



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA CERRO CORADO,  
BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA  
COLONIA EDÉN INTERNACIONAL, ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN,  
GUATEMALA**

**Pablo Francisco Vidaurre Alvarez**

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, febrero de 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA  
CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE  
DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL,  
ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**PABLO FRANCISCO VIDAURRE ALVAREZ**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Oscar Humberto Galicia Nuñez
VOCAL V	Br. Carlos Enrique Gómez Donis
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADORA	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA  
CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE  
DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL,  
ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil con fecha 12 de julio de 2017.



**Pablo Francisco Vidaurre Alvarez**



Guatemala, 20 de septiembre de 2017

Ref.EPS.DOC.665.09.17

Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora  
Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Classon de Pinto:

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Pablo Francisco Vidaurre Alvarez**, Registro Académico 201313705 y CUI 2511 67585 0501, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL, ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



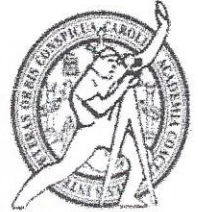
c.c. Archivo  
MAAO/ra



**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



Guatemala,  
17 de octubre de 2016

Ingeniero  
Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL, ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Pablo Francisco Vidaurre Alvarez con CUI 2511675850501 Registro Académico No. 201313705, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Considero este trabajo bien desarrollado y representa un aporte para la comunidad del área y habiendo cumplido con los objetivos del referido trabajo doy mi aprobación al mismo solicitando darle el trámite respectivo.

Atentamente,

ID Y ENSEÑANZA A TODOS

Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa  
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/mrrm.



*Más de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*



Guatemala, 29 de enero de 2018  
REF.EPS.D.28.01:18

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco  
Director Escuela de Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

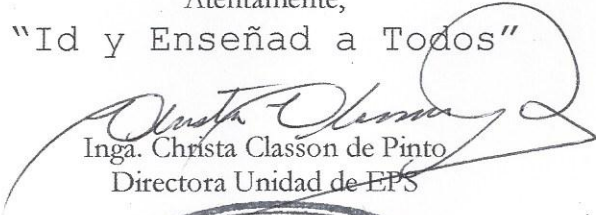
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL, ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Pablo Francisco Vidaurre Alvarez, Registro Académico 201313705 y CUI 2511 67585 0501**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por el Asesor-Supervisor, y en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Christa Classon de Pinto  
Directora Unidad de EPS

CCdP/ra





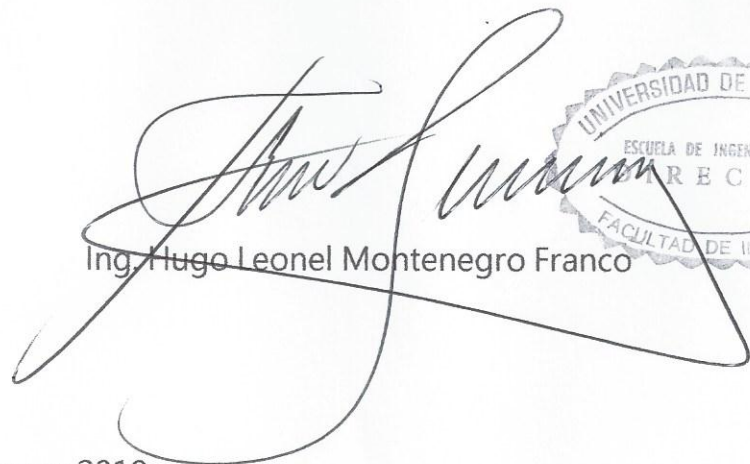
**USAC**  
TRICENTENARIA  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
FACULTAD DE INGENIERÍA

<http://civil.ingenieria.usac.edu.gt>

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Pablo Francisco Vidaurre Alvarez titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL, ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA** da por éste medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2018

/mrrm.



---

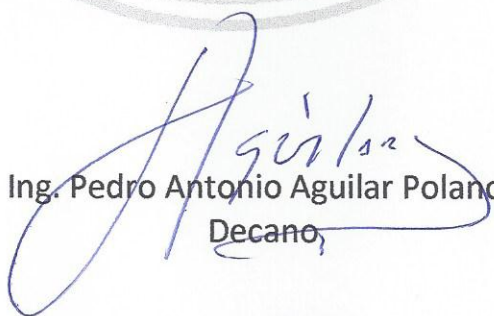
*Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua*





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA CERRO CORADO, BARRIO LA CRUZ Y DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA COLONIA EDÉN INTERNACIONAL, ALDEA EL CERRITO, MUNICIPIO DE AMATITLÁN, GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario: **Pablo Francisco Vidaurre Alvarez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco  
Decano

Guatemala, febrero de 2018



/gdech

## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por llenar mi vida siempre de bendiciones y no desampararme nunca.
- Mi padre** Juan Pablo Vidaurre Ávila, por ser mi mayor bienhechor y guía a lo largo de mi vida.
- Mi madre** María Teresa Alvarez Recinos, por el amor incondicional que me ha brindado.
- Mi abuela** María del Carmen Ávila Valdez (q. e. p. d.) por haberme querido tanto y brindarme su apoyo.
- Mi familia** Mis hermanas, cuñados. tíos y tías, sobrinos y sobrinas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

<b>Dios</b>	Por darme la fortaleza cada día de mi vida, cuidar mi camino y protegerme.
<b>Mis padres</b>	Por apoyarme y darme su amor siempre.
<b>Mis hermanas</b>	Vivian Rocío, María del Carmen y Evelyn Susana. Por todo el cariño que siempre me han dado.
<b>Mi familia</b>	A mis sobrinos y sobrinas, tíos y tías, primas y primos, cuñados. Gracias por todo su apoyo.
<b>Mis amigos de la Facultad</b>	Por su sincera amistad y porque sin ellos este logro no hubiera podido concretarse.
<b>Ing. Manuel Alfredo Arrivillada Ochaeta</b>	Por su asesoramiento en mi trabajo de graduación y sobre todo por la amistad, consejos y camaradería que me proporcionó. Muchas gracias.
<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por darme la Academia, deporte y oportunidad de desarrollar mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN .....	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de Amatlán.....	1
1.1.1. Aspectos generales .....	1
1.1.2. Antecedentes históricos.....	1
1.1.3. Localización .....	2
1.1.4. Límites y extensión .....	4
1.1.5. Situación demográfica .....	5
1.1.6. Clima .....	6
1.1.7. Vías de acceso .....	7
1.1.8. Servicios públicos .....	8
1.1.8.1. Energía eléctrica.....	8
1.1.8.2. Agua potable.....	8
1.1.8.3. Educación .....	8
1.1.8.4. Transporte .....	9
1.1.8.5. Otros servicios .....	9
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	11
2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario.....	11

2.1.1.	Descripción del proyecto .....	11
2.1.2.	Levantamiento topográfico .....	12
2.1.3.	Período de diseño .....	12
2.1.3.1.	Cálculo de la población .....	13
2.1.3.1.1.	Método geométrico .....	13
2.1.4.	Generalidades de un sistema de alcantarillado .....	14
2.1.5.	Cálculo de caudales .....	14
2.1.5.1.	Dotación .....	14
2.1.5.2.	Velocidad de flujo .....	14
2.1.5.3.	Tirante .....	15
2.1.5.4.	Caudal domiciliar .....	15
2.1.5.5.	Caudal comercial .....	16
2.1.5.6.	Caudal de conexiones ilícitas .....	16
2.1.5.7.	Factor de caudal medio (fqm) .....	16
2.1.5.8.	Factor de Harmond .....	17
2.1.5.9.	Caudal de diseño .....	18
2.1.6.	Pendiente .....	18
2.1.7.	Cálculo de cotas invert .....	19
2.1.8.	Diámetros de tubería .....	20
2.1.9.	Pozos de visita .....	20
2.1.10.	Profundidad de tubería .....	21
2.1.11.	Ecuación de Manning para flujos de canales .....	22
2.1.12.	Ejemplo de diseño .....	23
2.1.13.	Propuesta de tratamiento de aguas servidas .....	31
2.1.14.	Planos y detalles .....	33
2.1.15.	Presupuesto .....	34
2.1.16.	Evaluación de impacto ambiental .....	37
2.1.16.1.	Medio ambiente .....	39
2.1.16.2.	Aguas .....	39

2.1.16.3. Ecosistema .....	39
2.1.17. Evaluación del riesgo.....	40
CONCLUSIONES .....	43
RECOMENDACIONES .....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	47
APÉNDICES .....	49
ANEXO .....	57



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Localización de la colonia Cerro Corado.....	3
2.	Localización de la colonia Edén Internacional.....	4
3.	Sección de tubería .....	20

### TABLAS

I.	Distribución de la población, Censo 2002 .....	5
II.	Distribución de la población, Proyección 2017 .....	6
III.	Características meteorológicas estación E-15 INSIVUMEH .....	7
IV.	Centros educativos en municipio de Amatlán.....	8
V.	Profundidades mínimas de tubería .....	22
VI.	Parámetros de diseño tramo PV 49 a PV 47, Cerro Corado .....	23
VII.	Valores encontrados de relaciones hidráulicas .....	29
VIII.	Revisión de los parámetros hidráulicos.....	30
IX.	Presupuesto colonia Cerro Corado .....	34
X.	Presupuesto colonia Edén Internacional .....	36





## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
$\emptyset$	Diámetro de tubería
cm	centímetro
CT	Cota de terreno
DH	Distancia horizontal
F.R.	Factor de retorno
FH	Factor de Harmond
fqm	Factor de caudal medio
Hab	Habitante
l	Litros
m	Metro
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
n	Número de años
P <sub>0</sub>	Población actual
P <sub>f</sub>	Población futura
PV	Pozo de visita
PVC	Poli (cloruro de vinilo)
r	Tasa de crecimiento poblacional
Rh	Radio hidráulico
S	Segundo
S <sub>terreno</sub>	Pendiente del terreno



## GLOSARIO

<b>Aguas residuales</b>	Aguas desechadas después de haber servido para un fin, las cuales pueden ser: domésticas, comerciales e industriales. Otros sinónimos son aguas servidas o aguas negras.
<b>ASTM</b>	American Society for Testing Materials.
<b>Candela</b>	Estructura donde se recibe las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y las conduce al colector del sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Cantidad de aguas negras producto del uso humano, por unidad de tiempo.
<b>COCODE</b>	Consejos Comunitarios de Desarrollo.
<b>Cota Invert</b>	La parte más baja de un colector medida en el interior.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades y que se expresa en litros por habitante al día.
<b>EMPAGUA</b>	Empresa Municipal de Agua.
<b>IGN</b>	Instituto Geográfico Nacional.

<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística.
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal.
<b>INSIVUMEH</b>	Instituto nacional de sismología, vulcanología, meteorología e hidrología.
<b>Pendiente</b>	Inclinación necesaria con respecto a una línea horizontal, diseñada para que el agua que conducen las alcantarillas se desplace libremente haciendo uso de la fuerza de gravedad, la cual en alcantarillados cumple con especificaciones establecidas.
<b>Pozo de visita</b>	Una estructura que forma parte de un alcantarillado y tiene por objeto permitir inspección, limpieza y ventilación al sistema.

## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en el cual se realizaron los siguientes proyectos: sistema de alcantarillado sanitario en la colonia Cerro Corado, barrio La Cruz, y sistema de alcantarillado sanitario en la colonia Edén Internacional, aldea El Cerrito, Amatitlán, Guatemala. Estos proyectos han sido diseñados para dar respuesta a las necesidades de saneamiento de las poblaciones.

El informe está dividido en dos fases: la primera fase de investigación, contiene la monografía y un diagnóstico sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura de los lugares en estudio, la segunda fase, de servicio técnico profesional, contiene la descripción de ese servicio, que muestra las diferentes actividades realizadas, entre las cuales se mencionan: levantamiento topográfico, diseño de caudales y parámetros de diseño. Se presenta el diseño de los dos sistemas de alcantarillado sanitario, los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario, que han sido trabajados de manera que cumplieran las normas de diseño de alcantarillado del INFOM y de EMPAGUA. Se presentan, de igual manera, los presupuestos del trabajo de los proyectos, así como los planos constructivos de los sistemas de alcantarillado. Los proyectos atienden a la necesidad de saneamiento de las comunidades beneficiadas.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar los sistemas de drenaje sanitario para las colonias Cerro Corado, barrio La Cruz y para la colonia Edén Internacional, municipio de Amatitlán, Guatemala.

### **Específicos**

1. Contribuir con el saneamiento del municipio de Amatitlán.
2. Realizar los diseños de los sistemas de drenaje sanitario en base a normas de alcantarillado.
3. Plasmar los resultados obtenidos en planos con especificaciones técnicas y presupuestos.
4. Realizar una investigación monográfica de los sitios donde se realizarán los proyectos del municipio de Amatitlán.





## INTRODUCCIÓN

Debido al incremento en la población y la inexistencia de sistemas de saneamiento, se carece de sistemas de drenaje sanitario integrales para cubrir las necesidades de la población de la colonia Cerro Corado en el barrio La Cruz y la de la población de la colonia Edén Internacional, aldea El Cerrito en el municipio de Amatitlán, Guatemala.

Es evidente que estas comunidades deben mejorar el nivel de saneamiento, ya que en la actualidad este nivel es muy bajo. Dada esta situación, el objeto de este proyecto es diseñar un sistema de drenaje sanitario para estas comunidades, siguiendo normas de las municipalidades y manuales para diseños sanitarios. Junto con esta necesidad y respaldándola, las municipalidades deben cumplir con el reglamento de Descarga y Reuso de Aguas Residuales y Disposición de lodos Acuerdo Gubernativo No. 236-2006.

El problema identificado para este proyecto es el bajo índice de acceso a los sistemas de saneamiento de aguas negras. El diseño del sistema de drenaje sanitario es la solución al problema detectado, ya que cuando se ejecute, las personas tendrán acceso al saneamiento de las aguas negras y ello contribuirá a la promoción de la salud y el desarrollo.

Para la construcción de los proyectos se necesita de las siguientes etapas: la planificación y presupuesto del proyecto como parte inicial; en la ejecución, la topografía, trazo de niveles, excavación, movimiento de tierras, nivelación del fondo, colocación de tubería, relleno por capas. Establecer bancos de marca para los pozos de visita, construcción de los pozos de visita, realizar las conexiones domiciliarias.



# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de Amatitlán**

### **1.1.1. Aspectos generales**

Amatitlán es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala, tiene una extensión territorial de 204 kilómetros cuadrados. La zona central comprende 13 avenidas y 14 calles. El plano original de la ciudad fue trazado en los primeros años de La Colonia por el ingeniero Juan Bautista Antonelli. Está formado por siete barrios: La Cruz, San Juan, San Lorenzo, Hospital, El Rosario, San Antonio y El Ingenio, tres cantones: San Juan, San Rafael, San Miguel, catorce aldeas: Agua de la Minas, Las Trojes, Llano de Animas, Los Humitos, Eje Quemado, Laguna Seca, El Pepinal, loma Larga, El Durazno, El Cerrito, Tacatón, Mesillas Bajas, San Carlos, Calderas, y 144 colonias.

### **1.1.2. Antecedentes históricos**

Hacia los años de 1520-1525, cuando los españoles, comandados por el capitán Pedro de Alvarado conquistaron el territorio guatemalteco, Amatitlán era un importante asentamiento Poqomam que formaba parte de una extensa región con Palín y los Petapas. Después de la conquista española, la mayoría de poqomames fueron trasladados a un lugar llamado Santo Domingo de Mixco, 17 kilómetros al occidente de la actual Ciudad de Guatemala.

Amatitlán es un municipio del departamento de Guatemala. Fue fundado el 24 de junio de 1549. Algunos historiadores atribuyen su fundación a fray Diego Martínez. Amatitlán se asentó en el valle Pampichí o Pampichín;

posteriormente, a mediados del siglo XVII, se trasladó al valle donde se encuentra actualmente.

A lo largo de su historia, la categoría gubernamental de Amatitlán ha sufrido modificaciones, por ejemplo, el 20 de mayo de 1680 se le otorgó la categoría de Villa.

Después de la independencia, por Decreto Legislativo del 28 de agosto de 1,835, se le otorgó la categoría de ciudad y por un período de aproximadamente de cuatro años llegó a ser Capital del Estado de Guatemala, hasta que por Acuerdo Gubernativo del 31 de mayo de 1,839 se resolvió que el mando del Corregimiento de la capital lo reasumiera la Comandancia General Por Decreto Legislativo 315 de 6 de noviembre de 1,839. Luego, el Acuerdo Gubernativo del 8 de mayo de 1,866 dispuso que al entonces conocido Corregimiento de Amatitlán se le otorgara la categoría de Departamento, el cual tuvo vigencia durante 69 años y estuvo formado por San Pedro Mártir, San Vicente Pacaya, Palín, Villa Nueva, Villa Canales, San Miguel y Santa Inés Petapa y Amatitlán.

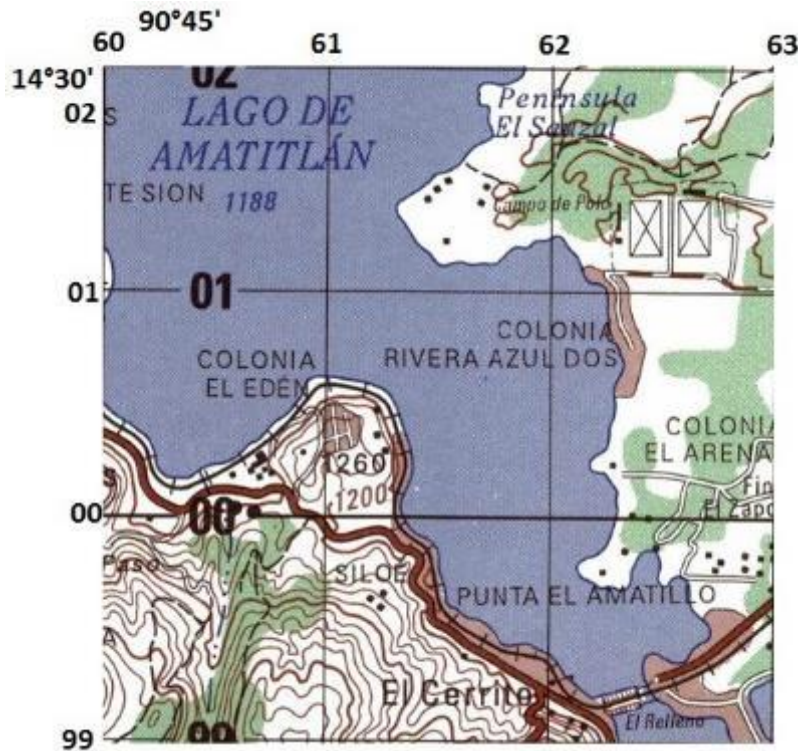
Por Decreto Legislativo 2081 del 29 de abril de 1,935, durante el gobierno del General Jorge Ubico, se suprimió el Departamento de Amatitlán y se agregó como municipio al Departamento de Guatemala, del cual forma parte actualmente.

### **1.1.3. Localización**

Amatitlán es uno de los 17 municipios del departamento de Guatemala. Se localiza en la parte sur del departamento y está a una distancia de 28 kilómetros de la Ciudad de Guatemala. Sus coordenadas geográficas son Latitud 14°28'42" N; Longitud 90°37'08" O.



Figura 2. **Localización de la colonia Edén Internacional**



Fuente: Instituto Geográfico Nacional IGN. Mapa 1:50,000, Hoja 2059 II.

#### 1.1.4. **Límites y extensión**

En el norte limita con los municipios de Villa Nueva, Villa Canales y San Miguel Petapa; al sur con Villa Canales y los municipios de Escuintla de San Vicente Pacaya y Palín; al este con San Vicente Pacaya y Villa Canales; al oeste limita con los municipios de Sacatepéquez de Magdalena Milpas Altas y Santa María de Jesús.

Amatitlán cuenta con una extensión territorial de 204 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 1189.85 metros sobre el nivel del

mar, según el banco de marca del Instituto Geográfico Nacional en el parque central.

### 1.1.5. Situación demográfica

El estudio estadístico oficial de la población amatitlaneca se realizó por última vez en el 2002 mediante el Censo de población y habitación, se determinó que Amatitlán tenía una población de 82 870 habitantes. Se encuentra distribuido por género de la siguiente forma: el 51,17% (42 408) mujeres y 48,82% (40 462) hombres.

Tabla I. **Distribución de la población, Censo 2002**

GRUPOS	GÉNERO		GRUPOS DE EDAD (AÑOS CUMPLIDOS)				
	Hombres	Mujeres	0 a 4 años	5 a 14 años	15 a 44 años	45 a 64 años	65 años o más
Población	40 462	42 408	10 019	21 418	31 875	16 331	3 227
Porcentaje	48,83%	51,17%	12,1%	25,84%	38,46%	19,71%	3,89%

Fuente: elaboración propia con base en datos del INE.

La población tiene una tasa promedio de crecimiento anual de 2,5% según el Censo, se presenta a continuación proyecciones para el año 2017 preparadas a partir de estos datos.



Tabla II. **Distribución de la población, Proyección 2017**

GRUPOS	GÉNERO		GRUPOS DE EDAD (AÑOS CUMPLIDOS)				
	Hombres	Mujeres	0 a 4 años	5 a 14 años	15 a 44 años	45 a 64 años	65 años o más
Población	60 010	61 943	11 381	23 840	60 634	18 747	7 351
Porcentaje	49,21%	50,79%	9,33%	19,55%	49,72%	15,37%	6,03%

Fuente: elaboración propia.

### 1.1.6. **Clima**

El municipio de Amatitlán pertenece a la zona de bosque subtropical templado húmedo, que varía según las estaciones de invierno y verano, e influye en la dirección e intensidad de las corrientes eólicas, modificado por la deforestación y alteración del régimen de lluvias, por lo que ahora es más cálido. El clima es seco y caluroso en los meses de verano y húmedo en invierno, con temperaturas promedio de 25 a 30 grados centígrados. Los meses de lluvia de junio a septiembre; con precipitaciones pluviales de 650 a 1500 mm al año. La dirección de los vientos predominante es noreste.

La estación metrológica más cercana al municipio de Amatitlán es la Estación INSIVUMEH E-15, esta tiene las siguientes características.

Tabla III. **Características meteorológicas estación E-15 INSIVUMEH**

<b>Datos meteorológicos</b>	
<b>Característica física</b> <b>Parámetro meteorológico</b>	<b>Estación</b>
	<b>E-15 INSIVUMEH</b>
Ubicación (departamento)	Guatemala
Elevación (msnm)	1 502
Temperatura media (°C)	1998
Temperaturas absolutas (°C)	31,44
Precipitación (mm)	1 266,18
Brillo solar total h/promedio	204,4
Humedad relativa (%)	77,7
Velocidad del viento (Km/s)	7,48
Evaporación (mm)	3,95

Fuente: Datos promedio Estación E-15 del año 1990 al 2012, elaboración propia.

### **1.1.7. Vías de acceso**

Las vías de acceso al municipio de Amatitlán son varias, la ruta principal que tiene un constante y numeroso tránsito vehicular es la carretera CA-9 Sur es una carretera asfaltada de doble carril en ambas vías, comunica a Amatitlán con Villa Nueva y Guatemala hacia el norte, y con Palín y Escuintla hacia el sur.

La ruta departamental RD-1 o más conocida como carretera circunvalación al lago de Amatitlán, es una carretera asfaltada de un carril en ambas vías, comunica a Amatitlán con Villa Canales pasando por las aldeas El Cerrito y Tacatón. Esta carretera se utiliza para llegar a la colonia Edén Internacional.

### **1.1.8. Servicios públicos**

#### **1.1.8.1. Energía eléctrica**

Las colonias Cerro Corado y Edén Internacional cuentan con servicio de energía eléctrica y alumbrado público proporcionado por la Empresa Eléctrica de Guatemala. El noventa por ciento de la población de las colonias cuenta con el servicio.

#### **1.1.8.2. Agua potable**

El servicio de agua potable en las colonias Cerro Corado y Edén Internacional proviene de un pozo mecánico, el agua extraída se almacena en un tanque de almacenamiento de concreto reforzado. Después, el agua es clorada y entubada hasta los predios. El sistema de suministro de agua es administrada por los COCODES de las colonias antes mencionadas.

#### **1.1.8.3. Educación**

La educación en el municipio de Amatitlán está regulada por el Ministerio de Educación. Existen escuelas e institutos públicos y centros educativos privados, como se enlista a continuación

Tabla IV. **Centros educativos en municipio de Amatitlán**

<b>Centros educativos en Amatitlán</b>	
<b>Número</b>	<b>Establecimientos</b>
53	Escuelas Públicas de PRE Primaria Urbana
17	Escuelas Públicas de PRE Primaria Rural

Continuación de tabla IV.

140	Escuelas Públicas de Primaria Urbana
16	Escuelas Públicas de Primaria Rural
1	Centro Universitario
36	Colegios privados
22	Academias de computación, mecanografía y costura
2	Centros de capacitación
	Institutos nacionales del ciclo básico urbano
	Institutos nacionales del ciclo básico rural
	Institutos nacionales del ciclo diversificado urbano

Fuente: SANTOS BORRAYO, María del Carmen. Elaboración de documento informativo sobre la monografía del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala. p. 32.

#### **1.1.8.4. Transporte**

Adicionalmente al transporte público, se puede mencionar microbuses y picops que la población también utiliza para su desplazamiento a otras comunidades aledañas.

#### **1.1.8.5. Otros servicios**

Además de los servicios mencionados, el municipio cuenta con cementerio, mercados, biblioteca municipal, servicio de internet, oficinas del organismo judicial, subestación de Policía Nacional Civil, estación del Cuerpo de Bomberos Voluntarios, estadio municipal de fútbol, salón comunal, iglesias evangélicas e iglesias católicas.



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

### **2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario**

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

Los proyectos del diseño del sistema de drenaje sanitario serán realizados en la colonia Cerro Corado, barrio La Cruz, y en la colonia Edén Internacional, aldea El Cerrito, del municipio de Amatitlán del departamento de Guatemala, los proyectos tendrán 2 212 metros y 1 295 metros de alcantarillado sanitario respectivamente.

Estos proyectos consisten en el diseño del drenaje sanitario para la colonia Cerro Corado barrio La Cruz, y la colonia Edén Internacional, aldea El Cerrito. La necesidad se identificó por medio de visitas de campo a las comunidades. La red que se diseñó presenta 61 pozos de visita para la colonia Cerro Corado, y 57 pozos de visita para la colonia Edén Internacional. Se construirán de acuerdo con las especificaciones técnicas del reglamento de construcción del municipio, normas del INFOM y normas del fabricante. Las pendientes de la tubería se tomaron de acuerdo con las pendientes del terreno, evitando rebasar las velocidades y tirantes permitidos.

Los proyectos deben cumplir con los parámetros y requerimientos de diseño con los cuales se pretende dar una solución técnica y económica a la problemática de la falta de drenajes. Para ello, se utilizarán los códigos y normas de construcción.

### **2.1.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico permite conocer las particularidades que presenta un terreno en su configuración superficial. Con el levantamiento topográfico también se sabe la posición relativa de los puntos de un terreno en relación con la distancia horizontal y diferencias de altura.

Para los levantamientos topográficos de los proyectos se utilizó una estación total de la marca Topcon GTS-230, dos prismas de medición topográfica, plomadas, machetes para desbrozar la maleza, trompos, clavos y pinturas. Para el proyecto en la colonia Cerro Corado se utilizó 36 estaciones y un banco de marca. Para la colonia Edén Internacional se necesitaron 29 estaciones y un banco de marca. Durante el proceso del levantamiento topográfico se seleccionó un sitio propuesto para la planta de tratamiento de aguas residuales.

### **2.1.3. Período de diseño**

Es el tiempo para el cual el sistema es eficiente en su totalidad, ya sea por capacidad en la conducción del gasto deseado o por la resistencia física de sus instalaciones. Debe ser cuidadosamente seleccionado, ya que la imprecisión en la determinación de los caudales, junto a períodos de diseño inadecuados puede resultar en limitaciones de desarrollo para nuevas áreas.

Se asumió para los proyectos un período de diseño de 35 años, tomando en cuenta los recursos económicos de la municipalidad y las Normas generales para diseño de alcantarillado de INFOM.

### **2.1.3.1. Cálculo de la población**

La predicción de crecimiento de población se debe justificar de acuerdo con las características de la ciudad, factores económicos y su tendencia de desarrollo.

Utilizando el método geométrico se evaluó el crecimiento de la población por servir; se encontró el porcentaje de las tasa de crecimiento a nivel municipal que es 2.5% según Censo del 2002 del INE.

#### **2.1.3.1.1. Método geométrico**

Con los datos recolectados acerca del número de habitantes actuales en las colonias Cerro Corado Y Edén Internacional se estimará la población a la que se prestará el servicio, mediante el método geométrico, este método asume que la población aumenta proporcionalmente lo mismo en cada período de tiempo. Se aplicó la siguiente fórmula que se describe a continuación:

$$P_f = P_0 * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

- P<sub>f</sub> = Población futura
- P<sub>0</sub> = Población actual
- r = Tasa de crecimiento poblacional
- n = Número de años



#### **2.1.4. Generalidades de un sistema de alcantarillado**

Se incluyen algunas generalidades de diseño y normas que proporcionan criterios y principios que sirven de guía y base al Ingeniero, desde las investigaciones preliminares, para la recopilación de información y datos necesarios, hasta las bases del diseño en sí.

El sistema consiste en recolectar, transportar y purificar todas las aguas servidas para ser trasladadas a un lugar de proceso de transformación por un tratamiento primario, compuesto por fosas sépticas y pozos de absorción para su retorno al ambiente.

#### **2.1.5. Cálculo de caudales**

##### **2.1.5.1. Dotación**

Indica la demanda de agua por persona y se expresa en l/hab-día. El volumen de descarga de aguas residuales depende directamente del consumo de agua en la zona. Por esta razón habrá que definir la dotación de agua potable por habitante con base en la información proporcionada por los COCODES, 150 l/hab-día.

##### **2.1.5.2. Velocidad de flujo**

Dentro de un sistema de alcantarillado sanitario se producen obstrucciones por el depósito de materiales de desecho y partículas orgánicas. Por tal motivo, deben diseñarse las pendientes de las tuberías de una manera que mantenga una velocidad de escurrimiento satisfactoria para que pueda

llevarse a cabo una autolimpieza. Para que esto suceda se requiere de una velocidad mínima de 0,60 m/s. El INFOM recomienda utilizar una velocidad mínima de 0,60 m/s y como máximo 2,5 m/s. Sin embargo, cuando la topografía del proyecto presenta pendientes fuertes, las velocidades de flujo en la tubería se presentan muy altas. Esto puede ocasionar abrasión dentro de la tubería. Para una tubería de PVC, según especificaciones del fabricante, se establece una velocidad máxima de 5,0 m/s.

#### **2.1.5.3. Tirante**

Los tirantes de agua residual que transporta la tubería deben ser siempre calculados respetando que su valor máximo sea menor o igual al 75% del diámetro nominal de la tubería, y su valor mínimo sea el 10% del diámetro nominal.

#### **2.1.5.4. Caudal domiciliar**

El caudal domiciliar es el valor del caudal de aguas residuales en un día de aportación promedio al año. Para calcular el caudal domiciliar se adopta como aportación de aguas residuales el 75% de la dotación del agua potable. Se considera que el 25% restante se consume antes de incorporarse al sistema de alcantarillado sanitario.

En cada tramo el caudal domiciliar está sujeto a la población y la dotación, se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q_{dom} = \frac{Dot.* F.R.* Hab}{86400}$$

Donde:

$Q_{dom}$  = Caudal domiciliario en l/s.

Dot = Dotación de agua en l/hab-día

F.R. = Factor de Retorno [0.75]

Hab = número de habitantes

#### **2.1.5.5. Caudal comercial**

Este caudal está conformado por el agua que desechan los comercios, comedores, restaurantes, hoteles. La dotación comercial varía según el tipo de comercio. Debido a que las poblaciones de los proyectos carecen de este tipo de instalaciones, no se contempla caudal comercial alguno.

#### **2.1.5.6. Caudal de conexiones ilícitas**

Si bien se diseñó para un sistema separado de aguas negras y aguas de lluvia, es de suponer que no se permitirá la conexión de aguas provenientes de los techos y patios interiores. La experiencia demuestra que esto no sucede totalmente y, por el contrario, existe un porcentaje de viviendas que por ignorancia o negligencia conectan sus aguas de lluvia a la red de alcantarillado sanitario. El caudal por conexiones ilícitas puede ser calculado tomando el 5 % al 10 % del caudal máximo horario de aguas residuales.

#### **2.1.5.7. Factor de caudal medio (fqm)**

Este es un factor que regula la aportación de caudal en la tubería. Se considera que es el caudal que aporta cada habitante, más la suma de todos los caudales, que son: doméstico, de infiltración, por conexiones ilícitas,

comercial e industrial, dividido la población total. Este factor debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005.

Para el diseño de los proyectos se consideró el parámetro  $f_{qm}$  sugerido por el Reglamento para el diseño y construcción de drenajes de EMPAGUA que es de 0.003

$$f_{qm} = \frac{Q_{\text{sanitario}}}{\text{Población}}$$

#### **2.1.5.8. Factor de Harmond**

Este factor representa la probabilidad de que múltiples accesorios sanitarios de las viviendas se estén utilizando simultáneamente en una comunidad. Este factor cubre las horas pico. Es decir, en las horas que más se utiliza el sistema de drenaje. El factor de Harmond es adimensional y se encuentra entre los valores de 1,5 a 4,5, según sea el tamaño de la población a la que se servirá en el tramo. Se determina mediante la fórmula:

$$FH = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}}$$

Donde:

FH = Factor de Harmond

P = Población

### 2.1.5.9. Caudal de diseño

Indica la cantidad de caudal que transportará el alcantarillado sanitario, en cualquier punto en todo de la red. Este establecerá las condiciones hidráulicas sobre las que se realizará el diseño del alcantarillo. Se determina con la siguiente ecuación:

$$Q_{Dis} = fqm * F.H.* hab$$

Donde:

- Q<sub>Dis</sub> = Caudal de diseño (l/s)
- fqm = Factor de caudal medio
- F.H. = Factor de Harmond
- Hab = número de habitantes

### 2.1.6. Pendiente

La pendiente de tubería, si fuera posible, debe adaptarse a la del terreno, para reducir costos de excavación, siempre que estén dentro del rango de velocidades permitidas  $0,60 \text{ m/s} \leq V \leq 5,0 \text{ m/s}$  Para las conexiones domiciliarias, la pendiente mínima será de 2% y la máxima de 6%, tomando en cuenta que debe formar un ángulo horizontal, con respecto a la línea central del colector principal, de aproximadamente 45 grados en el sentido del flujo del caudal del sistema.

Cuando la altura de coronamiento de la tubería principal tenga una profundidad mayor a los 3,00 mts, bajo la superficie del terreno, se diseñará una tubería auxiliar sobre las principales, para recibir las conexiones domiciliarias.

### 2.1.7. Cálculo de cotas invert

Es la cota de nivel que determina la colocación de la parte interior inferior de la tubería que conecta dos pozos de visita, según las normas de INFOM. Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería en un tramo del alcantarillado, se calculan de la siguiente manera:

$$S_{\text{terreno}} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100$$

$$CT_f = CT_i - (DH * S_{\text{Tubería}})$$

$$CII = CII - (H_{\text{Trafico}} + E_{\text{Tubo}} + \emptyset)$$

$$CIF = CIF - 0.03$$

$$CIF = CII - DH * S_{\text{Tubería}}$$

Donde:

CT <sub>f</sub>	=	Cota de terreno final
CT <sub>i</sub>	=	Cota de terreno inicial
DH	=	Distancia horizontal
S <sub>Terreno</sub>	=	Pendiente de terreno
CII	=	Cota Invert de inicio
CIF	=	Cota Invert de final
HT <sub>ráficoo</sub>	=	Profundidad mínima
E <sub>Tubo</sub>	=	Espesor de tubería
∅	=	Diámetro de tubería
HPozo	=	Altura de pozo

### **2.1.8. Diámetros de tubería**

Para la selección de diámetros es necesario considerar que la tubería trabajará siempre como un conducto trabajando como canal abierto, jamás como un conducto a presión. Los criterios de diseño de un sistema de alcantarillado sanitario especifican que el diámetro mínimo de las alcantarillas será de 15 cm (6") y de 10 cm (4") para conexiones domiciliarias. En los proyectos desarrollados en este trabajo de graduación se utilizó la norma ASTM F 949 para desarrollar los proyectos.

Figura 3. **Sección de tubería**



Fuente: *Manual técnico tubosistemas para alcantarillado*. AMANCO.

### **2.1.9. Pozos de visita**

Son estructuras generalmente compuestas de un cono excéntrico, cilindro y base que permiten el acceso a los colectores cloacales. Un pozo de visita debe proporcionar un control de flujo hidráulico en cambios de dirección, cambios de gradiente, además de proporcionar ingreso de oxígeno al sistema.

Se construyen de concreto, ladrillo de barro cocido, tubos de concreto o PVC. Según normativas del INFOM deben localizarse en los siguientes casos:

- Cambio de pendientes.
- Cambio de diámetro.
- En el inicio de cualquier ramal.
- En distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros, hasta de 24”.
- En intersecciones de dos o más tuberías colectoras.
- En las curvas no más de 30 metros.

#### **2.1.10. Profundidad de tubería**

La profundidad del colector se dará en función de la pendiente del terreno, velocidad del flujo, caudal transportado y tirante hidráulico. También se debe tomar en cuenta la consideración de altura mínima para proteger el sistema de las cargas de tránsito liviano, tránsito pesado, y/o inclemencias del tiempo.

Según estudios realizados sobre cargas efectuadas por distintos tipos de transportes, se determinan profundidades mínimas para la colocación del colector, desde la superficie del terreno hasta la parte superior extrema de la tubería, en cualquier punto de su extensión.



Tabla V. **Profundidades mínimas de tubería**

Profundidades mínimas de la cota inferior para evitar rupturas													
Diámetro	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
Tráfico normal	1,16	1,22	1,28	1,33	1,41	1,5	1,58	1,66	1,84	1,99	2,14	2,25	2,55
Tráfico pesado	1,36	1,42	1,48	1,53	1,51	1,7	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,75

Fuente: AROCHA RAVELO, Simón. *Cloacas y drenajes*. p. 117.

### 2.1.11. Ecuación de Manning para flujos de canales

La ecuación de Manning, desarrollada alrededor de 1889, se ha convertido en la principal ecuación empleada para determinar la capacidad hidráulica requerida para una instalación de alcantarilla por gravedad. Una vez que se conocen los requerimientos de capacidad hidráulica, se determina el área interna del tubo.

Para encontrar valores que determinen la velocidad y caudal que se conducen en un canal, se han propuesto fórmulas experimentales, en las cuales se involucran los factores que más afectan el flujo de las aguas en el conducto. Se encontraron fórmulas, según las cuales existía un coeficiente C, el cual era tomado como una constante, pero se comprobó que es una variable que dependía de la rugosidad del material usado, de la velocidad y del radio medio hidráulico y, por lo tanto, no se definía con exactitud la ley de la fricción de los fluidos. La ecuación de Manning se define así:

$$V = \frac{Rh^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde:

- V = Velocidad
- Rh = Radio hidráulico
- S = Pendiente de la tubería
- n = Coeficiente de rugosidad

Durante el diseño del sistema de alcantarillado sanitario, normalmente se conoce la relación entre el caudal de diseño y el caudal a sección llena (q/Q) y se desea hallar la relación entre el tirante y el diámetro total (d/D) y la velocidad real y la velocidad del caudal a sección llena (v/V).

### 2.1.12. Ejemplo de diseño

Con las características del tramo de PV 49 a PV 47 de la colonia Cerro Corado se diseñará el sistema de alcantarillado con los siguientes datos del proyecto:

Tabla VI. **Parámetros de diseño tramo PV 49 a PV 47, Cerro Corado**

Parámetros de diseño			
CT PV 49	101,27 m	CT PV 47	99.80 m
DH	44,34 m	No. de casas acumuladas	12 casas
Tasa Crecimiento (INE)	2,50%	No. de casas del tramo	7 casas
No. hab por casa	6	Período de diseño	35 años

Continuación de tabla VI.

Coeficiente de rugosidad PVC	0.01	Dotación	150 l/hab-día
F.R.	0,75	H <sub>PV 49</sub>	1,63 m

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de población

Se calculó la población actual a partir del número de casas acumuladas y el número de habitantes por casa:

$$P_o = (12 + 7) * 6 = 114 \text{ hab}$$

Se calcula la población con la ecuación del método geométrico:

$$P_f = P_o * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n = 114 * \left(1 + \frac{2,5}{100}\right)^n = 271 \text{ hab}$$

- Cálculo pendiente de terreno

$$S_{\text{terreno}} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100 = \frac{101,27 - 99,80}{44,34} * 100 = 3,32\%$$

- Cálculo de caudal domiciliar

Se calculó el caudal domiciliar actual y futuro de la siguiente manera:

- Análisis de situación actual

$$Q_{dom-A} = \frac{Dot.* F.R.* Hab}{86\ 400} = \frac{150 * 0,75 * 114}{86\ 400} = 0,15\ l/s$$

- Análisis de situación futura

$$Q_{dom-F} = \frac{Dot.* F.R.* Hab}{86\ 400} = \frac{150 * 0,75 * 271}{86400} = 0,35\ l/s$$

- Cálculo de caudal de conexiones ilícitas

Se calculó el aporte al caudal sanitario de las conexiones ilícitas tomando el 5% del caudal domiciliar:

- Análisis de situación actual

$$Q_{ilícito-A} = 5\% * Q_{dom-A} = 0,05 * 0,15 = 0,0075\ l/s$$

- Análisis de situación futura

$$Q_{ilícito-F} = 5\% * Q_{dom-A} = 0,05 * 0,35 = 0,017\ l/s$$

- Cálculo del factor de caudal medio (fqm)

Para obtener el valor del fqm con la suma del caudal domiciliar y de conexiones ilícitas entre la población:

- Análisis de situación actual

$$fqm_{actual} = \frac{Q_{sanitario}}{Población Actual} = \frac{0,15 + 0,0075}{144} = 0,0011$$

- Análisis de situación futura

$$fqm_{futura} = \frac{Q_{sanitario}}{Población Futura} = \frac{0,35 + 0,017}{271} = 0,0014$$

Se observó que el valor del fqm para ambas situaciones es menor del parámetro mínimo de 0,002. Sin embargo, se consideró también el parámetro de diseño del fqm sugerido por el Reglamento para el diseño y construcción de drenajes de EMPAGUA, se tomó entonces el valor del fqm de 0,003.

- Cálculo del factor de Harmond

Este factor debe analizarse para la situación actual y futura para garantizar el funcionamiento adecuado del sistema de alcantarillado sanitario en horas pico.

- Análisis de situación actual

$$FH_{actual} = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}} = \frac{18 + \sqrt{114/1\ 000}}{4 + \sqrt{144/1\ 000}} = 4,23$$

- Análisis de situación futura

$$FH_{futura} = \frac{18 + \sqrt{P/1\ 000}}{4 + \sqrt{P/1\ 000}} = \frac{18 + \sqrt{271/1\ 000}}{4 + \sqrt{271/1\ 000}} = 4,10$$

- Cálculo del caudal de diseño

Una vez calculados el factor de caudal medio, el factor de Harmond y la población, se calculó el caudal de diseño de la siguiente forma:

- Análisis de situación actual

$$Q_{Dis-A} = fqm * F.H.* hab = 0,003 * 4,23 * 144 = 1,45 \text{ l/s}$$

- Análisis de situación futura

$$Q_{Dis-F} = fqm * F.H.* hab = 0,003 * 4,10 * 271 = 3,33 \text{ l/s}$$

- Cálculo de la pendiente

Es necesario calcular la pendiente del terreno y verificar si con ella se cumple los parámetros que se tomaron para diseñar el sistema de drenaje sanitario:

$$S_{terreno} = \frac{CT_i - CT_f}{DH} * 100 = \frac{101,27 - 99,80}{44,34} * 100 = 3,31\%$$

Se propuso una pendiente de tubería de 3,0% con un diámetro de 15 cm (6") debido a que en el proceso constructivo, si se trabaja con pendientes con cifras decimales, pueden producir confusiones e inexactitudes.

- Cálculo de velocidad a sección llena

Se utilizó la ecuación de Manning, el radio hidráulico para una tubería de sección llena está expresado por  $\phi/4$ :

$$V = \frac{Rh^{2/3} * S^{1/2}}{n} = \frac{(6/4 * 0,0254)^{2/3} * (3/100)^{1/2}}{0,010} = 1,96 \text{ m/s}$$

- Cálculo del caudal a sección llena

Utilizando la ecuación de continuidad se determina el caudal a sección llena:

$$Q_{lleno} = A * V = \frac{\pi * (6 * 0,0254)^2}{4} * 1,96 = 0,03677 \frac{m^3}{s} = 35,77 \frac{l}{s}$$

- Cálculo de relaciones hidráulicas

- Relación de caudales

- Análisis de situación actual

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_{lleno}} = \frac{1,45 \frac{l}{s}}{35,77 \frac{l}{s}} = 0,0404$$

- Análisis de situación futura

$$\frac{Q_{diseño}}{Q_{lleno}} = \frac{3,33 \frac{l}{s}}{35,77 \frac{l}{s}} = 0,093$$

Luego de hacer el cálculo de la relación (q/Q) actual y futura, debe de buscarse en las Tablas de relaciones hidráulicas del anexo 1. Los valores correspondientes de (v/V) y (d/D) se presentan en la siguiente tabla:

Tabla VII. **Valores encontrados de relaciones hidráulicas**

Relaciones hidráulicas			
Actual		Futuro	
q/Q	0.0404	q/Q	0,093
v/V	0.4887	v/V	0,6242
d/D	0.1370	d/D	0,2050

Fuente: tabla de relaciones hidráulicas, anexo 1.

Teniendo en cuenta que el valor de la velocidad a sección llena (V) es un valor ya conocido, se procedió a calcular el valor de la velocidad en la tubería de la siguiente manera:

- Relaciones hidráulicas actuales
  - Velocidad de flujo

$$\frac{v}{V} = 0,4887$$

$$v = 0,4887 * V = 0,4887 * 1,96 \text{ m/s} = 0,96 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,137$$



- Relaciones hidráulicas futuras

- Velocidad de flujo

$$\frac{v}{V} = 0,6242$$

$$v = 0,6242 * V = 0,6242 * 1,96 \text{ m/s} = 1,22 \text{ m/s}$$

- Tirante

$$\frac{d}{D} = 0,2050$$

Se realizó una revisión con de los valores calculados con los parámetros de diseño en la siguiente tabla:

Tabla VIII. **Revisión de los parámetros hidráulicos**

Revisión parámetros hidráulicos				
Período	Cálculo	Parámetros de diseño	Valor	Revisión
Actual	Velocidad	$0,60 < v < 5$	0,96 m/s	Sí cumple
	Tirante	$0,10 < d < 0,75$	0,137	Sí cumple
Futuro	Velocidad	$0,60 < v < 5$	1,22 m/s	Sí cumple
	Tirante	$0,10 < d < 0,75$	0,205	Sí cumple

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de cotas invert de salida de PV 49

Debido a que el tramo que se diseña es un tramo intermedio, la cota Invert de entrada al PV 49 es de 99,67 m., Partiendo de esto, se calculó la cota Invert de salida de la siguiente manera:

$$CI_{salida\ PV\ 49} = CI_{entrada\ PV\ 49} - 0,03 = 99,67 - 0,03 = 99,64\ m$$

$$H_{PV\ 49} = CT_{PV\ 49} - CI_{salida\ PV\ 49} = 101,27 - 99,64 = 1,63\ m$$

$$CI_{entrada\ PV\ 47} = CI_{salida\ PV\ 49} - DH * S_{Tubería}$$

$$CI_{entrada\ PV\ 47} = 99,64 - \left(44,34 * \frac{3}{100}\right) = 98,31\ m$$

### 2.1.13. Propuesta de tratamiento de aguas servidas

Como parte de este trabajo de graduación, se realiza una propuesta para el tratamiento de las aguas residuales. Esta propuesta debe ser evaluada por un ingeniero sanitaria que realice el diseño final del tratamiento de las aguas. Se detalla, a continuación, elementos hidráulicos propuestos para las plantas de tratamiento de aguas residuales, de los proyectos de alcantarillado sanitario.

- Vertedero de demasías: es un elemento hidráulico cuya función es propiciar el paso libre o controlado del caudal del sistema de aguas residuales, el cual, por medio de un sistema de desniveles solo permite el paso de un caudal determinado y evacuar, en caso de que acurra, un exceso de caudal y proteger los procesos hidráulicos de la planta.

- Canal de rejas: es un elemento del tratamiento primario, cuya función es retener todos los sólidos de gran tamaño que ingresen al sistema de la planta de tratamiento, el cual está conformado por un marco de perfiles de acero espaciados.
- Desarenador: es un elemento hidráulico que distribuye uniformemente las líneas de flujo dentro de la unidad. A su vez establece uniformidad en la velocidad y se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.
- Trampa de grasas: son tanques de flotación natural donde los aceites y las grasas, con una densidad inferior a la del agua, se mantienen en la superficie del tanque para ser fácilmente retenidos y retirados.
- Tanque Imhoff: en esta unidad se realiza la decantación de partículas en suspensión, así como la estabilización de sólidos decantados, mediante proceso anaeróbico.
- Filtro percolador: estas unidades se utilizan para decantar las partículas no sedimentables, generalmente, se constituye por un lecho rocoso de piedra volcánica de diámetro igual a 4". El agua residual se distribuye uniformemente en la superficie del lecho rocoso por medio de una serie de tuberías con canal perforado, ubicadas transversalmente en la parte superior de la unidad.
- Sedimentador secundario: por medio de estas unidades se provoca la sedimentación de partículas decantables generadas en el filtro percolador.

- Canal de mezcla: elemento hidráulico que forma parte del tratamiento terciario. Consiste en un proceso de desinfección en el cual se mezcla el cloro dosificado que viene del hipoclorador con el caudal proveniente del sedimentador secundario y posteriormente se traslada al tanque de contacto.
- Hipoclorador: elemento del proceso de tratamiento terciario, el cual genera una dosificación de cloro que destila hacia el canal de dosificación.
- Tanque de contacto: es un elemento hidráulico, el cual retiene el caudal durante un período de tiempo determinado para generar la eliminación de parásitos por medio del contacto con el cloro.
- Patio de secado de lodos: área para exposición y secado de lodos generados en todos los procesos. Está constituido por un lecho filtrante que está formado ladrillo tayuyo, una capa de arena, una capa de grava de 1", una capa de grava de ½", una capa de piedra bola y tubería perforada para evacuar los líquidos.

#### **2.1.14. Planos y detalles**

Los planos constructivos para el sistema de alcantarillado sanitario se presentan en el apéndice. Están conformados por planta general del proyecto, plano de diseño hidráulico, plano de curvas de nivel, plantas y perfiles y detalles.

## 2.1.15. Presupuesto

El presupuesto fue elaborado bajo las siguientes consideraciones. Contempla renglones de trabajo, precios unitarios y costo por renglón. Se aplicó un 35% para costos indirectos que incluye administración, utilidades y dirección técnica. Para las prestaciones de este proyecto, se aplicó el 66%, factor que se utilizó para el cálculo de las prestaciones de la mano de obra.

Tabla IX. Presupuesto colonia Cerro Corado

PRESUPUESTO					
<b>NOTA:</b>		 			
ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA CERRO CORADO					
Municipio: AMATITLÁN					
Departamento: GUATEMALA					
Agosto de 2017					
DESCRIPCION		CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO RENGLON
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA Y CHAPEO	1 009,50	m <sup>2</sup>	Q6,66	Q6 723,28
1.2	TRAZO Y PUENTE	1 009,50	ml	Q6,73	Q6 793,94
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	EXCAVACIÓN	2 143,64	m <sup>3</sup>	Q202,45	Q433 979,92
2.2	RELLENO COMPACTADO	2 103,12	m <sup>3</sup>	Q49,55	Q104 209,60
2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	244,01	m <sup>3</sup>	Q94,01	Q22 939,38
<b>3</b>	<b>INSTALACION DE TUBERÍA</b>				
3.1	TUBERÍA DE 6"	2 223,87	ml	Q154,36	Q343 276,57
3.1.1	TUBERÍA DE 8"	98,72	ml	Q238,36	Q23 530,90
<b>4</b>	<b>OBRAS ACCESORIAS</b>				
<b>4.1</b>	<b>POZOS</b>				
<b>4.1.1</b>	<b>ALTURA 0-2 m</b>				
4.1.1.1	EXCAVACION DE POZOS	58,83	m <sup>3</sup>	Q253,08	Q14 888,70
4.1.1.2	RELLENO COMPACTADO	9,99	m <sup>3</sup>	Q49,49	Q494,41
4.1.1.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	48,84	m <sup>3</sup>	Q77,96	Q3 807,57
4.1.1.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	37,00	unidad	Q7 757,69	Q287 034,53

Continuación de tabla IX.

<b>4.1.1</b>	<b>ALTURA 0-2 m</b>				
4.1.1.1	EXCAVACION DE POZOS	58,83	m <sup>3</sup>	Q253,08	Q14 888,70
4.1.1.2	RELLENO COMPACTADO	9,99	m <sup>3</sup>	Q49,49	Q494,41
4.1.1.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	48,84	m <sup>3</sup>	Q77,96	Q3 807,57
4.1.1.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	37,00	unidad	Q7 757,69	Q287 034,53
<b>4.1.2</b>	<b>ALTURA 2-4m</b>				
4.1.2.1	EXCAVACION DE POZOS	40,17	m <sup>3</sup>	Q253,06	Q10 165,42
4.1.2.2	RELLENO COMPACTADO	3,51	m <sup>3</sup>	Q49,49	Q173,71
4.1.2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	36,66	m <sup>3</sup>	Q77,96	Q2 858,01
4.1.2.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	13,00	unidad	Q12 396,99	Q161 160,87
<b>4.1.3</b>	<b>ALTURA 4-6 m</b>				
4.1.3.1	EXCAVACION DE POZOS	5,89	m <sup>3</sup>	Q253,08	Q1 490,64
4.1.3.2	RELLENO COMPACTADO	0,27	m <sup>3</sup>	Q49,47	Q13,36
4.1.3.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	5,62	m <sup>3</sup>	Q77,96	Q438,14
4.1.3.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	1,00	unidad	Q21 267,92	Q21,267,92
<b>4.2</b>	<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>				
4.2.1	TRAZO	952,00	ml	Q8,61	Q8,196,72
4.2.2	EXCAVACIÓN	602,14	m <sup>3</sup>	Q253,08	Q152 389,59
4.2.3	RELLENO COMPACTADO	594,52	m <sup>3</sup>	Q40,54	Q24 101,84
4.2.4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	9,90	m <sup>3</sup>	Q78,36	Q775,76
4.2.5	CANDELA MUNICIPAL	272,00	unidad	Q393,09	Q106,920,60
4.2.6	TUBERIA DE 4" SILLETA 6"	261,00	unidad	Q821,77	Q214 482,31
4.2.7	TUBERIA DE 4" SILLETA 8"	11,00	unidad	Q1 366,63	Q15 032,89
<b>4.3</b>	<b>BAJADAS DE TUBERÍA</b>				
4.3.1	BAJADA DE TUBERIA 6"	3,00	unidad	Q1 093,67	Q3 281,01
4.3.2	BAJADA DE TUBERIA 8"	1,00	unidad	Q3 123,06	Q3 123,06
<b>TOTAL</b>					<b>Q1 973 550,65</b>

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. Presupuesto colonia Edén Internacional

PRESUPUESTO					
<b>NOTA:</b>		 			
ALCANTARILLADO SANITARIO EDÉN INTERNACIONAL					
Municipio: AMATITLÁN					
Departamento: GUATEMALA					
Agosto de 2017					
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO RENGLON	
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIEZA Y CHAPEO	588,30	m <sup>2</sup>	Q6,66	Q3 918,07
1.2	TRAZO Y PUENTE	1 294,81	ml	Q6,67	Q8 636,38
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
2.1	EXCAVACIÓN	813,24	m <sup>3</sup>	Q89,31	Q72 630,47
2.2	RELLENO COMPACTADO	1 462,30	m <sup>3</sup>	Q25,64	Q37 493,37
2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE	244,01	m <sup>3</sup>	Q94,01	Q22 939,38
<b>3</b>	<b>INSTALACION DE TUBERÍA</b>				
3.1	TUBERÍA DE 6"	1 192,33	ml	Q154,37	Q184 059,98
3.1.1	TUBERÍA DE 8"	35,15	ml	Q261,72	Q9 199,46
<b>4</b>	<b>OBRAS ACCESORIAS</b>				
<b>4.1</b>	<b>POZOS</b>				
<b>4.1.1</b>	<b>ALTURA 0-2 m</b>				
4.1.1.1	EXCAVACION DE POZOS	82,11	m <sup>3</sup>	Q89,34	Q7 335,71
4.1.1.2	RELLENO COMPACTADO	13,77	m <sup>3</sup>	Q49,49	Q681,48
4.1.1.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE	68,34	m <sup>3</sup>	Q77,96	Q5 327,79
4.1.1.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	51,00	unidad	Q7 820,87	Q398 864,37
<b>4.1.2</b>	<b>ALTURA 2-4m</b>				
4.1.2.1	EXCAVACION DE POZOS	14,15	m <sup>3</sup>	Q89,34	Q1 264,16
4.1.2.2	RELLENO COMPACTADO	1,35	m <sup>3</sup>	Q49,48	Q66,80
4.1.2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE	12,80	m <sup>3</sup>	Q77,96	Q997,89
4.1.2.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	5,00	unidad	Q11 515,75	Q57 578,75
<b>4.2</b>	<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>				
4.2.1	TRAZO	626,50	ml	Q8,67	Q5 431,76
4.2.2	EXCAVACIÓN	396,26	m <sup>3</sup>	Q253,08	Q100 285,48
4.2.3	RELLENO COMPACTADO	391,25	m <sup>3</sup>	Q40,62	Q15 892,58
4.2.4	RETIRO DE MATERIAL SOBRENTE	6,52	m <sup>3</sup>	Q78,36	Q510,91
4.2.5	CANDELA MUNICIPAL	179,00	unidad	Q393,88	Q70 504,52
4.2.6	TUBERIA DE 4" SILLETA 6"	623,00	unidad	Q820,63	Q511 252,49
4.2.7	TUBERIA DE 4" SILLETA 8"	3,50	unidad	Q1 431,59	Q5 010,57

Continuación de tabla X.

<b>4.3</b>	<b>BAJADAS DE TUBERÍA</b>				
4.3.1	BAJADA DE TUBERIA 6"	2,00	unidad	Q319,15	Q638,30
<b>5</b>	<b>REPARACION</b>				
<b>5.1</b>	<b>ASFALTO</b>				
5.1.1	LEVANTAR ASFALTO	73,78	m <sup>2</sup>	Q44,78	Q3 303,87
5.1.2	REPOSICIÓN	73,78	m <sup>2</sup>	Q190,27	Q14 038,12
<b>5.2</b>	<b>ADOQUIN</b>				
5.2.1	LEVANTAR ADOQUÍN	314,94	m <sup>2</sup>	Q17,54	Q5 524,05
5.2.2	REPOSICIÓN	314,94	m <sup>2</sup>	Q306,93	Q96 664,53
<b>TOTAL</b>					<b>Q1 640 051,24</b>

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.16. Evaluación de impacto ambiental**

La evaluación de impacto ambiental puede definirse como la identificación y valoración de los impactos (efectos) potenciales de proyectos, planes, programas o acciones normativas relativos a los componentes físico-químicos, bióticos, culturales y socioeconómicos del entorno. El propósito principal del proceso de EIA es animar a que se considere el medio ambiente en la planificación y en la toma de decisiones para, en definitiva, acabar definiendo actuaciones que sean más compatibles con el medio ambiente.

De los proyectos o actividades que ingresan al sistema de Evaluación de Impacto Ambiental, requerirán la elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental, si generaran o presentaran a lo menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

- Riesgo para la salud de la población, debido a la cantidad y calidad de los efluentes, emisiones o residuos.



- Efectos adversos significativos sobre la cantidad y calidad de los recursos naturales renovables, incluidos el suelo, agua y aire.
- Reasentamiento de comunidades humanas, o alteraciones significativas de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos.
- Localización próxima a población, recursos y áreas protegidas susceptibles de ser afectados, así como el valor ambiental del territorio en que se pretende emplazar.
- Alteración significativa, en términos de magnitud o duración, del valor paisajístico o turístico de una zona.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.
- Alteración de monumentos, sitios con valor antropológicos, arqueológicos, histórico y, en general, los pertenecientes al patrimonio cultural.

A continuación se presentan las variables que influyen de manera adversa en los proyectos de alcantarillado sanitario, además, se presenta las medidas de mitigación aplicables, para lograr un impacto ambiental negativo mínimo.

#### **2.1.16.1. Medio ambiente**

Tierras: el suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanja. La erosión y sedimentación serán afectadas negativamente durante la fase de construcción por las zanjas para instalación de tuberías.

Medidas de mitigación: el suelo extraído debido la excavación por zanjeo, se incorporará de nuevo a las mismas y el sobrante se esparcirá al terreno.

#### **2.1.16.2. Aguas**

Aguas subterráneas: estas se verán afectadas debido la colocación de tubería y construcción de pozos de visita.

Medidas de mitigación: la colocación de tubería se realizará siguiendo las instrucciones de encargado de la obra, ya que de no efectuarse con las normas de calidad exigidas, existe la posibilidad de ruptura de la tubería y filtración en los puntos de unión de la misma, ocasionando de esta manera, contaminación del manto freático.

#### **2.1.16.3. Ecosistema**

Vegetación natural y cultivos: la vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que la cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, será desaparecerá en la fase de excavación.

Medidas de mitigación: se propone la forestación y jardinería de áreas circunvecinas con especies propias de la región.

### **2.1.17. Evaluación del riesgo**

La construcción de los diseños de los sistemas de alcantarillado sanitario no debe preverse sin considerar los factores de riesgo. Estos deben evaluarse para realizar una propuesta que indique cómo deben mitigarse si llegasen a presentarse. Se explican, a continuación, los riesgos a los que puede estar expuesto una red de alcantarillado sanitario.

Se exponen primero las características de los proyectos de alcantarillado sanitario durante su construcción y cuando están ya concluidos para comprender los riesgos a los que pueden estar sometidos. Durante la fase de construcción se realizan excavaciones y movimiento de tierras. Una vez el proyecto se ha concluido y está funcionando, los alcantarillados sanitarios abarcan una gran extensión territorial, su servicio cubre a mucha población y están enterrados. Debido a esto interactúan íntimamente con el suelo.

Los riesgos que se corren con la excavación y movimiento de tierras, durante la construcción de los drenajes sanitarios son los siguientes: el primero es que, en las zanjas, puede producirse un derrumbe que ponga en riesgo la vida de los albañiles. Este riesgo puede reducirse con el entibiado de las zanjas con pilotes y vigas que estabilicen el suelo. El segundo es que transeúntes y peatones puedan caer en una zanja, esto puede reducirse con un correcto señalamiento de seguridad en el proyecto. El tercero es el estancamiento del agua de lluvia en las zanjas que puede producir una alteración en las propiedades del suelo y dificulte la instalación de la tubería y construcción de los pozos de visita. Este riesgo puede reducirse haciendo una programación de ejecución del proyecto durante la temporada seca.

Los riesgos que pueden producirse con el proyecto en funcionamiento son los siguientes, el primer riesgo es el de un sismo, debido a que las fuerzas de inercia mueven y producen deformaciones en el suelo. Los componentes más rígidos del sistema de alcantarillado sanitario pueden afectarse. Este riesgo puede reducirse utilizando una tubería de PVC que presenta propiedades más flexibles a la de una tubería de concreto. En los proyectos desarrollados en este informe se utilizó tubería PVC que cumple la norma ASTM F949. El segundo riesgo son las tormentas fuertes que provoquen inundaciones. Estas pueden obstruir el sistema de alcantarillado con los sedimentos que transporta la inundación, así mismo, puede sobrepasarse la capacidad del alcantarillado sanitario debido a las conexiones ilícitas al sistema. Este riesgo se puede reducir construyendo un sistema de alcantarillado pluvial eficiente y controlando las conexiones ilícitas que se adhieran al sistema de alcantarillado sanitario.



## CONCLUSIONES

1. La propuesta de diseño del sistema de alcantarillado sanitario en la colonia Cerro Corado, barrio La Cruz y la propuesta de diseño en la colonia Edén Internacional, aldea El Cerrito, Amatitlán son de suma importancia para la salud física de los habitantes de las comunidades, ya que contribuirán a la eliminación y correcta disposición de las aguas servidas provenientes del uso doméstico, por lo que se controlará en gran medida la proliferación de vectores y se reducirán las enfermedades gastrointestinales de la población.
2. El sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Cerro Corado es un proyecto que beneficiará a 1 590 personas, con un costo de Q 1 973 550,65. Con este proyecto la población estaría solucionando uno de sus mayores problemas de contaminación. El costo unitario es de Q 892,21/m. Se concluye que los renglones de trabajo que encarecen este proyecto son el costo de movimiento de tierras, excavación, relleno y retiro del material sobrante.
3. El sistema de alcantarillado sanitario de la colonia Edén Internacional, es un proyecto que beneficiará a 1 211 personas, con un costo de Q 1 640 051,24. Con este proyecto la población estaría solucionando uno de sus mayores problemas de contaminación. El costo unitario es de Q 1 266,45/m. Se concluye que los renglones de trabajo que encarecen este proyecto corresponden al de remoción y reposición de la carpeta de rodadura.
4. Los posibles riesgos ambientales que podría provocar la ejecución de los proyectos se consideran impactos ambientales de poca magnitud.

5. Para el diseño sanitario no se tomaron en cuenta algunas casas, debido a las complicadas condiciones topográficas en las que se encuentran.

## RECOMENDACIONES

1. Contratar a un profesional de la Ingeniería Civil para que, a través de él, se garantice la supervisión técnica y el control de calidad de los materiales, durante la ejecución de los proyectos.
2. Actualizar los presupuestos de los proyectos antes de su cotización o contratación, ya que, tanto materiales como salarios, están sujetos a cambios ocasionados por variaciones en la economía.
3. La mano de obra debe ser local (calificada y no calificada) de ser posible, para involucrar a las personas beneficiadas durante la ejecución de los proyectos.
4. Al finalizar la construcción de los proyectos, tanto los beneficiarios como la Municipalidad, deben darle mantenimiento, garantizando obras que cumplan su período de diseño, para lograr permanecer en buen estado.
5. Para las casas que no fueron tomadas en cuenta por la complicada topografía se construyan pozos de absorción, para dar una solución al problema del manejo de las aguas residuales.





## BIBLIOGRAFÍA

1. AROCHA RAVELO, Simón. *Cloacas y drenajes*. 1ra ed. Venezuela: Ediciones Vega, 1983. 260 p.
2. Comisión Nacional Del Agua. *Manual de agua potable y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. 1ra ed. México. 2009. 132 p.
3. CORCHO ROMERO, Freddy. *Acueductos teoría y diseño*. 1ra ed. Colombia: Sello Editorial, 1993. 610 p.
4. FAJARDO GIL, Oscar. *Tierra de Amatlés monografía del municipio de Amatitlán*. 1ra ed. Guatemala: Impresiones EG, 2010. 325 p.
5. JIMÉNEZ TERÁN, José Manuel. *Manual para el diseño de sistemas de agua potable y alcantarillado sanitario*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad Veracruzana. 2010. 209 p.
6. MORÁN VILLELA, Diego Josué. *Diseño de planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Ambiental. Facultad de ciencia ambientales y agrícolas, Universidad Rafael Landívar. 2014. 103 p.
7. NOGALES SORIA, Santos Fernando. *Material de apoyo didáctico de "Diseño y métodos constructivos de sistemas de alcantarillado y evacuación de aguas residuales" para la materia de ingeniería*

*sanitaria II*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ciencia y Tecnología, Universidad Mayor de San Simón, Bolivia 2009. 348 p.

8. Organización Panamericana De La Salud. *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. 1ra ed. Perú. 2005. 73 p.
9. VIERENDEL. *Abastecimiento de agua y alcantarillado*. 4ta ed. Perú: Editorial Universitaria, 2009. 153 p.
10. SANTOS BORRAYO, María del Carmen. *Elaboración de documento informativo sobre la monografía del municipio de Amatitlán, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Lic. En pedagogía y administración educativa. Facultad de Humanidades, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 51 p.
11. ZAPERA REYNOSO, Edgar. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario, para la aldea El Chipotón y sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea San José Yalú, municipio de Sumpango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 164 p.


## **APÉNDICES**

### **Apéndice 1. Cronograma de ejecución proyecto Cerro Corado**

Fuente: elaboración propia.



**CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN - PROYECTO CERRO CORADO**

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN							
<b>Nota:</b>							
Proyecto:	ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA CERRO CORADO						
Municipio:	AMATITLÁN						
Departamento:	GUATEMALA						
Fecha:	AGOSTO 2017						
No.	ACTIVIDAD	TIEMPO EN MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1	LIMPIEZA Y CHAPEO	Q6,723.28					Q6,723.28
1.2	TRAZO Y PUENTE	Q5,435.15	Q1,358.79				Q6,793.94
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
2.1	EXCAVACIÓN	Q86,795.98	Q130,193.98	Q86,795.98	Q86,795.98	Q43,397.99	Q433,979.92
2.2	RELLENO COMPACTADO	Q20,841.92	Q20,841.92	Q20,841.92	Q20,841.92	Q20,841.92	Q104,209.60
2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	Q4,587.88	Q4,587.88	Q4,587.88	Q4,587.88	Q4,587.88	Q22,939.38
<b>3</b>	<b>INSTALACION DE TUBERÍA</b>						
3.1	TUBERÍA DE 6"	Q68,655.31	Q68,655.31	Q68,655.31	Q68,655.31	Q68,655.31	Q343,276.57
3.1.1	TUBERÍA DE 8"				Q11,765.45	Q11,765.45	Q23,530.90
<b>4</b>	<b>OBRAS ACCESORIAS</b>						
<b>4.1</b>	<b>POZOS</b>						
<b>4.1.1</b>	<b>ALTURA 0-2 m</b>						
4.1.1.1	EXCAVACION DE POZOS	Q4,466.61	Q2,977.74	Q2,977.74	Q2,977.74	Q1,488.87	Q14,888.70
4.1.1.2	RELLENO COMPACTADO	Q98.88	Q98.88	Q98.88	Q98.88	Q98.88	Q494.41
4.1.1.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	Q761.51	Q761.51	Q761.51	Q761.51	Q761.51	Q3,807.57
4.1.1.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	Q57,406.91	Q57,406.91	Q57,406.91	Q57,406.91	Q57,406.91	Q287,034.53
<b>4.1.2</b>	<b>ALTURA 2-4 m</b>						
4.1.2.1	EXCAVACION DE POZOS		Q2,541.36	Q2,541.36	Q2,541.36	Q2,541.36	Q10,165.42
4.1.2.2	RELLENO COMPACTADO		Q43.43	Q43.43	Q43.43	Q43.43	Q173.71
4.1.2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE		Q714.50	Q714.50	Q714.50	Q714.50	Q2,858.01
4.1.2.4	LEVANTAMIENTO DE POZO		Q40,290.22	Q40,290.22	Q40,290.22	Q40,290.22	Q161,160.87
<b>4.1.3</b>	<b>ALTURA 4-6 m</b>						
4.1.3.1	EXCAVACION DE POZOS				Q1,490.64		Q1,490.64
4.1.3.2	RELLENO COMPACTADO				Q13.36		Q13.36
4.1.3.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE				Q438.14		Q438.14
4.1.3.4	LEVANTAMIENTO DE POZO				Q21,267.92		Q21,267.92
<b>4.2</b>	<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>						
4.2.1	TRAZO	Q1,639.34	Q1,639.34	Q1,639.34	Q1,639.34	Q1,639.34	Q8,196.72
4.2.2	EXCAVACIÓN	Q30,477.92	Q30,477.92	Q30,477.92	Q30,477.92	Q30,477.92	Q152,389.59
4.2.3	RELLENO COMPACTADO	Q4,820.37	Q4,820.37	Q4,820.37	Q4,820.37	Q4,820.37	Q24,101.84
4.2.4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	Q155.15	Q155.15	Q155.15	Q155.15	Q155.15	Q775.76
4.2.5	CANDELA MUNICIPAL	Q21,384.12	Q21,384.12	Q21,384.12	Q21,384.12	Q21,384.12	Q106,920.60
4.2.6	TUBERIA DE 4" SILLETA 6"	Q42,896.46	Q42,896.46	Q42,896.46	Q42,896.46	Q42,896.46	Q214,482.31
4.2.7	TUBERIA DE 4" SILLETA 8"		Q11,274.67		Q3,758.22		Q15,032.89
<b>4.3</b>	<b>BAJADAS DE TUBERÍA</b>						
4.3.1	BAJADA DE TUBERIA 6"	Q656.20	Q656.20	Q656.20	Q656.20	Q656.20	Q3,281.01
4.3.2	BAJADA DE TUBERIA 8"	Q624.61	Q624.61	Q624.61	Q624.61	Q624.61	Q3,123.06
	<b>INVERSION MENSUAL</b>	<b>Q358,427.62</b>	<b>Q444,401.26</b>	<b>Q388,369.82</b>	<b>Q427,103.55</b>	<b>Q355,248.40</b>	<b>Q1,973,550.65</b>
	<b>PORCENTAJE</b>	<b>18.16%</b>	<b>22.52%</b>	<b>19.68%</b>	<b>21.64%</b>	<b>18.00%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: elaboración propia

## Apéndice 2. **Cronograma de ejecución proyecto Edén Internacional**

Fuente: elaboración propia.





**CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN - PROYECTO EDÉN INTERNACIONAL**

Cronograma de Ejecución							
<i>Nota:</i>							
Proyecto:	ALCANTARILLADO SANITARIO COLONIA EDÉN INTERNACIONAL						
Municipio:	AMATITLÁN						
Departamento:	GUATEMALA						
Fecha:	AGOSTO 2017						
No.	ACTIVIDAD	TIEMPO EN MESES					TOTAL
		1	2	3	4	5	
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>						
1.1	LIMPIEZA Y CHAPEO	Q3,918.07					Q3,918.07
1.2	TRAZO Y PUENTE	Q6,909.10	Q1,727.28				Q8,636.38
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>						
2.1	EXCAVACIÓN	Q14,526.09	Q21,789.14	Q14,526.09	Q14,526.09	Q7,263.05	Q72,630.47
2.2	RELLENO COMPACTADO	Q7,498.67	Q7,498.67	Q7,498.67	Q7,498.67	Q7,498.67	Q37,493.37
2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	Q4,587.88	Q4,587.88	Q4,587.88	Q4,587.88	Q4,587.88	Q22,939.38
<b>3</b>	<b>INSTALACION DE TUBERÍA</b>						
3.1	TUBERÍA DE 6"	Q36,812.00	Q36,812.00	Q36,812.00	Q36,812.00	Q36,812.00	Q184,059.98
3.1.1	TUBERÍA DE 8"					Q9,199.46	Q9,199.46
<b>4</b>	<b>OBRAS ACCESORIAS</b>						
<b>4.1</b>	<b>POZOS</b>						
<b>4.1.1</b>	<b>ALTURA 0-2 m</b>						
4.1.1.1	EXCAVACION DE POZOS	Q2,200.71	Q1,467.14	Q1,467.14	Q1,467.14	Q733.57	Q7,335.71
4.1.1.2	RELLENO COMPACTADO	Q136.30	Q136.30	Q136.30	Q136.30	Q136.30	Q681.48
4.1.1.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	Q1,065.56	Q1,065.56	Q1,065.56	Q1,065.56	Q1,065.56	Q5,327.79
4.1.1.4	LEVANTAMIENTO DE POZO	Q79,772.87	Q79,772.87	Q79,772.87	Q79,772.87	Q79,772.87	Q398,864.37
<b>4.1.2</b>	<b>ALTURA 2-4 m</b>						
4.1.2.1	EXCAVACION DE POZOS		Q316.04	Q316.04	Q316.04	Q316.04	Q1,264.16
4.1.2.2	RELLENO COMPACTADO		Q16.70	Q16.70	Q16.70	Q16.70	Q66.80
4.1.2.3	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE		Q249.47	Q249.47	Q249.47	Q249.47	Q997.89
4.1.2.4	LEVANTAMIENTO DE POZO		Q14,394.69	Q14,394.69	Q14,394.69	Q14,394.69	Q57,578.75
<b>4.2</b>	<b>CONEXIÓN DOMICILIAR</b>						
4.2.1	TRAZO	Q1,086.35	Q1,086.35	Q1,086.35	Q1,086.35	Q1,086.35	Q5,431.76
4.2.2	EXCAVACIÓN	Q20,057.10	Q20,057.10	Q20,057.10	Q20,057.10	Q20,057.10	Q100,285.48
4.2.3	RELLENO COMPACTADO	Q3,178.52	Q3,178.52	Q3,178.52	Q3,178.52	Q3,178.52	Q15,892.58
4.2.4	RETIRO DE MATERIAL SOBRANTE	Q102.18	Q102.18	Q102.18	Q102.18	Q102.18	Q510.91
4.2.5	CANDELA MUNICIPAL	Q14,100.90	Q14,100.90	Q14,100.90	Q14,100.90	Q14,100.90	Q70,504.52
4.2.6	TUBERIA DE 4" SILLETA 6"	Q102,250.50	Q102,250.50	Q102,250.50	Q102,250.50	Q102,250.50	Q511,252.49
4.2.7	TUBERIA DE 4" SILLETA 8"		Q3,757.93		Q1,252.64		Q5,010.57
<b>4.3</b>	<b>BAJADAS DE TUBERÍA</b>						
4.3.1	BAJADA DE TUBERIA 6"					Q638.30	Q638.30
<b>5</b>	<b>REPARACION</b>						
<b>5.1</b>	<b>ASFALTO</b>						
5.1.1	LEVANTAR ASFALTO	Q3,303.87					Q3,303.87
5.1.2	REPOSICIÓN	Q14,038.12					Q14,038.12
<b>5.2</b>	<b>ADOQUIN</b>						
5.2.1	LEVANTAR ADOQUÍN	Q2,762.03	Q2,762.03				Q5,524.05
5.2.2	REPOSICIÓN	Q48,332.27	Q48,332.27				Q96,664.53
	<b>INVERSION MENSUAL</b>	<b>Q366,639.08</b>	<b>Q365,461.50</b>	<b>Q301,618.96</b>	<b>Q302,871.60</b>	<b>Q303,460.10</b>	<b>Q1,640,051.24</b>
	<b>PORCENTAJE</b>	<b>22.36%</b>	<b>22.28%</b>	<b>18.39%</b>	<b>18.47%</b>	<b>18.50%</b>	<b>100.00%</b>



Fuente: elaboración propia

### Apéndice 3. **Hojas de cálculo hidráulico**

Fuente: elaboración propia.



**HOJA DE CÁLCULO HIDRÁULICO - PROYECTO CERRO CORADO**

De	A	cota inicial	cota final	longitud (metros) Centro a centro	pendiente terreno	numero de viviendas (actuales)		Número de Habitantes = No. viviendas * 6 hab/vivienda	tasa de crecimiento INE %	Período de diseño años	Población Futura Hab	Factor del Caudal Medio Fqm	Factor de Hardmon		Caudal diseño (q dis)		diámetro pulgadas	s terreno %	s tubo %	area tubería m²	n	V= velocidad m/s	Q sec llena = A*V l/s	relaciones q/Q	relacion v/V	velocidad v(m/s)	verificar v	tirante d/D	verificar d/D	relaciones q/Q	relacion v/V	velocidad v(m/s)	verificar v	tirante d/D	verificar d/D	altura pozo	cota invert salida	Desnivel h=(S*distancia)	Cota invert entrada	altura pozo																		
						tramo	acumulado						Población actual	actual	futuro	actual																									futuro	actual	actual	actual	actual	actual	futuro	futuro	futuro	futuro	futuro	futuro	futuro	futuro	agua arriba (mts)	CIS= Cterreno-hpozo	CIE=CIS-h	agua abajo
4	5	115.76	113.99	43.77	4.04	4	4	24	2.50	35.00	57	0.0030	4.37	4.30	0.3146	0.7352	6	4.04	4.00	0.0182	0.0100	2.2645	41.3099	0.0076	0.2954	0.6688	correcto	0.0620	0.0178	0.38	0.86	Correcto	0.09	revisar diametro	1.20	114.56	1.75	112.81	1.21																			
5	6	133.99	107.45	63.87	41.55	6	10	60	2.50	35.00	142	0.0030	4.30	4.20	0.7736	1.7934	6	41.55	12.00	0.0182	0.0100	3.9223	71.5508	0.0108	0.3282	1.2871	correcto	0.0730	0.0251	0.42	1.66	Correcto	0.11	correcto	1.21	112.78	7.66	105.11	2.37																			
24	23	109.14	107.12	43.68	4.62	5	5	30	2.50	35.00	71	0.0030	4.35	4.28	0.3919	0.9144	6	4.62	5.00	0.0182	0.0100	2.5318	46.1858	0.0085	0.3045	0.7710	correcto	0.0650	0.0198	0.39	1.00	Correcto	0.10	revisar diametro	1.20	107.94	2.18	105.76	1.39																			
23	6	106.96	107.45	90.47	-0.54	14	19	114	2.50	35.00	271	0.0030	4.23	4.10	1.4458	3.3255	6	-0.54	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.0700	0.5755	0.6517	correcto	0.1790	0.1610	0.73	0.83	Correcto	0.27	correcto	1.39	105.73	0.90	104.82	2.66																			
6	7	107.45	107.08	3.93	9.41	1	30	180	2.50	35.00	427	0.0030	4.16	4.01	2.2488	5.1369	6	9.41	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.1089	0.6541	0.7406	correcto	0.2220	0.2487	0.83	0.94	Correcto	0.34	correcto	2.66	104.79	0.04	104.75	2.36																			
4	21	115.76	109.43	55.86	11.33	8	8	48	2.50	35.00	114	0.0030	4.32	4.23	0.6218	1.4448	6	11.33	12.00	0.0182	0.0100	3.9223	71.5508	0.0087	0.3075	1.2062	correcto	0.0660	0.0202	0.40	1.55	Correcto	0.10	revisar diametro	1.20	114.56	6.70	107.86	1.60																			
21	22	109.43	108.58	11.85	7.17	2	10	60	2.50	35.00	142	0.0030	4.30	4.20	0.7736	1.7934	6	7.17	5.00	0.0182	0.0100	2.5318	46.1858	0.0168	0.3752	0.9499	correcto	0.0900	0.0388	0.48	1.22	Correcto	0.13	correcto	1.60	107.83	0.59	107.23	1.38																			
22	7	108.58	107.08	37.84	3.96	3	13	78	2.50	35.00	185	0.0030	4.27	4.16	0.9995	2.3102	6	3.96	4.00	0.0182	0.0100	2.2645	41.3099	0.0242	0.4187	0.9481	correcto	0.1070	0.0559	0.54	1.22	Correcto	0.16	correcto	1.38	107.20	1.51	105.69	1.42																			
7	62	107.08	104.46	49.64	5.28	8	70	420	2.50	35.00	997	0.0030	4.01	3.80	5.0551	11.3656	6	5.28	3.00	0.0182	0.0100	1.9611	35.7754	0.1413	0.7055	1.3835	correcto	0.2530	0.3177	0.89	1.74	Correcto	0.39	correcto	2.36	104.72	1.49	103.23	1.26																			
62	3	104.46	102.53	54.5	3.54	8	78	468	2.50	35.00	1111	0.0030	3.99	3.77	5.6003	12.5621	6	3.54	4.00	0.0182	0.0100	2.2645	41.3099	0.1356	0.6975	1.5796	correcto	0.2480	0.3041	0.88	1.99	Correcto	0.38	correcto	1.26	103.20	2.18	101.02	1.54																			
3	8	102.53	103.46	25.29	-3.68	1	78	468	2.50	35.00	1111	0.0030	3.99	3.77	5.6003	12.5621	6	-3.68	0.50	0.0182	0.0100	0.8006	14.6052	0.3834	0.9333	0.7473	correcto	0.4290	0.8601	1.12	0.90	Correcto	0.71	correcto	1.54	100.99	0.13	100.87	2.62																			
20	8	106.47	103.46	77.39	3.89	12	12	72	2.50	35.00	171	0.0030	4.28	4.17	0.9245	2.1387	6	3.89	5.00	0.0182	0.0100	2.5318	46.1858	0.0200	0.3961	1.0027	correcto	0.0980	0.0463	0.51	1.29	Correcto	0.15	correcto	1.50	104.97	3.87	101.10	2.39																			
13	16	108.57	103.58	35.17	14.19	4	4	24	2.50	35.00	57	0.0030	4.37	4.30	0.3146	0.7352	6	14.19	15.00	0.0182	0.0100	4.3853	79.9962	0.0039	0.2399	1.0518	correcto	0.0450	0.0092	0.3105	1.3617	Correcto	0.0670	revisar diametro	1.20	107.37	5.28	102.09	1.52																			
16	8	103.58	103.46	44.33	0.27	2	6	36	2.50	35.00	85	0.0030	4.34	4.26	0.4689	1.0923	6	0.27	2.00	0.0182	0.0100	1.6013	29.2105	0.0161	0.3699	0.5922	correcto	0.0880	0.0374	0.4775	0.7646	Correcto	0.1320	correcto	1.52	102.06	0.89	101.18	2.31																			
8	9	103.46	103.99	78.06	-0.68	10	106	636	2.50	35.00	1509	0.0030	3.92	3.68	7.4759	16.6525	6	-0.68	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.3619	0.9196	1.0413	correcto	0.4160	0.8062	1.1125	1.2596	Correcto	0.6800	correcto	2.62	100.84	0.78	100.06	3.96																			
19	9	107.98	103.99	83.84	4.76	17	17	102	2.50	35.00	242	0.0030	4.24	4.12	1.2978	2.9895	6	4.76	5.00	0.0182	0.0100	2.5318	46.1858	0.0281	0.4381	1.1092	correcto	0.1150	0.0647	0.5618	1.4224	Correcto	0.1720	correcto	1.50	106.48	4.19	102.29	1.73																			
9	10	103.99	100.29	68.33	5.41	7	130	780	2.50	35.00	1851	0.0030	3.87	3.61	9.0487	20.0567	6	5.41	2.00	0.0182	0.0100	1.6013	29.2105	0.3098	0.8817	1.4118	correcto	0.3820	0.6866	1.0771	1.7248	Correcto	0.6080	correcto	3.96	100.03	1.37	98.66	1.66																			
11	10	107.41	100.29	84.17	8.46	10	10	60	2.50	35.00	142	0.0030	4.30	4.20	0.7736	1.7934	6	8.46	8.00	0.0182	0.0100	3.2025	58.4210	0.0132	0.3480	1.1145	correcto	0.0800	0.0307	0.4500	1.4410	Correcto	0.1200	correcto	2.50	104.91	6.73	98.18	2.14																			
10	12	100.29	97.15	43.86	7.16	6	146	876	2.50	35.00	2079	0.0030	3.84	3.57	10.0819	22.2819	8	7.16	5.00	0.0324	0.0100	3.0671	99.4669	0.1014	0.6420	1.9690	correcto	0.2150	0.2240	0.8052	2.4696	Correcto	0.3210	correcto	1.66	98.13	2.19	95.93	1.25																			
13	57	108.57	104.52	27.23	14.87	4	4	24	2.50	35.00	57	0.0030	4.37	4.30	0.3146	0.7352	6	14.87	16.00	0.0182	0.0100	4.5291	82.6197	0.0038	0.2364	1.0705	correcto	0.0440	0.0089	0.3075	1.3928	Correcto	0.0660	revisar diametro	1.20	107.37	4.36	103.01	1.54																			
57	58	104.52	100.64	26.99	14.38	6	10	60	2.50	35.00	142	0.0030	4.30	4.20	0.7736	1.7934	6	14.38	15.00	0.0182	0.0100	4.3853	79.9962	0.0097	0.3165	1.3878	correcto	0.0690	0.0224	0.4087	1.7924	Correcto	0.1030	correcto	1.54	102.98	4.05	98.93	1.74																			
58	14	100.64	99.41	27.66	4.45	4	14	84	2.50	35.00	199	0.0030	4.26	4.15	1.0744	2.4810	6	4.45	3.00	0.0182	0.0100	1.9611	35.7754	0.0300	0.4453	0.8732	correcto	0.1180	0.0694	0.5736	1.1249	Correcto	0.1780	correcto	1.74	98.90	0.83	98.07	1.37																			
14	12	99.41	97.15	27.86	8.11	3	17	102	2.50	35.00	242	0.0030	4.24	4.12	1.2978	2.9895	6	8.11	9.00	0.0182	0.0100	3.3968	61.9648	0.0209	0.4012	1.3627	correcto	0.1000	0.0482	0.5147	1.7482	Correcto	0.1490	correcto	1.37	98.04	2.51	95.54	1.64																			
12	15	97.15	96.48	34.38	1.95	5	168	1008	2.50	35.00	2392	0.0030	3.80	3.52	11.4844	25.2905	8	1.95	1.00	0.0324	0.0100	1.3716	44.4830	0.2582	0.8379	1.1493	correcto	0.3460	0.5685	1.0320	1.4155	Correcto	0.5400	correcto	1.64	95.51	0.34	95.16	1.35																			
16	17	103.43	102.79	41.11	1.56	4	4	24	2.50	35.00	57	0.0030	4.37	4.30	0.3146	0.7352	6	1.56	2.00	0.0182	0.0100	1.6013	29.2105	0.0108	0.3282	0.5255	correcto	0.0730	0.0252	0.4236	0.6783	Correcto	0.1090	correcto	1.20	102.23	0.82	101.41	1.41																			
17	59	102.79	98.14	24.43	19.03	4	8	48	2.50	35.00	114	0.0030	4.32	4.23	0.6218	1.4448	6	19.03	18.00	0.0182	0.0100	4.8038	87.6314	0.0071	0.2892	1.3891	correcto	0.0600	0.0165	0.3725	1.7896	Correcto	0.0890	revisar diametro	1.41	101.38	4.40	96.98	1.19																			
59	60	98.14	95.77	38.73	6.12	5	13	78	2.50	35.00	185	0.0030	4.27	4.16	0.9995	2.3102	6	6.12	6.00	0.0182	0.0100	2.7735	50.5940	0.0198	0.3935	1.0913	correcto	0.0970	0.0457	0.5061	1.4037	Correcto	0.1450	correcto	1.68	96.46	2.32	94.14	1.66																			
60	61	95.77	98.83	45.4	-6.74	6	19	114	2.50	35.00	271	0.0030	4.23	4.10	1.4458	3.3255	6	-6.74	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.0700	0.5755	0.6517	correcto	0.1790	0.1610	0.7335	0.8305	Correcto	0.2710	correcto	1.66	94.11	0.45	93.65	5.21																			
61	15	98.83	96.48	33.93	6.93	3	22	132	2.50	35.00	313	0.0030	4.21	4.07	1.6666	3.8253	6	6.93	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.0807	0.6003	0.6797	correcto	0.1920	0.1852	0.7632	0.8642	Correcto	0.2910	correcto	5.21	93.62	0.34	93.28	3.23																			
15	PTAR	96.48	95.5	12.18	8.05	0	190	1140	2.50	35.00	2705	0.0030	3.76	3.48	12.8681	28.2461	8	8.0																																								

# HOJA DE CÁLCULO HIDRÁULICO - PROYECTO EDÉN INTERNACIONAL

De	A	cota inicial	cota final	longitud (metros) Centro a centro	pendiente terreno	numero de viviendas (actuales)		Número de Habitantes = No. viviendas * 7 hab/vivienda	tasa de crecimiento INE	Periodo de diseño años	Población Futura	Factor del Caudal Medio	Factor de Hardmon		Caudal diseño (q dis)		diametro pulgadas	s terreno %	s tubo %	area tuberia m²	n	V= velocidad seccion llena (m/s)	sec llena = A* l/s	relaciones		relacion v/V	velocidad v(m/s)	verificar v	tirante d/D	verificar d/D	relaciones q/Q	relacion v/V	velocidad v(m/s)	verificar v	tirante d/D	verificar d/D	altura pozo agua arriba (mts)	cota invert salida CIS= Cterreno-hpozo	Desnivel h=(S*distan cia)	Cota invert entrada CIE=CIS-h	altura pozo agua abajo													
						tramo	acumulado						Población actual	%	años	Hab								Fqm	actual																	futuro	actual	futuro	actual	actual	actual	actual	futuro	futuro	futuro	futuro	futuro	futuro
18	3	211.75	209.82	28.47	6.78	4	4	28	2.50	35.0	66	0.003	4.36	4.29	0.3662	0.8548	6	6.78	7.00	0.0182	0.0100	2.9957	54.6478	0.0067	0.2829	0.8474	correcto	0.0580	Correcto	0.0156	0.37	1.10	correcto	0.09	revisar diametro	1.20	210.55	1.99	208.56	1.29														
3	4	209.82	206.46	31.97	10.51	3	7	49	2.50	35.0	116	0.003	4.32	4.23	0.6345	1.4740	6	10.51	11.00	0.0182	0.0100	3.7553	68.5046	0.0093	0.3135	1.1773	correcto	0.0680	Correcto	0.0215	0.40	1.52	correcto	0.10	correcto	1.29	208.53	3.52	205.01	1.48														
4	5	206.46	203.59	29.07	9.87	4	11	77	2.50	35.0	183	0.003	4.27	4.16	0.9871	2.2817	6	9.87	9.00	0.0182	0.0100	3.3968	61.9648	0.0159	0.3672	1.2472	correcto	0.0870	Correcto	0.0368	0.48	1.61	correcto	0.13	correcto	1.48	204.98	2.62	202.36	1.26														
5	6	203.59	200.36	29.4	10.99	3	14	98	2.50	35.0	233	0.003	4.25	4.12	1.2483	2.8770	6	10.99	11.00	0.0182	0.0100	3.7553	68.5046	0.0182	0.3831	1.4387	correcto	0.0930	Correcto	0.0420	0.49	1.85	correcto	0.14	correcto	1.26	202.33	3.23	199.10	1.29														
6	7	200.36	196.62	21.83	17.13	3	17	119	2.50	35.0	282	0.003	4.22	4.09	1.5073	3.4648	6	17.13	18.00	0.0182	0.0100	4.8038	87.6314	0.0172	0.3784	1.8179	correcto	0.0910	Correcto	0.0395	0.48	2.33	correcto	0.14	correcto	1.29	199.07	3.93	195.14	1.51														
7	8	196.62	192.43	26.48	15.82	3	20	140	2.50	35.0	332	0.003	4.20	4.06	1.7643	4.0460	6	15.82	15.00	0.0182	0.0100	4.3853	79.9962	0.0221	0.4062	1.7814	correcto	0.1020	Correcto	0.0506	0.52	2.28	correcto	0.15	correcto	1.51	195.11	3.97	191.14	1.32														
8	9	192.43	188.88	19.14	18.55	3	23	161	2.50	35.0	382	0.003	4.18	4.03	2.0194	4.6212	6	18.55	18.00	0.0182	0.0100	4.8038	87.6314	0.0230	0.4112	1.9755	correcto	0.1040	correcto	0.0527	0.53	2.54	correcto	0.16	correcto	1.32	191.11	3.45	187.66	1.25														
9	10	188.88	186.79	9.43	22.16	0	23	161	2.50	35.0	382	0.003	4.18	4.03	2.0194	4.6212	6	22.16	22.00	0.0182	0.0100	5.3108	96.8802	0.0208	0.3986	2.1170	correcto	0.0990	correcto	0.0477	0.51	2.72	correcto	0.15	correcto	1.25	187.63	2.07	185.56	1.26														
10	11	186.79	186.31	18.62	2.58	0	23	161	2.50	35.0	382	0.003	4.18	4.03	2.0194	4.6212	6	2.58	3.00	0.0182	0.0100	1.9611	35.7754	0.0564	0.5397	1.0584	correcto	0.1610	correcto	0.1292	0.69	1.35	correcto	0.24	correcto	1.26	185.53	0.56	184.97	1.37														
11	12	186.31	187.35	17.49	-5.95	49	72	504	2.50	35.0	1196	0.003	3.97	3.75	6.0063	13.4507	6	-5.95	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.2908	0.8663	0.9809	correcto	0.3690	correcto	0.6512	1.06	1.21	correcto	0.59	correcto	1.37	184.94	0.17	184.77	2.61														
12	13	187.35	182.75	16.55	27.79	0	72	504	2.50	35.0	1196	0.003	3.97	3.75	6.0063	13.4507	6	27.79	20.00	0.0182	0.0100	5.0637	92.3716	0.0650	0.5618	2.8448	correcto	0.1720	correcto	0.1456	0.71	3.60	correcto	0.26	correcto	2.61	184.74	3.31	181.43	1.35														
13	PTAF	182.75	182.5	3	8.33	0	72	504	2.50	35.0	1196	0.003	3.97	3.75	6.0063	13.4507	6	8.33	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.2908	0.8663	0.9809	correcto	0.3690	correcto	0.6512	1.06	1.21	correcto	0.59	correcto	1.35	181.40	0.03	181.37	1.16														
19	20	212.69	211.98	45.04	1.58	10	10	70	2.50	35.0	166	0.003	4.28	4.18	0.8994	2.0814	6	1.58	2.00	0.0182	0.0100	1.6013	29.2105	0.0308	0.4500	0.7205	correcto	0.1200	correcto	0.0713	0.58	0.92	correcto	0.18	correcto	1.20	211.49	0.90	210.59	1.42														
31	20	212.22	211.98	29.62	0.81	4	4	28	2.50	35.0	66	0.003	4.36	4.29	0.3662	0.8548	6	0.81	1.00	0.0182	0.0100	1.1323	20.6549	0.0177	0.3805	0.4308	correcto	0.0920	co	0.0414	0.49	0.56	revisar	0.14	correcto	1.20	211.02	0.30	210.72	1.29														
20	21	211.98	208.94	25.02	12.15	10	24	196	2.50	35.0	465	0.003	4.15	3.99	2.4409	5.5681	6	12.15	12.00	0.0182	0.0100	3.9223	71.5508	0.0341	0.4639	1.8195	correcto	0.1260	correcto	0.0778	0.59	2.32	correcto	0.19	correcto	1.42	210.56	3.00	207.56	1.41														
21	22	208.94	205.96	18.69	15.94	4	28	196	2.50	35.0	465	0.003	4.15	3.99	2.4409	5.5681	6	15.94	15.00	0.0182	0.0100	4.3853	79.9962	0.0305	0.4476	1.9629	correcto	0.1190	correcto	0.0696	0.57	2.52	correcto	0.18	correcto	1.41	207.53	2.80	204.72	1.27														
22	23	205.96	202.95	16.88	17.83	3	31	217	2.50	35.0	515	0.003	4.13	3.97	2.6918	6.1298	6	17.83	18.00	0.0182	0.0100	4.8038	87.6314	0.0307	0.4500	2.1615	correcto	0.1200	correcto	0.0699	0.58	2.76	correcto	0.18	correcto	1.27	204.69	3.04	201.65	1.33														
23	24	202.95	199.97	9.62	30.98	2	33	231	2.50	35.0	548	0.003	4.12	3.95	2.8583	6.5018	6	30.98	30.00	0.0182	0.0100	6.2017	113.1317	0.0253	0.4236	2.6270	correcto	0.1090	correcto	0.0575	0.54	3.36	correcto	0.16	correcto	1.33	201.62	2.89	198.74	1.26														
24	25	199.97	196.95	11.01	27.43	2	35	245	2.50	35.0	581	0.003	4.11	3.94	3.0242	6.8719	6	27.43	27.00	0.0182	0.0100	5.8834	107.3261	0.0282	0.4381	2.5776	correcto	0.1150	correcto	0.0640	0.56	3.29	correcto	0.17	correcto	1.26	198.71	2.97	195.74	1.24														
25	26	196.95	193.94	15.43	19.51	4	39	273	2.50	35.0	648	0.003	4.10	3.91	3.3543	7.6069	6	19.51	20.00	0.0182	0.0100	5.0637	92.3716	0.0363	0.4730	2.3952	correcto	0.1300	correcto	0.0824	0.60	3.06	correcto	0.19	correcto	1.24	195.71	3.09	192.62	1.35														
26	27	193.94	191.02	33.08	8.83	6	45	315	2.50	35.0	748	0.003	4.07	3.88	3.8455	8.6969	6	8.83	9.00	0.0182	0.0100	3.3968	61.9648	0.0621	0.5539	1.8813	correcto	0.1680	correcto	0.1404	0.71	2.40	correcto	0.25	correcto	1.35	192.59	2.98	189.61	1.44														
27	28	191.02	189.01	11.48	17.51	2	47	329	2.50	35.0	781	0.003	4.06	3.87	4.0083	9.0572	6	17.51	16.00	0.0182	0.0100	4.5291	82.6197	0.0485	0.5147	2.3310	correcto	0.1490	correcto	0.1096	0.66	2.97	correcto	0.22	correcto	1.44	189.58	1.84	187.75	1.29														
28	12	189.01	187.35	7.8	21.28	2	49	343	2.50	35.0	814	0.003	4.05	3.86	4.1705	9.4161	6	21.28	20.00	0.0182	0.0100	5.0637	92.3716	0.0451	0.5040	2.5519	correcto	0.1440	correcto	0.1019	0.64	3.25	correcto	0.22	correcto	1.29	187.72	1.56	186.16	1.22														
29	30	213.32	212.11	79.33	1.53	22	22	203	2.50	35.0	482	0.003	4.15	3.98	2.5247	5.7558	6	1.53	2.00	0.0182	0.0100	1.6013	29.2105	0.0864	0.6114	0.9790	correcto	0.1980	correcto	0.1970	0.78	1.24	correcto	0.30	correcto	1.20	212.12	1.59	210.53	1.61														
30	32	212.11	209.98	34.94	6.10	7	29	203	2.50	35.0	482	0.003	4.15	3.98	2.5247	5.7558	6	6.10	5.00	0.0182	0.0100	2.5318	46.1858	0.0547	0.5335	1.3508	correcto	0.1580	correcto	0.1246	0.68	1.72	correcto	0.24	correcto	1.61	210.50	1.75	208.76	1.25														
32	33	209.98	207.01	27.8	10.68	6	35	245	2.50	35.0	581	0.003	4.11	3.94	3.0242	6.8719	6	10.68	11.00	0.0182	0.0100	3.7553	68.5046	0.0441	0.5018	1.8844	correcto	0.1430	correcto	0.1003	0.64	2.40	correcto	0.21	correcto	1.25	208.73	3.06	205.67	1.37														
33	34	207.01	204.01	16.13	18.60	2	37	259	2.50	35.0	615	0.003	4.10	3.93	3.1896	7.2402	6	18.60	18.00	0.0182	0.0100	4.8038	87.6314	0.0364	0.4730	2.2723	correcto	0.1300	correcto	0.0826	0.60	2.90	correcto	0.19	correcto	1.37	205.64	2.90	202.74	1.81														
34	35	204.01	200.62	7.36	46.06	0	37	259	2.50	35.0	615	0.003	4.10	3.93	3.1896	7.2402	6	46.06	38.00	0.0182	0.0100	6.9798	127.3255	0.0251	0.4236	2.9566	correcto	0.1090	correcto	0.0569	0.54	3.77	correcto	0.16	correcto	1.81	202.21	2.80	199.41	1.74														
35	36	200.62	196.97	9.14	39.93	0	37	259	2.50	35.0	615	0.003	4.10	3.93	3.1896	7.2402	6	39.93	34.00	0.0182	0.0100	6.6022	120.4379	0.0265	0.4309	2.8449	correcto	0.1120	correcto	0.0601	0.55	3.63	correcto	0.17	correcto	1.74	198.88	3.11	195.77	1.88														
36	37	196.97	193.62	7.79	43.00	34	71	497	2.50	35.0	1179	0.003	3.98	3.75	5.9276	13.2785	6	43.00	3																																			

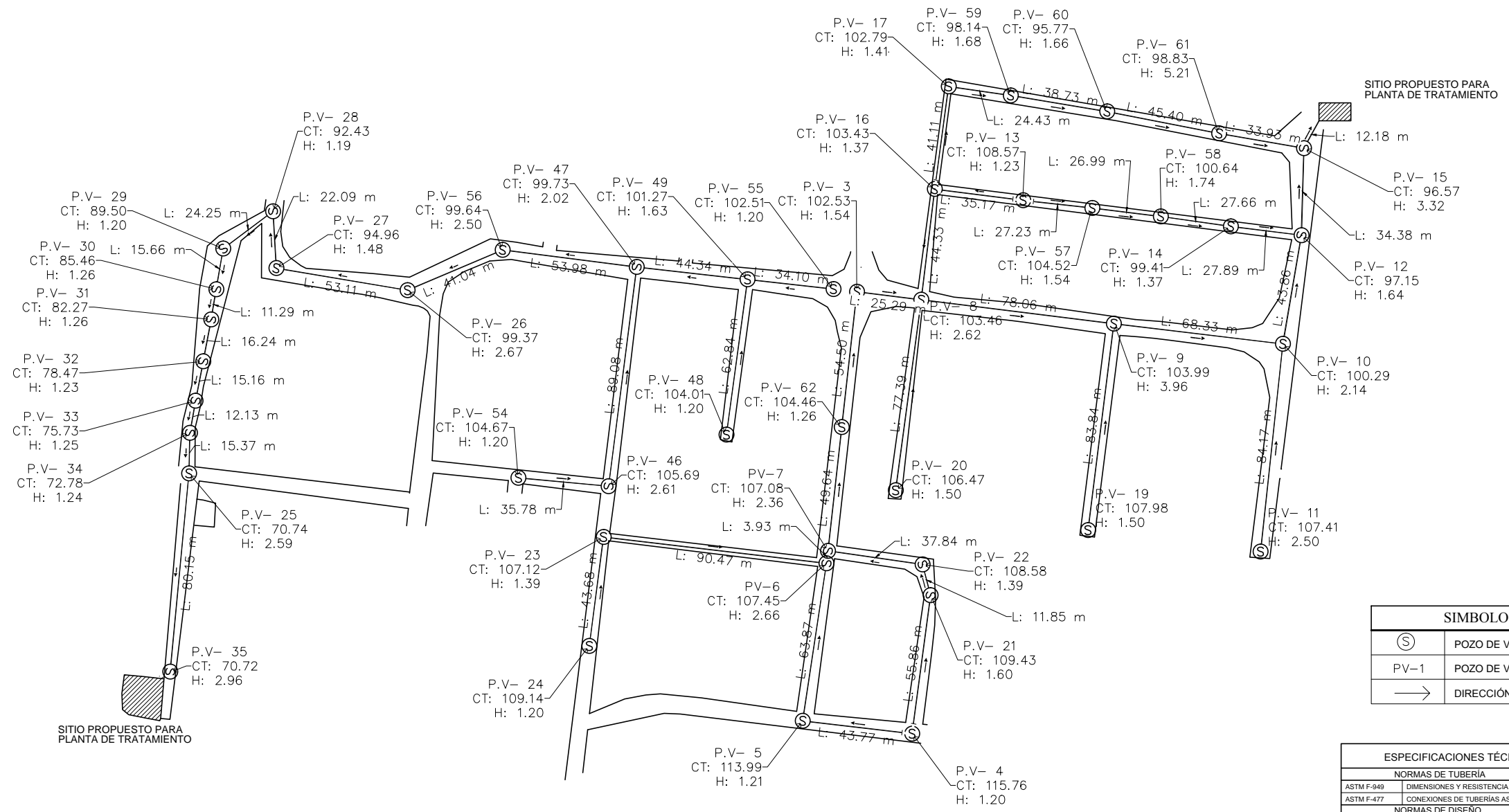
## Apéndice 4. **Planos constructivos de los proyectos**

Fuente: elaboración propia, empleando Autodesk CIVIL 3D 2015,









SITIO PROPUESTO PARA PLANTA DE TRATAMIENTO

SITIO PROPUESTO PARA PLANTA DE TRATAMIENTO

SIMBOLOGÍA	
(S)	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALcantarillado INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	

## PLANTA DE DISEÑO HIDRÁULICO

ESCALA 1:2000

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO COBADO MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE ALcantarillado SANITARIO	
	PLANO DE: <b>PLANTA DE DISEÑO HIDRÁULICO</b>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: CESAR GARCÍA	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDALURRE	No. PLANO <b>2</b> <b>11</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	

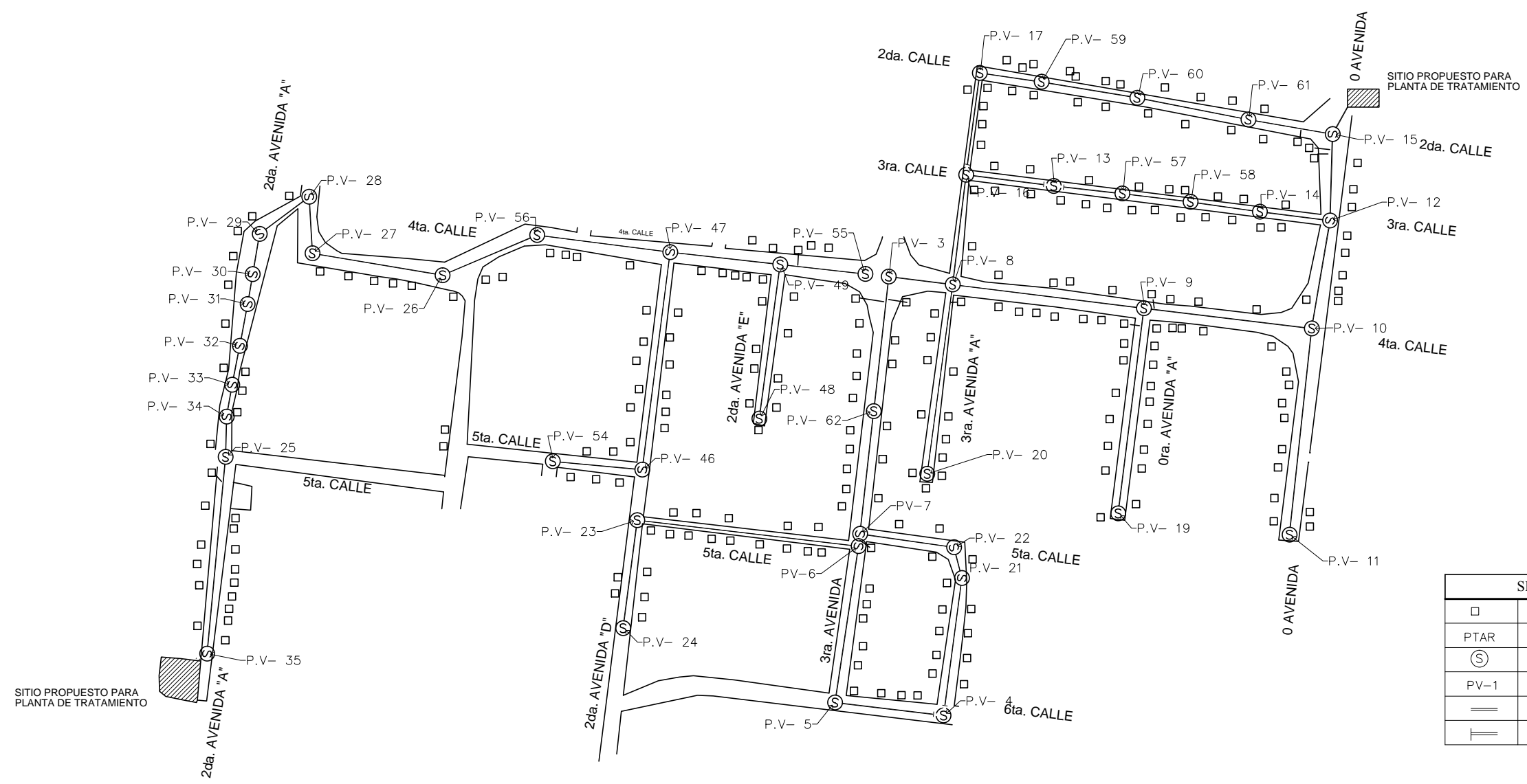


SIMBOLOGÍA	
	CURVA DE NIVEL PRINCIPAL
	CURVA DE NIVEL SECUNDARIA
	POZO DE VISITA
	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	INICIO DE TRAMO

PLANTA DE CURVAS DE NIVEL



ESCALA 1:2000

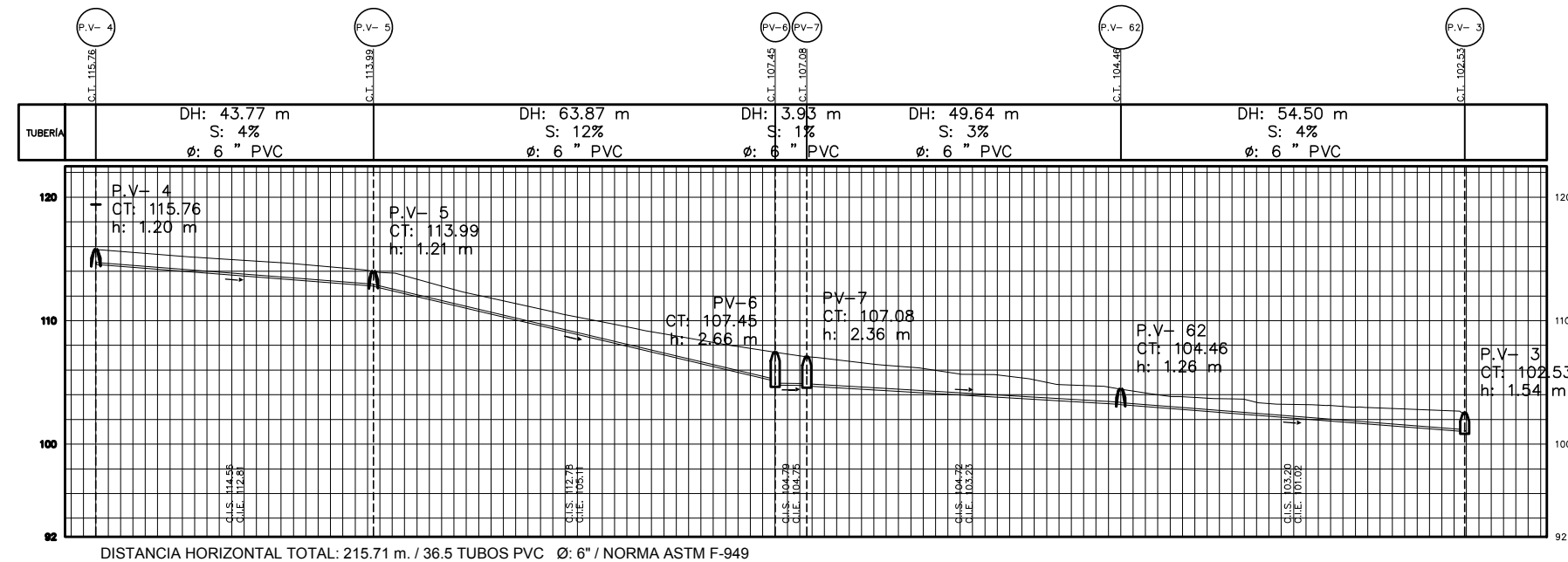
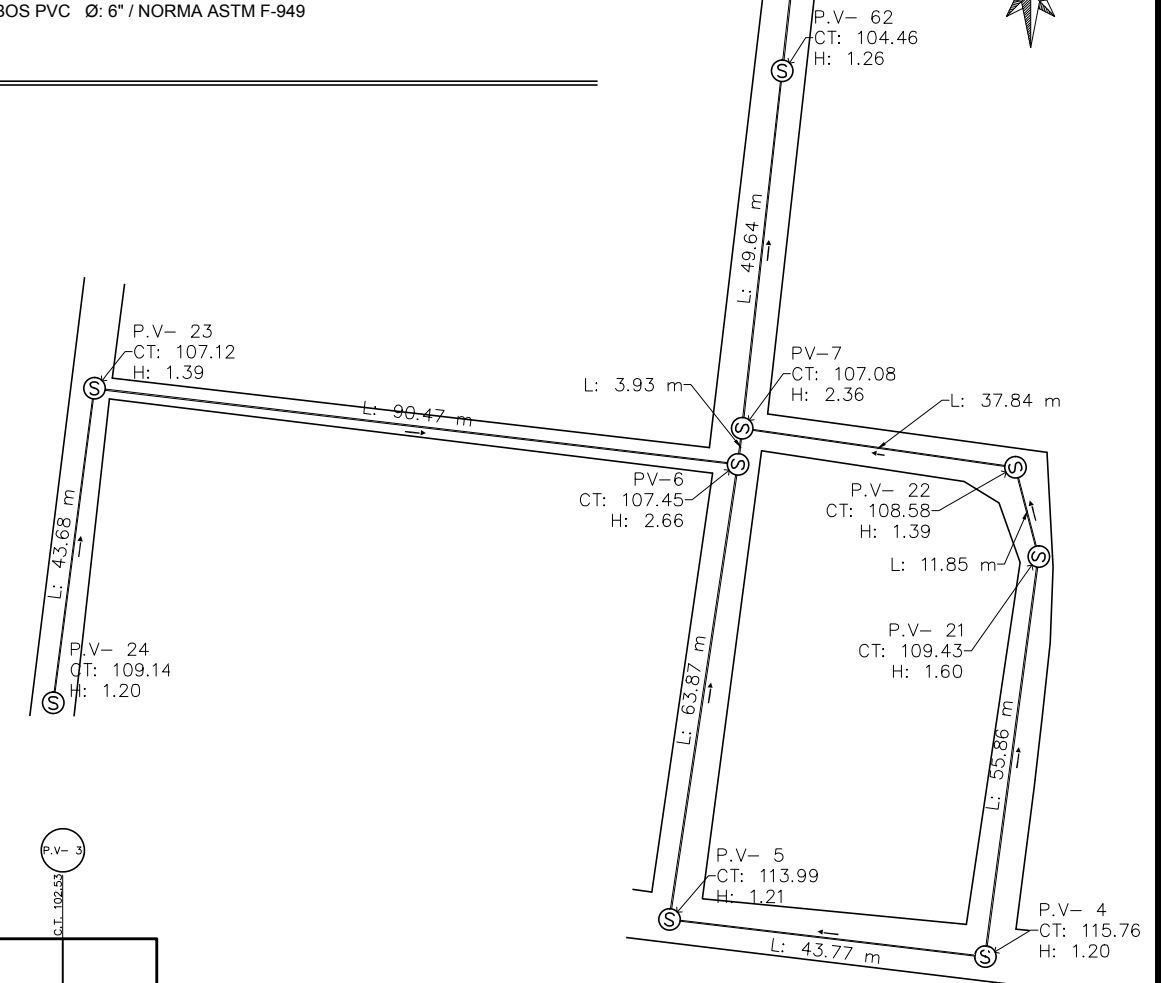
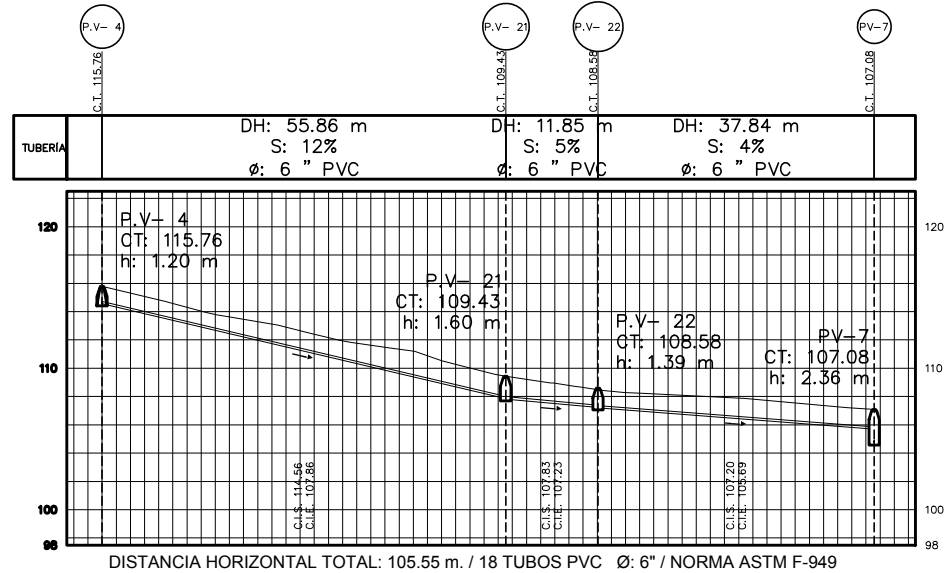
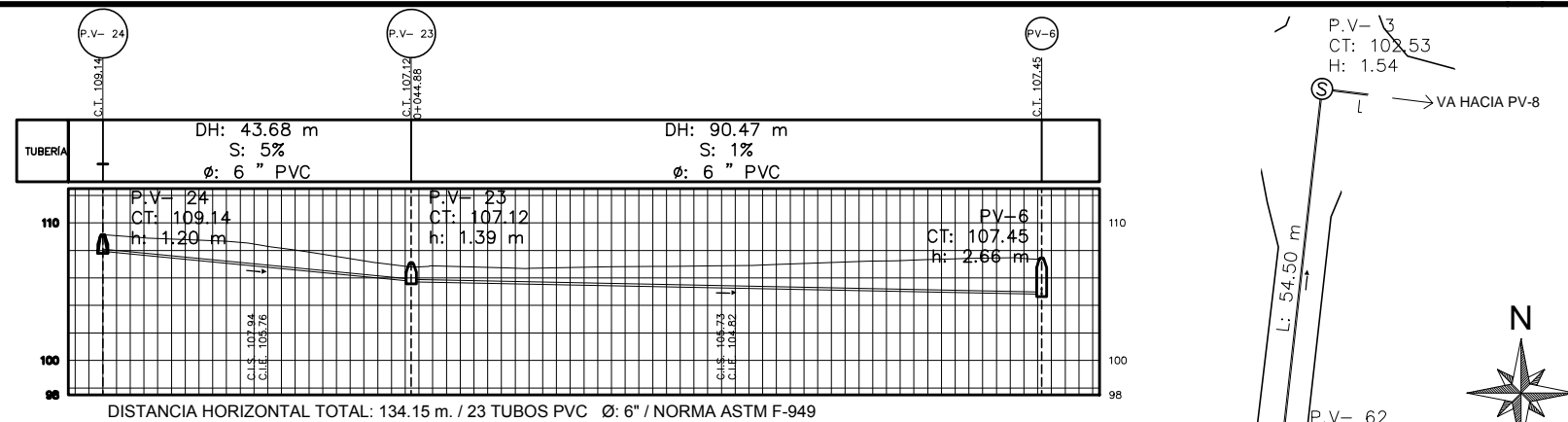
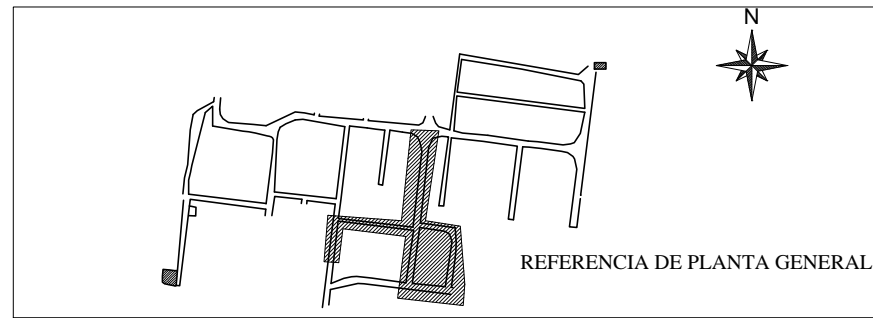
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO CORADO MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
	PLANO DE: <b>PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL</b>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: CESAR GARCIA	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	No. PLANO <b>3</b> <b>11</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDA

ESCALA 1:2000

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO COBADO MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE ALcantarillado SANITARIO		
	PLANO DE: <b>PLANTA GENERAL DE DENSIDAD DE VIVIENDA</b>		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: CESAR GARCIA		DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDALURRE	
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE		SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA: _____	
MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN		ESCALA: INDICADA	
JULIO DE 2017		No. PLANO <b>4</b> <b>11</b>	

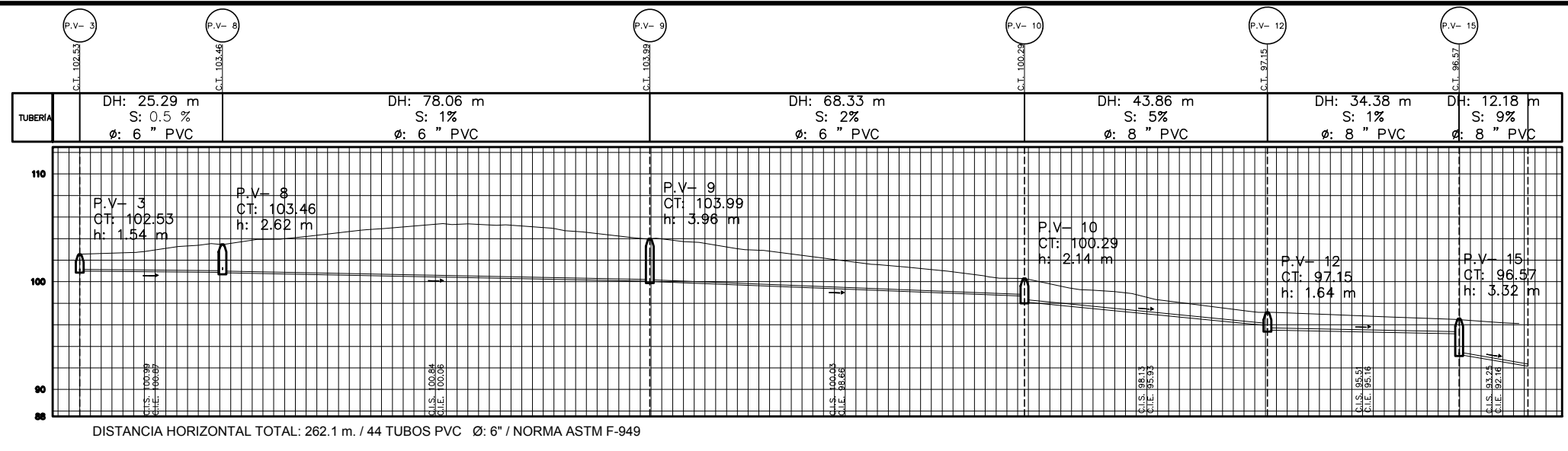


PLANTA CON RAMALES

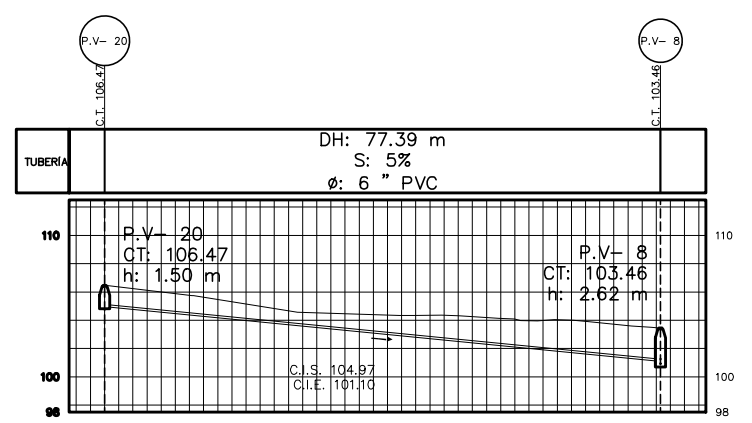
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	

SIMBOLOGÍA			
P.V.-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
⊙	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
—	INICIO DE TRAMO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	CT	COTA DE TERRENO

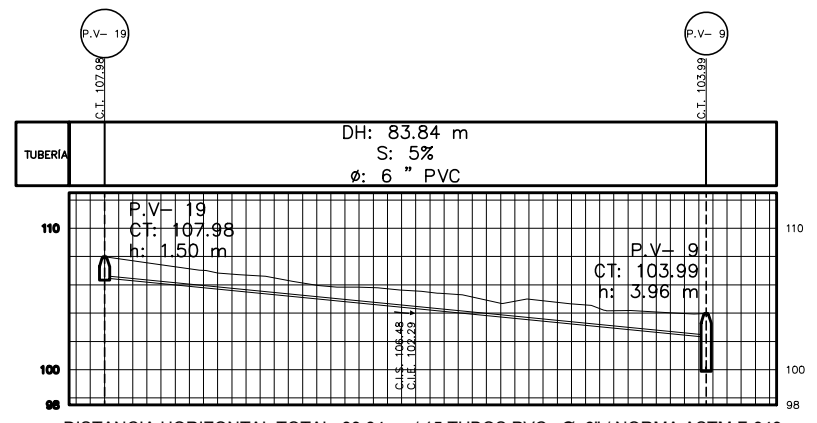
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO COBARDO MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO		MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN ESCALA: INDICADA JULIO DE 2017
<b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDALURRE	No. PLANO <b>5</b> <b>11</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:



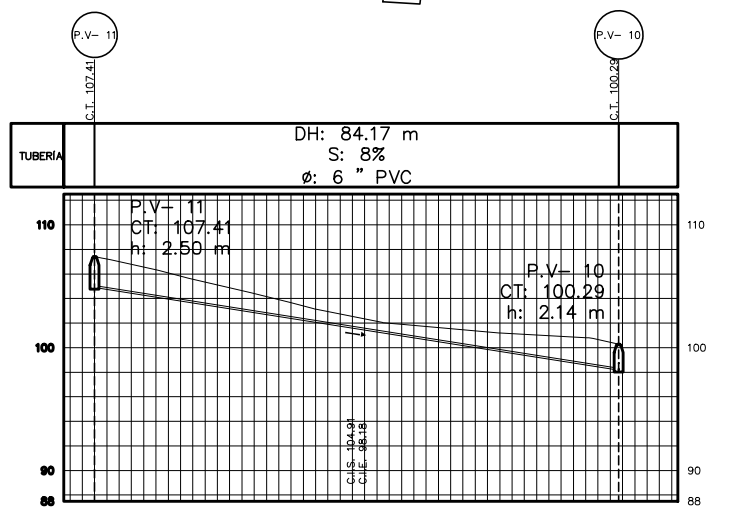
PERFILES DE PV-3, PV-8, PV-9, PV-10, PV-12, PV-15



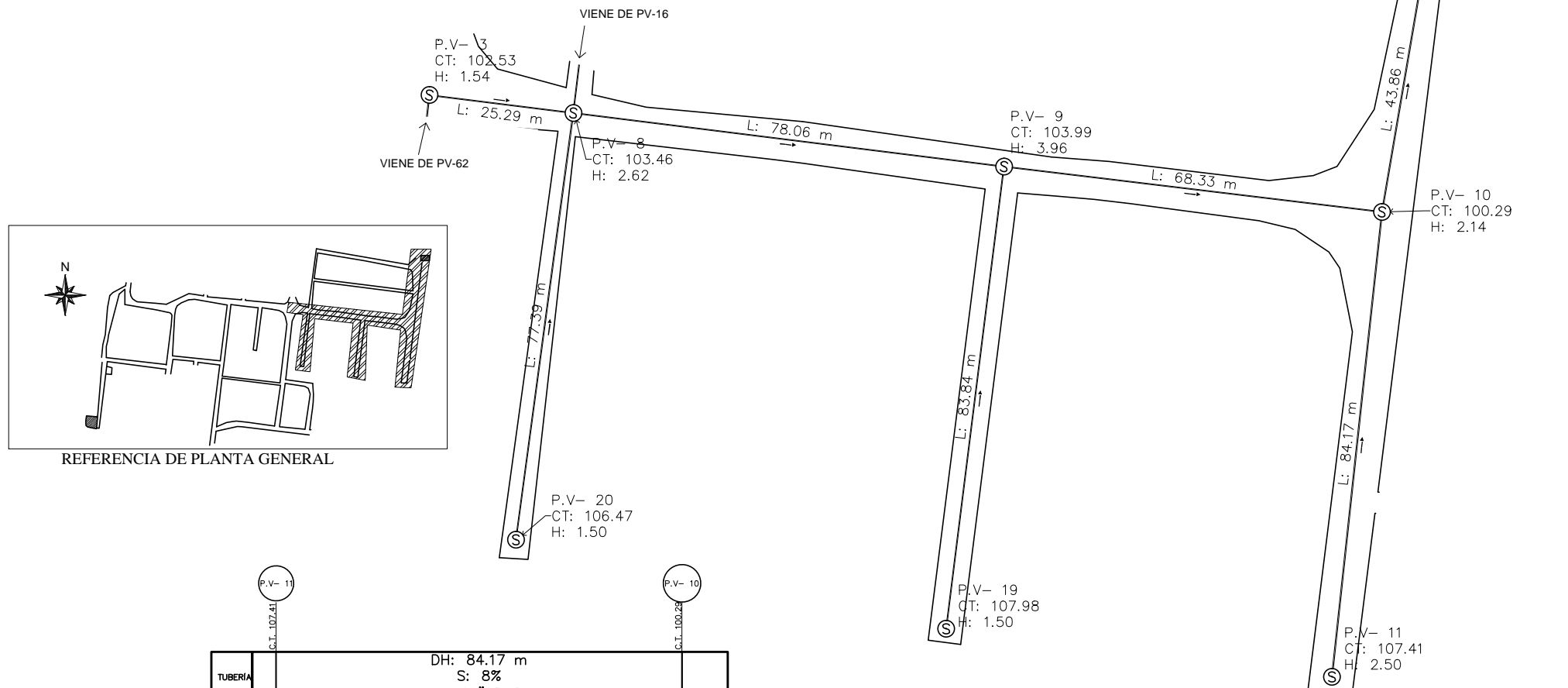
PERFILES DE PV-20, PV-8



PERFILES DE PV-19, PV-9



PERFILES DE PV-11, PV-10



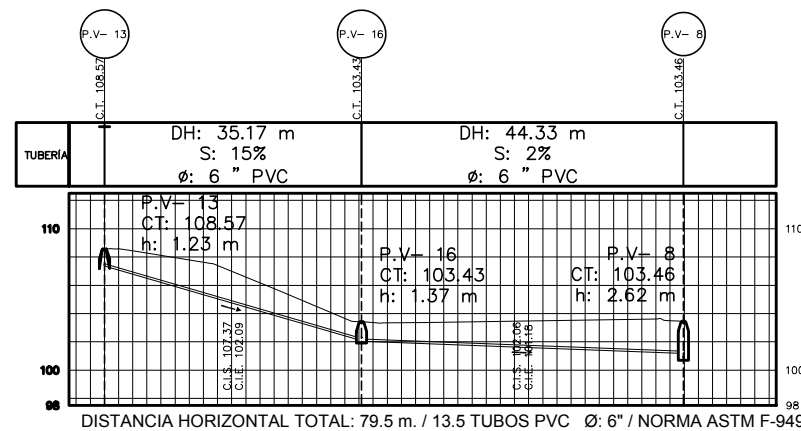
PLANTA CON RAMALES

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAQUA. 1988	

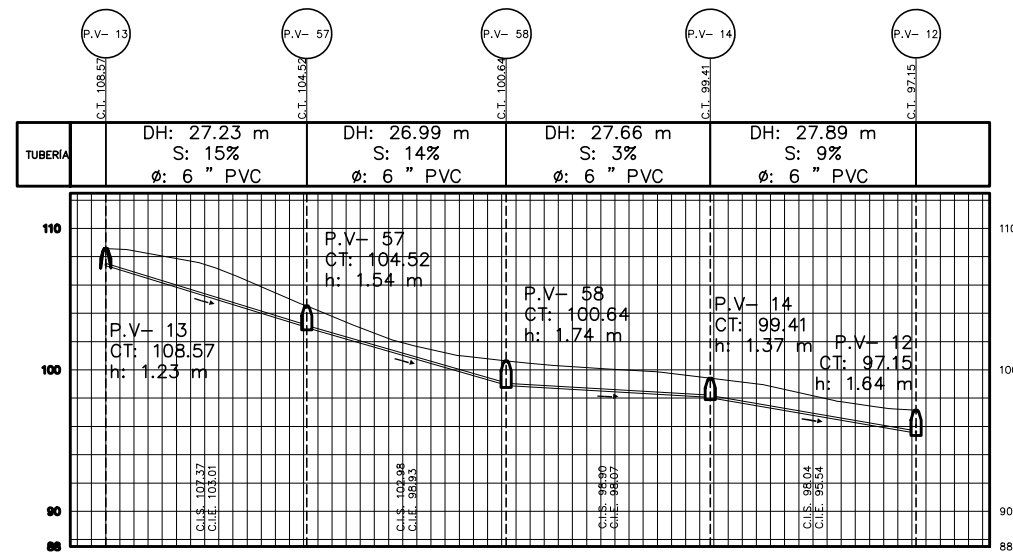
SIMBOLOGÍA			
PV-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
⊙	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
CT	COTA DE TERRENO	DH	DISTANCIA HORIZONTAL
L	LONGITUD DE TUBERÍA	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA		

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO CORADO AMATITLÁN, DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO		MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN ESCALA: INDICADA No. PLANO: 6/11
PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAURRE
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	FIRMAS: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR

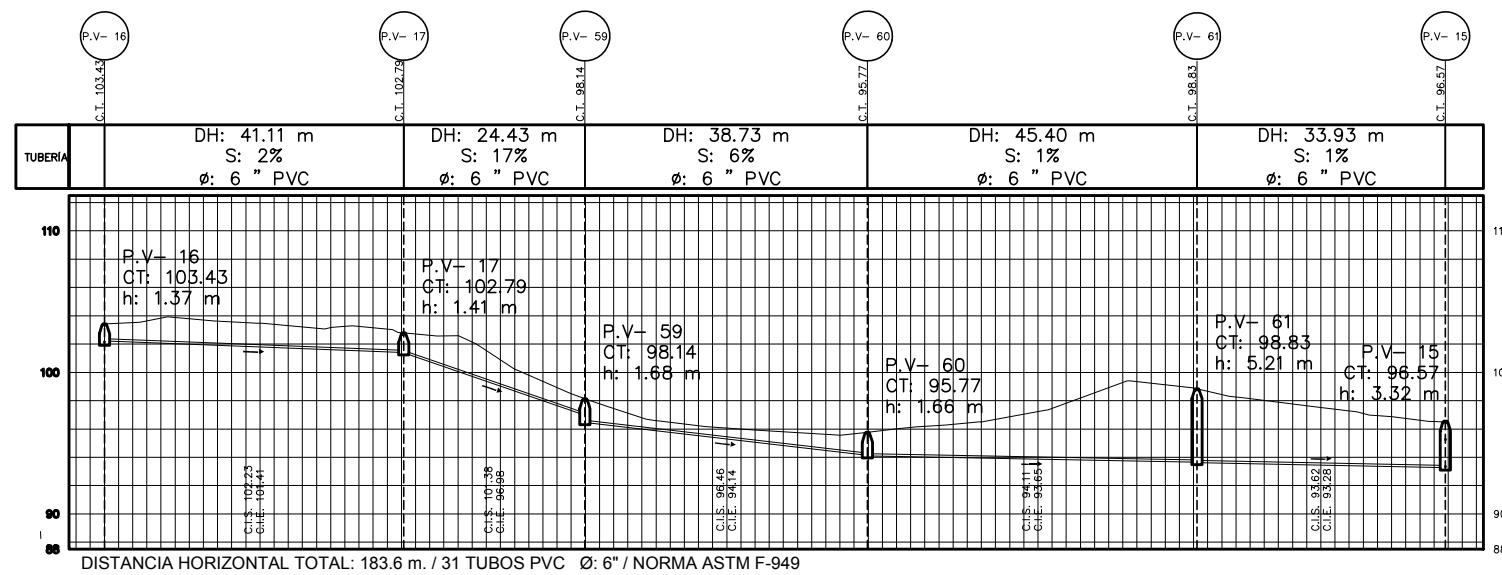
ESCALA 1/1000



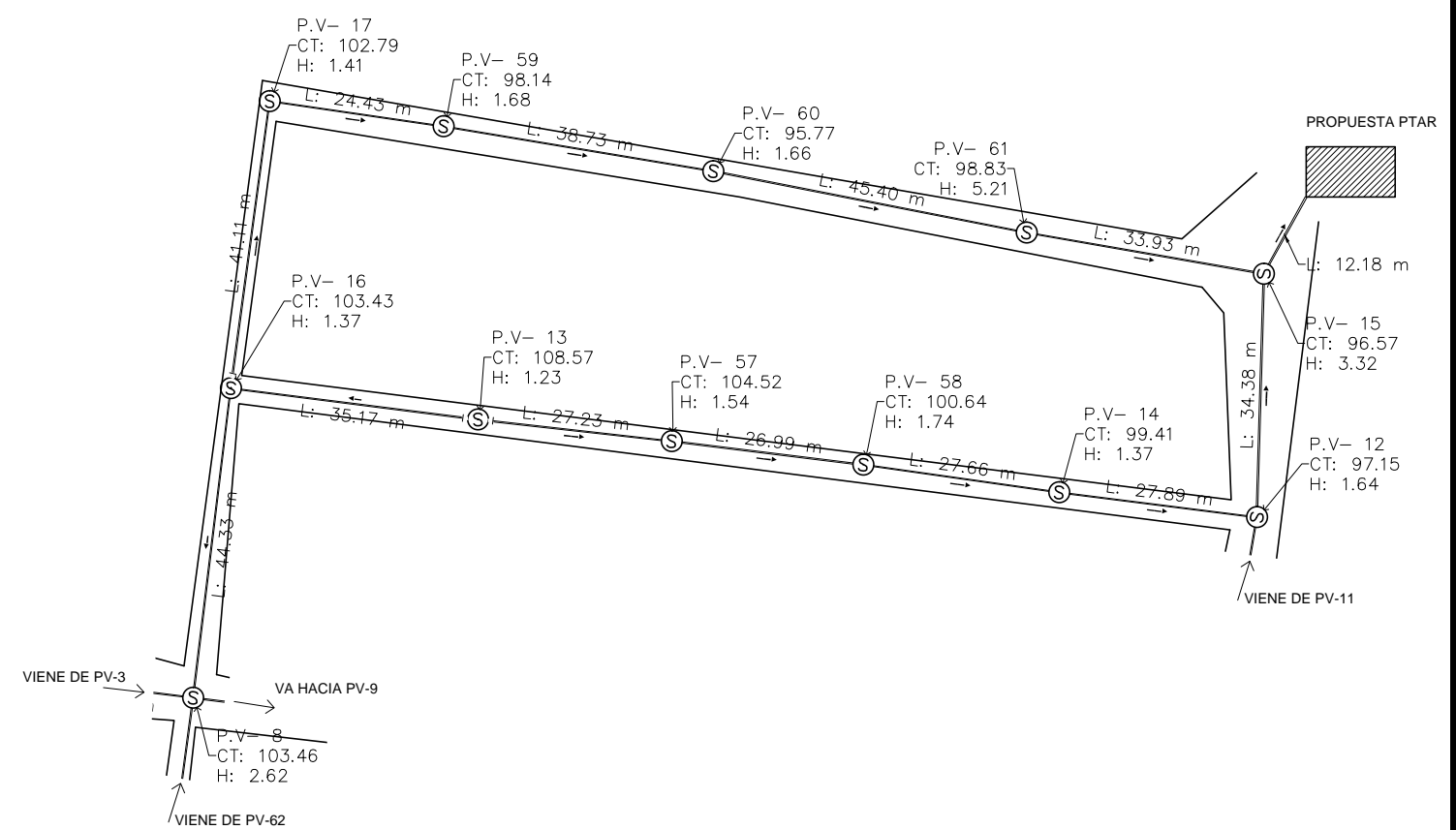
PERFILES DE PV-13, PV-16, PV-8



PERFILES DE PV-13, PV-57, PV-56, PV-14, PV-12

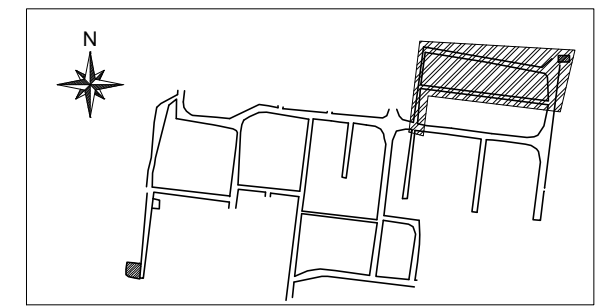


PERFILES DE PV-16, PV-17, PV-59, PV-60, PV-61, PV-15



PLANTA CON RAMALES

ESCALA 1/1000

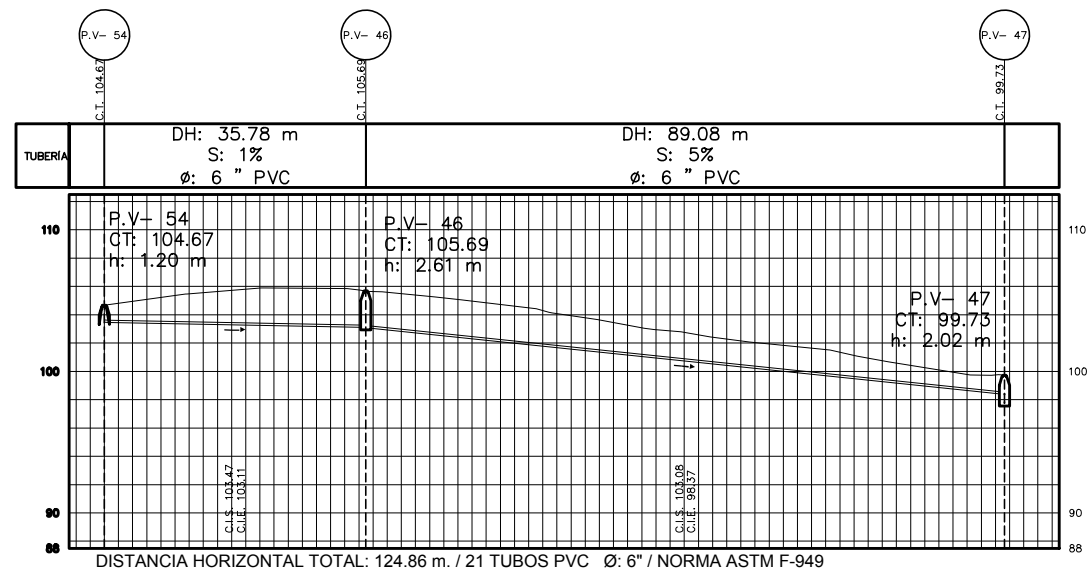


REFERENCIA DE PLANTA GENERAL

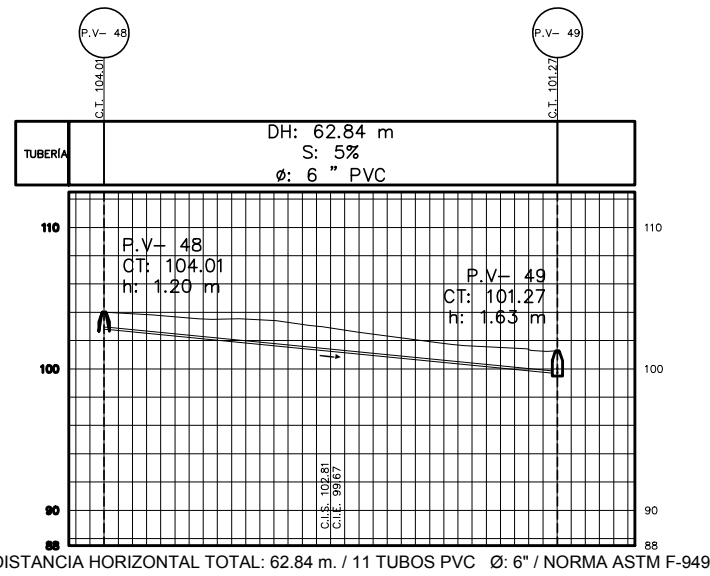
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	

SIMBOLOGÍA			
P.V-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
⊙	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
CT	COTA DE TERRENO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL		

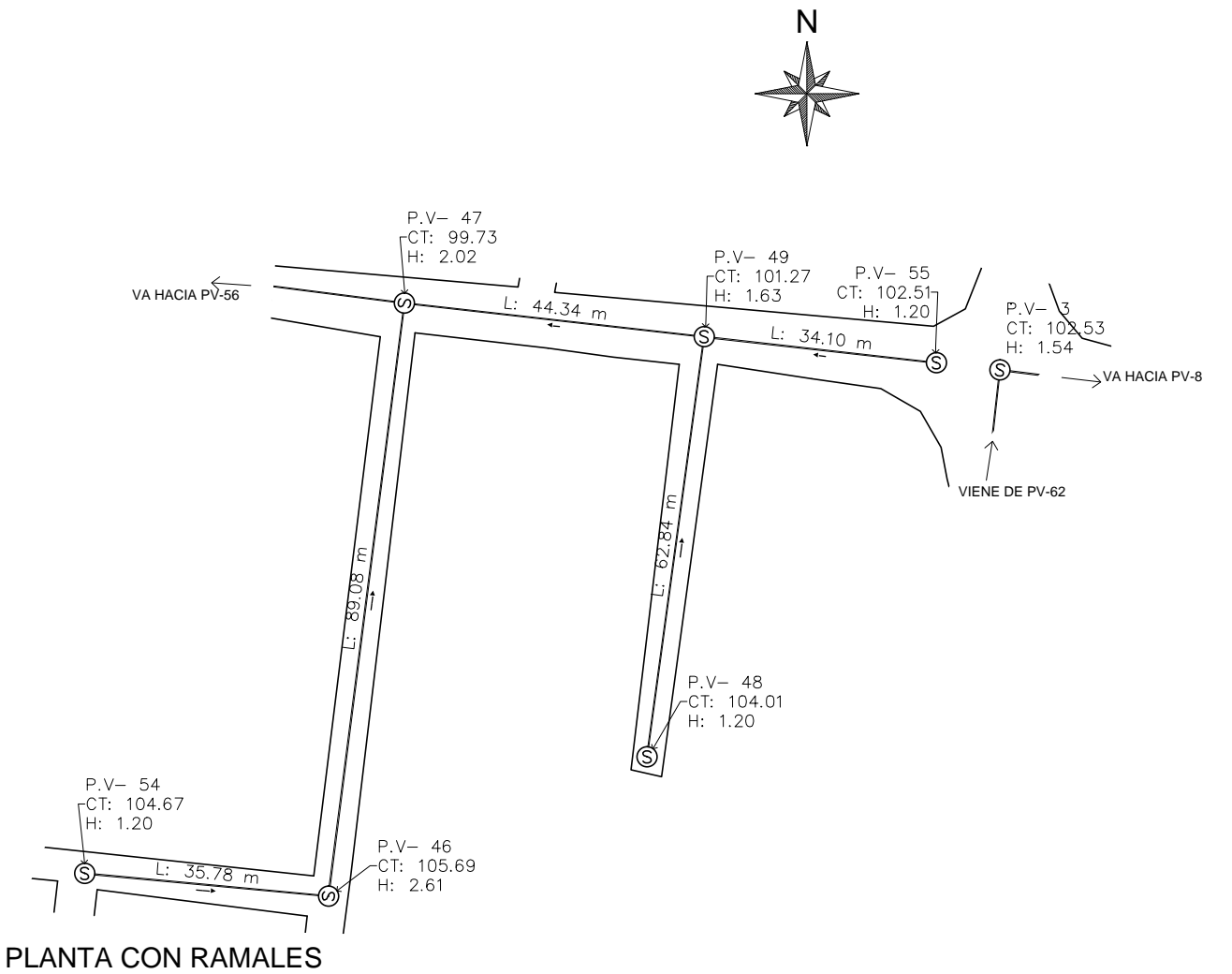
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO CORADO MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO		MUNICIPALIDAD AMATITLÁN ESCALA: INDICADA JULIO DE 2017
<b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAURRE	No. PLANO <b>7</b> <b>11</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



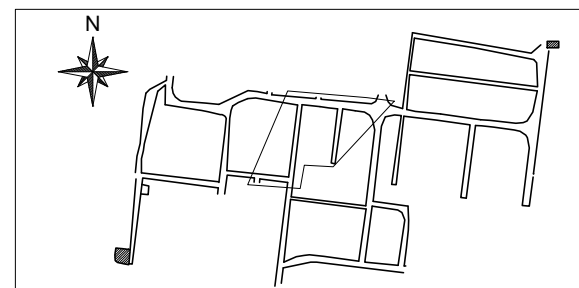
PERFILES DE PV-54, PV-46, PV-47



PERFILES DE PV-48, PV-49





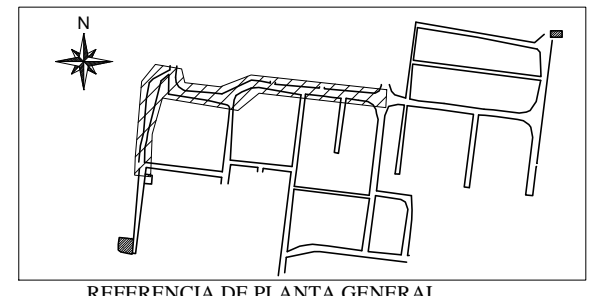
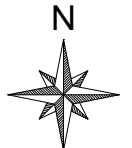
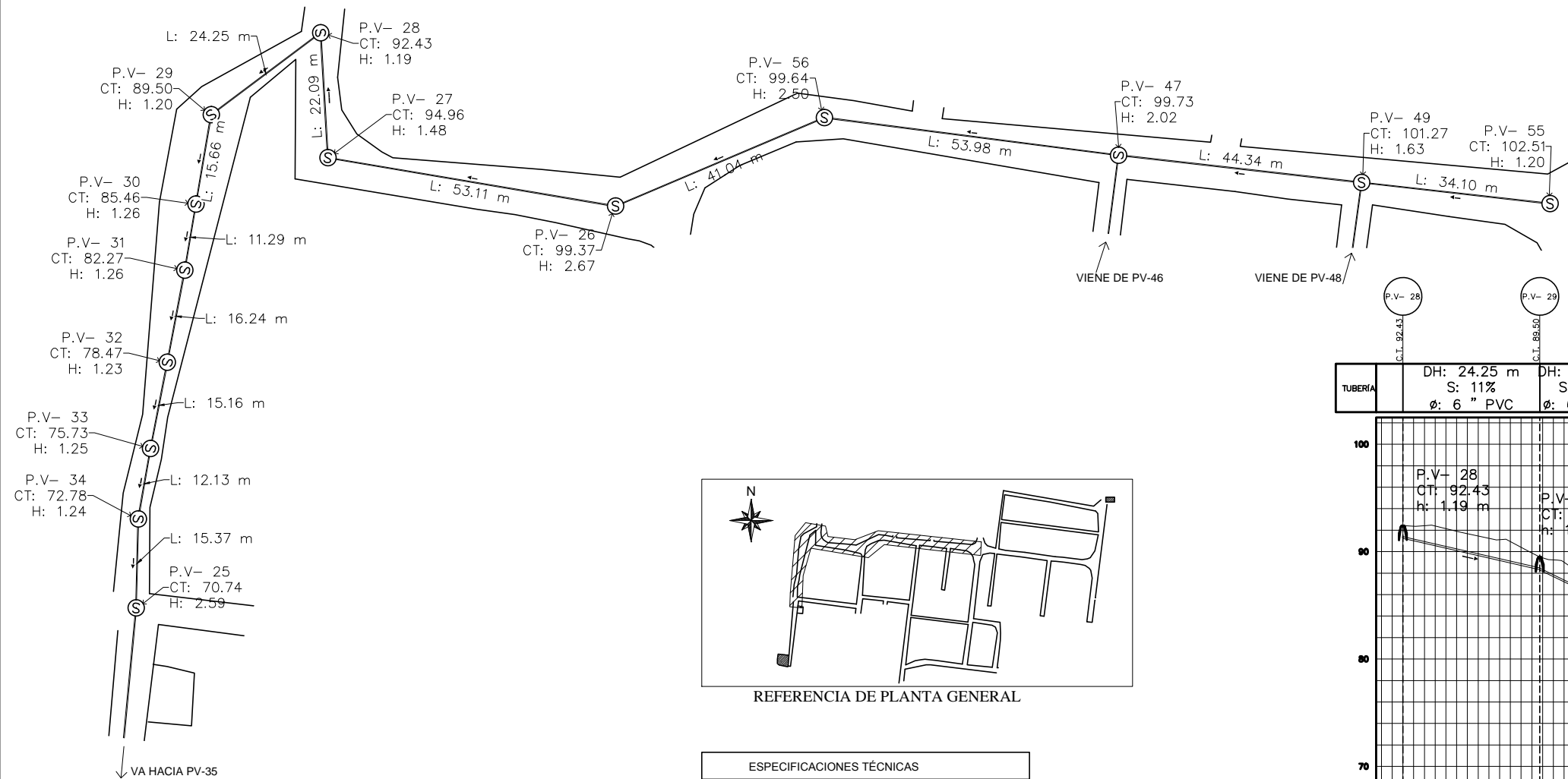
PLANTA CON RAMALES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	

SIMBOLOGÍA			
PV-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ⓢ	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
CT	COTA DE TERRENO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL		

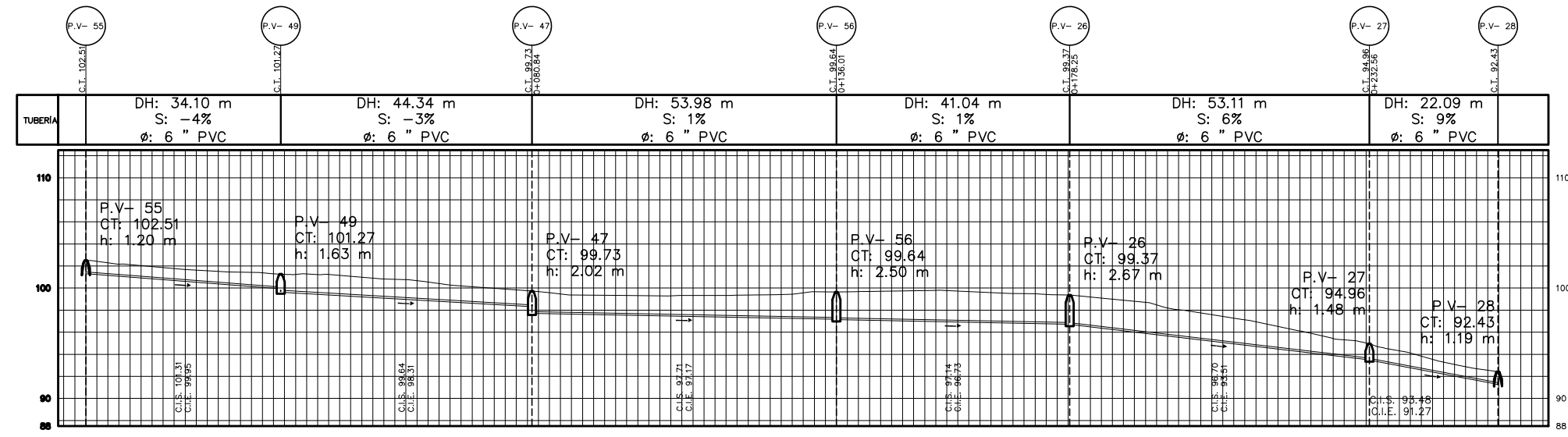
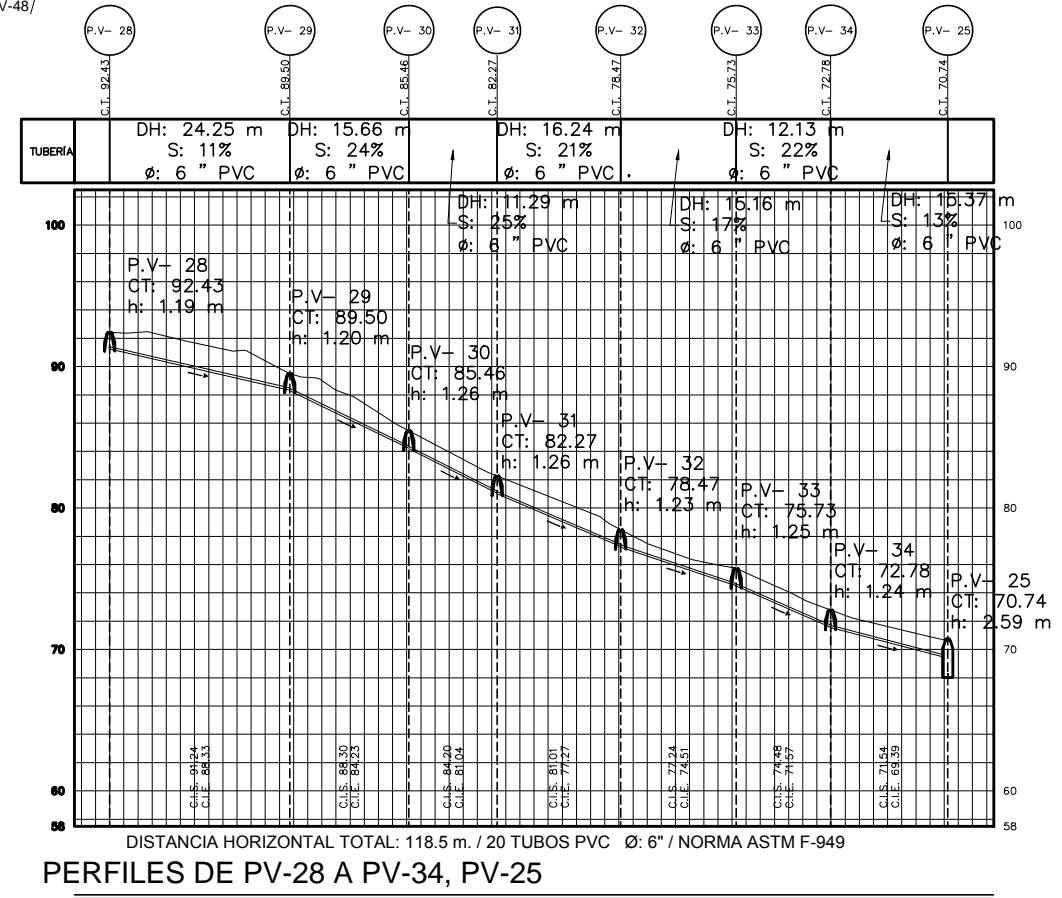
			
MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO COBARDO MUNICIPIO: AMATITLÁN DEPARTAMENTO: GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO			
PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>		MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN ESCALA: INDICADA JULIO DE 2017	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE		DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE		SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">8</div> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">11</div>	



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAQUÍA, 1988	

**PLANTA CON RAMALES**

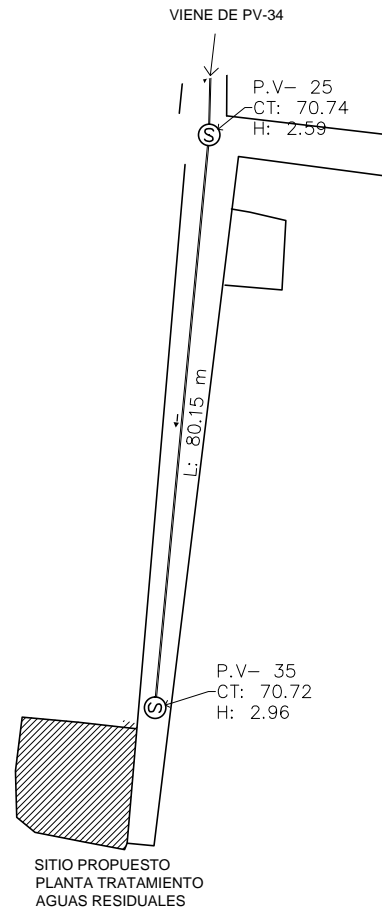
ESCALA 1/1000



SIMBOLOGÍA			
PV-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
Ⓢ	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
CT	COTA DE TERRENO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL		

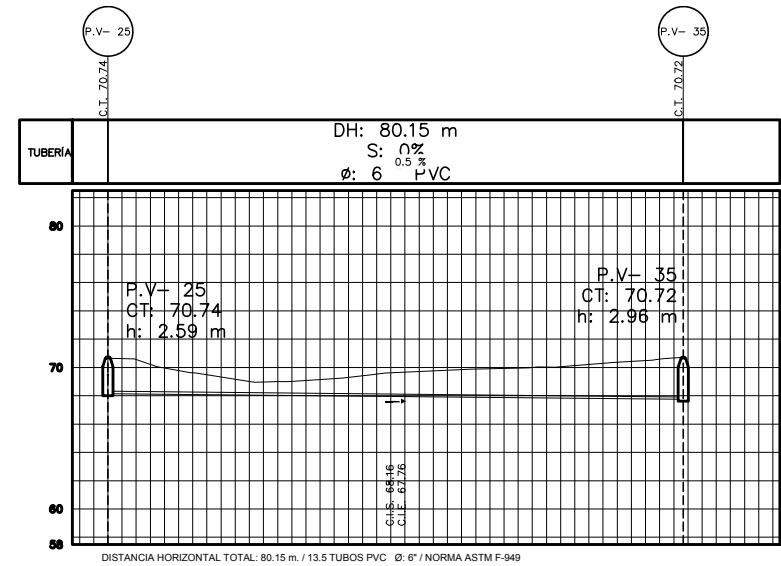
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA CERRO CORADO MUNICIPIO AMATILÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA	
	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>	MUNICIPALIDAD: AMATILÁN	No. PLANO: <b>9 / 11</b>
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	ESCALA: INDICADA
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	JULIO DE 2017
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



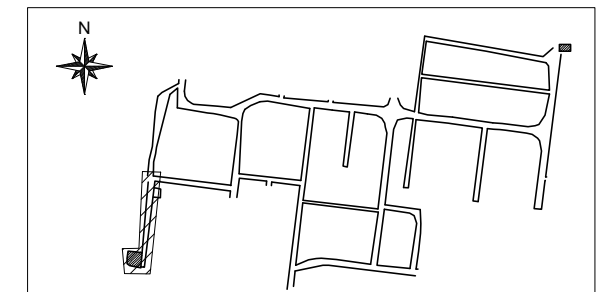


**PLANTA CON RAMALES**

ESCALA 1/1000





**PERFILES DE PV-25, PV-35, A PTAR**

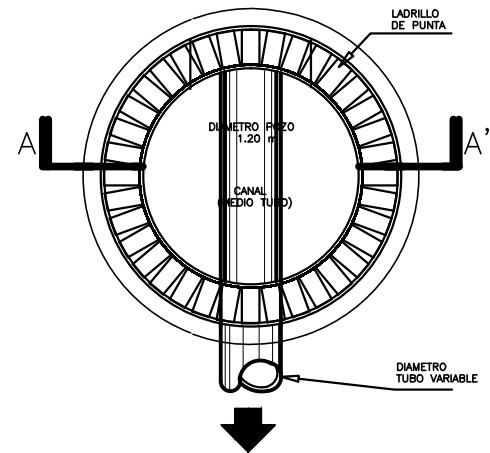


REFERENCIA DE PLANTA GENERAL

SIMBOLOGÍA		
PV-1	POZO DE VISITA	PTAR PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
⊙	POZO DE VISITA	CIS COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT COTA DE TERRENO
CT	COTA DE TERRENO	S PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	ø DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	

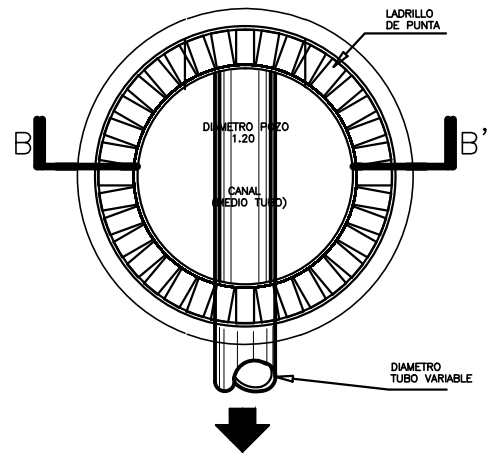
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALcantarillado INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUÁ, 1988	

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR MUNICIPIO: COLONIA CERRO CORADO DEPARTAMENTO: AMATITLÁN GUATEMALA PROYECTO DE: DISEÑO DE ALcantarillado SANITARIO		
PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>		MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN		ESCALA: INDICADA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE		DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAURRE		No. PLANO <b>10</b> <b>11</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE		SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS		
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:		



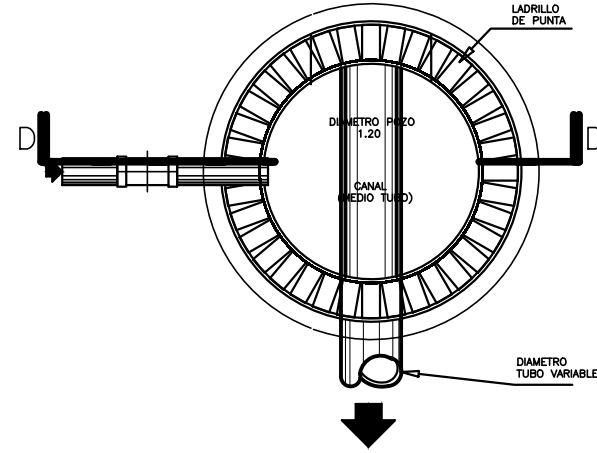
PLANTA POZO DE VISITA H>1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



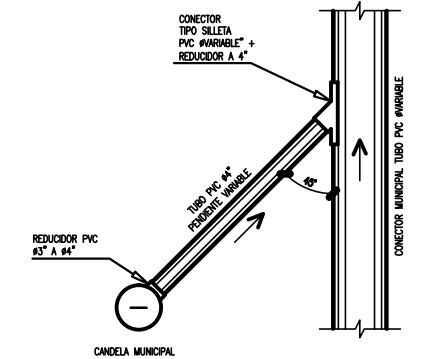
PLANTA POZO DE VISITA H=1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



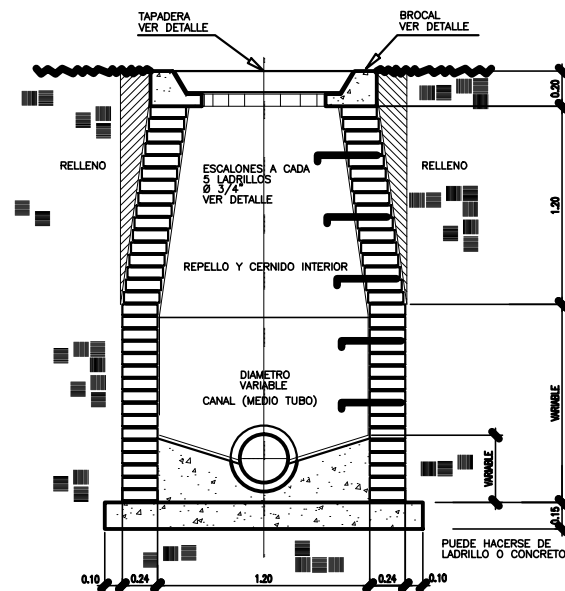
PLANTA POZO DE VISITA CON CAÍDA

ESCALA HORIZONTAL 1:20



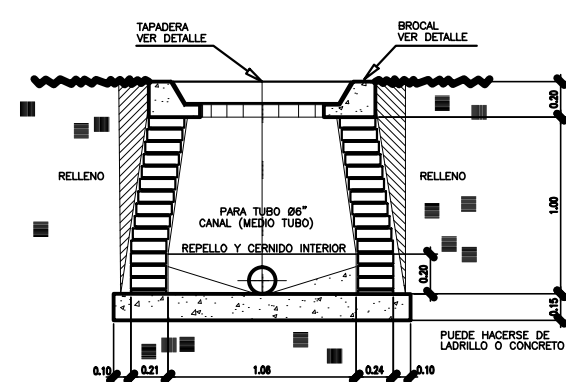
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA HORIZONTAL 1:20



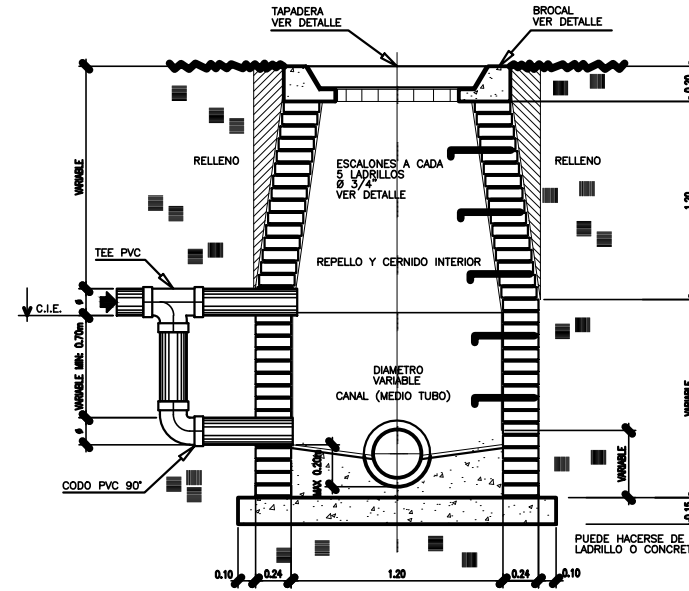
SECCIÓN A-A' H>1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



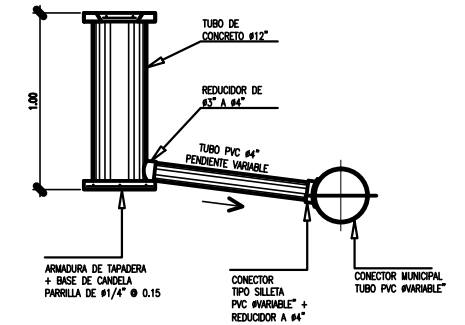
SECCIÓN B-B' H=1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



SECCIÓN D-D' POZO CON CAIDA

ESCALA HORIZONTAL 1:20



PERFIL ACOMETIDA DOMICILIAR

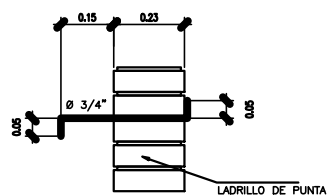
ESCALA HORIZONTAL 1:20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA RED GENERAL
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO PROPORCIÓN 1:3
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACIÓN
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

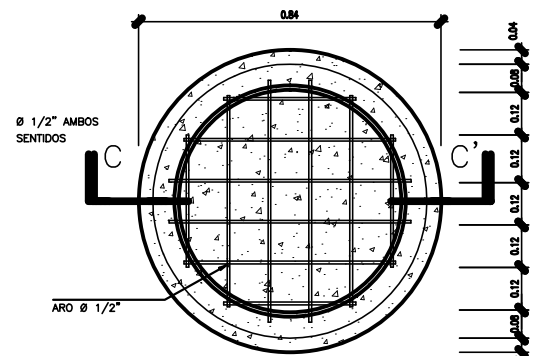
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	



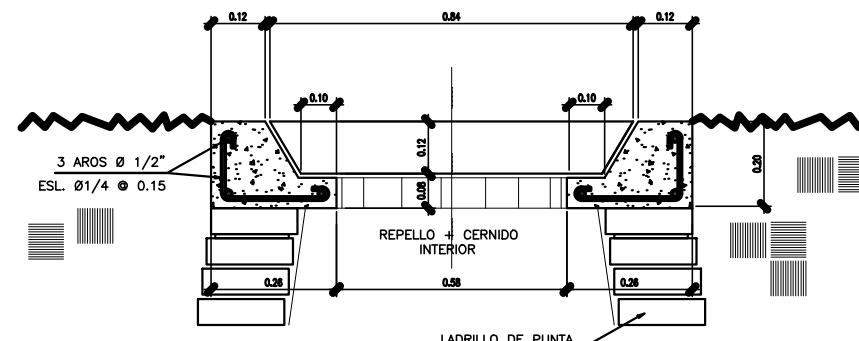
DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:10



TAPADERA DE POZO + SECCIÓN C-C'

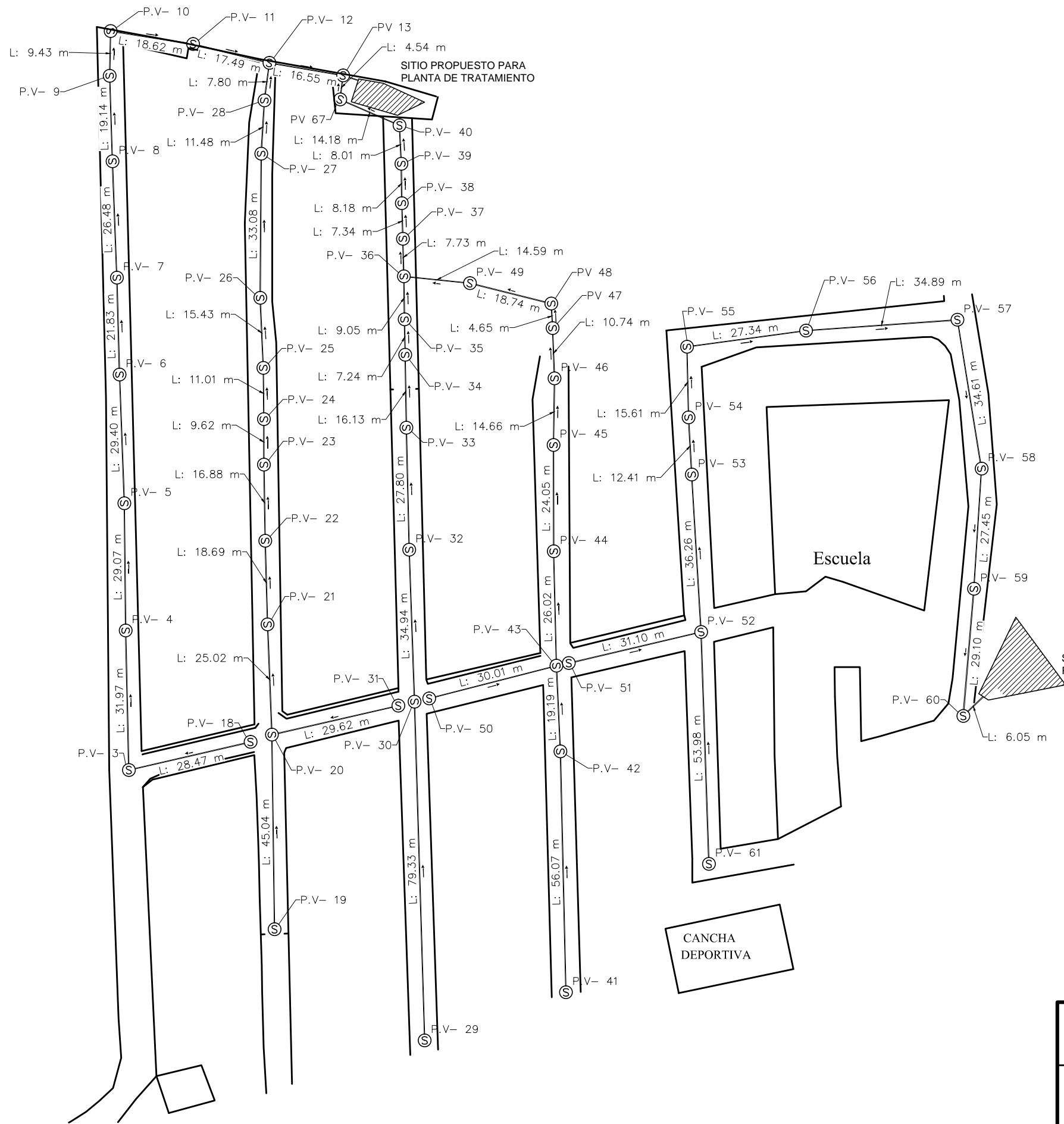
ESCALA HORIZONTAL 1:10



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA HORIZONTAL 1:10

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA A CERRO CORADO AMATITLÁN GUATEMALA	
	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PLANO DE: <b>DETALLES DE POZOS DE VISITA Y CONEXIONES DOMICILIARES</b>	MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN ESCALA: INDICADA	No. PLANO: <b>11/11</b>
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: CESAR GARCIA	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	JULIO DE 2017
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	ASesor: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR



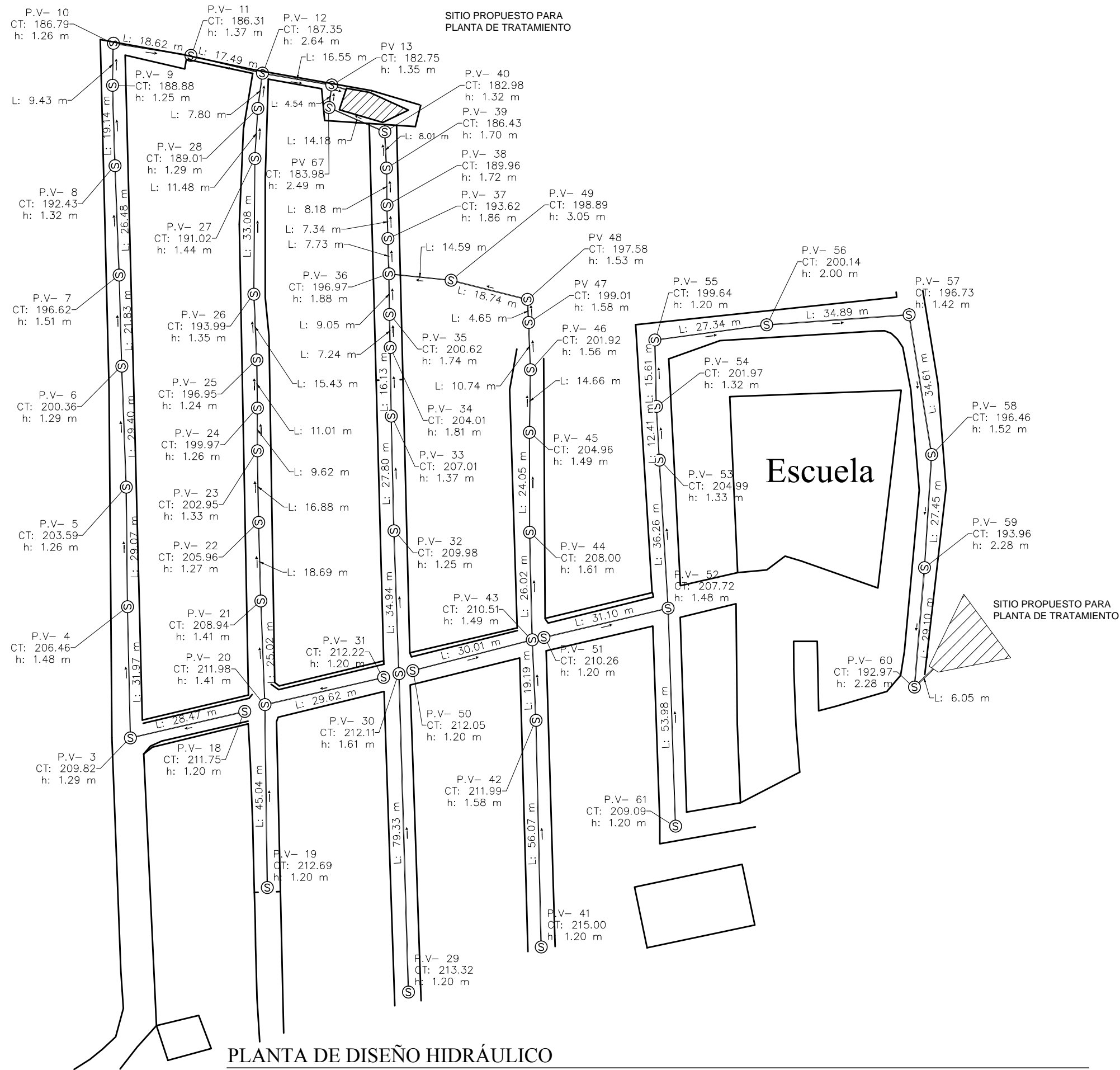
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA. 1988	

SIMBOLOGÍA	
(S)	POZO DE VISITA
P.V.-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO

PLANTA GENERAL DEL PROYECTO

ESCALA 1:2000

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
	PLANO DE: <b>PLANTA GENERAL DEL PROYECTO</b>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAUURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAUURRE	No. PLANO <b>1</b> <b>10</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAUURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	

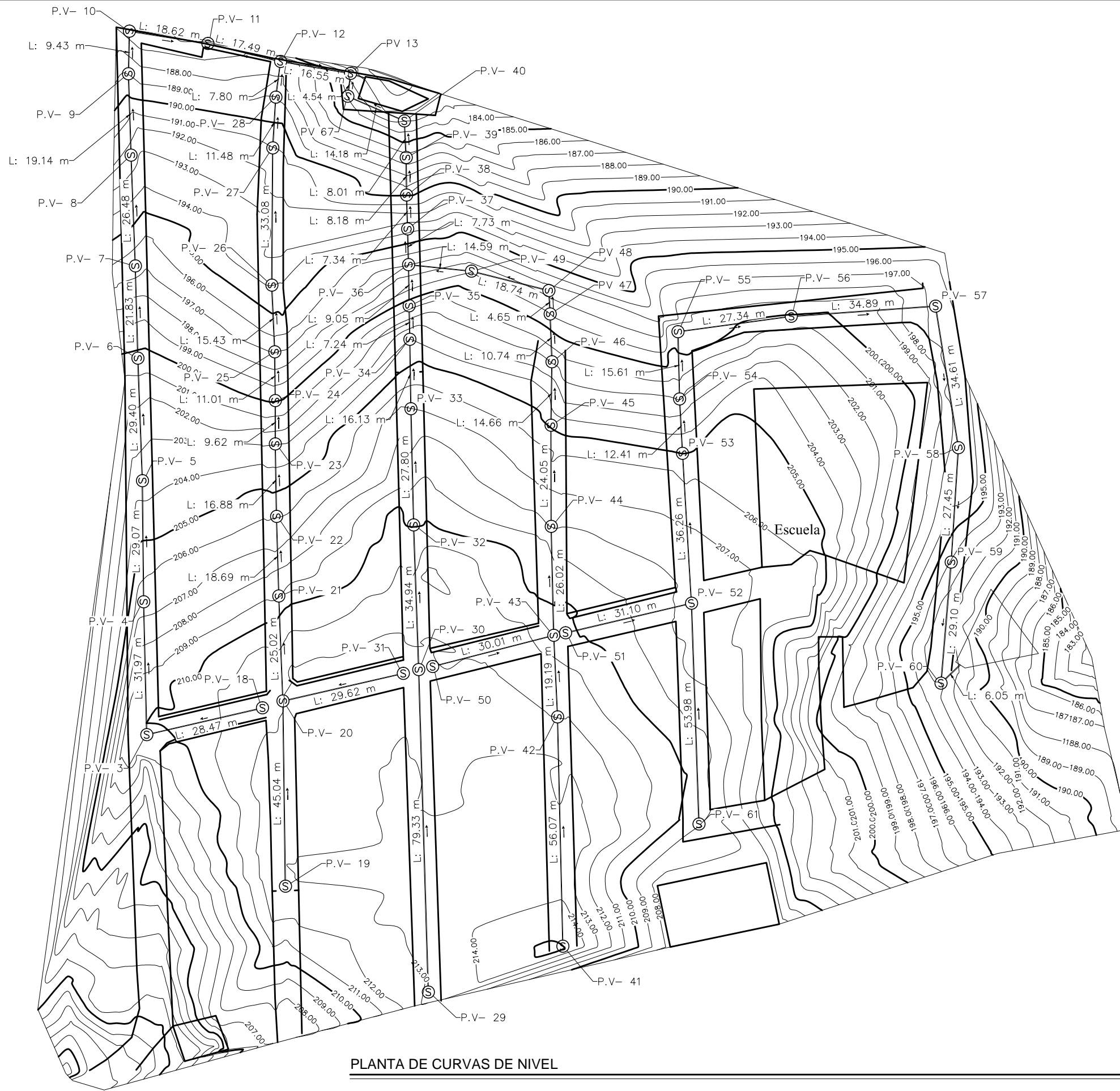


SIMBOLOGÍA	
⊙	POZO DE VISITA
P.V-1	POZO DE VISITA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA. 1988	

ESCALA 1:2000

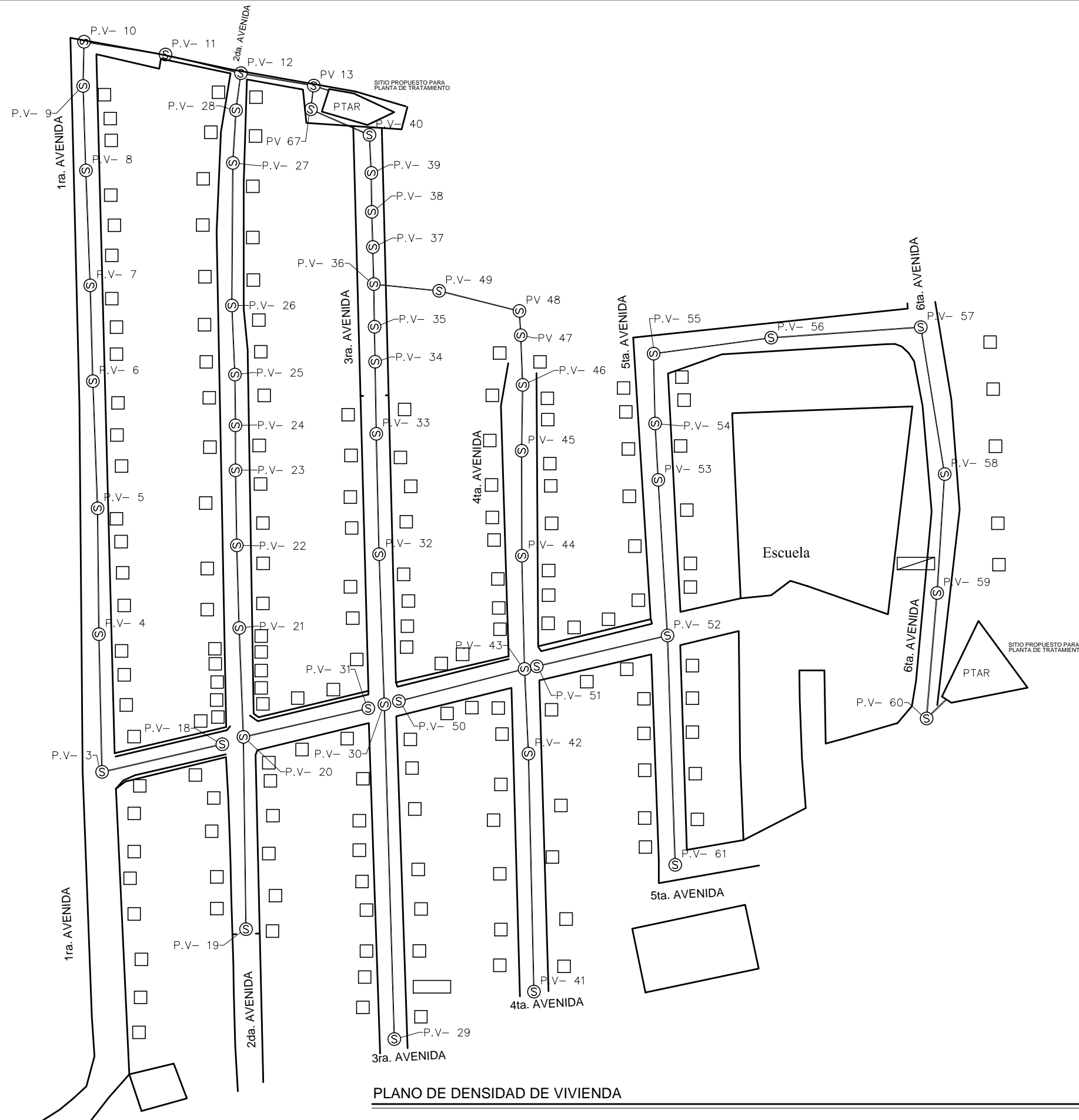
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA	
	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PLANO DE: <b>PLANTA DE DISEÑO HIDRÁULICO</b>	MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN	No. PLANO: <b>2/10</b>
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	ESCALA: INDICADA JULIO DE 2017
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA 1:2000

		MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL AMATITLÁN DEPARTAMENTO DE GUATEMALA DISEÑO DE ALcantarillado SANITARIO		
PLANO DE:				MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN
PLANTA GENERAL DE CURVAS DE NIVEL				ESCALA: INDICADA
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE				DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE				SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR				FIRMA:  
				No. PLANO <b>3</b> <b>10</b>

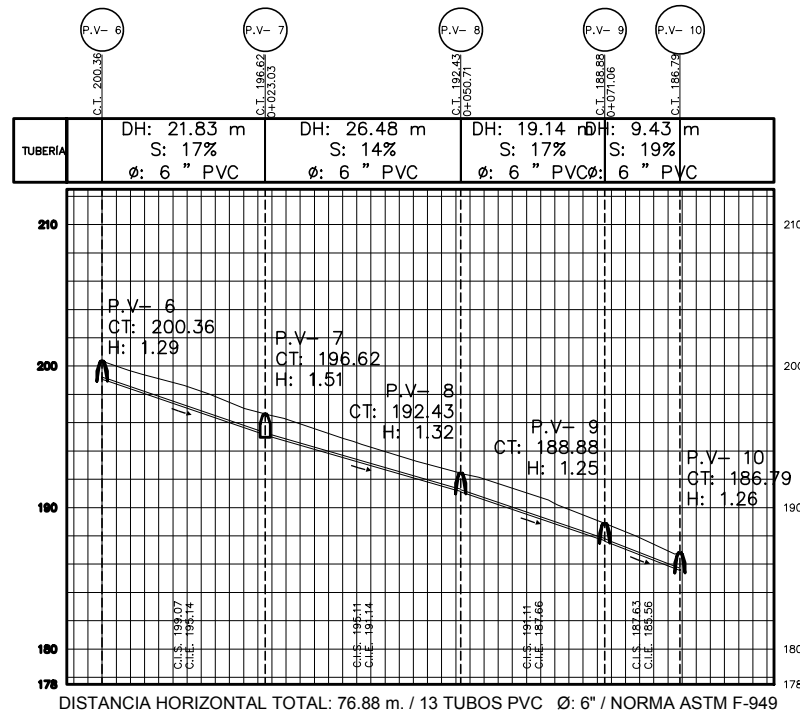


SIMBOLOGÍA	
	VIVIENDA
	ESCUELA
	SALÓN COMUNAL
PTAR	PLANTA TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
	POZO DE VISITA
PV-1	POZO DE VISITA
	TUBERÍA
	INICIO DE TRAMO

PLANO DE DENSIDAD DE VIVIENDA

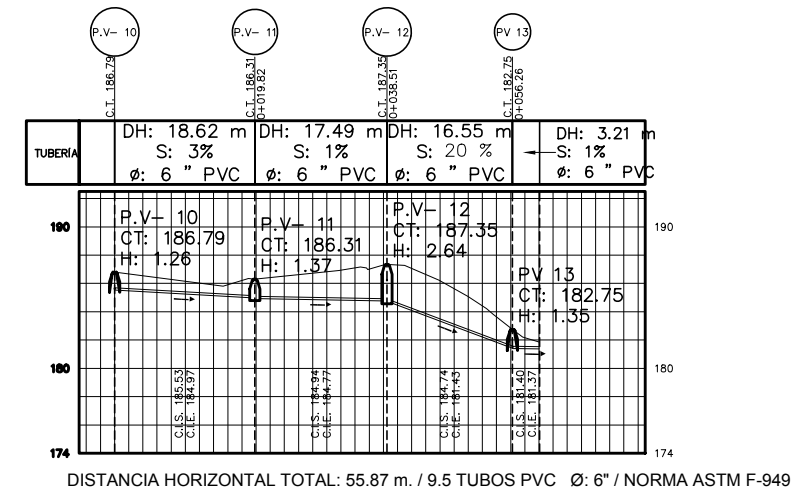
ESCALA 1:2000

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
	PLANO DE:	
<b>PLANTA GENERAL DE DENSIDAD DE VIVIENDA</b>		No. PLANO <b>4</b> <b>10</b>
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDALURRE	
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



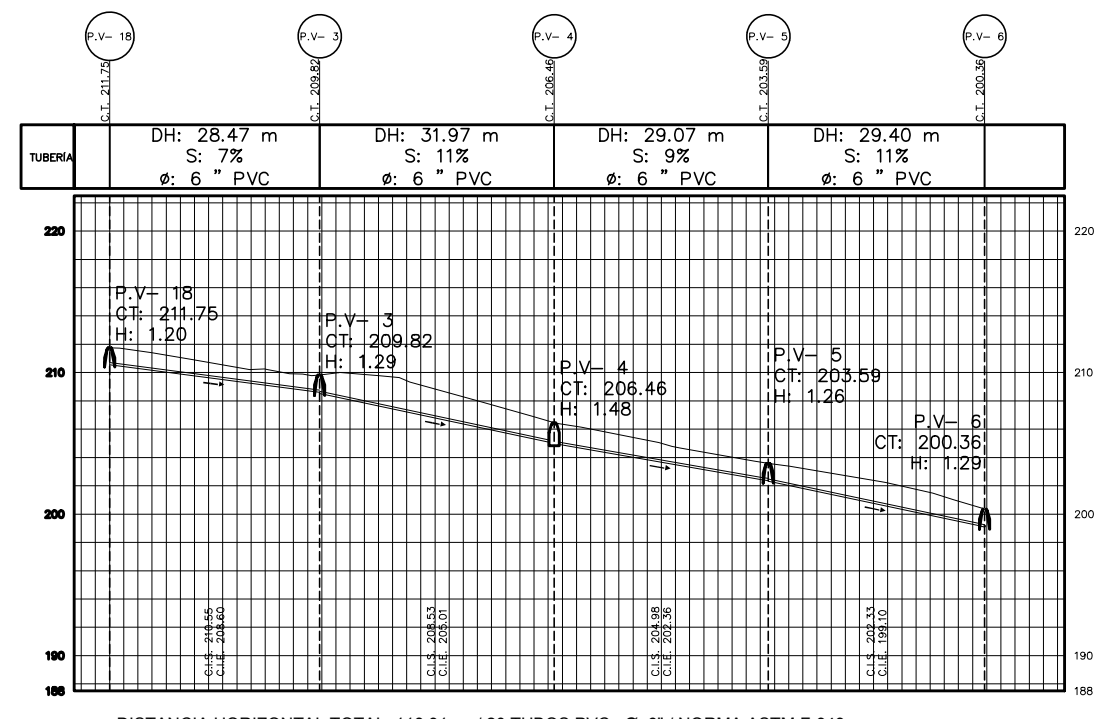
PERFILES DE PV-6 A PV-10

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



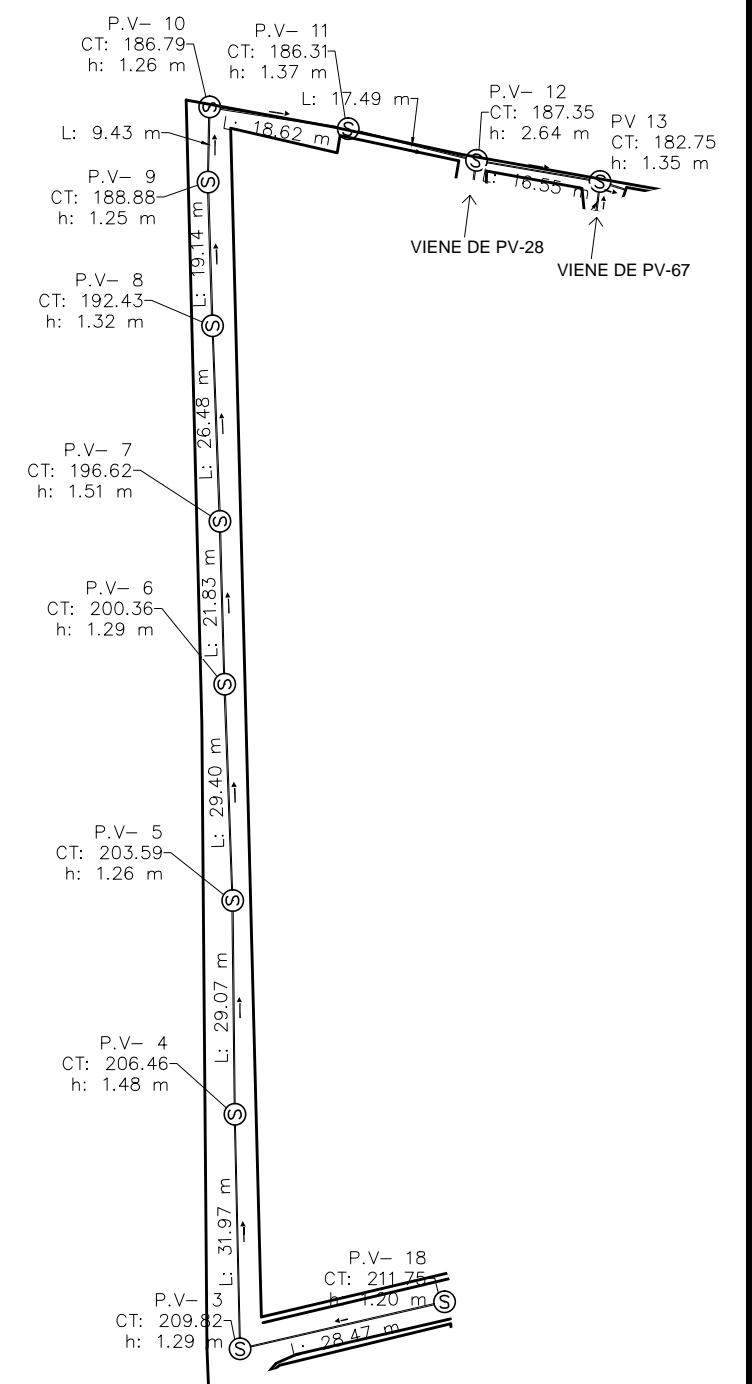
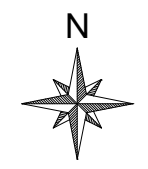
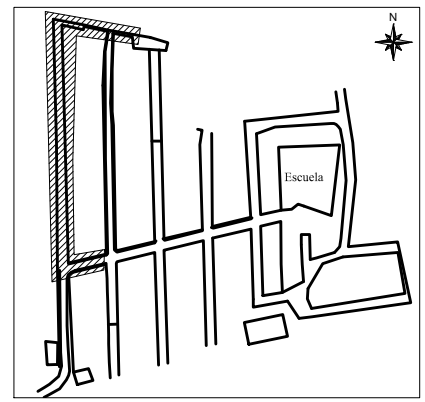
PERFILES DE PV-10 A PV-13

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PERFILES DE PV-18, PV-3 A PV-6

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



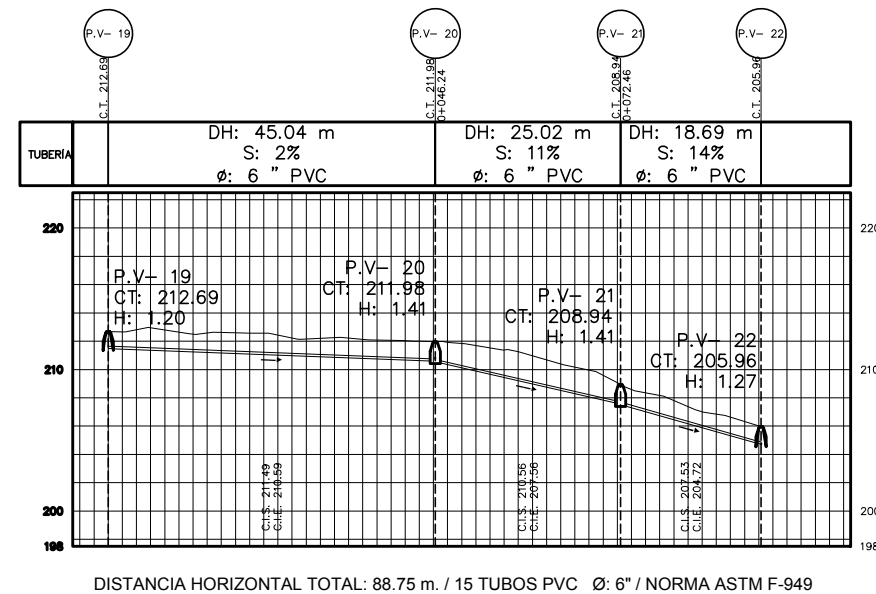
PLANTA CON RAMALES

ESCALA 1/1000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGÜA, 1988	

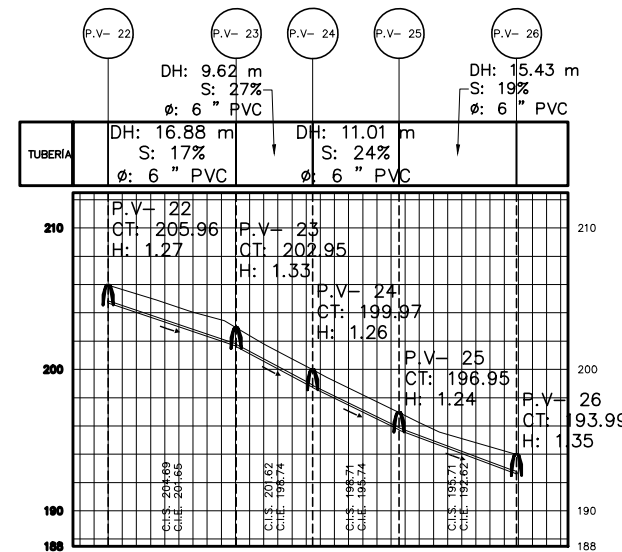
SIMBOLOGÍA			
P.V.-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
⊙	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
—	INICIO DE TRAMO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	CT	COTA DE TERRENO

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	
	COLONIA EDÉN INTERNACIONAL MUNICIPIO AMATILÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
PLANO DE:	MUNICIPALIDAD: AMATILÁN	
PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS		
ESCALA: INDICADA		
JULIO DE 2017		
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAUURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAUURRE	No. PLANO <b>5</b> <b>10</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAUURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



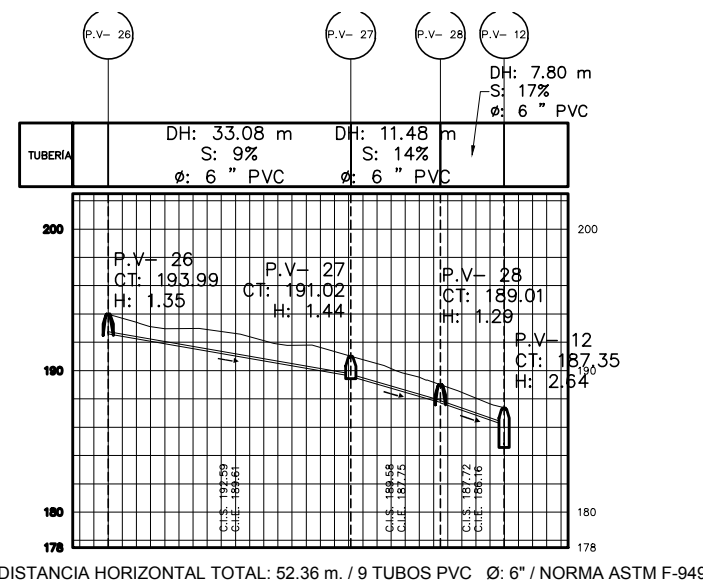
PERFILES DE PV-19 A PV-22

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



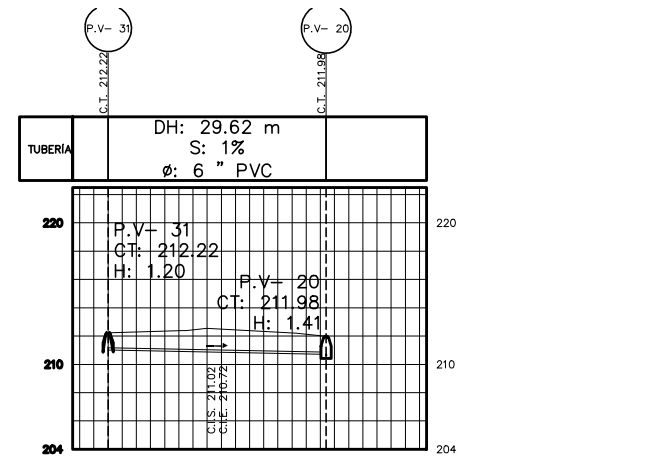
PERFILES DE PV-22 A PV-26

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



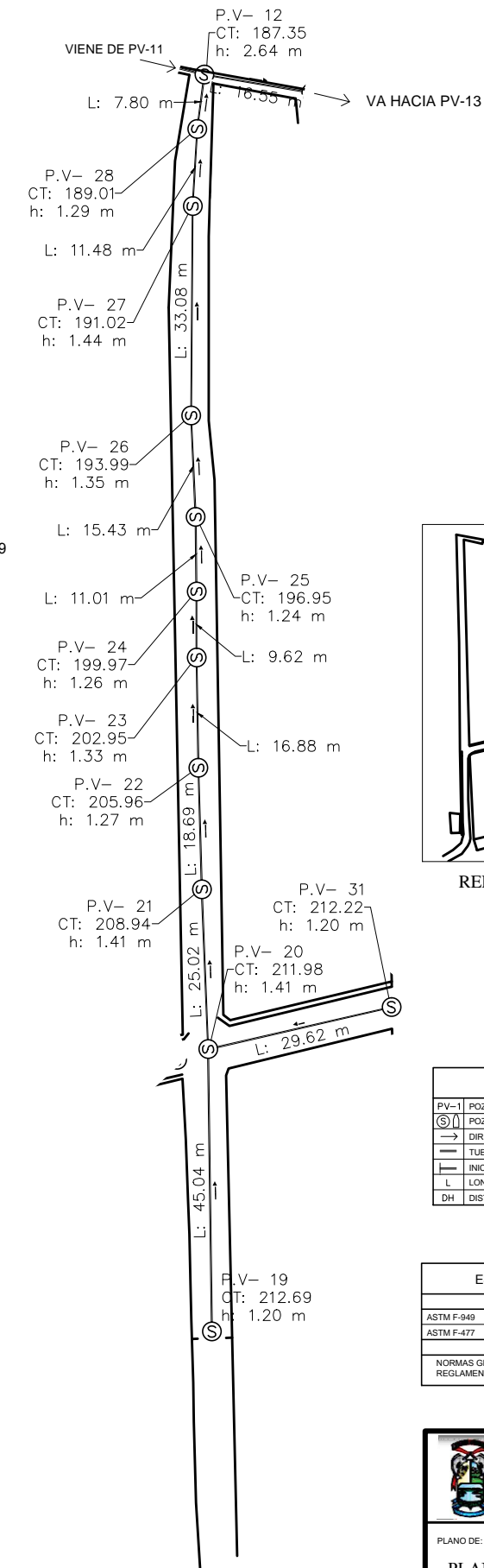
PERFILES DE PV-26 A PV-28 A PV-12

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



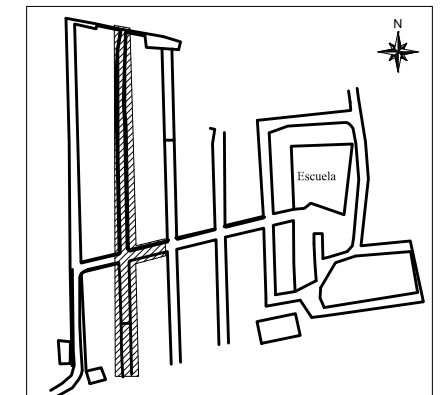
PERFILES DE PV-31 A PV-20

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PLANTA CON RAMALES

ESCALA 1/1000



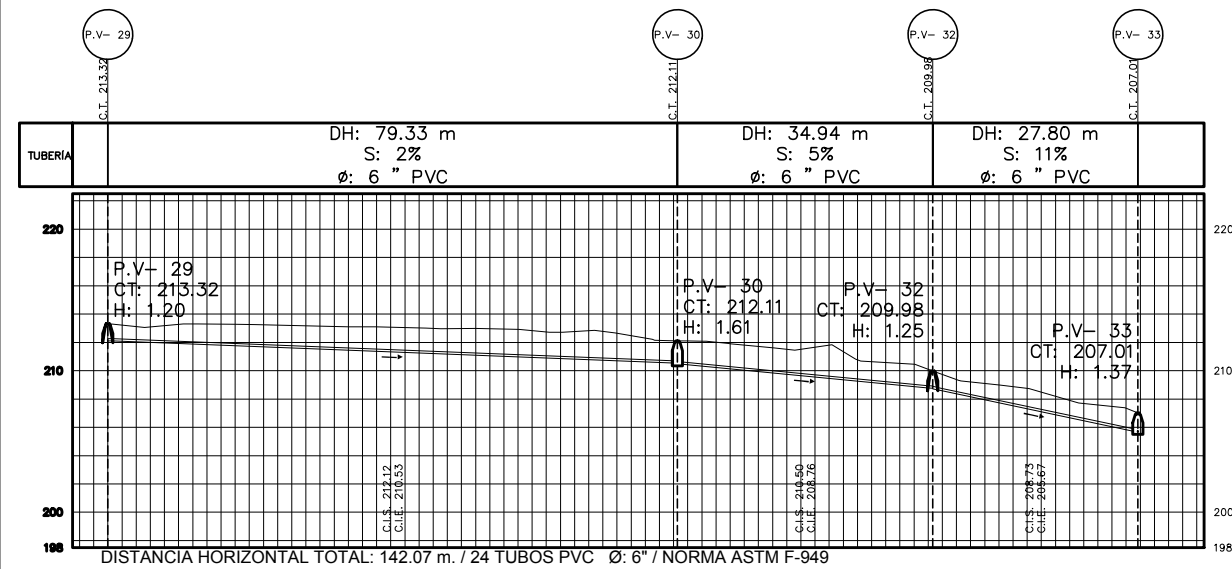
REFERENCIA DE PLANTA GENERAL

SIMBOLOGÍA			
P.V.-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
(S)	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
—	INICIO DE TRAMO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	CT	COTA DE TERRENO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INCOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	

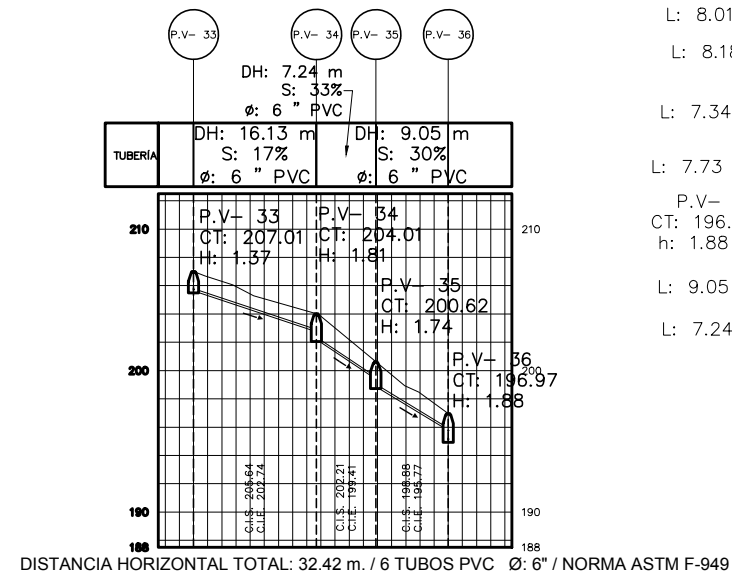
	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
	PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDALURRE	No. PLANO <b>6</b> <b>10</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDALURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	





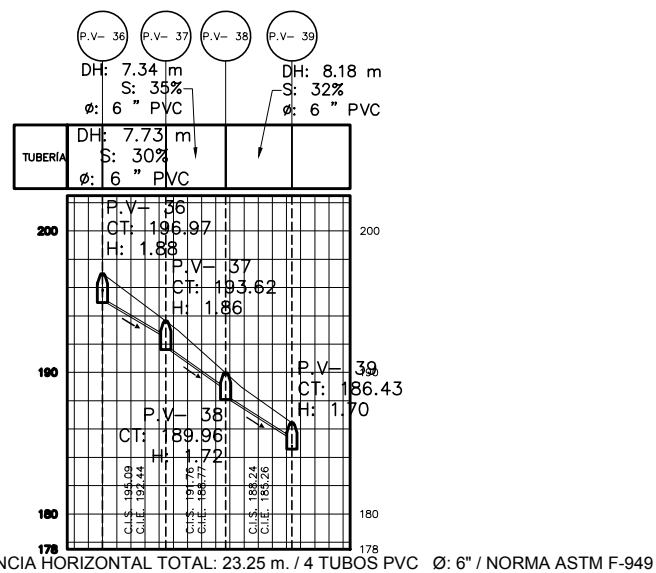
PERFILES DE PV-29 A PV-33

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



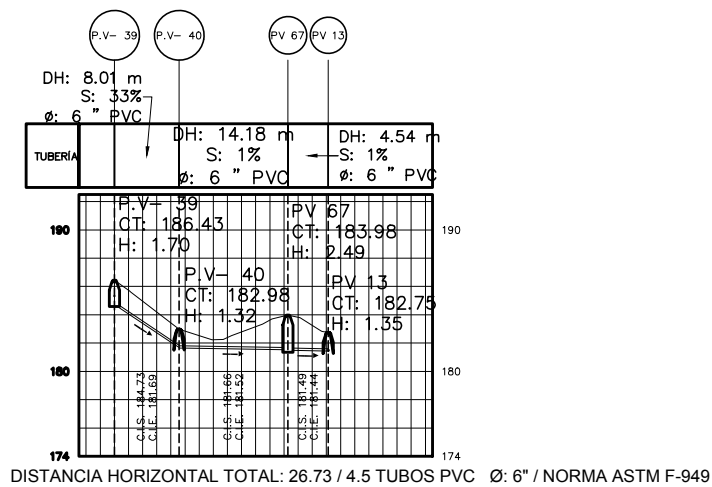
PERFILES DE PV-33 A PV-36

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



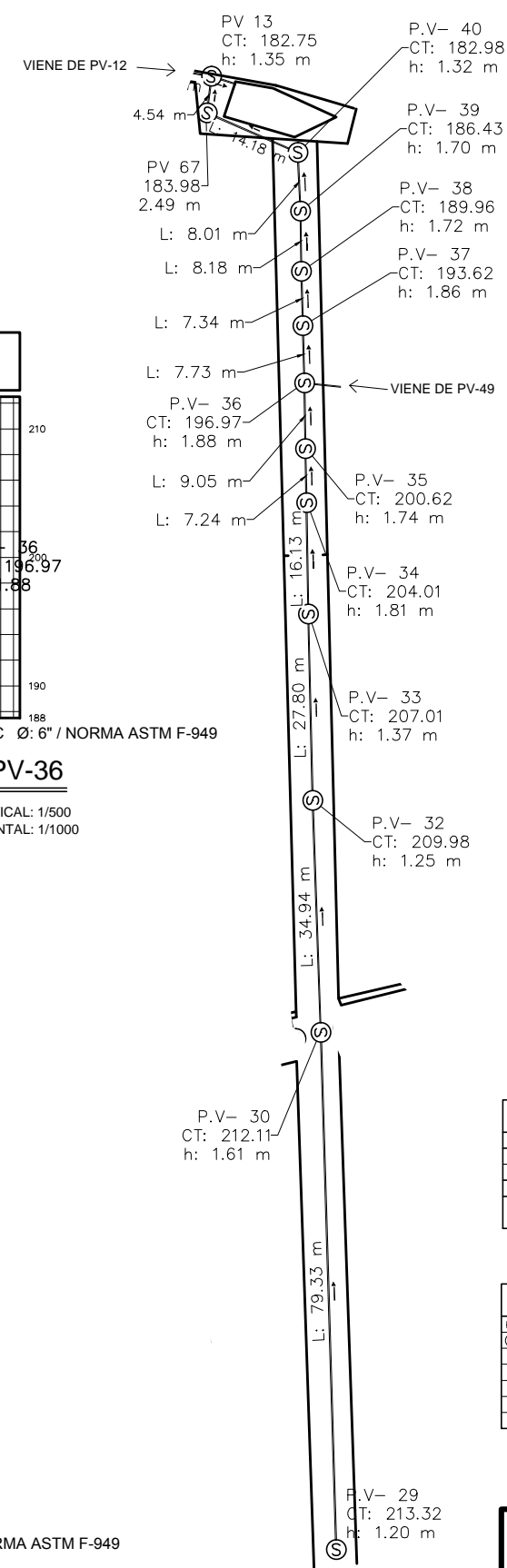
PERFILES DE PV-36 A PV-39

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



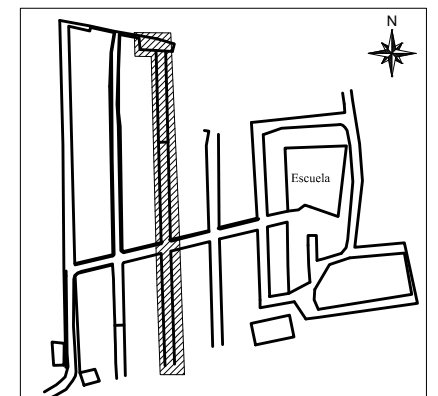
PERFILES DE PV-39 A PV-13

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



PLANTA CON RAMALES

ESCALA 1/1000



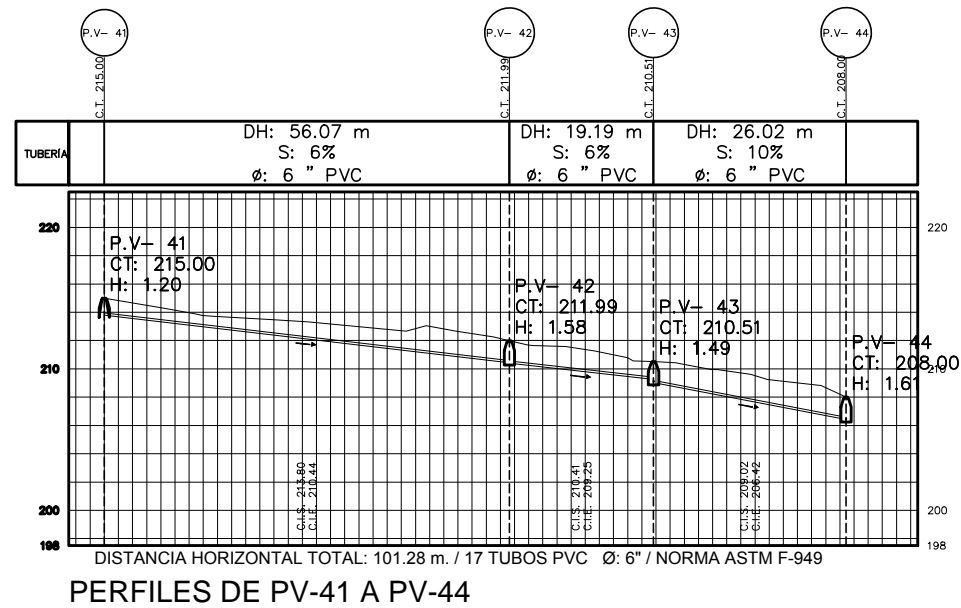
REFERENCIA DE PLANTA GENERAL

ESCALA 1:2500

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA. 1988	

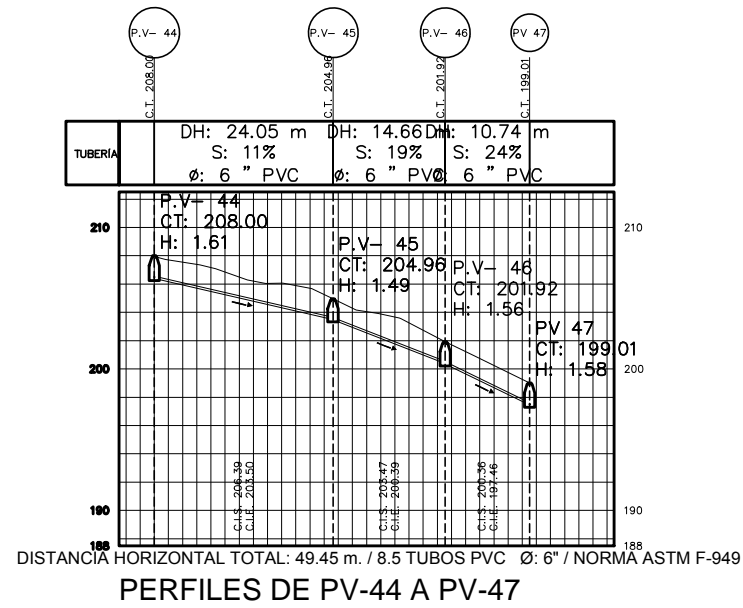
SIMBOLOGÍA			
P.V-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
(S)	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
—	INICIO DE TRAMO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	CT	COTA DE TERRENO

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL AMATITLÁN GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
	PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	No. PLANO <b>7</b> <b>10</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	



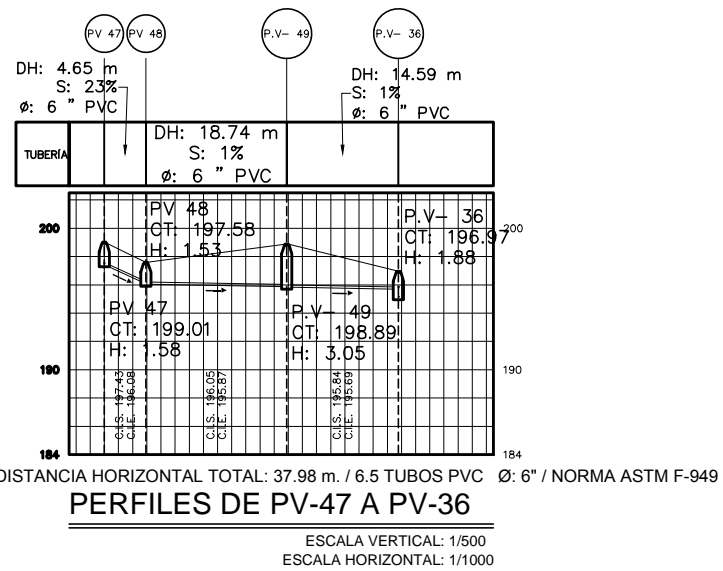
PERFILES DE PV-41 A PV-44

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



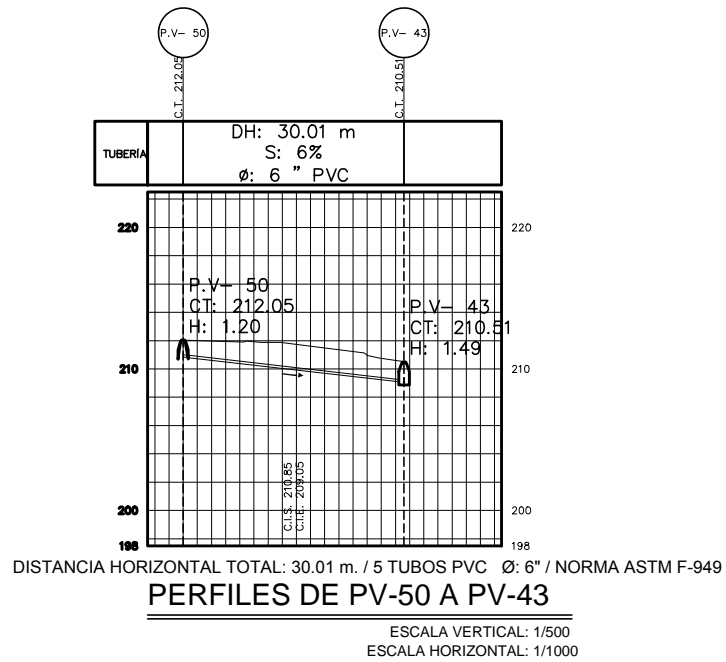
PERFILES DE PV-44 A PV-47

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



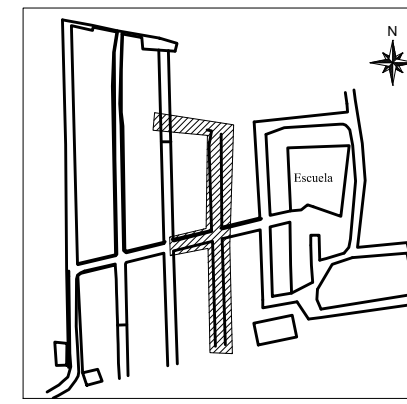
PERFILES DE PV-47 A PV-36

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

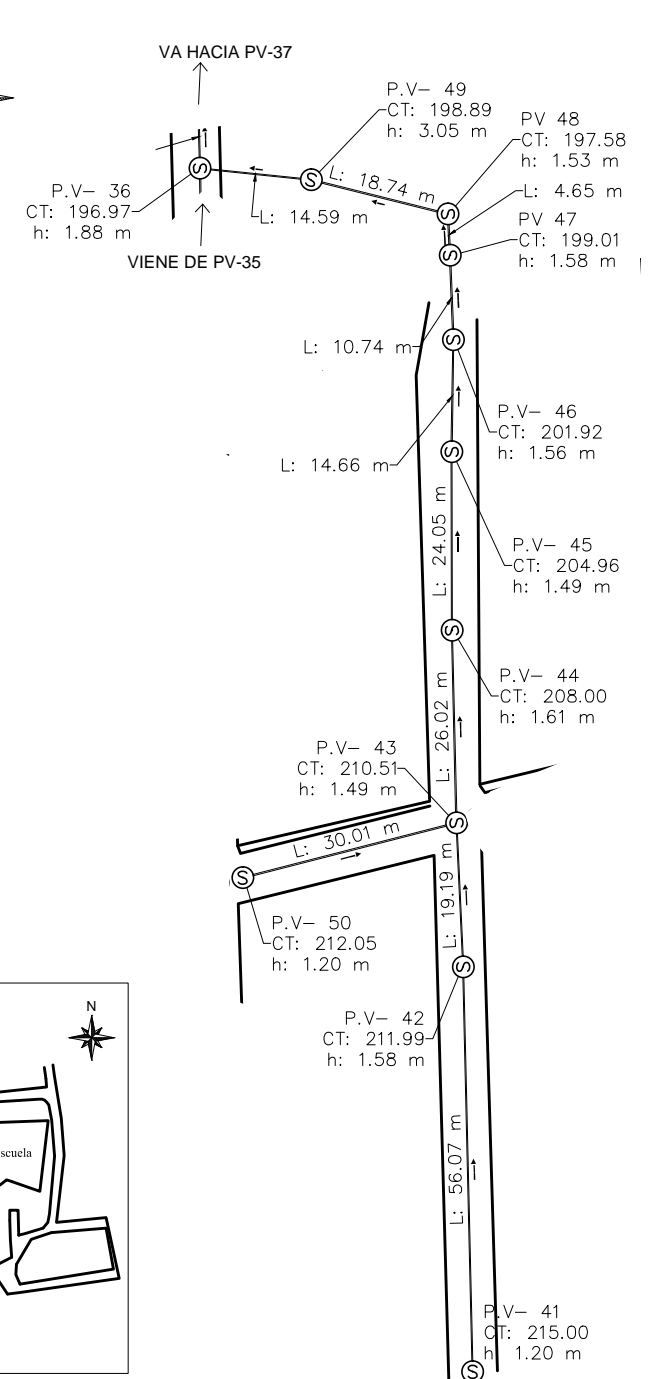


PERFILES DE PV-50 A PV-43

ESCALA VERTICAL: 1/500  
ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



REFERENCIA DE PLANTA GENERAL



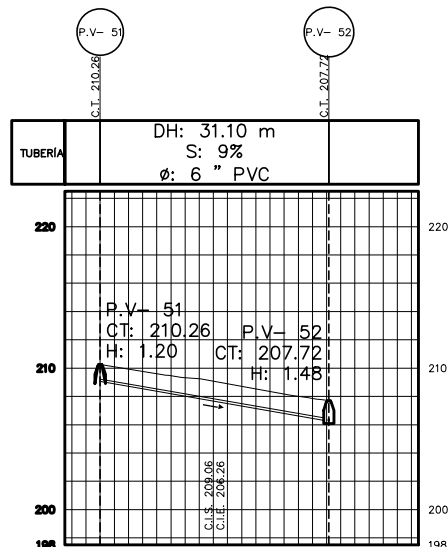
PLANTA CON RAMALES

ESCALA 1/1000

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	

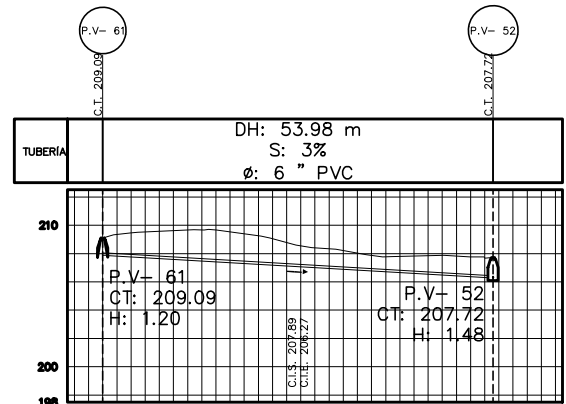
SIMBOLOGÍA			
P.V-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
⊕	POZO DE VISITA	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	TUBERÍA	CT	COTA DE TERRENO
—	INICIO DE TRAMO	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
L	LONGITUD DE TUBERÍA	ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	CT	COTA DE TERRENO

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA PROYECTO DE DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO		MUNICIPALIDAD: AMATITLÁN ESCALA: INDICADA JULIO DE 2017	
PLANO DE: PLANTA Y PERFILES HIDRÁULICOS		No. PLANO: 8/10	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAUURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAUURRE	DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAUURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:		



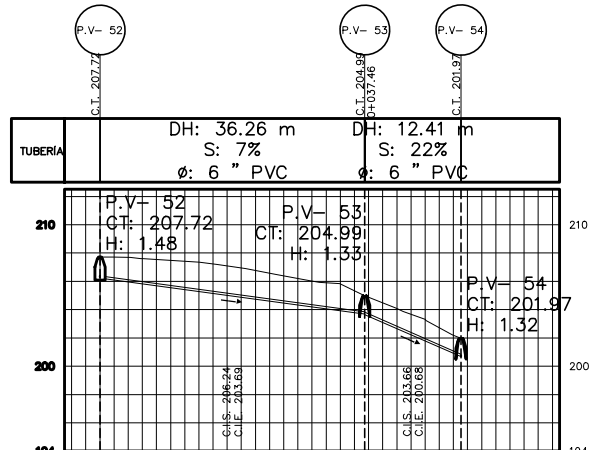
DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL: 31.10 m. / 5.5 TUBOS PVC Ø: 6" / NORMA ASTM F-949  
**PERFILES DE PV-51 A PV-52**

ESCALA VERTICAL: 1/500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



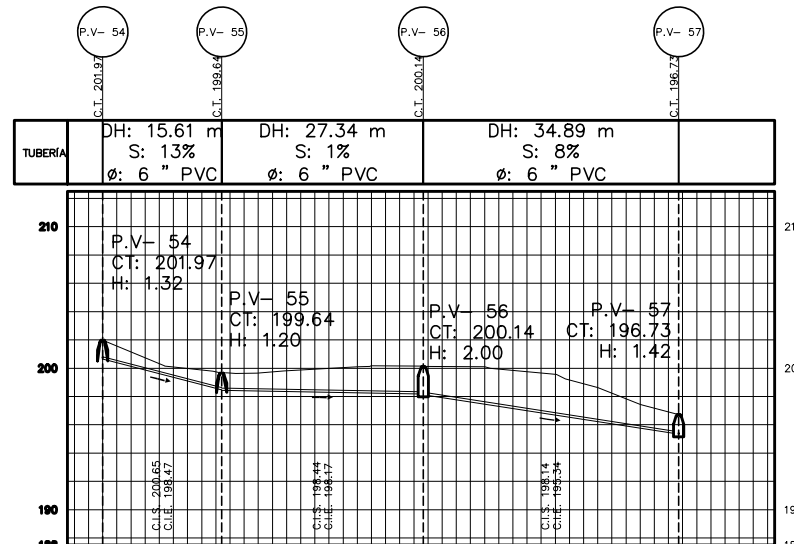
DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL: 53.98 m. / 9 TUBOS PVC Ø: 6" / NORMA ASTM F-949  
**PERFILES DE PV-61 A PV-52**

ESCALA VERTICAL: 1/500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



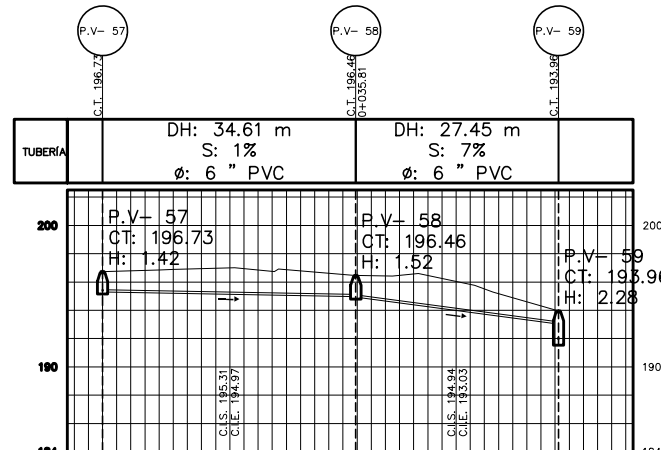
DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL: 48.67 m. / 8.5 TUBOS PVC Ø: 6" / NORMA ASTM F-949  
**PERFILES DE PV-52 A PV-54**

ESCALA VERTICAL: 1/500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



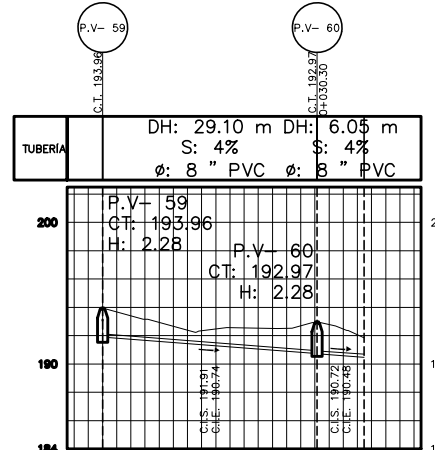
DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL: 77.84 m. / 13 TUBOS PVC Ø: 6" / NORMA ASTM F-949  
**PERFILES DE PV-54 A PV-57**

ESCALA VERTICAL: 1/500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



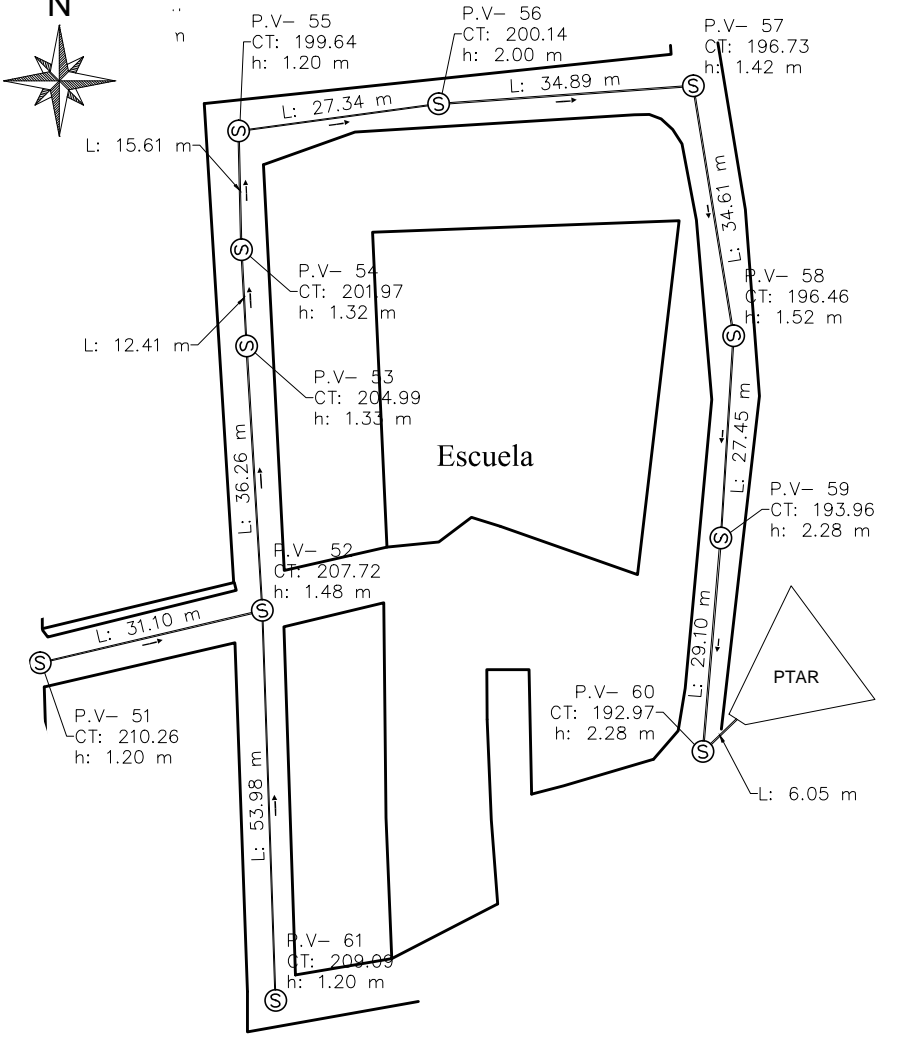
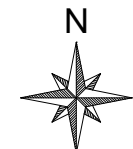
DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL: 62.06 m. / 10.5 TUBOS PVC Ø: 6" / NORMA ASTM F-949  
**PERFILES DE PV-57 A PV-59**

ESCALA VERTICAL: 1/500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000

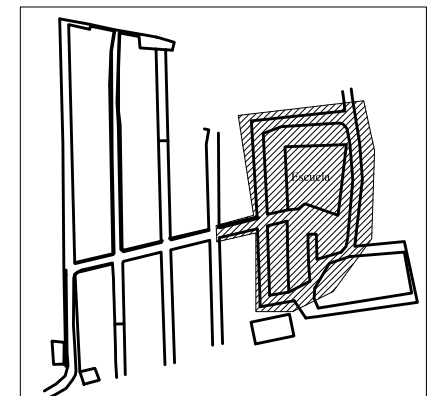


DISTANCIA HORIZONTAL TOTAL: 35.15 m. / 6 TUBOS PVC Ø: 8" / NORMA ASTM F-949  
**PERFILES DE PV-59 -PV-60 A PTAR**

ESCALA VERTICAL: 1/500  
 ESCALA HORIZONTAL: 1/1000



**PLANTA CON RAMALES**

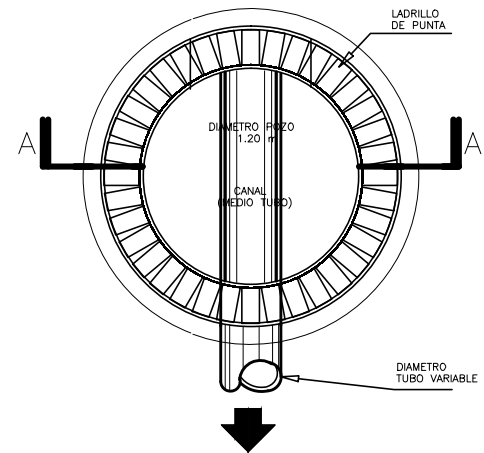


REFERENCIA DE PLANTA GENERAL

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍA ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM. 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAQUA. 1988	

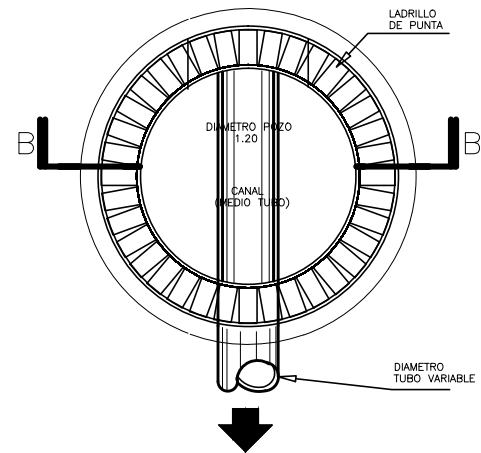
SIMBOLOGÍA			
P.V.-1	POZO DE VISITA	PTAR	PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
→	DIRECCIÓN DE FLUJO	CIS	COTA INVERT DE SALIDA
—	TUBERÍA	CIE	COTA INVERT DE ENTRADA
—	INICIO DE TRAMO	CT	COTA DE TERRENO
L	LONGITUD DE TUBERÍA	S	PENDIENTE DE TUBERÍA
DH	DISTANCIA HORIZONTAL	Ø	DIÁMETRO DE TUBERÍA
		CT	COTA DE TERRENO

MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL MUNICIPIO AMATILILÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO		MUNICIPALIDAD: AMATILILÁN ESCALA: INDICADA JULIO DE 2017	
<b>PLANO Y PERFILES HIDRÁULICOS</b>			
PLANO DE:		No. PLANO:	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE		DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDARRRE	
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDARRRE		SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR		FIRMA:	
		<b>9</b> <b>10</b>	



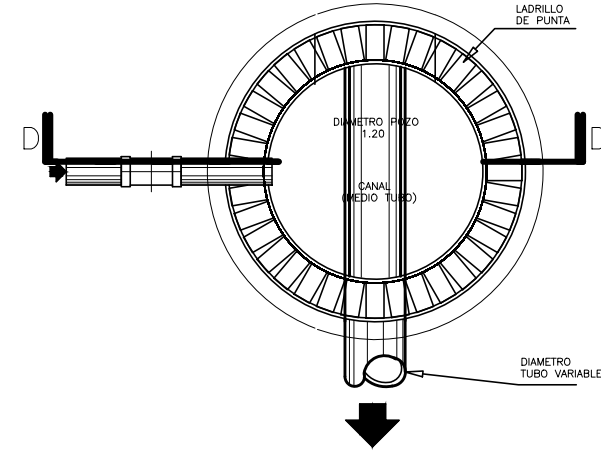
PLANTA POZO DE VISITA H > 1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



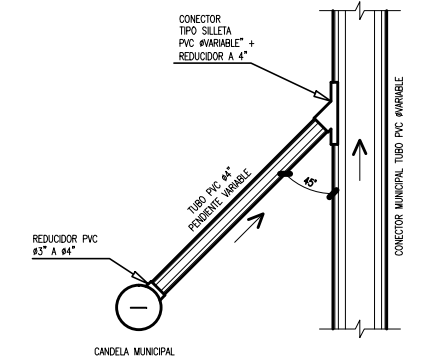
PLANTA POZO DE VISITA H = 1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



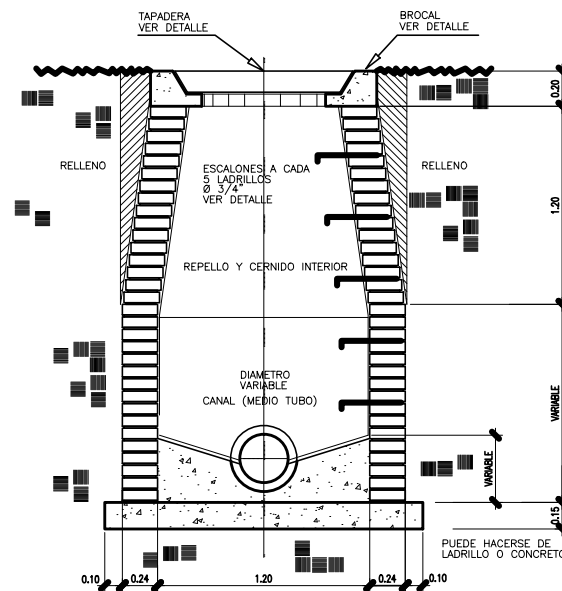
PLANTA POZO DE VISITA CON CAÍDA

ESCALA HORIZONTAL 1:20



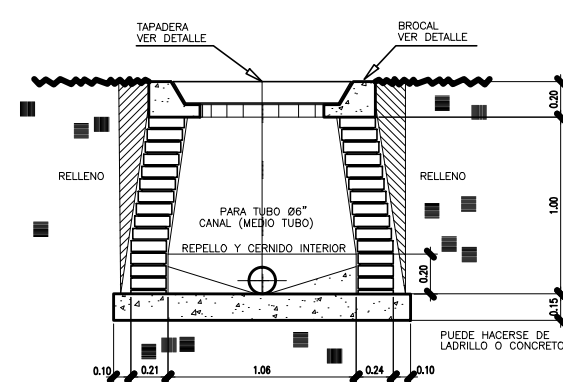
PLANTA ACOMETIDA DOMICILIAR

ESCALA HORIZONTAL 1:20



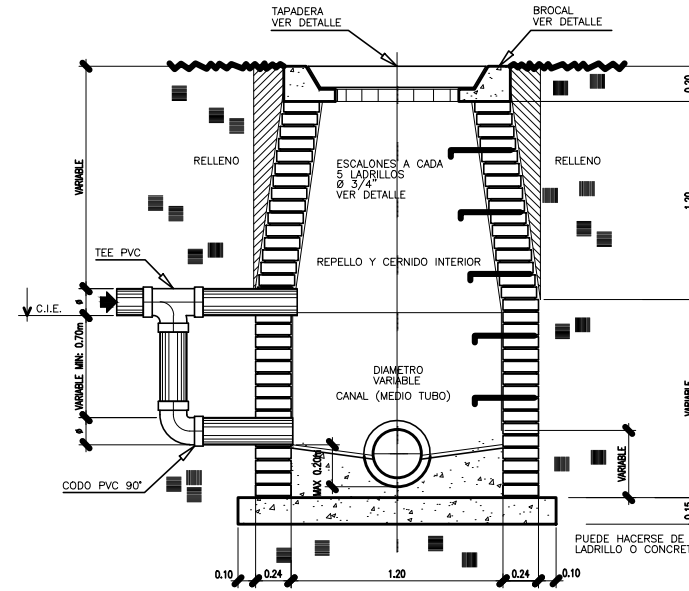
SECCIÓN A-A' H > 1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



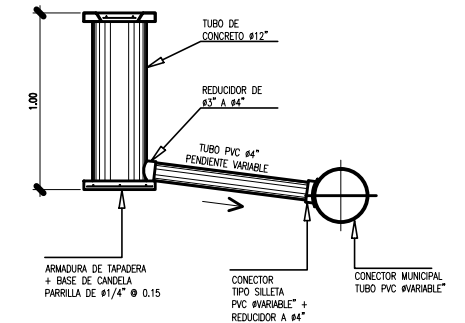
SECCIÓN B-B' H = 1.20 m

ESCALA HORIZONTAL 1:20



SECCIÓN D-D' POZO CON CAÍDA

ESCALA HORIZONTAL 1:20



PERFIL ACOMETIDA DOMICILIAR

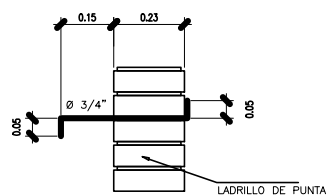
ESCALA HORIZONTAL 1:20

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERÁN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE LA RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERÁ TENER UN  $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  PROPORCIÓN 1:2:3.5.
3. EL MORTERO DEBERÁ SER DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO PROPORCIÓN 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERÁN USARSE SEGÚN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACIÓN.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERÁ  $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$

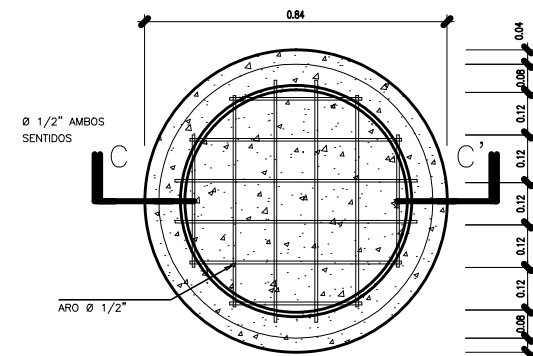
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

NORMAS DE TUBERÍA	
ASTM F-949	DIMENSIONES Y RESISTENCIA DE TUBERÍA
ASTM F-477	CONEXIONES DE TUBERÍAS ASTM-F949
NORMAS DE DISEÑO	
NORMAS GENERALES PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLADO INFOM, 2001	
REGLAMENTO PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE DRENAJES EMPAGUA, 1988	



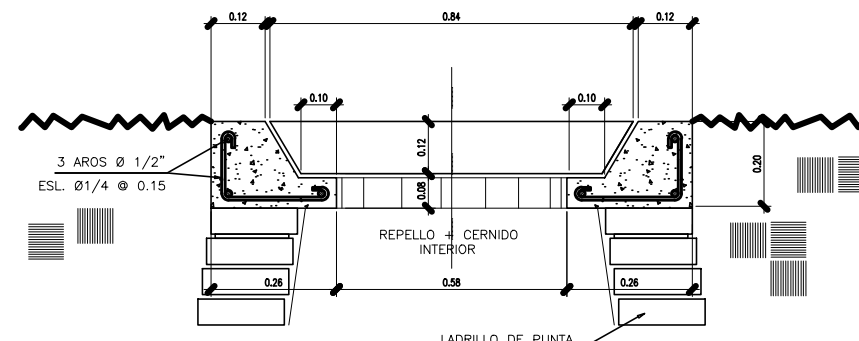
DETALLE DE ESCALÓN

ESCALA HORIZONTAL 1:10



TAPADERA DE POZO + SECCIÓN C-C'

ESCALA HORIZONTAL 1:10



DETALLE DE BROCAL DE POZO

ESCALA HORIZONTAL 1:10

	MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR COLONIA EDÉN INTERNACIONAL MUNICIPIO AMATITLÁN DEPARTAMENTO GUATEMALA DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	
	PLANO DE: <b>DETALLES DE POZOS DE VISITA Y CONEXIONES DOMICILIARES</b>	
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO: PABLO VIDAURRE	No. PLANO <b>10/10</b>
DISEÑO Y CÁLCULO TOPOGRÁFICO: PABLO VIDAURRE	SUPERVISOR: UNIDAD DE EPS	
ASESOR: MANCOMUNIDAD GRAN CIUDAD DEL SUR	FIRMA:	

## ANEXO

Anexo 1. **Tabla de relaciones hidráulicas**

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.00501	0.05100	0.26022	0.07149	0.18100	0.59395	0.21232	0.31200	0.79291
0.00522	0.05200	0.26353	0.07230	0.18200	0.58132	0.21254	0.31300	0.79428
0.00544	0.05300	0.26681	0.07311	0.18300	0.58324	0.21384	0.31400	0.79565
0.00566	0.05400	0.27007	0.07392	0.18400	0.58515	0.21515	0.31500	0.79702
0.00589	0.05500	0.27330	0.07475	0.18500	0.58706	0.21647	0.31600	0.79839
0.00612	0.05600	0.27652	0.07557	0.18600	0.58897	0.21779	0.31700	0.79977
0.00635	0.05700	0.27971	0.07640	0.18700	0.59086	0.21911	0.31800	0.80114
0.00659	0.05800	0.28288	0.07723	0.18800	0.59276	0.22043	0.31900	0.80251
0.00683	0.05900	0.28603	0.07807	0.18900	0.59464	0.22176	0.32000	0.80388
0.00708	0.06000	0.28916	0.07891	0.19000	0.59653	0.22308	0.32100	0.80519
0.00734	0.06100	0.29227	0.07976	0.19100	0.59840	0.22442	0.32200	0.80653
0.00760	0.06200	0.29536	0.08061	0.19200	0.60027	0.22575	0.32300	0.80786
0.00786	0.06300	0.29843	0.08147	0.19300	0.60214	0.22709	0.32400	0.80920
0.00813	0.06400	0.30148	0.08233	0.19400	0.60400	0.22843	0.32500	0.81053
0.00840	0.06500	0.30451	0.08319	0.19500	0.60586	0.22978	0.32600	0.81186
0.00868	0.06600	0.30753	0.08401	0.19600	0.60771	0.23113	0.32700	0.81320
0.00896	0.06700	0.31052	0.08493	0.19700	0.60955	0.23248	0.32800	0.81453
0.00924	0.06800	0.31350	0.08581	0.19800	0.61139	0.23383	0.32900	0.81587
0.00953	0.06900	0.31647	0.08669	0.19900	0.61323	0.23519	0.33000	0.81720
0.00983	0.07000	0.31941	0.08757	0.20000	0.61506	0.23655	0.33100	0.81852
0.01013	0.07100	0.32234	0.08846	0.20100	0.61689	0.23791	0.33200	0.81982
0.01043	0.07200	0.32526	0.08935	0.20200	0.61872	0.23928	0.33300	0.82113
0.01074	0.07300	0.32815	0.09025	0.20300	0.62055	0.24064	0.33400	0.82243
0.01106	0.07400	0.33103	0.09115	0.20400	0.62238	0.24202	0.33500	0.82373
0.01138	0.07500	0.33390	0.09206	0.20500	0.62421	0.24339	0.33600	0.82503
0.01170	0.07600	0.33651	0.09297	0.20600	0.62604	0.24477	0.33700	0.82633
0.01203	0.07700	0.33958	0.09388	0.20700	0.62787	0.24615	0.33800	0.82763
0.01236	0.07800	0.34241	0.09480	0.20800	0.62970	0.24753	0.33900	0.82894
0.01270	0.07900	0.34522	0.09572	0.20900	0.63153	0.24892	0.34000	0.83024
0.01304	0.08000	0.34801	0.09665	0.21000	0.63336	0.25031	0.34100	0.83153
0.01339	0.08100	0.35079	0.09758	0.21100	0.63487	0.25170	0.34200	0.83280
0.01374	0.08200	0.35355	0.09851	0.21200	0.63664	0.25310	0.34300	0.83407
0.01410	0.08300	0.35630	0.09945	0.21300	0.63842	0.25449	0.34400	0.83534
0.01446	0.08400	0.35904	0.10039	0.21400	0.64019	0.25589	0.34500	0.83662
0.01483	0.08500	0.36176	0.10134	0.21500	0.64196	0.25730	0.34600	0.83789
0.01520	0.08600	0.36448	0.10229	0.21600	0.64373	0.25870	0.34700	0.83916
0.01557	0.08700	0.36717	0.10325	0.21700	0.64550	0.26011	0.34800	0.84043
0.01595	0.08800	0.36986	0.10420	0.21800	0.64728	0.26153	0.34900	0.84170
0.01634	0.08900	0.37253	0.10517	0.21900	0.64905	0.26294	0.35000	0.84297
0.01673	0.09000	0.37519	0.10613	0.22000	0.65082	0.26436	0.35100	0.84423
0.01712	0.09100	0.37842	0.10711	0.22100	0.65238	0.26578	0.35200	0.84547
0.01752	0.09200	0.38048	0.10808	0.22200	0.65411	0.26720	0.35300	0.84671
0.01792	0.09300	0.38310	0.10906	0.22300	0.65583	0.26863	0.35400	0.84795
0.01833	0.09400	0.38572	0.11004	0.22400	0.65756	0.27006	0.35500	0.84919
0.01874	0.09500	0.38832	0.11103	0.22500	0.65929	0.27149	0.35600	0.85043
0.01916	0.09600	0.39091	0.11202	0.22600	0.66101	0.27292	0.35700	0.85167
0.01958	0.09700	0.39349	0.11302	0.22700	0.66274	0.27436	0.35800	0.85290
0.02001	0.09800	0.39606	0.11401	0.22800	0.66446	0.27580	0.35900	0.85414

Continuación anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.27724	0.36000	0.85538	0.34939	0.40800	0.91107	0.42637	0.45600	0.96018
0.27868	0.36100	0.85663	0.35094	0.40900	0.91219	0.42802	0.45700	0.96114
0.28013	0.36200	0.85784	0.35251	0.41000	0.91330	0.42966	0.45800	0.96211
0.28158	0.36300	0.85905	0.35407	0.41100	0.91424	0.43131	0.45900	0.96307
0.28303	0.36400	0.86027	0.35563	0.41200	0.91532	0.43296	0.46000	0.96404
0.28449	0.36500	0.86148	0.35720	0.41300	0.91640	0.43461	0.46100	0.96496
0.28595	0.36600	0.86269	0.35877	0.41400	0.91748	0.43627	0.46200	0.96590
0.28741	0.36700	0.86391	0.36034	0.41500	0.91856	0.43792	0.46300	0.96684
0.28887	0.36800	0.86512	0.36192	0.41600	0.91964	0.43958	0.46400	0.96778
0.29034	0.36900	0.86633	0.36349	0.41700	0.92072	0.44123	0.46500	0.96871
0.29181	0.37000	0.86754	0.36507	0.41800	0.92180	0.44289	0.46600	0.96965
0.29328	0.37100	0.86873	0.36665	0.41900	0.92288	0.44455	0.46700	0.97059
0.29475	0.37200	0.86991	0.36823	0.42000	0.92396	0.44621	0.46800	0.97153
0.29623	0.37300	0.87109	0.36981	0.42100	0.92492	0.44787	0.46900	0.97247
0.29770	0.37400	0.87227	0.37140	0.42200	0.92597	0.44954	0.47000	0.97340
0.29918	0.37500	0.87345	0.37299	0.42300	0.92702	0.45120	0.47100	0.97432
0.30067	0.37600	0.87464	0.37458	0.42400	0.92807	0.45287	0.47200	0.97523
0.30215	0.37700	0.87582	0.37617	0.42500	0.92912	0.45454	0.47300	0.97614
0.30364	0.37800	0.87700	0.37776	0.42600	0.93017	0.45621	0.47400	0.97706
0.30513	0.37900	0.87818	0.37936	0.42700	0.93122	0.45788	0.47500	0.97797
0.30663	0.38000	0.87936	0.38095	0.42800	0.93227	0.45955	0.47600	0.97888
0.30812	0.38100	0.88053	0.38255	0.42900	0.93332	0.46122	0.47700	0.97980
0.30962	0.38200	0.88169	0.38415	0.43000	0.93430	0.46289	0.47800	0.98071
0.31112	0.38300	0.88286	0.38575	0.43100	0.93532	0.46457	0.47900	0.98162
0.31262	0.38400	0.88402	0.38736	0.43200	0.93634	0.46625	0.48000	0.98253
0.31413	0.38500	0.88519	0.38896	0.43300	0.93736	0.46792	0.48100	0.98342
0.31564	0.38600	0.88635	0.39057	0.43400	0.93838	0.46960	0.48200	0.98430
0.31715	0.38700	0.88751	0.39218	0.43500	0.93940	0.47128	0.48300	0.98519
0.31866	0.38800	0.88868	0.39379	0.43600	0.94043	0.47296	0.48400	0.98607
0.32017	0.38900	0.88984	0.39541	0.43700	0.94145	0.47464	0.48500	0.98696
0.32169	0.39000	0.89091	0.39702	0.43800	0.94247	0.47633	0.48600	0.98784
0.32321	0.39100	0.89205	0.39864	0.43900	0.94349	0.47801	0.48700	0.98873
0.32473	0.39200	0.89319	0.40026	0.44000	0.94451	0.47970	0.48800	0.98961
0.32626	0.39300	0.89433	0.40188	0.44100	0.94547	0.48138	0.48900	0.99049
0.32778	0.39400	0.89546	0.40350	0.44200	0.94646	0.48307	0.49000	0.99138
0.32931	0.39500	0.89660	0.40512	0.44300	0.94745	0.48476	0.49100	0.99226
0.33084	0.39600	0.89774	0.40675	0.44400	0.94844	0.48645	0.49200	0.99312
0.33238	0.39700	0.89888	0.40837	0.44500	0.94943	0.48814	0.49300	0.99398
0.33391	0.39800	0.90002	0.41000	0.44600	0.95042	0.48983	0.49400	0.99484
0.33545	0.39900	0.90106	0.41163	0.44700	0.95142	0.49152	0.49500	0.99571
0.33699	0.40000	0.90217	0.41326	0.44800	0.95241	0.49322	0.49600	0.99657
0.33853	0.40100	0.90328	0.41490	0.44900	0.95340	0.49491	0.49700	0.99743
0.34007	0.40200	0.90440	0.41653	0.45000	0.95439	0.49661	0.49800	0.99829
0.34162	0.40300	0.90551	0.41817	0.45100	0.95535	0.49830	0.49900	0.99915
0.34317	0.40400	0.90662	0.41980	0.45200	0.95631	0.50000	0.50000	1.00002
0.34472	0.40500	0.90774	0.42144	0.45300	0.95728	0.50170	0.50100	1.00085
0.34627	0.40600	0.90885	0.42308	0.45400	0.95824	0.50340	0.50200	1.00169
0.34783	0.40700	0.90996	0.42473	0.45500	0.95921	0.50510	0.50300	1.00253

Continuación anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.50680	0.50400	1.00337	0.58916	0.55200	1.04075	0.67184	0.60000	1.07241
0.50850	0.50500	1.00422	0.59089	0.55300	1.04146	0.67355	0.60100	1.07302
0.51020	0.50600	1.00506	0.59261	0.55400	1.04218	0.67527	0.60200	1.07361
0.51191	0.50700	1.00590	0.59434	0.55500	1.04289	0.67698	0.60300	1.07419
0.51361	0.50800	1.00674	0.59606	0.55600	1.04361	0.67869	0.60400	1.07478
0.51531	0.50900	1.00758	0.59779	0.55700	1.04432	0.68040	0.60500	1.07536
0.51702	0.51000	1.00843	0.59951	0.55800	1.04503	0.68211	0.60600	1.07595
0.51873	0.51100	1.00919	0.60124	0.55900	1.04575	0.68382	0.60700	1.07653
0.52043	0.51200	1.01000	0.60296	0.56000	1.04646	0.68553	0.60800	1.07712
0.52214	0.51300	1.01082	0.60469	0.56100	1.04713	0.68724	0.60900	1.07770
0.52385	0.51400	1.01163	0.60642	0.56200	1.04782	0.68895	0.61000	1.07829
0.52556	0.51500	1.01245	0.60814	0.56300	1.04850	0.69065	0.61100	1.07887
0.52727	0.51600	1.01326	0.60987	0.56400	1.04919	0.69236	0.61200	1.07946
0.52898	0.51700	1.01408	0.61159	0.56500	1.04988	0.69406	0.61300	1.08004
0.53069	0.51800	1.01489	0.61332	0.56600	1.05056	0.69577	0.61400	1.08058
0.53240	0.51900	1.01571	0.61504	0.56700	1.05125	0.69747	0.61500	1.08114
0.53411	0.52000	1.01652	0.61677	0.56800	1.05194	0.69917	0.61600	1.08170
0.53583	0.52100	1.01727	0.61849	0.56900	1.05262	0.70087	0.61700	1.08226
0.53754	0.52200	1.01806	0.62022	0.57000	1.05331	0.70257	0.61800	1.08282
0.53926	0.52300	1.01884	0.62194	0.57100	1.05397	0.70427	0.61900	1.08338
0.54097	0.52400	1.01963	0.62367	0.57200	1.05464	0.70597	0.62000	1.08394
0.54269	0.52500	1.02042	0.62539	0.57300	1.05530	0.70767	0.62100	1.08449
0.54440	0.52600	1.02120	0.62712	0.57400	1.05596	0.70937	0.62200	1.08505
0.54612	0.52700	1.02199	0.62884	0.57500	1.05662	0.71106	0.62300	1.08557
0.54784	0.52800	1.02277	0.63057	0.57600	1.05728	0.71276	0.62400	1.08610
0.54955	0.52900	1.02356	0.63229	0.57700	1.05795	0.71445	0.62500	1.08663
0.55127	0.53000	1.02435	0.63402	0.57800	1.05861	0.71614	0.62600	1.08717
0.55299	0.53100	1.02511	0.63574	0.57900	1.05927	0.71783	0.62700	1.08770
0.55471	0.53200	1.02587	0.63746	0.58000	1.05993	0.71953	0.62800	1.08823
0.55643	0.53300	1.02663	0.63918	0.58100	1.06057	0.72121	0.62900	1.08877
0.55815	0.53400	1.02739	0.64091	0.58200	1.06121	0.72290	0.63000	1.08930
0.55987	0.53500	1.02816	0.64263	0.58300	1.06185	0.72459	0.63100	1.08983
0.56159	0.53600	1.02892	0.64435	0.58400	1.06248	0.72628	0.63200	1.09035
0.56331	0.53700	1.02968	0.64607	0.58500	1.06312	0.72796	0.63300	1.09086
0.56503	0.53800	1.03044	0.64779	0.58600	1.06376	0.72965	0.63400	1.09138
0.56675	0.53900	1.03120	0.64951	0.58700	1.06440	0.73133	0.63500	1.09189
0.56848	0.54000	1.03197	0.65123	0.58800	1.06504	0.73301	0.63600	1.09241
0.57020	0.54100	1.03270	0.65295	0.58900	1.06567	0.73469	0.63700	1.09292
0.57192	0.54200	1.03343	0.65467	0.59000	1.06631	0.73637	0.63800	1.09344
0.57364	0.54300	1.03417	0.65639	0.59100	1.06692	0.73805	0.63900	1.09395
0.57537	0.54400	1.03491	0.65811	0.59200	1.06753	0.73972	0.64000	1.09447
0.57709	0.54500	1.03564	0.65983	0.59300	1.06814	0.74140	0.64100	1.09499
0.57881	0.54600	1.03638	0.66155	0.59400	1.06875	0.74307	0.64200	1.09542
0.58054	0.54700	1.03712	0.66326	0.59500	1.06936	0.74474	0.64300	1.09591
0.58226	0.54800	1.03786	0.66498	0.59600	1.06997	0.74641	0.64400	1.09639
0.58399	0.54900	1.03859	0.66670	0.59700	1.07058	0.74808	0.64500	1.09688
0.58571	0.55000	1.03933	0.66841	0.59800	1.07119	0.74975	0.64600	1.09736
0.58744	0.55100	1.04004	0.67013	0.59900	1.07180	0.75142	0.64700	1.09785

Continuación anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.75308	0.64800	1.09833	0.83096	0.69600	1.11835	0.90334	0.74400	1.13219
0.75473	0.64900	1.09882	0.83254	0.69700	1.11872	0.90477	0.74500	1.13240
0.75641	0.65000	1.09930	0.83411	0.69800	1.11909	0.90620	0.74600	1.13262
0.75807	0.65100	1.09979	0.83567	0.69900	1.11946	0.90762	0.74700	1.13284
0.75973	0.65200	1.10027	0.83724	0.70000	1.11984	0.90905	0.74800	1.13306
0.76139	0.65300	1.10076	0.83880	0.70100	1.12012	0.91046	0.74900	1.13328
0.76304	0.65400	1.10118	0.84036	0.70200	1.12044	0.91188	0.75000	1.13349
0.76470	0.65500	1.10164	0.84192	0.70300	1.12076	0.91329	0.75100	1.13367
0.76635	0.65600	1.10209	0.84347	0.70400	1.12109	0.91470	0.75200	1.13387
0.76800	0.65700	1.10255	0.84502	0.70500	1.12141	0.91610	0.75300	1.13406
0.76965	0.65800	1.10301	0.84657	0.70600	1.12173	0.91750	0.75400	1.13425
0.77130	0.65900	1.10346	0.84812	0.70700	1.12205	0.91890	0.75500	1.13444
0.77295	0.66000	1.10392	0.84966	0.70800	1.12238	0.92029	0.75600	1.13463
0.77459	0.66100	1.10438	0.85121	0.70900	1.12270	0.92168	0.75700	1.13482
0.77624	0.66200	1.10483	0.85275	0.71000	1.12302	0.92306	0.75800	1.13501
0.77788	0.66300	1.10529	0.85428	0.71100	1.12335	0.92444	0.75900	1.13520
0.77952	0.66400	1.10575	0.85582	0.71200	1.12367	0.92582	0.76000	1.13539
0.78116	0.66500	1.10621	0.85735	0.71300	1.12399	0.92719	0.76100	1.13552
0.78279	0.66600	1.10656	0.85888	0.71400	1.12432	0.92856	0.76200	1.13568
0.78443	0.66700	1.10699	0.86040	0.71500	1.12464	0.92993	0.76300	1.13584
0.78606	0.66800	1.10741	0.86192	0.71600	1.12496	0.93129	0.76400	1.13600
0.78769	0.66900	1.10783	0.86344	0.71700	1.12528	0.93265	0.76500	1.13616
0.78932	0.67000	1.10825	0.86496	0.71800	1.12561	0.93400	0.76600	1.13632
0.79095	0.67100	1.10867	0.86647	0.71900	1.12593	0.93535	0.76700	1.13648
0.79257	0.67200	1.10910	0.86799	0.72000	1.12625	0.93670	0.76800	1.13663
0.79420	0.67300	1.10952	0.86949	0.72100	1.12638	0.93804	0.76900	1.13677
0.79582	0.67400	1.10994	0.87100	0.72200	1.12666	0.93938	0.77000	1.13691
0.79744	0.67500	1.11036	0.87250	0.72300	1.12694	0.94071	0.77100	1.13705
0.79905	0.67600	1.11078	0.87400	0.72400	1.12721	0.94204	0.77200	1.13720
0.80067	0.67700	1.11121	0.87550	0.72500	1.12749	0.94337	0.77300	1.13733
0.80228	0.67800	1.11163	0.87699	0.72600	1.12777	0.94469	0.77400	1.13746
0.80390	0.67900	1.11205	0.87848	0.72700	1.12805	0.94601	0.77500	1.13759
0.80550	0.68000	1.11247	0.87997	0.72800	1.12832	0.94732	0.77600	1.13772
0.80711	0.68100	1.11277	0.88146	0.72900	1.12860	0.94863	0.77700	1.13785
0.80872	0.68200	1.11314	0.88294	0.73000	1.12888	0.94993	0.77800	1.13799
0.81032	0.68300	1.11351	0.88441	0.73100	1.12910	0.95123	0.77900	1.13812
0.81192	0.68400	1.11388	0.88589	0.73200	1.12934	0.95252	0.78000	1.13825
0.81352	0.68500	1.11426	0.88736	0.73300	1.12959	0.95382	0.78100	1.13829
0.81512	0.68600	1.11463	0.88883	0.73400	1.12983	0.95510	0.78200	1.13840
0.81671	0.68700	1.11500	0.89030	0.73500	1.13008	0.95638	0.78300	1.13850
0.81831	0.68800	1.11537	0.89176	0.73600	1.13032	0.95766	0.78400	1.13860
0.81990	0.68900	1.11574	0.89322	0.73700	1.13057	0.95893	0.78500	1.13870
0.82148	0.69000	1.11612	0.89467	0.73800	1.13081	0.96020	0.78600	1.13879
0.82307	0.69100	1.11649	0.89613	0.73900	1.13106	0.96147	0.78700	1.13889
0.82465	0.69200	1.11686	0.89758	0.74000	1.13130	0.96273	0.78800	1.13899
0.82624	0.69300	1.11723	0.89902	0.74100	1.13153	0.96398	0.78900	1.13904
0.82781	0.69400	1.11760	0.90046	0.74200	1.13175	0.96523	0.79000	1.13910
0.82939	0.69500	1.11798	0.90190	0.74300	1.13197	0.96648	0.79100	1.13915



Continuación anexo 1.

q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V	q/Q	d/D	v/V
0.96772	0.79200	1.13921	1.02106	0.84000	1.13868	1.05928	0.88800	1.12864
0.96895	0.79300	1.13926	1.02203	0.84100	1.13859	1.05988	0.88900	1.12831
0.97018	0.79400	1.13932	1.02299	0.84200	1.13845	1.06047	0.89000	1.12798
0.97141	0.79500	1.13937	1.02395	0.84300	1.13833	1.06104	0.89100	1.12763
0.97263	0.79600	1.13943	1.02490	0.84400	1.13822	1.06161	0.89200	1.12729
0.97385	0.79700	1.13959	1.02584	0.84500	1.13811	1.06217	0.89300	1.12695
0.97506	0.79800	1.13964	1.02677	0.84600	1.13799	1.06272	0.89400	1.12661
0.97627	0.79900	1.13968	1.02770	0.84700	1.13788	1.06325	0.89500	1.12627
0.97747	0.80000	1.13972	1.02862	0.84800	1.13777	1.06378	0.89600	1.12585
0.97866	0.80100	1.13976	1.02953	0.84900	1.13757	1.06430	0.89700	1.12547
0.97986	0.80200	1.13980	1.03044	0.85000	1.13743	1.06481	0.89800	1.12510
0.98104	0.80300	1.13985	1.03134	0.85100	1.13728	1.06531	0.89900	1.12472
0.98222	0.80400	1.13989	1.03223	0.85200	1.13714	1.06580	0.90000	1.12431
0.98340	0.80500	1.13993	1.03312	0.85300	1.13699			
0.98457	0.80600	1.13997	1.03400	0.85400	1.13684			
0.98574	0.80700	1.14001	1.03487	0.85500	1.13670			
0.98690	0.80800	1.14006	1.03574	0.85600	1.13649			
0.98805	0.80900	1.14010	1.03659	0.85700	1.13631			
0.98920	0.81000	1.14014	1.03744	0.85800	1.13614			
0.99035	0.81100	1.14002	1.03829	0.85900	1.13596			
0.99149	0.81200	1.14003	1.03912	0.86000	1.13577			
0.99262	0.81300	1.14003	1.03995	0.86100	1.13559			
0.99375	0.81400	1.14003	1.04077	0.86200	1.13541			
0.99487	0.81500	1.14002	1.04158	0.86300	1.13523			
0.99599	0.81600	1.14002	1.04239	0.86400	1.13498			
0.99710	0.81700	1.14001	1.04319	0.86500	1.13478			
0.99821	0.81800	1.14000	1.04398	0.86600	1.13456			
0.99931	0.81900	1.14000	1.04476	0.86700	1.13435			
1.00041	0.82000	1.13999	1.04553	0.86800	1.13414			
1.00150	0.82100	1.13999	1.04630	0.86900	1.13392			
1.00258	0.82200	1.13988	1.04706	0.87000	1.13371			
1.00366	0.82300	1.13984	1.04781	0.87100	1.13350			
1.00473	0.82400	1.13980	1.04855	0.87200	1.13319			
1.00580	0.82500	1.13976	1.04929	0.87300	1.13294			
1.00686	0.82600	1.13972	1.05001	0.87400	1.13269			
1.00791	0.82700	1.13969	1.05073	0.87500	1.13243			
1.00896	0.82800	1.13965	1.05144	0.87600	1.13217			
1.01000	0.82900	1.13955	1.05214	0.87700	1.13192			
1.01104	0.83000	1.13949	1.05284	0.87800	1.13167			
1.01207	0.83100	1.13942	1.05352	0.87900	1.13141			
1.01309	0.83200	1.13936	1.05420	0.88000	1.13108			
1.01411	0.83300	1.13929	1.05486	0.88100	1.13079			
1.01512	0.83400	1.13923	1.05552	0.88200	1.13050			
1.01613	0.83500	1.13916	1.05617	0.88300	1.13020			
1.01713	0.83600	1.13904	1.05681	0.88400	1.12991			
1.01812	0.83700	1.13895	1.05744	0.88500	1.12961			
1.01911	0.83800	1.13886	1.05807	0.88600	1.12932			
1.02009	0.83900	1.13877	1.05868	0.88700	1.12902			

Fuente: AROCHA RAVELO, Simón. *Cloacas y drenajes*. p. 63.

