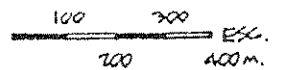


ANTIGUA GUATEMALA
PLANO GENERAL
SISTEMA VIAL



SMBOLOGIA

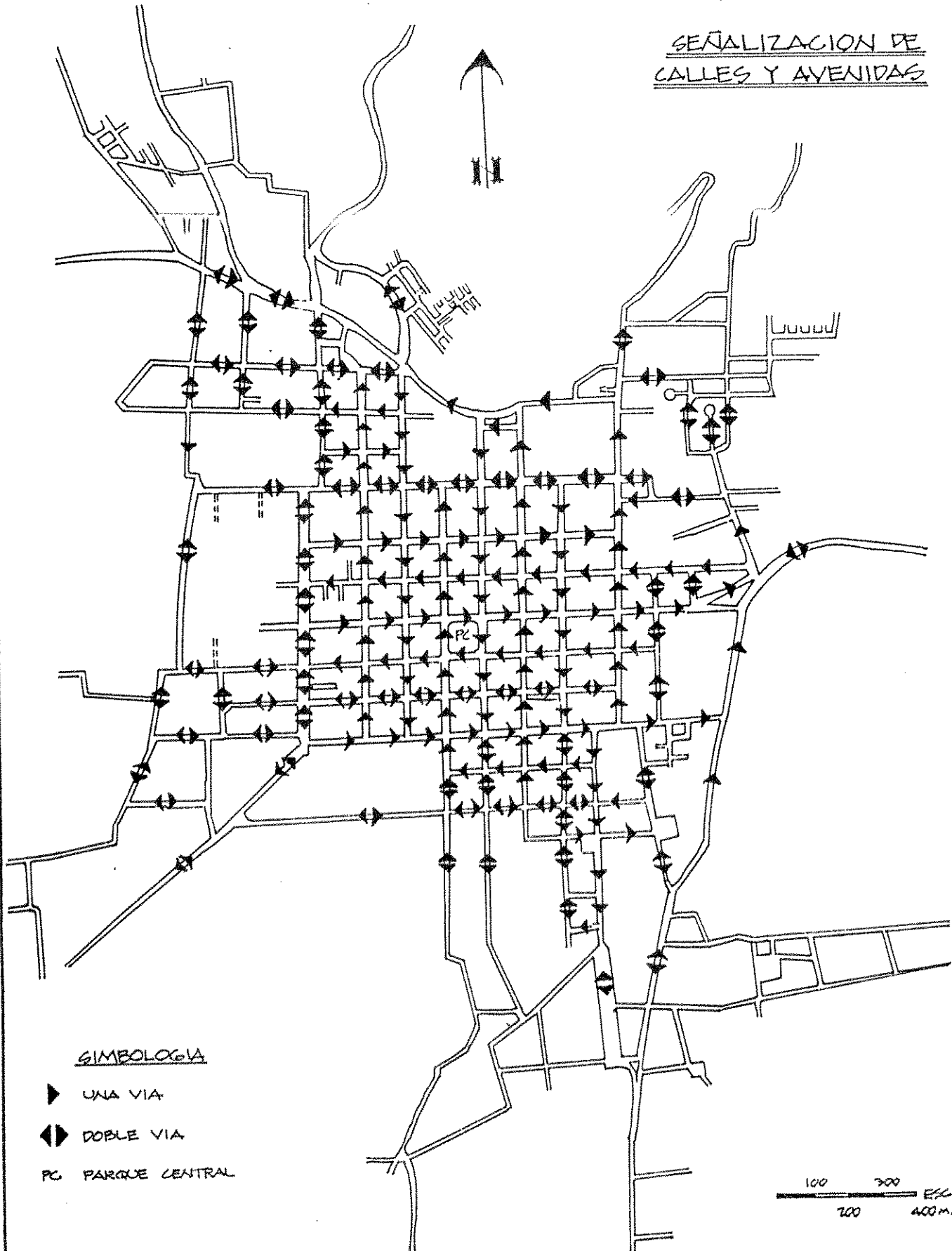
- — — — — TRANSITO PESADO
- TRANSITO LIVIANO 1ER. ORDEN
- - - - - TRANSITO LIVIANO 2RO. ORDEN
- - - - - TRANSITO COLECTIVO
- PC PARQUE CENTRAL



PLANO No. 13

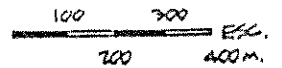
ANTIGUA GUATEMALA

SEÑALIZACION DE CALLES Y AVENIDAS



SIMBOLOGIA

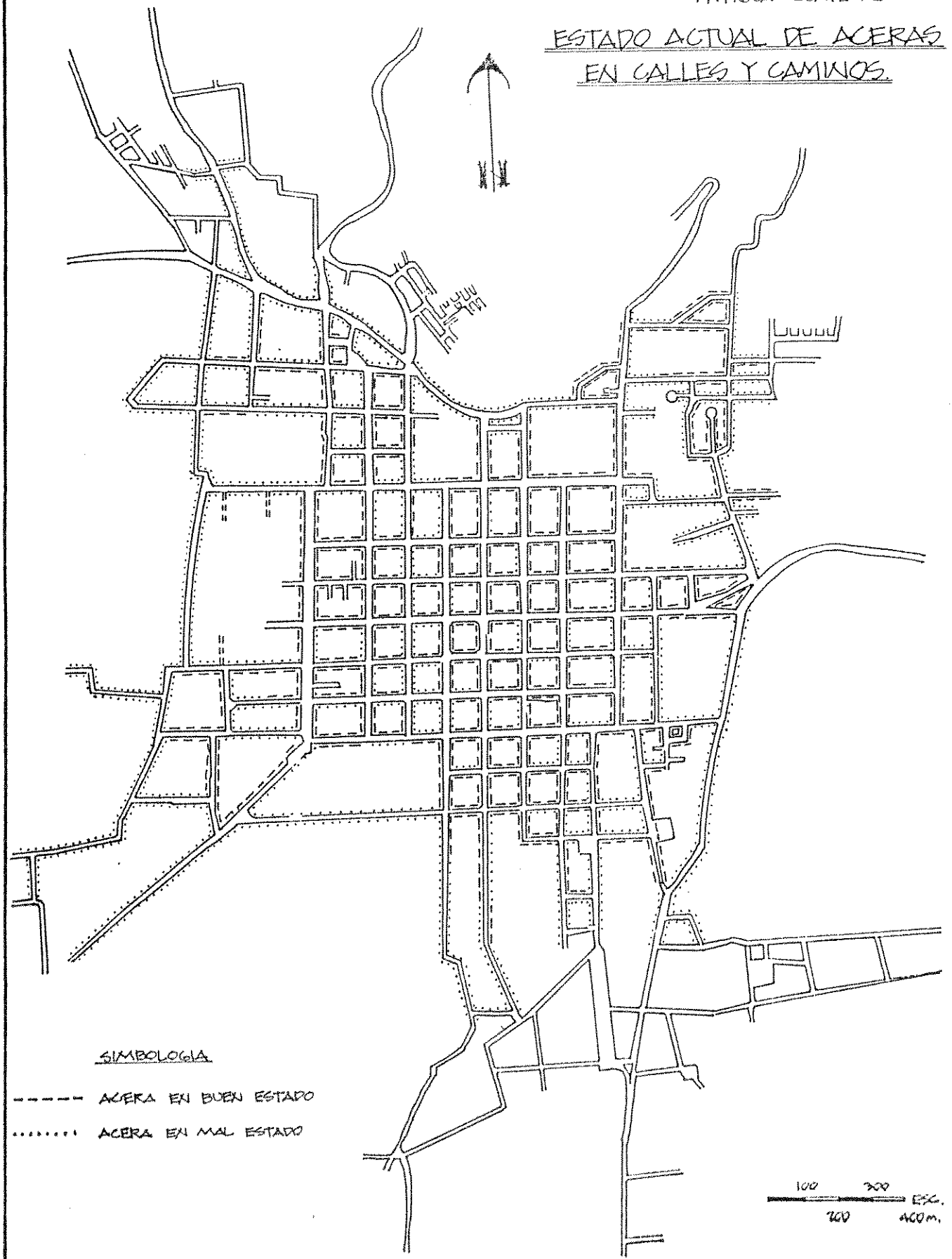
- ▶ UNA VIA
- ◄◄ DOBLE VIA
- PC PARQUE CENTRAL



PLANO N. 14

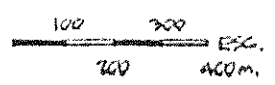
ANTIGUA GUATEMALA

ESTADO ACTUAL DE ACERAS
EN CALLES Y CAMINOS.



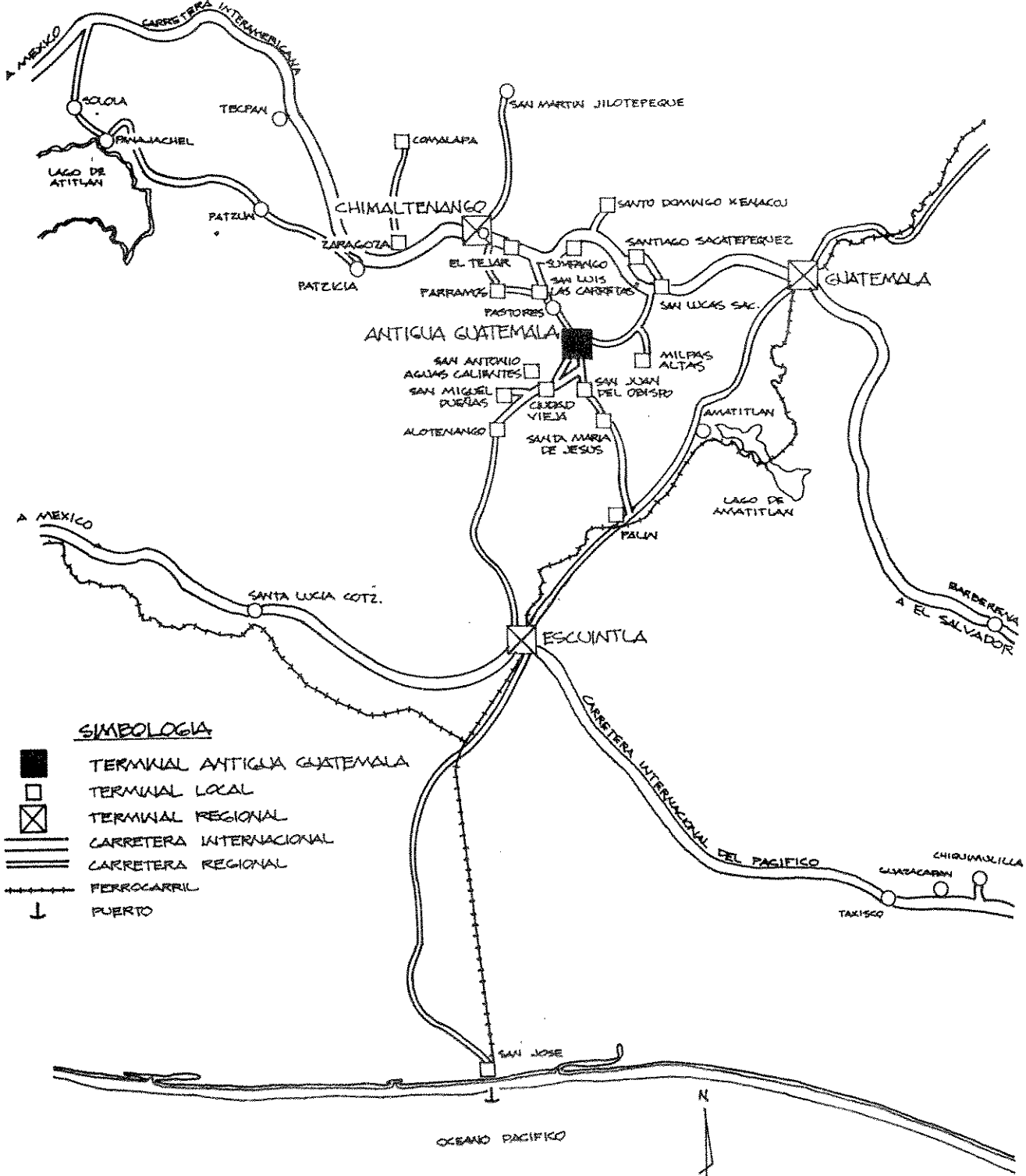
SIMBOLOGIA

- ACERA EN BUEN ESTADO
- ACERA EN MAL ESTADO










PLANO N. 15

SISTEMA
ACCESIBILIDAD REGIONAL



SIMBOLOGIA

-  TERMINAL ANTIGUA GUATEMALA
-  TERMINAL LOCAL
-  TERMINAL REGIONAL
-  CARRETERA INTERNACIONAL
-  CARRETERA REGIONAL
-  FERROCARRIL
-  PUERTO

PLANO N. 16

0 5 10 20 KMS.
Escala

2.4.8 PARQUES Y PLAZUELAS

Las áreas verdes, áreas de recreación, sirven en las poblaciones para adornarlas y romper la monotonía de las construcciones. La ciudad de Antigua Guatemala cuenta con los siguientes parques:

- Parque Central: llamado antiguamente Plaza Mayor, ubicado en el centro de la ciudad como era costumbre en la época colonial;
- Parque La Unión: llamado antiguamente Plazuela San Pedro, situado en la 6ª calle entre 2ª y 3ª avenidas;
- actualmente, se está construyendo el Parque infantil de la Colonia El Manchén, ubicado en dicha colonia en la salida hacia San Felipe. Este parque forma parte de las obras que realiza la municipalidad de Antigua Guatemala;
- el Cerro de la Cruz: localizado en el límite Norte de la ciudad. Este paseo tiene la particularidad que invita al descanso y a la contemplación del hermoso paisaje que ofrece la ciudad.

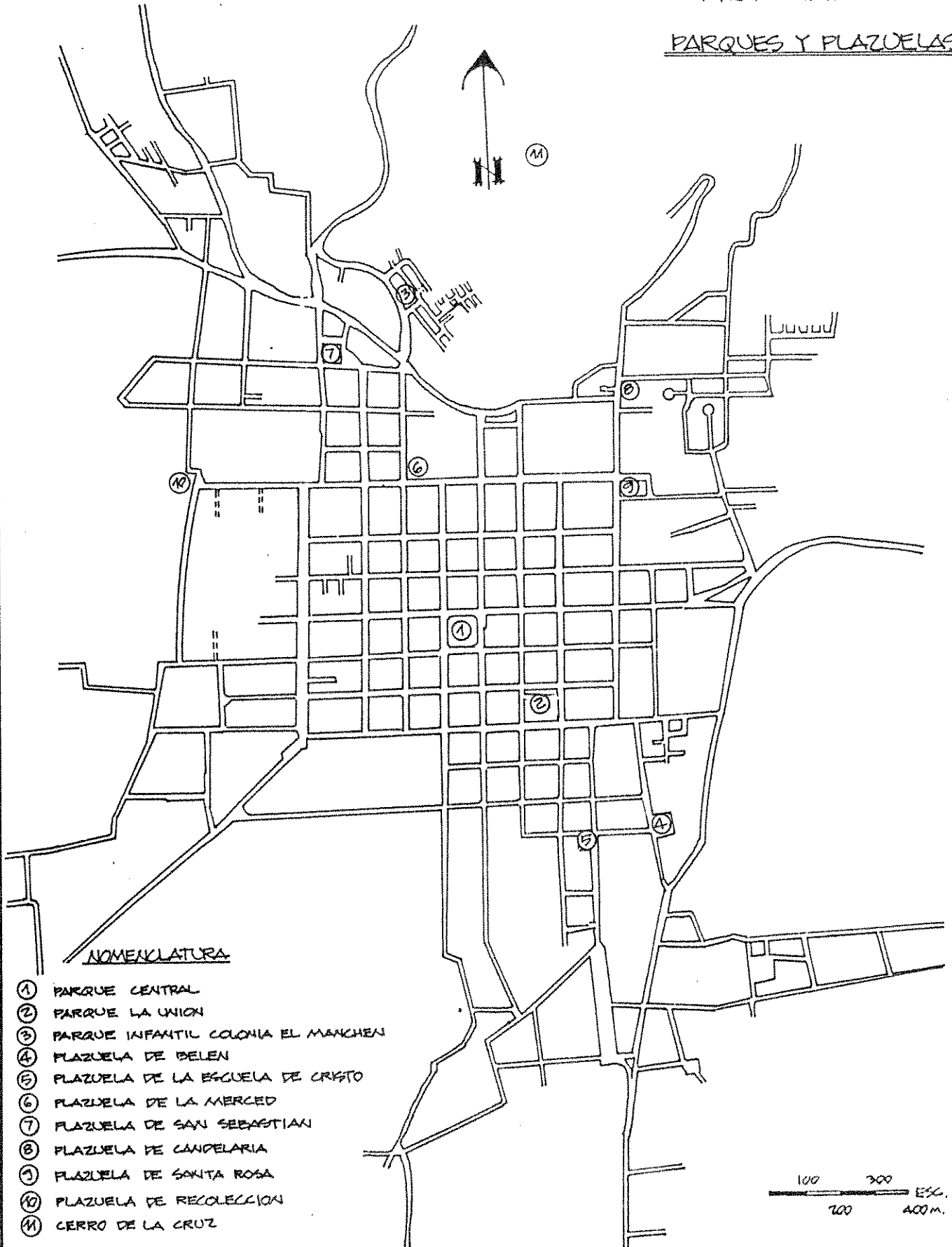
Además de los parques, existen algunas plazuelas distribuidas por toda la ciudad, pertenecientes a las iglesias más importantes, entre las que se cuentan:

- Belén,
- Escuela de Cristo,
- La Merced,
- San Sebastián,
- La Candelaria,
- Santa Rosa,
- La Recolectión.

El cuidado que se tiene por la conservación de los parques y plazuelas de Antigua Guatemala es un aspecto muy importante a resaltar. Con el pasar de los años, Antigua Guatemala ha sabido conservar, cuidadosamente, su aspecto colonial, poniendo de manifiesto su tradición histórica en sus parques y plazulas.

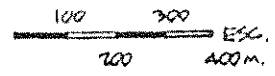
Ver plano No. 17

PARQUES Y PLAZUELAS



NOMENCLATURA

- ① PARQUE CENTRAL
- ② PARQUE LA UNION
- ③ PARQUE INFANTIL COLONIA EL MANCHÉN
- ④ PLAZUELA DE BELÉN
- ⑤ PLAZUELA DE LA ESCUELA DE CRISTO
- ⑥ PLAZUELA DE LA MERCED
- ⑦ PLAZUELA DE SAN SEBASTIAN
- ⑧ PLAZUELA DE CANDELARIA
- ⑨ PLAZUELA DE SANTA ROSA
- ⑩ PLAZUELA DE RECOLECCION
- ⑪ CERRO DE LA CRUZ



3. FORMULACION DE PROPUESTAS

3.1 SISTEMA DE DRENAJES

3.1.1 PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVA DE UN COLECTOR PARA AMPLIACION DEL DRENAJE EN EL SECTOR SUR-OESTE DE LA ANTIGUA GUATEMALA

El aumento de población y el grado de desarrollo que Antigua Guatemala ha alcanzado en los últimos años, ha incidido notablemente en un crecimiento urbano, especialmente, hacia el Sur-Oeste de la ciudad.

El sistema de drenajes de Antigua Guatemala, diseñado y construido por la Dirección General de Obras Públicas en 1,967, tiene un colector principal encargado de recolectar todo el sistema, para, luego, conducirlo y disponerlo en el punto de descarga ubicado en la Finca El Perú, sobre el río Guacalate.

El problema actual existente se debe al crecimiento urbano de esa zona (sector Sur-Oeste) y, especialmente, a las condiciones topográficas del lugar, es decir, la topografía de esa zona impide que las conexiones domiciliarias puedan conectarse al colector existente de la 7ª calle, ya que no tiene la pendiente necesaria para ingerir dicha tubería. Por tal razón, se hace necesario plantear la alternativa de un segundo colector que permita ingerir todos los drenajes de esa zona, para, luego, unificarlo con el colector principal de la 7ª calle, reestudiar la zona de descarga en donde deberá plantearse algún tipo de tratamiento para, luego, disponerlas en el río Guacalate, aguas abajo.

3.1.1.1 ANALISIS DEL COLECTOR PRINCIPAL EXISTENTE

Para evacuar las aguas residuales de Antigua Guatemala se utiliza un sistema combinado, es decir, la misma tubería se utiliza para aguas negras y aguas pluviales. La recolección del sistema se hace a través del colector principal ubicado en la 7ª calle, el cual es el encargado de conducirlas y disponerlas sobre el río Guacalate.

Este colector tiene una longitud de 2118.90 m. con diámetros que varían entre 84 y 24 pulgadas. En la actualidad dicho colector funciona adecuadamente, la capacidad hidráulica con que fué diseñado es suficiente para evacuar todo el sistema. Sin embargo, debido al crecimiento urbano que se ha dado al Suroeste de la ciudad, se presenta el problema que ya no es posible conectarse a dicho colector, ya que la conformación topográfica de esa zona tiene una pendiente contraria que no permite seguir utilizando el mencionado colector.

Por otro lado, mediante inspección realizada se estableció que el nivel de la tubería en el punto de descarga respecto del río, es de solamente 60 cm., situación que crea inconvenientes cuando el nivel del río crece provocando un reflujo en el colector.

De acuerdo con las situaciones mencionadas anteriormente, se llegó a determinar la importancia y conveniencia de utilizar un segundo colector general que sirva para ingerir las aguas residuales de la zona Sur-Oeste de Antigua Guatemala.

Ver plano siguiente de colector existente

3.1.1.2 ESTUDIO DEL COLECTOR A PROPONER

Debido a la necesidad que existe de implementar un nuevo colector que permita captar el drenaje sanitario del sector Sur-Oeste de Antigua Guatemala, se realizó un análisis de la zona, tomando en cuenta la recomendación hecha por el Departamento de Acueductos y Alcantarillados de la Dirección General de Obras Públicas y mediante inspección realizada, se determinó la conveniencia de proponer la ubicación del nuevo colector sobre la carretera que va de Antigua Guatemala hacia Ciudad Vieja.

El inicio del colector está ubicado en la intersección de la carretera que va hacia Ciudad Vieja y 9na. calle, frente al Hotel Ramada Antigua, teniendo como punto final (siempre sobre la carretera a Ciudad Vieja) el Pozo de Visita No. 208 del Proyecto Antigua Sur (frente al vivero Tempisque).

La conexión del mencionado colector en el pozo No. 208, es una de las razones importantes por las cuales se escogió que dicho colector se ubique sobre el tramo de la carretera antes mencionado, ya que, justamente en ese punto (Pozo No. 208) comienza el tramo final del Proyecto Antigua Sur, el cual 752 metros más adelante, desemboca sobre el río Guacalate.

Así, también, es importante mencionar que la escogencia del lugar de ubicación del colector que se propone está basada en relación a un tema subsiguiente de este estudio, el cual se refiere a hacer el planteamiento de unificar el Colector con que cuenta actualmente Antigua y el Colector del Proyecto Antigua Sur (al cual ya se ha conectado el nuevo colector que se propone), en el sentido de que sea solamente una descarga la que se utilice para disponer todas las aguas residuales que genera Antigua Guatemala sobre el río Guacalate.

Para el diseño del colector que se propone, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- población actual: para establecer la población que se estima se conectará al colector en estudio; se realizó una inspección de la zona, encontrándose que existen, actualmente, 855 viviendas.

$$\begin{aligned} \text{Población actual} &= \text{No. de viviendas} \times \text{densidad} \\ &= 855 \text{ viviendas} \times 5 \text{ hab./vivienda} = 4,273 \text{ habitantes} \end{aligned}$$

- Población Futura: para estimar la población que tributará caudales en el sistema de drenajes al final del periodo de diseño, se utilizó el Método geométrico, el cual se considera un método de fácil aplicación, involucrando de forma directa la población actual y la tasa de crecimiento del lugar, la cual se obtuvo directamente del Instituto Nacional de Estadística.

$$Pf = Po (1 + S)^n$$

Pf = Población futura
 Po = Población actual
 S = Tasa de crecimiento
 n = Número de años

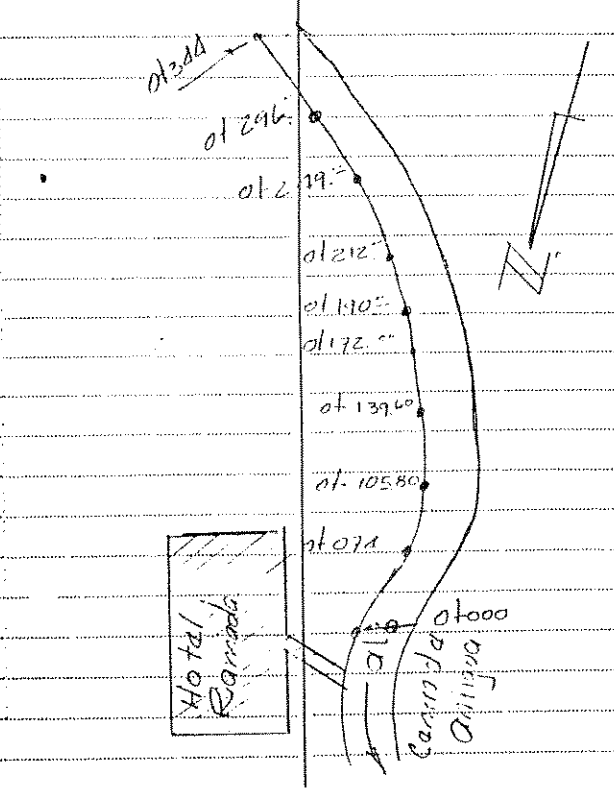
$$Pf = 4,273 (1 + 0.01725)^{20} = 6,015 \text{ habitantes}$$

- Topografía: después de determinar la conveniencia de ubicar el nuevo colector sobre la carretera que va hacia Ciudad Vieja, se procedió a realizar un levantamiento topográfico, utilizando el Método de conservación de azimut, para determinar la nivelación y pendiente de la misma. Para el efecto, se utilizó el siguiente equipo: teodolito, nivel, estadal, cinta métrica y una plomada, tomando como punto de partida el Hotel Ramada Antigua hasta llegar al vivero El Tempisque, que coincide con el pozo No. 208, lugar que se tiene previsto para conectar el nuevo colector. A partir del primer punto se hicieron las lecturas correspondientes, hasta completar 1,260 metros, con lo que se obtuvieron las cotas del terreno para ubicar los pozos de visita y sus respectivas alturas.
- Longitud de colector: 1,260 metros
(Ver copia de Libreta de Topografía en hojas siguientes)

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 1
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No. SE ANTIGUA GUATEMALA
 Descripción de la Línea: CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 1 A
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No. SE ANTIGUA GUATEMALA
 Descripción de la Línea: CARRETERA A CIUDAD VIEJA

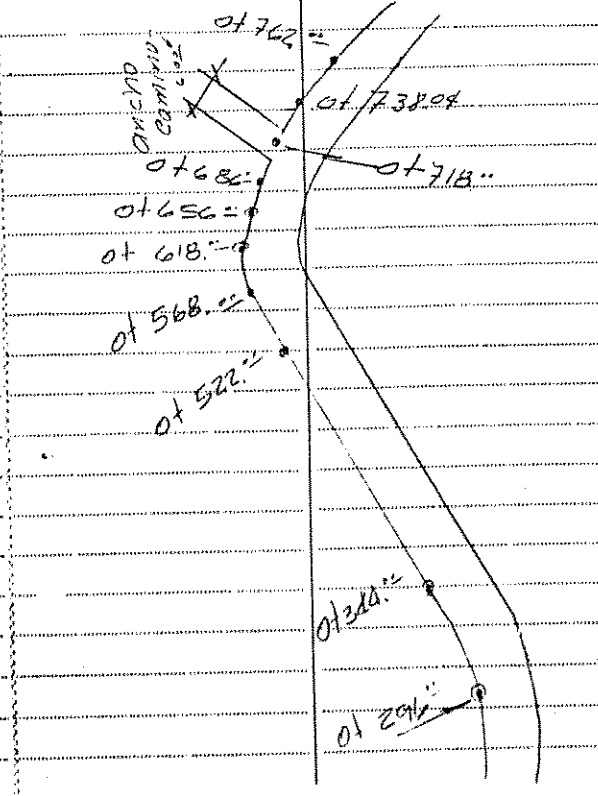
Est	PO	AZ	Dist	Ob.
0+299.00	0+296.00	218°30'	47.00	Cambio
0+212.00	0+207.00	221°00'	37.00	"
0+190.00	0+212.00	221°15'	22.00	"
0+172.00	0+190.00	221°25'	18.00	"
0+139.60	0+172.00	222°10'	32.40	"
0+105.80	0+139.60	227°00'	33.80	"
0+074.00	0+105.80	230°15'	31.80	Cambio
0+000.00	0+074.00	231°05'	74.00	"
0+000.00	N°	0°00'	—	—



Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 2
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No. SE ANTIGUA GUATEMALA
 Descripción de la Línea: CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 2 A
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No. SE ANTIGUA GUATEMALA
 Descripción de la Línea: CARRETERA A CIUDAD VIEJA

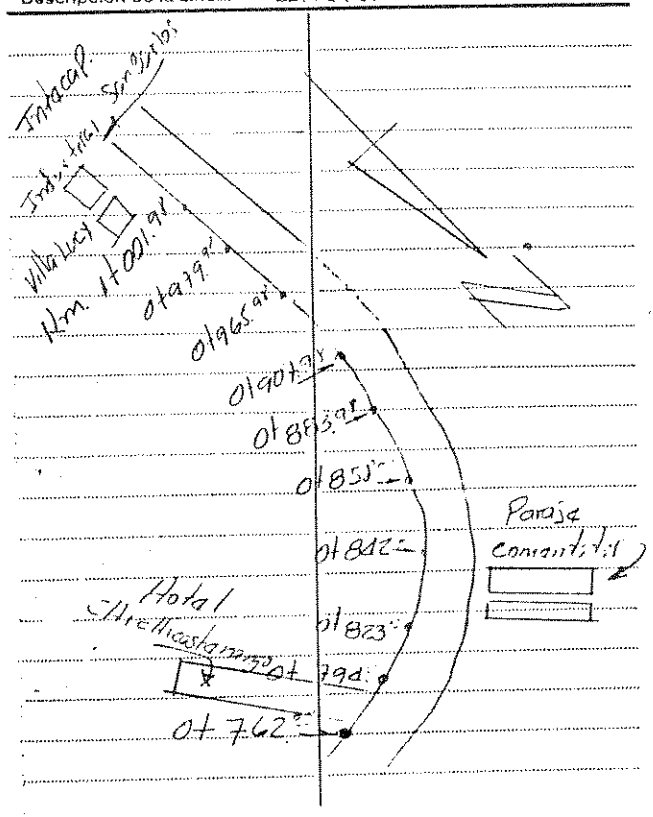
Est	PO	AZ	Dist	Ob.
0+738.04	0+762.00	260°00'	23.96	Cambio
0+718.00	0+738.04	259°00'	20.04	"
0+686.00	0+718.00	257°30'	32.00	"
0+656.00	0+686.00	219°30'	30.00	"
0+618.00	0+656.00	219°00'	38.00	"
0+568.00	0+618.00	218°00'	50.00	"
0+522.00	0+568.00	217°30'	46.00	"
0+344.00	0+522.00	217°00'	178.00	"
0+296.00	0+344.00	218°30'	48.00	Cambio



Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 3
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Est	P.O.	BZ	Dist.	Obs.
01979.98	11001.98	186°00'	22.00	Cambio
01965.98	01979.98	192°15'	14.00	"
01907.98	01965.98	197°30'	58.00	"
01883.98	01907.98	219°00'	21.00	"
01858.02	01883.98	219°30'	25.96	"
01842.02	01858.02	221°10'	16.02	"
01823.02	01842.02	223°30'	19.00	"
01794.02	01823.02	251°30'	29.00	"
01762.02	01794.02	257°30'	32.00	Cambio

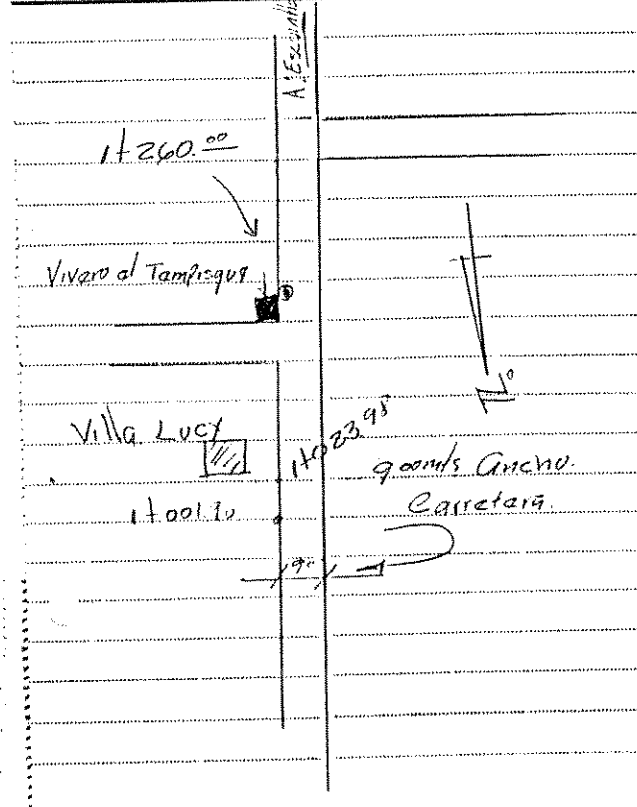
Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 3 A
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA



Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 4
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA

11023.98	11260.02	177°30'	236.02	
	1233.96			
	1209.98			
	1183.96			
	1159.96			
	1131.96			
11023.98	11105.98			
11001.98	11023.98	177°30'	22.00	Cambio

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 4 A
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA



Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 1
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 2
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Est	+	-	P.V.	Cotas	Est	+	-	P.V.	Cotas
13-N. 0+000.00	0.170	112.00		111.830	0+325				107.77
+025		0200		111.80	+350		285		107.52
+050		0320		111.68	-1380		279		109.21
+075		0630		111.37	0+400		250		108.50
+100		080		111.20	+418		212		108.58
+105.80		068		111.32	+474		352		108.28
+125		0.95		111.05	P.V.	0220	108.300	3940	108.060
+139.60		1160		110.84	0+500		0.10		108.20
+150		1.210		110.79	+522		0220		108.06
+172		1260		110.74	+550		0540		107.76
+190		1340		110.66	+568		0680		107.66
0+200		1.400		110.60	+600		1.15		107.15
+212		1.590		110.41	+618		13.1		106.99
+225		1.600		110.40	+656		155		106.75
+249		1.620		110.38	-1686		179		106.51
+275		1740		110.26	0+700		1900		106.80
+296		1810		110.16					
+300		180		110.10					

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 3
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Fecha 17 enero/96 Lib. de Camp No. Pag. 4
 Operador H.R. Lib. de Oficina No. Pag.
 Localización Km. NW de Guatemala-Ruta No.
 Descripción de la Línea: SE ANTIGUA GUATEMALA
 CARRETERA A CIUDAD VIEJA

Est	+	-	P.V.	Cotas	Est	+	-	P.V.	Cotas
0+718.00		1940		106.36	1+050		1.360		103.200
+725		1990		106.31	+053.98		1.390		103.17
+738.04		2050		106.25	+075.98		1.490		103.07
+750		2070		106.23	+100		1.660		102.90
+762		2110		106.19	+105.98		1.750		102.81
+794		2750		105.55	+125		2250		102.31
+800		2900		105.40	+131.94		2830		102.13
+823		2.580		105.52	+150		2.590		101.97
+842		2.950		105.35	+159.94		2670		101.89
+858.02		3.140		105.16	+183.96		2700		101.77
+883.98		3.34		104.70	+200		2660		101.90
0+900.00		3.600		104.70	+209.98		2520		102.040
P.V.	0.140	104.500	3880	104.40	+233.96		3.090		101.87
0+907.98		0.140		104.42	+260 Final		3540		101.02
+965.98		0650		103.91					
+979.98		0770		103.70					
1+000.00		1.160		103.10					
1+001.98		1050		103.51					
1+023.98		1.150		103.41					

CALCULO DE CAUDALES

a) CAUDAL DOMESTICO MEDIO

Es el agua que ha sido utilizada por los humanos, para limpieza o producción de alimentos, la cual es desechada y conducida hacia la red de drenaje, es decir, que, el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación del suministro de agua potable, excluyendo una porción que no será vertida al drenaje de aguas negras. Por tal razón, la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0.7 y 0.8. De esta forma el caudal doméstico medio queda integrado de la siguiente forma:

$$- \quad Q_d = (\text{No. habitantes} \times \text{dotación} \times \text{Factor Retorno}) / 86,400$$

No. de habitantes: para determinar el número de habitantes, inicialmente, se calculan los habitantes por metro lineal de tubería, dividiendo la población futura entre la longitud total del colector:

No. de habitantes por metro lineal:

$$6,015 \text{ habitantes} / 1,260 \text{ ml.} = 4.77 \text{ hab./ml.}$$

Seguidamente, se calcula el número de habitantes acumulados en la línea:

No. de habitantes acumulados en la línea:

$$\text{No. habitantes} = 4.77 \text{ habitantes /ml.} \times 100 \text{ m.} = 477 \text{ habitantes}$$

de donde 100 m. es la distancia entre cada pozo de visita.

Dotación: respecto de la dotación, se considera que la zona Sur-Oeste de Antigua es un área con tendencia a alto crecimiento, especialmente, por el sector industrial que ahí se desarrolla. En este sentido, se adopta una dotación de 200 l/hab/día, previendo algún incremento de población turística y un caudal específico que podría ser utilizado para incendios, considerando la infraestructura tan valiosa de Antigua Guatemala.

Factor de retorno: tomando el valor medio entre 0.70 y 0.80 se utilizó un factor de 0.75.

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$Qd\ 1 = (477\ \text{hab} \times 200\ \text{lt/hab/día} \times 0.75) / 86,400 = 0.83\ \text{lt/seg.}$$

b) CAUDAL DOMESTICO MAXIMO

Para calcular el caudal doméstico máximo que fluye por las tuberías, en un momento dado, hay que afectar el caudal doméstico medio por un factor conocido como factor de flujo, el cual varía entre 1.5 a 4.5, de acuerdo con el tamaño de la población.

El cómputo de dicho factor se puede hacer por diversas formas, siendo la más utilizada el valor obtenido por la fórmula de Harmond:

$$Q\ d\ \text{max} = Q\ d \times FH$$

$$\text{de donde } FH = (18 + \sqrt{p}) / (4 + \sqrt{p}) \quad p = \text{población en miles}$$

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$Q\ d\ \text{max}\ 1 = 0.83\ \text{lt/seg} \times (18 + \sqrt{0.477}) / (4 + \sqrt{0.477}) = 3.31\ \text{lt/seg}$$

d) CAUDAL DE INFILTRACION

Para la estimación del caudal de infiltración que entra en la alcantarilla, se deben tomar en cuenta diferentes aspectos, tales como la permeabilidad del terreno, el nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y pozos de visita y la calidad de mano de obra con que se cuenta durante la realización de la obra. Existen dos formas de medir el caudal de infiltración: en litros diarios por hectárea o litros diarios por kilómetro de tubería. Para el caso particular de Antigua Guatemala considerado un lugar con alta incidencia de los niveles freáticos altos, y, tomando en cuenta el agua que se filtra en la unión de las tuberías y en la cisa de los pozos de visita, se determinó medir el caudal de infiltración en litros diarios por hectárea, ya que las áreas tributarias que contribuirán a dicho caudal fueron medidas en hectáreas, utilizando el factor de 30,000 lt/día/hectárea, el cual se obtuvo de la siguiente manera:

- haciendo una inspección de la zona, se determinó que la longitud total de la tubería es de 228.62 km., la cual incluye la longitud de las conexiones domiciliarias.

Seguidamente, se encontró el caudal de infiltración total de la zona en estudio, utilizando el factor recomendado por el Ing. Ricardo Cabrera (Tesis: Apuntes de Ingeniería Sanitaria II, USAC 1,989.): 12,000 - 18,000 lts/km/día., el cual se multiplica por la longitud total de tubería:

$$18,000 \text{ lt/km/día} \times 228.62 \text{ km.} = 4,115,160 \text{ lt/día}$$

de donde: al dividir el caudal total encontrado entre el área total de la zona, se obtuvo el factor de 30,000 lt/día/hectárea:

$$(4,115,160 \text{ lt/día}) / (137.17 \text{ hectáreas}) = 30,000 \text{ lt/día/hectárea}$$

Este factor debe ser aplicado a cada uno de los tramos de tubería del colector, dependiendo tanto del área tributaria como del área acumulada de los tramos anteriores

(ver ejemplos de la pag. 50)

Las áreas tributarias de la zona que se estima contribuirán al caudal de infiltración en cada tramo son las siguientes:

TRAMO	AREA	TRAMO	AREA
	(Hectáreas)		(Hectáreas)
De PV 0 a PV 1 =	9.60	De PV 6 a PV 7 =	9.45
De PV 1 a PV 2 =	10.10	De PV 7 a PV 8 =	6.75
De PV 2 a PV 3 =	10.80	De PV 8 a PV 9 =	5.64
De PV 3 a PV 4 =	11.42	De PV 9 a PV 10 =	13.80
De PV 4 a PV 5 =	12.56	De PV 10 a PV 11 =	15.90
De PV 5 a PV 6 =	13.29	De PV 11 a PV 12 =	15.03
		De PV 12 a PV 208 =	2.83
		TOTAL =	<u>137.17</u>

$$- \quad Q \text{ infiltración} = (30,000 \text{ lt/día/Hectárea} \times \text{No. Hectáreas}) / 86,400$$

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$Q \text{ infiltración } 1 = (30,000 \text{ l/día/Hectárea} \times 9.60 \text{ Hectáreas}) / 86,400 = 3.33 \text{ l/seg}$$

Ejemplo: de PV 1 a PV 2

$$Q \text{ infiltración } 2 = (30,000 \text{ l/día/Hectárea} \times (\text{área } 1 + \text{área } 2)) / 86,400$$

$$Q 2 = (30,000 \text{ l/día/Hectárea} \times (9.60 \text{ Ha.} + 10.10 \text{ Ha.}) / 86,400 = 6.84 \text{ l/seg}$$

e) CAUDAL POR CONEXIONES ILICITAS

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema de agua pluvial al sistema de drenaje sanitario. Para efectos de diseño, según el Manual de Disposición de Aguas Residuales (GTZ, tomo I) recomienda para conexiones ilícitas en áreas con sistema de drenajes un máximo de 137 lts/habitante/día, siendo éste un 20% de la cantidad total de las aguas negras. Por lo anterior se adoptó utilizar un factor menor de 120 lts/habitante/día considerando que los pavimentos de Antigua son en su mayoría de tipo empedrado.

$$- \quad Q \text{ ilícito} = (\text{dotación} \times \text{No. habitantes}) / 86,400$$

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$Q \text{ ilícito } 1 = (120 \text{ lt/hab/día} \times 477 \text{ hab}) / 86,400 = 0.66 \text{ lt/seg}$$

f) CAUDAL TOTAL

El caudal total representa la sumatoria de los caudales involucrados en el sistema, el cual se integra de la siguiente manera:

$$- \quad Q \text{ Total} = Q \text{ doméstico} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ ilícito}$$

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$Q T 1 = Q \text{ doméstico } 1 + Q \text{ infiltración } 1 + Q \text{ ilícito } 1$$

$$Q T 1 = 0.83 \text{ l/s} + 3.33 \text{ l/s} + 0.66 \text{ l/s} = 4.82 \text{ l/s}$$

g) CAUDAL TOTAL MAXIMO

Después de haber realizado el cálculo de los distintos caudales que aportarán sus aguas para ser conducidas por el colector en estudio, se procedió a determinar el Caudal Total Máximo el cual servirá como Caudal de Diseño, haciendo la sumatoria en cada tramo de los caudales: doméstico máximo, infiltración e ilícito.

- $Q T \text{ max} = Q d \text{ max} + Q \text{ infiltración} + Q \text{ ilícito}$

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$Q T \text{ max } 1 = Q d \text{ max } 1 + Q \text{ inf } 1 + Q \text{ ilic } 1$$

$$Q T \text{ max } 1 = 3.31 \text{ lt/seg} + 3.33 \text{ lt/seg} + 0.66 \text{ lt/seg} = 7.30 \text{ lt/seg}$$

PROCEDIMIENTO PARA ELABORACION DE HOJA DE CALCULO

Primeramente se determina la velocidad y el gasto del tubo lleno, por medio de las fórmulas siguientes , utilizando los principios de Manning:

- VELOCIDAD (V)

$$V = (0.03429 D^{2/3} S^{1/2}) / n$$

D = diámetro (en pulgadas)

S = pendiente

n = coeficiente de rugosidad = 0.015

El coeficiente de rugosidad (n) está dado en función del tipo de material de la tubería. Para tuberías de concreto el coeficiente de rugosidad es:

Tuberías < 24 pulgadas $n = 0.015$

Tuberías > 24 pulgadas $n = 0.013$

- CAUDAL (Q)

$$Q = V \times A = V (\pi/4) D^2$$

Una vez obtenidos, la velocidad y el caudal a sección llena, se procede a sacar la relación entre los gastos (q/Q) (caudal de diseño entre caudal a sección llena) y se busca ese valor en la tabla de relaciones hidráulicas en el eje de las abcisas; a partir de allí se levanta una vertical hasta interceptar la curva de descarga en un punto que referido a la escala de las ordenadas, situada a la izquierda, da el valor de la relación d/D . La profundidad del flujo (tirante) se obtiene multiplicando esta última relación por el diámetro total del tubo. Para obtener la velocidad se busca la intersección de la línea horizontal (misma que sirvió para encontrar la relación d/D) con la curva de velocidades y se lee la relación v/V en escala horizontal. La velocidad de la tubería, parcialmente llena, se obtiene multiplicando esta relación por la velocidad a sección llena.

condición - tirante a sección parcial

- El valor resultante de la velocidad a sección parcial debe estar dentro del rango:
de $0.6 < v < 3$
- El valor resultante del diámetro debe ser: $d < 0.8 D$

Nota: los valores resultantes se tomaron de la curva de relaciones parciales y totales de las condiciones hidráulicas de una sección circular trabajando con presión atmosférica.

Ejemplo: de PV 0 a PV 1

$$V = (0.03429 D^{2/3} S^{1/2}) / n$$

$$D = 8 \text{ plg.}$$

$$S = 0.6 \%$$

$$n = 0.015 \text{ (constante)}$$

$$V = (0.03429 \times 8^{2/3} \times 0.006^{1/2}) / 0.015 = 0.71 \text{ m/seg.}$$

El valor obtenido de la fórmula de Manning representa la velocidad a sección llena en la tubería, que sirve también para determinar (en la fórmula siguiente), el valor del caudal (Q) a sección llena.

$$Q = V (\pi / 4) D^2$$

$$Q = 0.71 \text{ m/seg.} (\pi / 4) (0.2032)^2 = 23.02 \text{ lt/seg. (a sección llena)}$$

$$\text{Se calcula: } q/Q = 7.30 / 23.02 = 0.31$$

$$\text{de donde se obtienen los valores de: } v/V = 0.96 \text{ y } d/D = 0.36$$

los cuales sirven para encontrar los valores de tirante de flujo y velocidad:

$$\text{diámetro ejemplo PV 0 a PV 1} = 0.36 \times 8 \text{ pulgadas} = 2.88 \text{ pulgadas (tirante)}$$

$$\text{velocidad ejemplo PV 0 a PV 1} = 0.96 \times 0.71 = 0.68 \text{ m/seg.}$$

Los resultados obtenidos para el primer tramo (PV 0 a PV 1) se explican de la siguiente manera:

El valor del diámetro = 2.88 pulgadas, si cumple con la condición de tirante a sección parcial, la cual establece que el valor obtenido de la relación hidráulica d / D se multiplica por el diámetro de la tubería, de donde el valor resultante debe ser menor a 0.8 de D. Haciendo el chequeo se tiene:

$$(0.8) \times (8 \text{ pulgadas}) = 6.4 \quad \text{de donde } 2.88 < 6.4$$

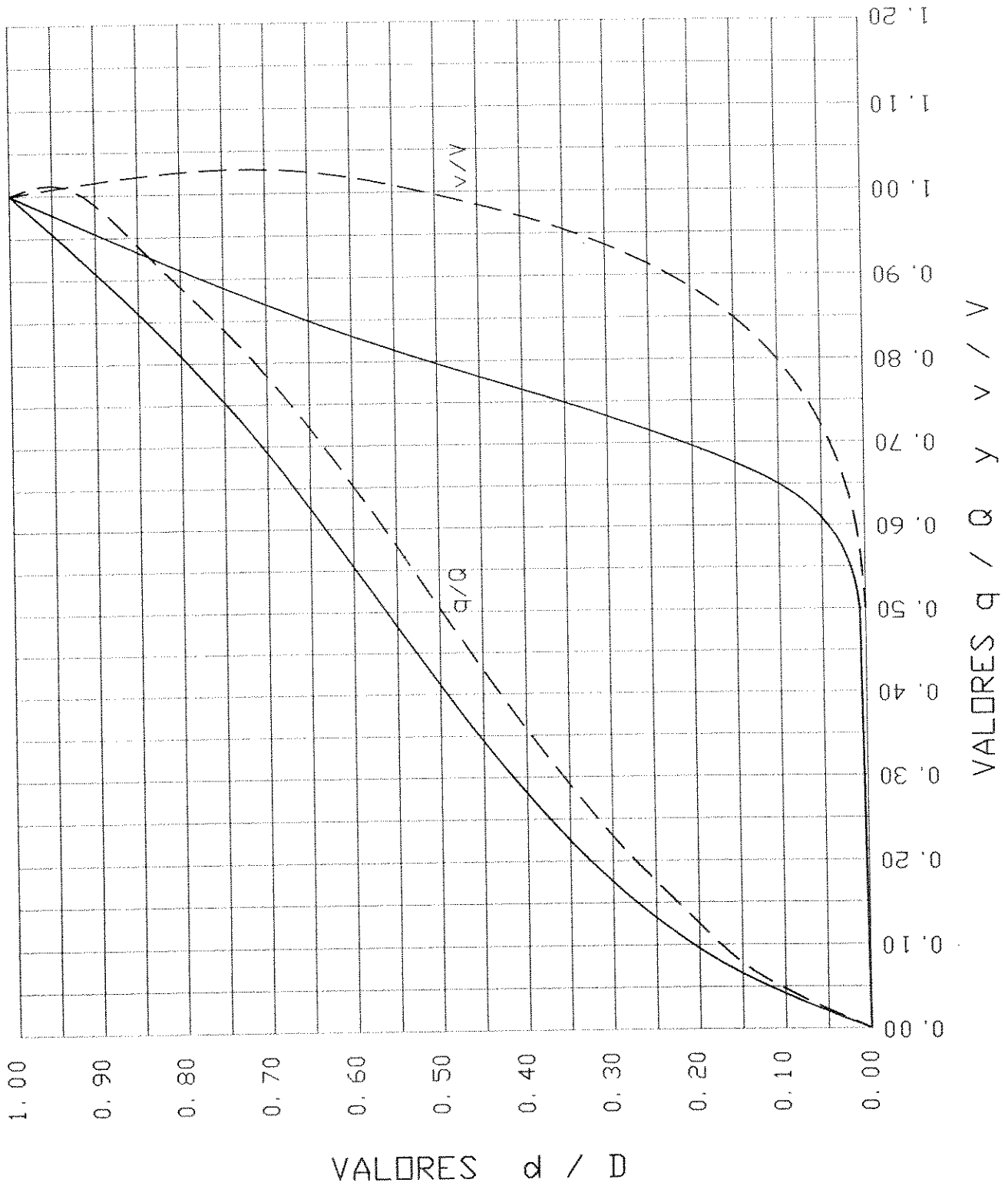
Así, también, el valor de la velocidad = 0.68 m / seg., si cumple con la condición de tirante a sección parcial, ya que el valor de la relación hidráulica v / V al multiplicarlo con la velocidad a sección llena, el resultado debe estar dentro del rango $0.6 < v < 3$.

$$(0.96 \text{ m/seg.}) \times (0.71 \text{ m/seg.}) = 0.68 \text{ m/seg.}, \text{ de donde } 0.6 < 0.68 < 3$$

Nota: para el cálculo de los otros tramos de tubería, se realizó el mismo procedimiento del ejemplo anterior (de PV 0 a PV 1).

Ver páginas siguientes:

- GRAFICA - RELACION DE LOS ELEMENTOS HIDRAULICOS
- VALORES DE LAS RELACIONES HIDRAULICAS
- HOJA DE CALCULO - DISEÑO DE TUBERIA



GRAFICA - RELACION DE LOS ELEMENTOS HIDRAULICOS

VALORES - RELACION DE LOS ELEMENTOS
 HIDRAULICOS DE UNA TUBERIA DE SECCION
 TRANSVERSAL CIRCULAR

q / Q	v / V	d / D
0.31	0.96	0.36
0.58	1.01	0.56
0.88	1.03	0.79
0.83	1.03	0.75
0.88	1.03	0.79
0.81	1.03	0.73
0.67	1.02	0.62
0.65	1.02	0.61
0.84	1.03	0.76
0.70	1.02	0.64
0.65	1.02	0.61
0.65	1.02	0.61
0.67	1.02	0.62

HOJA DE CALCULO - DISEÑO DE TUBERIA

P. V	COTA TERRENO			CAUDALES												SECCION PARCIAL		SECCION LLENA		COTAS INVERT	
	C. I	C. F	C. F	DIST (mt)	PEND TERR	No. HAB/ACUM.	Hq. ACUM. (Ho.)	AREA ACUM. (Ho.)	Qd (l/s)	Qdmax (l/s)	Qf (l/s)	Qfmax (l/s)	Qc (l/s)	Qcmax (l/s)	Pend. Tub. (pl g)	d (pl g)	V (m/s)	V ₀ (m/s)	C I	C F	
0	111.83	111.30	111.30	100	0.5	477	477	9.60	9.60	0.83	3.31	3.33	0.66	4.82	7.30	8*	0.68	0.71	23.02	110.41	109.81
1	111.30	110.60	110.60	100	0.7	477	954	10.10	19.70	1.66	6.33	6.84	1.32	9.82	14.49	8*	0.77	0.76	24.65	109.78	109.08
2	110.60	110.20	110.20	100	0.4	477	1431	10.80	30.50	2.48	9.16	10.59	1.99	15.06	21.74	8*	0.78	0.76	24.65	109.05	108.45
3	110.20	108.80	108.80	100	1.4	477	1908	11.42	41.92	3.31	11.92	14.55	2.65	20.51	29.12	8*	1.11	1.08	35.09	108.42	107.02
4	108.80	108.20	108.20	100	0.6	477	2385	12.56	54.48	4.14	14.59	18.92	3.31	26.37	36.82	10*	0.84	0.82	41.55	106.97	106.37
5	108.20	107.15	107.15	100	1.05	477	2862	13.29	67.77	4.99	17.26	23.53	3.97	32.49	44.76	10*	1.12	1.09	55.23	106.34	105.29
6	107.15	106.40	106.40	100	0.75	477	3339	9.45	77.22	5.80	19.73	26.81	4.64	37.25	51.18	12*	0.75	0.75	75.88	105.24	104.49
7	106.40	105.40	105.40	100	1.0	477	3816	6.75	83.97	6.62	22.19	29.15	5.30	41.07	56.64	12*	1.0	1.22	87.43	104.46	103.46
8	105.40	104.70	104.70	100	0.7	477	4293	5.64	89.61	7.45	24.63	31.11	5.96	44.52	61.70	12*	0.7	1.03	72.97	103.43	102.73
9	104.70	103.40	103.40	100	1.3	477	4770	13.80	103.41	8.28	27.02	35.91	6.62	50.81	69.55	12*	1.3	1.4	99.96	102.70	101.40
10	103.40	102.90	102.90	100	0.5	477	5247	15.90	119.31	9.11	29.38	41.43	7.29	57.83	78.10	16*	0.4	0.94	119.08	101.35	100.95
11	102.90	101.90	101.90	100	1.0	477	5724	15.03	134.34	9.94	31.71	46.64	7.95	64.53	86.30	16*	0.5	1.05	133.14	100.92	100.42
12	101.90	101.02	101.02	60	1.5	477	6015	2.83	137.17	10.44	33.09	47.63	8.35	66.42	89.07	16*	0.5	1.05	133.14	100.39	100.09

3.1.1.3 ELABORACION DEL PRESUPUESTO

Los costos que a continuación se detallan se refieren al tema del colector propuesto que se describe en el inciso anterior, el cual consta de:

- 400 metros de tubería diámetro 8"
- 200 metros de tubería diámetro 10"
- 400 metros de tubería diámetro 12"
- 260 metros de tubería diámetro 16"
- 13 pozos de visita

La tubería debe ser de concreto según plano indicado, en donde sus juntas deben ir totalmente cubiertas con sabieta, fundiendo una base de ladrillo tayuyo y utilizando la pendiente que se especifica en el plano.

Para los pozos de visita se recomienda utilizar un diámetro de 1.20 metros, en la parte inferior del pozo y en forma de cono hasta llegar a la tapadera que es de 0.90 metros. Dichos pozos serán elaborados con mampostería de ladrillo tayuyo y unidos con sabieta de proporción 1 - 3, llevando un acabado de alisado de cemento en las paredes del fondo del pozo para impermeabilizarlos.

Para la integración de los costos se elaboraron 3 cuadros:

- cuadro - materiales
- cuadro - mano de obra
- cuadro - integración total

En el primer cuadro aparecen todos los materiales que se utilizarán para la construcción del colector, especificando tipos de materiales, cantidades y precios de los mismos. Los precios de materiales se tomaron haciendo un promedio de los precios que se manejan

actualmente en el mercado y de los informes de precios que emite, periódicamente la Cámara Guatemalteca de la Construcción.

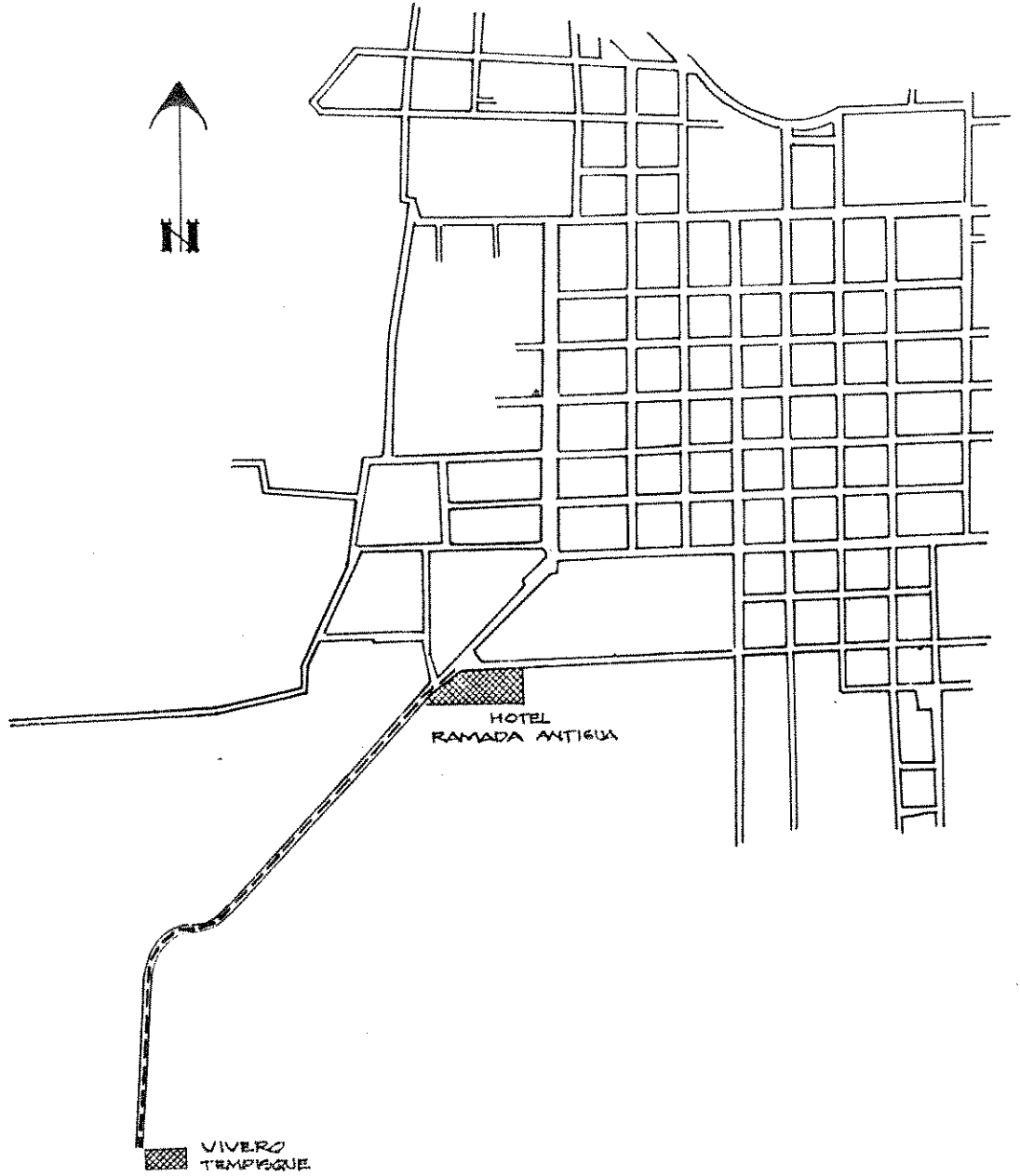
En la elaboración del segundo cuadro que corresponde a la mano de obra, se definen las distintas fases del proyecto, cantidades, precios, costos y prestaciones. Para definir los precios de la mano de obra de los distintos renglones, se hizo un promedio entre los precios que manejan actualmente personas del lugar, con los precios que paga la municipalidad de Antigua Guatemala al contratar la mano de obra.

Finalmente, después de haber elaborado los cuadros de Materiales y Mano de Obra, se procede a realizar la integración de todos los renglones involucrados, tanto de materiales como de mano de obra, para definir el costo total del proyecto.

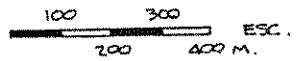
- Ver:**
- Plano No. 19
 - Planta de colector propuesto
 - Perfil de diseño
 - Cuadros de presupuesto

LOCALIZACION
NUEVO COLECTOR

ANTIGUA GUATEMALA



--- INDICA LINEA DE COLECTOR



PLANO No. 19

PROYECTO: COLECTOR SECTOR SUR-DESTE ANTIGUA GUATEMALA		DISEÑO Y CALCULO: ERWIN D. QUINTANILLA		MUNICIPIO: ANTIGUA DEPTO. SACATEPEQUEZ			
RENGLON	FASE DEL PROYECTO	UNIDAD	CANT.	MANDO DE OBRA POR TRATO			
				PRECIO UNIT.	COSTO TOTAL	PRESTA- CIONES	
					TOTAL FASE	TOTAL RENGLON	
	TRAZO Y NIVELES	ML	1.260	2.00	2.520.00	1.134.00	3.654.00
COLECTOR	COLOCACION TUBO TC Ø 8"	ML	400	3.00	1.200.00	540.00	1.740.00
	EXCAVACION	M3	384	6.00	2.304.00	1.036.80	3.340.00
	RELLENO COMPACTADO	M3	384	3.00	1.152.00	518.40	1.670.40
	RETIRO Y LIMPIEZA	M3	192	1.50	288.00	129.60	417.60
	COLOCACION TUBO TC Ø 10"	ML	200	3.00	600.00	270.00	870.00
COLECTOR	EXCAVACION	M3	192	6.00	1.152.00	518.40	1.670.00
	RELLENO COMPACTADO	M3	192	3.00	576.00	259.20	835.20
	RETIRO Y LIMPIEZA	M3	96	1.50	144.00	64.80	208.80
	COLOCACION TUBO TC Ø 12"	ML	400	3.00	1.200.00	540.00	1.740.00
COLECTOR	EXCAVACION	M3	384	6.00	2.304.00	1.036.80	3.340.00
	RELLENO COMPACTADO	M3	384	3.00	1.152.00	518.40	1.670.40
	RETIRO Y LIMPIEZA	M3	192	1.50	288.00	129.60	417.60
COLECTOR	COLOCACION TUBO TC Ø 16"	ML	260	3.00	780.00	351.00	1,131.00
	EXCAVACION	M3	250	6.00	1,500.00	675.00	2,175.00
	RELLENO COMPACTADO	M3	250	3.00	750.00	337.50	1,087.50
	RETIRO Y LIMPIEZA	M3	125	1.50	187.50	84.38	271.88
POZO DE VISITA	CONSTRUCCION	U	13	400.00	5,200.00	2,340.00	7,540.00

PROYECTO: COLECTOR SECTOR SUR-DESTE ANTIGUA GUATEMALA		DISEÑO Y CALCULO: ERWIN O. QUINTANILLA			MUNICIPIO: ANTIGUA DEPTO. SACATEPEQUEZ	
RENGLON	MATERIALES	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL	TOTAL RENGLON
COLECTOR	TUBO TC Ø 8'	ML	400	19.30	7,720.00	8,076.75
	CEMENTO	SACO	11.5	24.50	281.75	
	ARENA DE RIO	M3	1.5	50.00	75.00	
COLECTOR	TUBO TC Ø 10'	ML	200	24.35	4,870.00	5,079.00
	CEMENTO	SACO	7	24.50	171.50	
	ARENA DE RIO	M3	0.75	50.00	37.50	
COLECTOR	TUBO TC Ø 12'	ML	400	29.40	11,760.00	12,116.75
	CEMENTO	SACO	11.5	24.50	281.75	
	ARENA DE RIO	M3	1.5	50.00	75.00	
COLECTOR	TUBO TC Ø 16'	ML	260	34.45	8,957.00	9,195.50
	CEMENTO	SACO	8	24.50	196.00	
	ARENA DE RIO	M3	0.85	50.00	42.50	
POZO DE VISITA	LADRILLO TAYUYO	MILLAR	9.7	650.00	6,305.00	9,859.50
	CEMENTO	SACO	67	24.50	1,641.50	
	ARENA DE RIO	M3	6	50.00	300.00	
	HIERRO No. 2	QA	3	123.00	369.00	
	HIERRO No. 4	QA	8	123.00	984.00	
ALAMBRE	QA	1	260.00	260.00		

PROYECTO: COLECTOR SECTOR SUR-DESTE ANTIQUA GUATEMALA				DISEÑO Y CALCULO: ERWIN O. QUINTANILLA			MUNICIPIO: ANTIQUA DEPTO. SACATEPEQUEZ	
RENGLON	UNIDAD	CANT.	MANO DE OBRA	COSTO DE MATERIALES	COSTOS INDIRECTOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL DE RENGLON	
COLECTOR DE 8"	ML	400	10,821.60	8,076.75		47.24	18,898.35	
COLECTOR DE 10"	ML	200	3,584.00	5,074.00		43.29	8,658.00	
COLECTOR DE 12"	ML	400	10,821.60	12,116.75		57.34	22,938.35	
COLECTOR DE 16"	ML	260	4,665.38	9,195.50		53.31	13,860.88	
POZOS DE VISITA	U.	13	7,540.00	9,859.50		1,338.42	17,399.50	
ADMINISTRACION	%	5			4,087.75		4,087.75	
IMPREVISTOS	%	10			8,175.51		8,175.51	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO							94,018.34	

3.1.2 ESTUDIO DE LOCALIZACION DE LA LINEA DE DESCARGA GENERAL

Después de haber realizado el análisis del colector principal que utiliza Antigua Guatemala para evacuar sus aguas residuales y de presentar la propuesta de un nuevo colector que permita captar parte del sector Sur-Oeste, el cual terminará conectándose en el tramo final del proyecto de drenajes denominado Antigua-Sur, se considera de vital importancia hacer el planteamiento de que Antigua Guatemala cuente solamente con una descarga general para evacuar sus aguas residuales, unificando los dos colectores principales ya mencionados (Colector principal existente y Colector del proyecto Antigua-Sur) para, luego, buscar un lugar apropiado aguas abajo y realizar algún tipo de tratamiento que solucione las deficiencias encontradas en los puntos actuales de descarga, tales como problemas de malos olores y los altos niveles de contaminación a que están expuestas las personas que habitan en esa zona.

3.1.2.1 PUNTO DE UNIFICACION DE COLECTORES

Una de las razones que fueron determinantes para ubicar el nuevo colector propuesto sobre la carretera que va hacia Ciudad Vieja, fue el hecho de prever el punto adecuado que permitiera unificar los dos colectores principales de descarga.

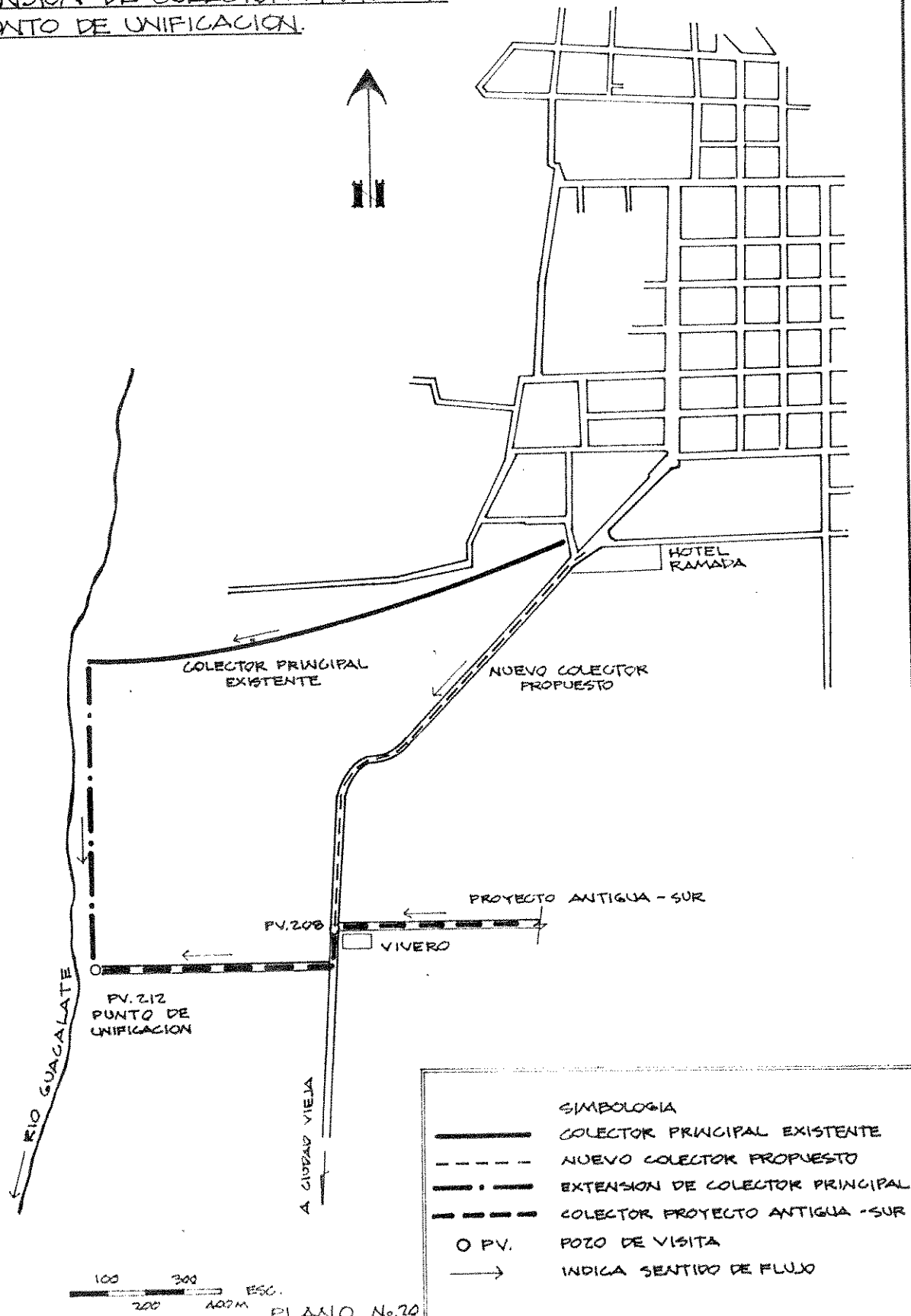
De acuerdo al análisis realizado de la zona, basado en la conformación topográfica y aprovechando al máximo la infraestructura existente de ambos colectores, se llegó a la conclusión que el punto óptimo para unificar los colectores es el pozo No. 212, ubicado en el tramo final del colector de Antigua Sur, el cual se encuentra a 54 metros del punto de descarga sobre el río Guacalate.

Para realizar dicha unificación, se propone instalar una tubería que inicie, justamente, en el final del colector principal existente, es decir, en el punto de descarga actual ubicado en la finca El Perú. Esta tubería deberá instalarse casi en línea recta paralela al río Guacalate, buscando la intersección del pozo de visita No. 212 antes mencionado.

Ver plano No. 20

LOCALIZACION
EXTENSION DE COLECTOR PRINCIPAL
Y PUNTO DE UNIFICACION.

ANTIGUA GUATEMALA



SIMBOLOGIA	
	COLECTOR PRINCIPAL EXISTENTE
	NUEVO COLECTOR PROPUESTO
	EXTENSION DE COLECTOR PRINCIPAL
	COLECTOR PROYECTO ANTIGUA -SUR
	POZO DE VISITA
	INDICA SENTIDO DE FLUJO

100 300 ESC.
 200 400M
 PLANO No. 20

3.1.3 ESTUDIO DEL ANTEPROYECTO PARA EL TRATAMIENTO Y REUSO DE AGUAS RESIDUALES

En muchas ciudades del mundo, la disposición final de las aguas residuales es un serio problema, especialmente, para los países en vías de desarrollo, afectando grandemente la salud de sus habitantes. En este sentido Guatemala no se escapa de esta situación, en la mayoría de los casos las aguas residuales se disponen directamente sobre los ríos y lagos sin tener ningún tipo de tratamiento previo, haciendo que estos cuerpos de agua alcancen altos niveles de contaminación microbiológica.

Esta problemática generalizada de la mala disposición que se hace de las aguas residuales, es decir la no utilización de sistemas de tratamiento antes de disponerlas en ríos y lagos, es consecuencia de la indiferencia demostrada por las diferentes administraciones municipales, dando como resultado las distintas situaciones endémicas de diarreas, parasitismo, fiebre tifoidea y cólera que no son más que el reflejo de esta crítica situación.

Por lo expuesto anteriormente y tomando en cuenta la situación actual de Antigua Guatemala, se estableció la necesidad imperante de realizar un estudio del anteproyecto para el tratamiento de las aguas residuales que dé como resultado final, una propuesta para solucionar dicho problema.

3.1.3.1 IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

Dentro de la problemática general de una región existe un aspecto muy importante llamado salud, del cual depende el bienestar de su población y que está íntimamente ligado al tema de la utilización de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

Una forma de contribuir al mejoramiento de los indicadores de salud de una región, caracterizada por la alta incidencia de enfermedades entéricas y parasitosis, es el tratamiento de las aguas residuales, ya sea para disponerlas finalmente en cuerpos de agua o para su reutilización.

El tema del tratamiento de las aguas residuales pareciera ser algo nuevo, pero en realidad lo que ha existido es un total desinterés por parte de los Gobiernos y entes encargados, que no se han preocupado por tratar de encontrar soluciones al momento de desechar las aguas residuales en ríos, lagos y mares, los cuales sufren grandes niveles de contaminación afectando, especialmente, la salud de las personas que hacen uso de tales cuerpos de agua.

En este sentido, es importante que se tome conciencia que antes de disponer las aguas residuales en ríos o lagos, éstas deben haber tenido previamente algún tipo de tratamiento que permita la remoción de parásitos, bacterias y virus patógenos que son los males endémicos que tanto afectan a Guatemala.

La importancia del tratamiento de las aguas residuales radica en que se debe evitar, en lo posible, la contaminación de ríos, lagos, mares y los mantos acuíferos, que en realidad son las fuentes primordiales con que se cuenta para hacer uso de tan vital elemento como es el agua.

3.1.3.2 IMPACTO DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

En Guatemala, del volumen total colectado por los sistemas de drenajes, menos del 5% recibe algún tipo de tratamiento, previo a su descarga en un cuerpo de agua superficial o a un reuso para el riego de productos agrícolas, (fuente: OMS, Directrices sanitarias sobre el uso de aguas residuales, Ginebra 1,990).

Con la disposición de las aguas residuales sin tener un tratamiento previo, se está afectando, grandemente, el uso que se hace de estas aguas superficiales (ríos y lagos) los cuales son utilizados en muchos casos como fuentes de abastecimiento de agua, con altos niveles de contaminación microbiológica. Estos cuerpos de agua riegan alimentos que, como consecuencia lógica, son contaminados, incrementando así los factores ambientales de riesgo para la salud de la población, sin distinción de clases o de ingresos, teniendo como indicador actual de esta situación la enfermedad del cólera.

En las ciudades costeras, las descargas sin tratamiento de aguas residuales, contaminan productos hidrobiológicos de las áreas cercanas a las descargas y limitan el uso recreacional al

contaminar las playas. Esta situación de grave impacto económico afecta a las exportaciones de productos hidrobiológicos y al turismo.

Las situaciones endémicas de diarreas, parasitismo, fiebre tifoidea y salmonelosis que imperan en nuestro país, no son más que el reflejo de esta crítica situación, a la que vino a sumarse el cólera: bacterias, virus patógenos y parásitos son transportados y dispersados por los ríos, lagos y el mar contaminados con aguas residuales.

3.1.3.3 ASPECTOS TECNICOS PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Se presentan las definiciones y principales características de los sistemas de tratamiento, los cuales servirán para seleccionar el tipo de tratamiento a utilizar en Antigua Guatemala.

a. Tratamiento primario

Con este nombre se designa a los procesos cuya finalidad es la remoción de sólidos suspendidos, los cuales pueden ser: sedimentación, filtración, floculación y precipitación. De estos procesos el más utilizado y que mejor se ajusta a las características de las aguas residuales municipales es la sedimentación. Las unidades o dispositivos de tratamiento que utilizan el proceso de sedimentación son:

- fosas sépticas
- tanques imhoff
- sedimentadores simples o primarios

Aun cuando este tipo de tratamiento disminuye la cantidad de materia orgánica en las aguas residuales, ésta se limita a la suspendida y no a la disuelta, condición que determina su nombre a tratamiento primario. Estas unidades se diseñan para disminuir el contenido de sólidos suspendidos, grasas y aceites en las aguas residuales.

a.1 Fosas sépticas

Estos dispositivos combinan los procesos de sedimentación y de digestión anaerobia de lodos; usualmente, se diseñan con dos o más cámaras que operan en serie. En el primer compartimiento se efectúa la sedimentación, digestión de lodos y su almacenamiento. Debido a que en la descomposición anaerobia (digestión de lodos), se producen gases que suspenden a los sólidos sedimentados en la primera cámara, se requiere de una segunda cámara para mejorar el proceso, en donde se vuelven a sedimentar y almacenar, evitando que sean arrastrados por el efluente.

a.2 Tanques Imhoff

Los tanques Imhoff ofrecen ventajas para el tratamiento de aguas residuales domésticas, ya que se integran la sedimentación del agua y la digestión de lodos sedimentados en la misma unidad; tienen una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, tomando en cuenta que para su uso correcto es necesario que las aguas negras pasen por los procesos de remoción de arenas.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular y se divide en tres compartimientos:

1) cámara o canal de sedimentación; 2) la sección inferior que se conoce como cámara de digestión de lodos y 3) área de ventilación. Estas unidades tienen como función la reducción de los sólidos suspendidos, grasas y aceites.

a.3 Sedimentadores primarios

A diferencia de los tanques Imhoff y de las Fosas Sépticas, en estas unidades no se tratan los lodos, por lo que generalmente se utilizan como una primera etapa de un tratamiento primario. Se puede recomendar su construcción siempre y cuando se tengan planes de aumentar el tratamiento a un nivel secundario, en un futuro cercano; esta observación se basa en las dificultades que presenta en las plantas de manejo de los lodos, ya sea para su digestión u otro tipo de tratamiento de lodos.

b. Tratamiento secundario

Este término comunmente se utiliza para los sistemas de tratamiento del tipo biológico en los cuales se aprovecha la acción de micro-organismos presentes en las aguas residuales, mismo que en su proceso de alimentación degradan la materia orgánica, convirtiéndola en material celular, productos inorgánicos o material inerte.

La presencia o ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, define dos grandes grupos o procesos de actividad biológica, aeróbicos (en presencia de oxígeno) y los anaeróbicos (en ausencia de oxígeno).

En los procesos aeróbicos, los micro-organismos presentes utilizan el oxígeno para metabolizar los compuestos orgánicos complejos hasta llegar a compuestos más simples. Estos procesos generalmente son más rápidos, pero, requieren de condiciones más favorables que permitan el desarrollo de micro-organismos y la alimentación continua de oxígeno.

Los procesos anaeróbicos se producen en ausencia de oxígeno molecular. En estos se desarrollan bacterias formadoras de ácidos, las cuales hidrolizan y fermentan compuestos orgánicos complejos a ácidos simples, que más tarde son transformados por un segundo grupo de bacterias.

En el tratamiento secundario de aguas residuales municipales, por lo general se utilizan los procesos aeróbicos. Dependiendo de la forma en que los micro-organismos se encuentran suspendidos o fijos, existen dos grandes tipos de procesos:

Con micro-organismos fijos:

- filtro anaeróbico,
- reactor tubular de película fija,
- filtros percoladores,
- biodiscos,

Con micro-organismos suspendidos:

- lagunas aeróbias,
- lagunas anaeróbias,
- lagunas facultativas,
- lagunas aireadas,
- lodos activados,
- aereación extendida,
- zanjas de oxidación.

Debido a que los procesos más utilizados en el tratamiento de aguas residuales municipales son los procesos de micro-organismos en suspensión, específicamente, los diferentes tipos de lagunas, solamente se entrarán a conocer los mismos de acuerdo al interés de este estudio.

Lagunas de estabilización.

Se conoce con este término a cualquier laguna, estanque o grupo de ellos, proyectados para llevar a cabo un tratamiento biológico. Existen diversos tipos de lagunas y dependiendo de sus características, éstas pueden ser:

b.1 lagunas aeróbias.

Como su nombre lo indica son lagunas que operan en presencia de aire, son de poca profundidad, no más de 80 cms., lo que propicia la proliferación de algas, que suministran una buena parte de oxígeno necesario. Su desventaja principal es la cantidad de terreno que requieren;

b.2 lagunas anaeróbias.

Generalmente, se usan como una pequeña depuración o pretratamiento, se puede considerar como un digestor ya que se le aplican cantidades de materia orgánica por unidad de volumen, de manera que permanezcan las condiciones anaeróbias, es decir, ausencia de oxígeno.

Una desventaja de estas lagunas es la producción de malos olores que impide su localización en lugares cercanos (500 metros) de zonas habitadas. Regularmente, son estanques profundos de 3 a 4 metros de profundidad;

b.3 lagunas facultativas.

Se puede decir que es una combinación de las dos anteriores. Se diseñan con una profundidad variando normalmente de 1.5 a 2.0 metros y una cantidad de materia orgánica por unidad de volumen que permita el crecimiento de organismos aeróbicos y facultativos. Este es el tipo de lagunas más usado, por su flexibilidad; requieren menos terreno que las aeróbicas y no producen los desagradables olores de las anaeróbicas. La eficacia en la remoción de bacterias puede alcanzar valores de 99.99 %, debido a los tiempos de retención hidráulicos tan prolongados;

b.4 lagunas aireadas.

En estas lagunas el oxígeno es suministrado por equipos mecánicos de aireación y también por la actividad fotosintética de las algas y por la transferencia de oxígeno de la interfase aire-agua. Este tipo de lagunas es utilizado para aumentar la capacidad de las lagunas facultativas sobrecargadas o cuando la disponibilidad de terreno es reducida; generalmente, se diseñan con profundidades de 2 a 6 metros.

c. Tratamiento terciario.

El tratamiento terciario es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-química-biológica adecuada para el uso a que se destina el agua residual o, sea, que son procesos por los cuales se les da un pulimiento al agua de acuerdo al reuso que se le pretenda dar a las aguas residuales renovadas.

Para el caso de las aguas municipales, generalmente, no se utiliza el tratamiento terciario, a menos que el reuso de las aguas tratadas tenga alguna aplicación en la industria y en los casos

de acuíferos. Por lo anterior no se hará ninguna descripción de los procesos en los tratamientos terciarios.

3.1.3.4 SELECCION DEL TIPO DE TRATAMIENTO

En la selección del tipo de tratamiento para las aguas residuales de Antigua Guatemala provenientes del Colector Principal Existente y Colector del Proyecto Antigua-Sur, existen varios factores importantes que se deben tomar en cuenta para la determinación del mismo. Dichos factores van asociados a:

- a) eficiencia,
- b) economía,
- c) operación y mantenimiento,
- d) factibilidad.

Tomando en cuenta estos factores, uno de los sistemas más eficientes para mejorar el grado de contaminación de las aguas residuales son los sistemas de Lagunas de Estabilización, en las cuales las actividades de operación y mantenimiento son muy sencillas y fácil de operar, por lo cual no necesita personal especializado, ni equipo y mecanismos complejos de operar. Sin embargo, tienen la particularidad que requieren grandes extensiones de terrenos y voluminosos movimientos de tierra para crear las condiciones adecuadas al tratamiento, por lo cual resulta ser un sistema muy costoso y la factibilidad de construcción es muy limitada ya que el valor de la tierra en Antigua Guatemala resulta ser muy elevado.

Se ha observado que uno de los sistemas que cumple adecuadamente con los factores de selección, es un sistema combinado de Tanque Imhoff con una Laguna de Estabilización Facultativa, ya que resulta ser de una gran eficiencia en la mejora de calidad del caudal y permite obtener una economía relativamente aceptable, ya que no necesita los grandes terrenos que

requiere el sistema de las lagunas. La operación y mantenimiento de este sistema es muy sencillo porque no necesita personal especializado ni equipo sofisticado.

3.1.3.5 PROPUESTA DE LAS UNIDADES DEL TRATAMIENTO ESCOGIDO

Se propone para el sistema seleccionado utilizar las siguientes unidades de tratamiento:

- canal de rejas,
- tanque imhoff,
- patios de secado de lodos,
- laguna de estabilización facultativa,
- cabezal de descarga.

3.1.3.6 DETALLE DEL PROCESO DEL TRATAMIENTO ESCOGIDO

Tal y como se describe en la selección, el Tanque Imhoff cumple con la función de sedimentar y digerir los lodos provenientes de las aguas residuales; posteriormente, los lodos pasan a un proceso de secado a patios diseñados para estabilizarlos y que en un momento pueden ser utilizados como abono orgánico para suelos.

El efluente del Tanque Imhoff pasa a la Laguna facultativa para que por medio de las condiciones aeróbicas de la misma, se genere una mejora en la calidad del efluente a descargar en el cuerpo receptor.

Así, también, en el sistema se debe contemplar un pretratamiento por medio de un Canal de rejas antes de la entrada al Tanque Imhoff para sustraer los sólidos mayores que provengan de las aguas del colector, así también como última unidad de tratamiento, debe instalarse un Cabezal de descarga el cual regularmente se construye de mampostería y piedra

bola y se utiliza para evitar que el efluente final no socave el terreno en el punto de descarga sobre el cuerpo receptor que es el río.

Por último, se recomienda realizar un estudio adecuado del **tratamiento de las aguas negras** de la población, acorde a una planta de tratamiento. Dicho análisis debe ser realizado por instituciones conocedoras del tema, a fin de llevar a cabo una evaluación a fondo que permita solucionar esta problemática, tomando como punto de partida el planteamiento presentado en este trabajo.

2. ORGANIZACION ADMINISTRATIVA MUNICIPAL

Después de haber realizado un análisis completo de los distintos servicios que la municipalidad de Antigua Guatemala provee a sus habitantes, se consideró la importancia que, siendo dicha municipalidad el ente encargado de la prestación de tales servicios y como una necesidad prioritaria presentada por la administración municipal, realizar un análisis que permita establecer como está estructurada y, así, determinar el grado de organización con que cuenta, para, finalmente, plantear una propuesta de mejoramiento en su organización administrativa.

3.2.1 ORGANIZACION ACTUAL

En principio, se estableció que el organigrama con que cuenta la municipalidad de Antigua Guatemala fue elaborado en el año de 1,971, es decir, se trata de un organigrama totalmente desactualizado, que ya no responde a los requerimientos administrativos actuales; factores como el aumento de población, el crecimiento urbano y la necesidad de modernización, han incidido grandemente, demandando la expansión de tales servicios y, de ahí, la necesidad de realizar una estructuración municipal de sus diferentes entes que la conforman, con la finalidad de hacerla más eficiente para prestar un mejor servicio.

3.2.2 DESCRIPCION GENERAL DE LAS FUNCIONES DE LAS DEPENDENCIAS MUNICIPALES

Basado en información obtenida por parte de las personas que laboran en dicha municipalidad, a continuación se hace una descripción general de cada uno de los entes que la conforman y los servicios que prestan.

Gobierno Municipal.

El gobierno del municipio de la ciudad de Antigua Guatemala es ejercido por el Concejo municipal. Dentro de su jurisdicción es la principal institución encargada de establecer, regular y mantener los más importantes servicios públicos locales de la población, con la asesoría de sus respectivos cuerpos técnicos. El gobierno municipal está integrado por el Concejo y el alcalde, los cuales son electos para un período de 4 años.

Alcalde.

El alcalde municipal es el encargado de la administración del municipio, por lo que se le asigna el derecho ejecutivo de dictar órdenes de control local, tomando en cuenta las atribuciones que contiene el código municipal capítulo IV, artículo No. 61.

A la oficina está asignada una persona, la cual se desempeña como secretaria del despacho, encargada de realizar las distintas funciones que requiere dicho despacho.

Entes asesores.

La Municipalidad de Antigua Guatemala cuenta con dos tipos de asesorías, una Jurídica y otra de tipo técnico. Estos entes asesores denominados **Asesoría Jurídica e Ingeniero Consultor** no dependen directamente de la municipalidad, es decir, son personas contratadas de forma temporal o permanente para desarrollar trabajos específicos en el sentido de recomendar y emitir opiniones en asuntos de interés municipal y que no constituyen un mandato.

Departamento de personal.

En esta oficina sólo labora una persona, la cual tiene a su cargo todo lo relacionado con el personal que labora en dicha municipalidad. Entre las funciones más importantes que realiza esta persona están:

- velar por el cumplimiento de labores de todo el personal,
- elaboración de contratos y cancelación de los mismos, para trabajadores que prestan servicios a la municipalidad de forma temporal,
- supervisión de las distintas obras que se realizan,
- todo tipo de problemas laborales.

Juzgado de Asuntos Municipales.

El personal que labora en este juzgado es un juez y una secretaria. El Juzgado de Asuntos Municipales, como su nombre lo indica, atiende gran diversidad de situaciones o problemas que se presentan en la municipalidad.

Secretaría.

Esta oficina es la encargada de darle seguimiento dentro de las atribuciones y obligaciones que le corresponden de acuerdo a lo que establece el código municipal. El secretario municipal es el encargado de coordinar con los oficiales el trabajo de orden administrativo que emana el despacho del alcalde. El personal que labora en esta oficina es el siguiente:

- 1 Secretario municipal
- 2 Oficiales de secretaría

En esta oficina está ubicada la persona encargada del manejo de la planta telefónica de dicha municipalidad.

Departamento de contabilidad

Todo lo relacionado con materia contable está a cargo de este departamento. Funciones tales como elaboración de nóminas, el manejo de caja chica y la ejecución presupuestaria, son algunas de las tareas que realiza dicho departamento. Para realizar las distintas actividades que se llevan a cabo, esta oficina cuenta con el siguiente personal:

- 1 Jefe de departamento
- 1 Oficial I
- 1 Oficial II
- 1 Auxiliar (temporal)

Departamento de tesorería.

Esta oficina es la encargada de la recaudación de todos los arbitrios y de efectuar los pagos correspondientes a las distintas entidades que tienen relación con la municipalidad. El personal a su cargo es el siguiente:

- 1 Jefe de departamento
- 1 Oficial I
- 1 Oficial II
- 1 Oficial III
- 2 Receptores
- 2 Cobradores ambulantes

Registro civil.

En esta oficina se lleva a cabo todo tipo de trámites relacionados con inscripción de nacimientos, certificación de documentos, archivo, inscripción de defunciones y en general todo lo que establece el código civil. El personal que labora en el registro civil es el siguiente:

- 1 Registrador civil
- 1 Oficial
- 1 Secretaria

Departamento de catastro

La oficina de catastro tiene a su cargo gran diversidad de tareas, entre las cuales están: elaboración de oficios para solicitudes de agua y drenajes, reposición de títulos de

agua, tarjetas de registro comercial municipal, avisos notariales, etc. Su personal es el siguiente:

- 1 Jefe de Catastro
- 1 Secretaria

Departamento de aguas.

Esta oficina es la encargada de todo lo relacionado con el servicio de agua potable; las instalaciones, el mantenimiento y el control del servicio están bajo su responsabilidad.

El personal que labora en este departamento es el siguiente:

- 1 Jefe de departamento,
- 1 Subjefe,
- 2 Lectores de medidores,
- 3 Plomeros,
- 1 Operador de bombas,
- 4 Ayudantes.

Departamento de Obras municipales

Dentro de las distintas funciones que lleva a cabo la municipalidad, se encuentran una serie de actividades que realiza el Departamento de Obras Municipales:

- barrido de calles,
- limpieza de dependencias gubernamentales, policía, cárceles, iglesias, hospitales y escuelas,
- limpieza de la aldea Santa Inés del Monte Pulsiano,
- servicio general de todas las aldeas: mantenimiento de caminos vecinales de ingreso a las aldeas,
- servicio de calles (bacheo de empedrados).
- servicio de supervisión y verificación de drenajes,
- servicio de recolección de basura del mercado central,

- servicio de limpieza en corrales del rastro de ganado mayor,
- servicio de mantenimiento de parques, con excepción del parque central y parque la unión, los cuales tienen un departamento específico: Plazuela de Belén, Santa Lucía, San Sebastián, La Candelaria, Hunapu, Escuela de Cristo y parque el Manchén.

Para cumplir con las distintas tareas que realiza el departamento, el personal a su cargo es el siguiente:

- 1 Jefe de departamento,
- 6 Albañiles,
- 5 Ayudantes de albañil,
- 5 Conductores de camiones,
- 7 Ayudantes para camiones,
- 14 Barredores.

Almacén.

La Municipalidad de Antigua Guatemala cuenta con un establecimiento ubicado en la avenida de Santa Lucía el cual se utiliza para almacenar todos los materiales que se utilizan en la realización de las distintas obras que se llevan a cabo. La administración y control de este establecimiento está a cargo del Guarda Almacén y un Auxiliar.

Administración de rastro.

Este servicio es proporcionado por la Municipalidad de Antigua Guatemala para destace y expendio de ganado bovino y porcino, el cual es distribuido para el consumo de la población en el mercado municipal y otros lugares de la ciudad. En la actualidad las instalaciones del rastro están ubicadas al Sur de la ciudad fuera del perímetro urbano.

El personal que labora en estas instalaciones es el siguiente:

- 1 Administrador
- 1 Guardián de ganado mayor,
- 1 Guardián de ganado menor,
- 1 Barredor.

Administración de cementerio.

Otro de los servicios que presta la Municipalidad de Antigua Guatemala es el relacionado con la inhumación y exhumación de cadáveres en el Cementerio general San Lázaro de la ciudad, ubicado al final de la 5a. Calle poniente o Calle de La Pólvara. Su administración y vigilancia están a cargo de tres empleados municipales con atribuciones específicas:

- 1 Administrador,
- 1 Sepulturero,
- 1 Jardinero.

Administración de mercado.

Esta oficina funciona en las instalaciones del mercado municipal y tiene a su cargo la administración, control y mantenimiento de dicho mercado. El personal encargado de realizar las distintas tareas que requiere este servicio, es el siguiente:

- 1 Administrador,
- 1 Sub-Administrador,
- 2 Oficinistas,
- 2 Cobradores,
- 4 Guardianes,
- 6 Barredores.

Jardinería.

Como parte del patrimonio de Antigua Guatemala, los parques y plazas de la ciudad constituyen un aspecto muy importante del cual se ocupa la Municipalidad. El mantenimiento, cuidado y preservación de los mismos está bajo la responsabilidad de la oficina de jardinería la cual cuenta con el siguiente personal:

- 1 Jefe de jardineros,
- 16 Jardineros.

Policía Municipal.

La Municipalidad de Antigua Guatemala cuenta con un cuerpo de policía el cual tiene a su cargo una diversidad de funciones, tales como: cuidado y vigilancia de las distintas dependencias que conforman el edificio del Ayuntamiento lugar que ocupa la Municipalidad, envío y recepción de documentos entre dependencias, custodia de jueces para efectuar inspecciones y un agente específico que funciona como conductor del vehículo del Alcalde. El cuerpo de policía está integrado por 14 agentes.

Administración de fincas.

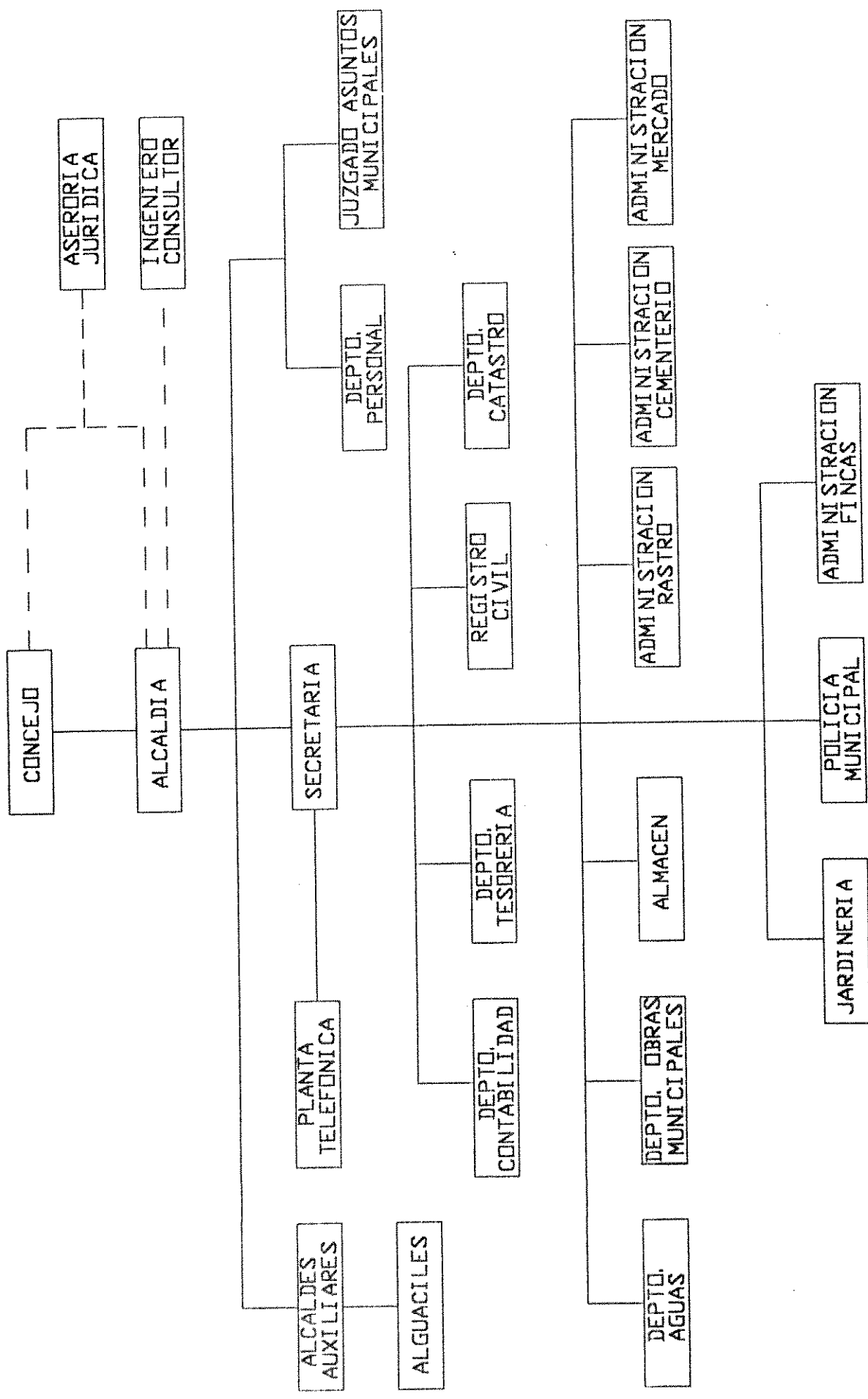
Dentro de los distintos servicios que la Municipalidad presta a la población está la administración de las fincas Candelaria, El Manchén y Florencia. Este servicio está enfocado, directamente, en brindar el cuidado y mantenimiento de las instalaciones para que puedan ser utilizadas, específicamente, para recreación.

El personal encargado de brindar este servicio está a cargo de un administrador general quien, a su vez, coordina con dos mayordomos, uno asignado a la finca Candelaria y El Manchén y otro a la finca Florencia.

3.2.3 ORGANIGRAMA DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL

Como ya se mencionó la municipalidad de Antigua viene funcionando con el mismo organigrama elaborado en el año de 1,971, situación que ha afectado grandemente su desenvolvimiento como entidad encargada de satisfacer las necesidades y prestación de los servicios que requieren sus habitantes. El crecimiento de la población y desarrollo que ha alcanzado el municipio en los últimos años, requieren de una municipalidad mejor organizada.

Por lo expuesto y tomando como base el funcionamiento actual de la municipalidad y las entrevistas hechas al personal, se elaboró un Organigrama el cual demuestra cómo está estructurada esta municipalidad.



ORGANIGRAMA DE FUNCIONAMIENTO ACTUAL

3.2.4 NECESIDADES Y DEFICIENCIAS ENCONTRADAS

De acuerdo con el análisis realizado, se pudo establecer que dicha corporación municipal presenta necesidades y deficiencias en su aparato, tanto administrativo como técnico, incidiendo grandemente en el desenvolvimiento de sus funciones y prestación de servicios a la comunidad.

Las necesidades y deficiencias encontradas más importantes son las siguientes:

- falta de puestos direccionales a nivel de jefaturas en las distintas áreas,
- falta de personal en el Departamento de Catastro,
- se carece de un Departamento de Auditoría,
- falta de personal específico para mensajería,
- no se tiene un Departamento de Planificación que se ocupe de todo lo relacionado en el área técnica,
- falta de personal específico y equipo para Topografía.

Y, en general, una mala estructuración en sus distintos departamentos y secciones que la conforman.

3.2.5 ORGANIZACION QUE SE PROPONE

Esta reestructuración municipal está basada en la creación de un organigrama que cumpla con las necesidades y requerimientos actuales de dicha municipalidad. Tomando en cuenta la mala organización y las deficiencias encontradas, se pretende conformar, por medio de un organigrama, un cuerpo municipal mejor estructurado, dando lugar a la creación de ciertos entes, los cuales, definitivamente, beneficiarán a su mejor funcionamiento.

Dentro del planteamiento que se propone para realizar la reestructuración municipal, está la creación de las distintas Direcciones a nivel de jefaturas, para, así, centralizar los ejes de mando y coordinar, de mejor manera, sus distintas actividades como, también, sean éstos los únicos en dirigirse al despacho del señor Alcalde, ya que se observó desorganización en el sentido de que cualquier persona que labora en la municipalidad entra al despacho.

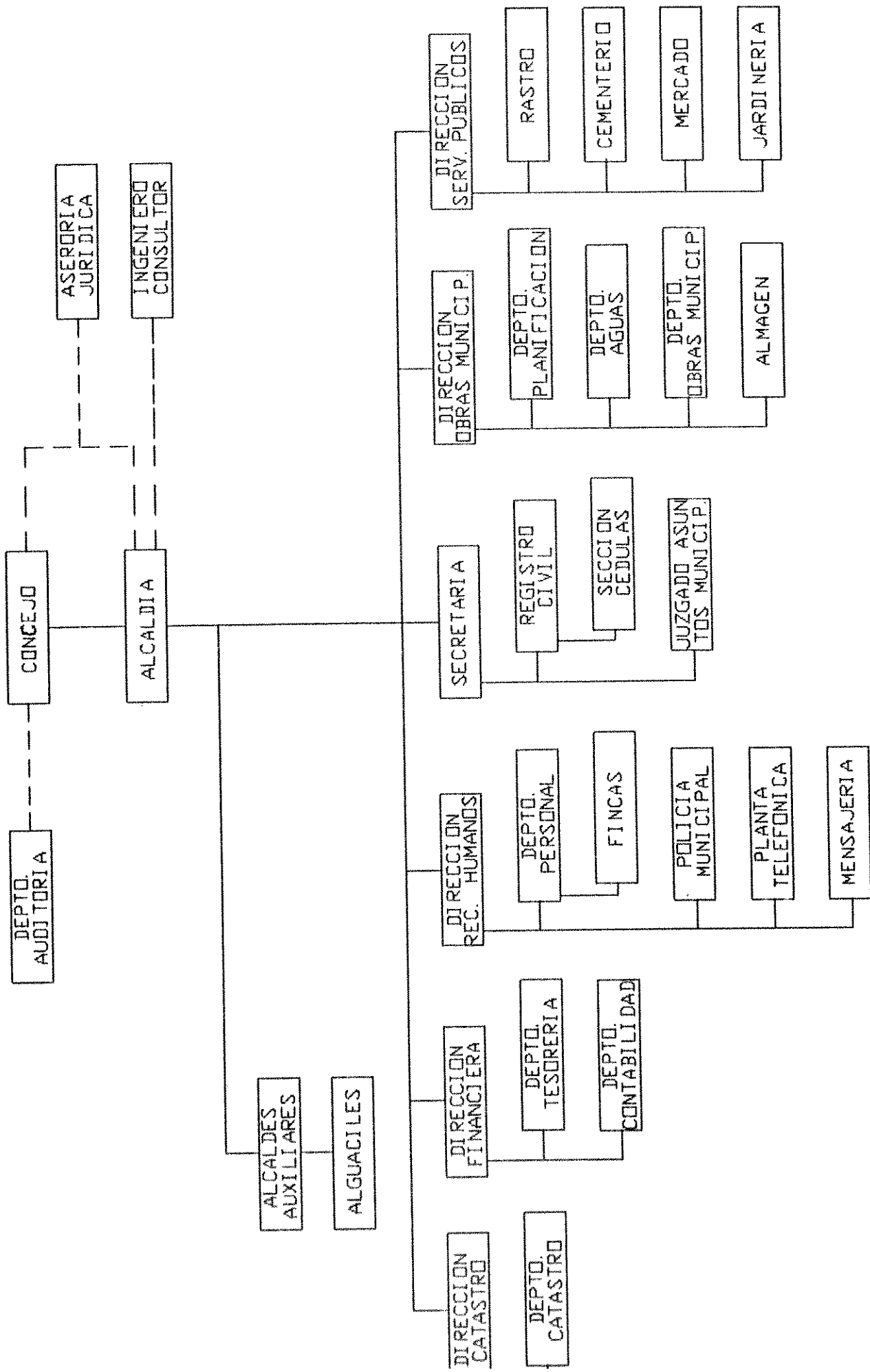
Entre las necesidades principales que tiene la municipalidad de Antigua Guatemala en el área técnica, considerando la magnitud, desarrollo e importancia del municipio, se recomienda la creación de un **Departamento de Planificación**, el cual sea el encargado de llevar a cabo el trabajo de planificación, diseño y coordinación de forma técnica, las distintas actividades de obra física que realizan los departamentos de Aguas y Obras Municipales, ya que se pudo establecer que tales Departamentos llevan a cabo, la mayoría de sus actividades, en forma improvisada y sin previa planificación.

Así, también, se estima conveniente y necesario la creación de un **Departamento de Auditoría**, con el objeto de ayudar a la municipalidad a una administración más eficiente, de manera que todos los medios de control, especialmente de los departamentos de Tesorería y Contabilidad, funcionen de manera adecuada.

Otro problema que se tiene es el referente a la mensajería, es decir, la municipalidad no cuenta con mensajeros específicos; por tal razón, esta función la realizan los agentes de la policía municipal, dando lugar a que se dé desorden en cuanto a las funciones que desempeñan tales agentes y que no corresponden, en ningún momento, a atribuciones y obligaciones de la policía municipal.

3.2.6 PROPUESTA DE ORGANIGRAMA PARA LA MUNICIPALIDAD DE ANTIGUA

Finalmente, después de haber realizado todo el análisis correspondiente de los diferentes órganos que conforman la municipalidad, tratando de establecer sus necesidades más inmediatas, se llegó a la elaboración del organigrama el cual presenta una mejor organización, definiendo de mejor manera las líneas de mando de orden jerárquico e implementado los nuevos departamentos que se consideran son necesarios para un mejor funcionamiento de dicha municipalidad.



ORGANIGRAMA PROPUESTO - ESTRUCTURACION MUNICIPAL

CONCLUSIONES

- 1 - La realización del Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S., se constituyó, en este caso particular, en una experiencia invaluable por las siguientes razones: a) convivir con las comunidades de varias aldeas permitió establecer que en la mayoría de los casos, no se cuenta con los servicios básicos más esenciales como agua potable y drenajes sanitarios. b) para solucionar la falta de estos servicios, se llevaron a cabo algunos proyectos como líneas de conducción de agua, tanques de distribución y tuberías para drenaje de aguas negras, situación que permitió al autor de esta tesis confrontar teoría - práctica y adquirir experiencia profesional.
- 2 - La construcción del nuevo Colector que se propone, debe ubicarse en la carretera que va hacia Ciudad Vieja, por las ventajas que presenta el punto seleccionado, puesto, que permite ingerir todos los caudales de las conexiones domiciliarias de esa zona. Así, también, se logrará que el colector en mención, en su parte final, se pueda conectar al Proyecto de Drenajes Antigua Sur, para obtener una sola descarga sobre el río Guacalate.
- 3 - La disposición final que se hace de las aguas residuales que genera la población de Antigua Guatemala es una situación grave en este momento. La descarga se realiza de manera directa al río Guacalate sin tener ningún tipo de tratamiento previo, contribuyendo, con ello, a la contaminación de dicho cuerpo de agua a lo largo de todo su recorrido, con el agravante de que el río no sólo afecta a Antigua Guatemala, sino, también, cruza los departamentos de Sacatepéquez y Escuintla, constituyéndose en gran fuente de contaminación y enfermedades para la región.

- 4 - La municipalidad de Antigua Guatemala presenta algunas necesidades y una organización mal estructurada, en su aparato tanto administrativo como técnico, incidiendo en el desenvolvimiento de sus funciones y prestación de servicios a los habitantes del municipio. En este sentido, en el aspecto administrativo, se determinó la falta de un Departamento de Auditoría, personal insuficiente en el Departamento de Catastro y carencia de personal para mensajería. En el área técnica, la municipalidad carece, principalmente, de un Departamento de Planificación, así como de personal específico y equipo para topografía.

RECOMENDACIONES

- 1 - Se recomienda a la Facultad de Ingeniería fortalecer el Programa de Ejercicio Profesional Supervisado E.P.S., ya que el servicio que se le da a las comunidades, especialmente, en el área rural, resulta ser de gran beneficio para la población necesitada y muy buena experiencia para el futuro profesional.
- 2 - Se recomienda a la municipalidad de Antigua Guatemala la construcción de proyectos de abastecimiento de agua potable y drenajes sanitarios a nivel regional, con el objetivo de ir solucionando la falta que existe, actualmente, de estos servicios tan primordiales en varias aldeas del municipio.
- 3 - Se recomienda a la Municipalidad de Antigua Guatemala que a corto plazo construya el nuevo colector propuesto, el cual inicia en la esquina del Hotel Ramada Antigua y termina frente al vivero El tempisque, sobre el tramo de carretera que va hacia Ciudad Vieja, ya que permite que el mencionado colector, en su tramo final, se puede conectar al colector del drenaje de Antigua Sur, específicamente, el pozo de visita No. 208, el cual, 752 metros después, tiene su descarga al río Guacalate.
- 4 - Se recomienda a la municipalidad de Antigua Guatemala implementar algún tipo de tratamiento para las aguas residuales antes de evacuarlas directamente sobre el río Guacalate. El problema de no darle tratamiento a las aguas residuales que genera la población antes de disponerlas en el río, es una situación que han venido padeciendo,

especialmente, las personas que habitan cerca del punto de descarga por los malos olores; además del alto grado de contaminación que se ha venido dando en el río a través de los años.

BIBLIOGRAFIA

- LOPEZ TOLEDO, Análisis Urbano para Antigua Guatemala, Estudio, Antigua Guatemala. 1,971.
- ALMENDARIS MORALES, Luis Omar, Evaluación del Sistema de Alcantarillado de la Ciudad de Antigua Guatemala, Estudio Especial de Graduación de Maestro de Ingeniería Sanitaria, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 58 pp. 1,994.
- CABRERA, Ricardo, Guia del Curso de Ingeniería Sanitaria II , Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala , Guatemala. 135 pp. 1,992.
- DE LEON, Cesar, Diseño de la Red de Alcantarillado para San Vicente Pacaya y Comentarios, Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 47 pp. 1,980.
- DIAZ, Oscar, Manual para Diseño y Presupuesto en un Proyecto de Alcantarillado Sanitario en Poblaciones del Interior de la República, Tesis de Graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. 72 pp. 1,977.
- COMPAÑIA DE JESUS, Plan Maestro para Rehabilitación de Antigua Guatemala, Estudio, Antigua Guatemala, 119 pp. 1,993.
- TECHOBANOGLOUS, George, Ingeniería de Aguas Residuales, Redes de Alcantarillado y Bombeo, Tomo I y II , Mc graw-Hill, Mexico. 1484 pp. 1,996.