



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

**ESTUDIO, REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE Y, ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA  
SAN JOSÉ LA SIERRA DEL MUNICIPIO DE  
MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE JALAPA**

**DANIEL ARAGÓN DURÁN**

**Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta**

**Guatemala, noviembre 2005**

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**ESTUDIO, REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA  
POTABLE Y, ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA  
SAN JOSÉ LA SIERRA DEL MUNICIPIO DE  
MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE JALAPA**

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DANIEL ARAGÓN DURÁN**

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE 2005

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>VOCAL I</b>	
<b>VOCAL II</b>	<b>Lic. Amahán Sánchez Álvarez</b>
<b>VOCAL III</b>	<b>Ing. Julio David Galicia Celada</b>
<b>VOCAL IV</b>	<b>Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz</b>
<b>VOCAL V</b>	<b>Br. Elisa Yazminda Vides Leiva</b>
<b>SECRETARIA</b>	<b>Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas</b>

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

<b>DECANO</b>	<b>Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz</b>
<b>EXAMINADOR</b>	<b>Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez</b>
<b>SECRETARIA</b>	<b>Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas</b>

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **ESTUDIO, REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y, ALCANTARILLADO SANITARIO DE LA ALDEA SAN JOSÉ LA SIERRA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, DEPARTAMENTO DE JALAPA,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil el 26 de julio de 2004.

Daniel Aragón Durán

## **AGRADECIMIENTO A:**

<b>DIOS</b>	Por iluminarme y guiarme en todo momento.
<b>Mi hermana</b>	Eréndira Aragón Durán, por todo su apoyo.
<b>Mi asesor</b>	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta Por su valiosa asesoría a este trabajo de graduación.
<b>La Municipalidad de Mataquescuintla, Jalapa</b>	Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en especial al señor alcalde Emanuel Carrera Morales.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por formarme como profesional.
<b>La Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	Por ser el templo del conocimiento.

## **ACTO QUE DEDICO A:**

### **Mis padres**

Daniel Aragón Cabrera(Q.E.P.D.) y  
Estela Margoth Durán (Q.E.P.D.)

### **Mis hermanas**

Anamaría, Eréndira, Liz Arlee (Q.E.P.D.) e  
Ibiza Margoth Aragón Durán, por su aprecio y  
cariño.

### **Mis tíos**

Delia, Marina, Carlos, Irma, Susana, y Celso  
Durán, por todos sus consejos.

### **Mis sobrinos**

Jorge Rodolfo, Carlos Fernando, José Alberto,  
Eréndira Lucía, María Andréa y Mónica Dialá,  
con mucho cariño.

### **Mi familia en general**

Con mucho cariño y afecto.

### **Mis amigos**

Alfredo Monzón, Saúl Irungaray, Carlos  
Padilla, Carlos Ochaíta y Rudy Pacheco, con  
aprecio.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XI
OBJETIVOS	XII
INTRODUCCIÓN	XV
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	1
1.1. Aldea San José La Sierra	1
1.1.1. Ubicación Geográfica	1
1.1.2. Aspectos climáticos	1
1.1.3. Colindancias	2
1.1.4. Topografía	2
1.1.5. Flora y Fauna	2
1.1.6. Suelo	3
1.2. Demografía y situación social	3
1.2.1. Población	3
1.2.2. Tipo de vivienda	3
1.2.3. Vías de acceso	3
1.3. Servicios	4
1.3.1. Educación	4
1.3.2. Drenajes	4
1.3.3. Salud	4
1.3.4. Transporte	4
1.3.5. Electricidad	5

1.4. Actividad económica	5
1.4.1. Comercio	5
1.4.2. Producción	5
2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL, AGUA POTABLE	7
2.1. Datos preliminares	7
2.1.1. Fuentes de agua	7
2.1.2. Aforo	7
2.1.3. Calidad de agua	8
2.1.4. Levantamiento topográfico	8
2.1.5. Cálculo topográfico	8
2.2. Diseño Hidráulico	9
2.2.1. Población actual	9
2.2.2. Periodo de diseño	9
2.2.3. Población futura	9
2.2.4. Dotación	10
2.2.5. Caudal medio diario	10
2.2.6. Caudal máximo diario	10
2.2.7. Caudal máximo horario	11
2.2.8. Tanques de distribución existentes	12
2.3. Red de distribución	12
2.3.1. Red de distribución, circuito cerrado	12
2.3.2. Caudal de vivienda	12
2.3.3. Caudal instantáneo	13
2.3.4. Presión estática	13
2.3.5. Presión dinámica	13
2.3.6. Bases de diseño	14
2.3.7. Cálculo del diseño hidráulico	15
2.4. Obras de arte	20
2.4.1. Caja rompe-presión	20



2.4.2.	Profundidad de zanja para la colocación de tubería	20
2.4.3.	Conexiones	21
2.4.4.	Diámetro, tipo y clase de tubería	21
2.5.	Análisis de costos	23
2.5.1.	Cuantificación de materiales	23
2.5.2.	Cuantificación de mano de obra	28
2.5.3.	Presupuesto final	31
2.5.4.	Cronograma de ejecución	32
2.6.	Sistema tarifario	32
3.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	35
3.1.	Obras de arte	35
3.2.	Accesorios	36
3.3.	Tubería	37
4.	RIESGO Y VULNERABILIDAD	39
5.	MEDIDAS DE MITIGACIÓN	45
6.	DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	47
6.1.	Análisis de censos existentes	47
6.1.1.	Predicción de población futura a servir	48
6.2.	Estudios topográficos	48
6.2.1.	Levantado topográfico	48
6.2.2.	Cálculo topográfico	48
6.2.3.	Levantamiento topográfico del plano de densidad de vivienda	49
6.3.	Consideraciones del sistema sanitario	50
6.3.1.	Selección de ruta	50
6.3.2.	Área tributaria	50
6.3.3.	Población de diseño	51
6.3.4.	Integración del caudal sanitario	51
6.3.5.	Diámetro de tubería	51
6.3.6.	Colocación de tubería en pozos de visita (cotas Invert)	52

6.3.7. Velocidad de la tubería a sección llena	53
6.3.8. Capacidad a tubo lleno	54
6.3.9. Flujo en secciones parcialmente llenas	54
6.3.10. Pendiente de tubería (s)	55
6.3.11. Velocidad de caudal negro (v)	55
6.3.12. Altura de tirante (d)	56
6.3.13. Normas para colocación de tubería	56
6.3.14. Volumen de excavación	58
6.4. Diseño de la red de alcantarillado sanitario	59
6.4.1. Bases de diseño	59
6.4.2. Cálculo de alcantarillado sanitario	61
6.4.3. Presupuesto proyecto de alcantarillado sanitario	65
6.4.4. Cronograma de ejecución, proyecto de drenajes	68
6.4.5. Propuesta de planta de tratamiento para la Aldea San José La Sierra	69
6.4.6. Impacto ambiental	74
7. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	79
7.1. Obras de arte	79
7.2. Tubería	80
8. RIESGO Y VULNERABILIDAD	81
9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
BIBLIOGRAFÍA	91
ANEXOS	93
• Levantamiento topográfico: libretas topográficas	95
• Especificaciones técnicas dosificador de cloro tipo DSA	104
• Informes Análisis Físico Químico Sanitario y Bacteriológico de Agua	105
• Planos: planta general, planta - perfil y detalles	109

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

		Pág.
1	Mapa de ubicación y localización 1:50,000	1
2	Detalle de la conexión domiciliar de drenaje	53
3	Esquema de la profundidad de tubería	57
4	Esquema del volumen de excavación	59
5	Esquemas de planta de tratamiento tipo RAFA	73

### TABLAS

		Pág.
I	Diseño del diámetro de la tubería	15
II	Diseño hidráulico de presiones	17
III	Cuantificación de materiales, proyecto de agua potable	23
IV	Cuantificación de mano de obra, proyecto de agua potable	28
V	Presupuesto final, proyecto de agua potable	31
VI	Cronograma de ejecución	32
VII	Cálculo de tarifa	33
VIII	Planificación de mantenimiento	35
IX	Censo de habitación Aldea San José La Sierra.	47
X	Profundidad mínima de la cota Invert para evitar ruptura (cm.)	58
XI	Ancho de zanja de acuerdo al diámetro de la tubería	58
XII	Memoria de cálculo proyecto de alcantarillado sanitario	61
XIII	Presupuesto proyecto de alcantarillado sanitario	65
XIV	Cronograma de ejecución, proyecto de drenajes	68
XV	Libreta topográfica línea de distribución Aldea San José La Sierra	95



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>%</b>	Por ciento
<b>ACI</b>	American Concrete Institute
<b>ASTM</b>	Sociedad Americana para pruebas y materiales
<b>d</b>	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
<b>D</b>	Diámetro de la tubería a sección llena
<b>d/D</b>	Relación de tirantes
<b>E</b>	Estación
<b>FHM</b>	Factor de hora máxima (adimensional)
<b>gpm</b>	Galones por minuto
<b>H</b>	Altura
<b>Hf</b>	Pérdida de carga expresada en metros
<b>HG</b>	Hierro galvanizado
<b>INFOM</b>	Instituto de Fomento Municipal
<b>IVA</b>	Impuesto al valor agregado
<b>Km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>Q</b>	Caudal a sección llena
<b>R</b>	Radio hidráulico
<b>L/s</b>	Litros por segundo
<b>Lts./hab./día</b>	Litros por habitante por día
<b>m</b>	Metro
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>m/s</b>	Metro por segundo
<b>Mca</b>	Metros columna de agua

<b>msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>mm</b>	Milímetros
<b>m<sup>3</sup>/seg</b>	Metro cúbico por segundo
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>v</b>	Velocidad del flujo en la alcantarilla
<b>V</b>	Velocidad del flujo a sección llena
<b>q</b>	Caudal de diseño
<b>v/V</b>	Relación de velocidades
<b>a/A</b>	Relación de áreas
<b>q/Q</b>	Relación de caudales
<b>n</b>	Coefficiente de rugosidad
<b>S%</b>	Pendiente en porcentaje
<b>PV</b>	Pozo de visita

## GLOSARIO

<b>Agua potable</b>	Agua que es, sanitariamente, segura y agradable a los sentidos.
<b>Agua residual</b>	Aguas que son retiradas de una vivienda, comercio o industria, después de haber sido utilizadas.
<b>Alcantarillado</b>	Sistema formado por obras, accesorios, tuberías o conductos generalmente cerrados que no trabajan a presión y que conducen aguas residuales.
<b>Bases de diseño</b>	Bases técnicas adoptadas para el diseño del proyecto.
<b>Candela domiciliar</b>	Receptáculo donde se reciben las aguas negras provenientes del interior de la vivienda y que conduce al sistema de drenaje.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo.
<b>Colector</b>	Es una tubería generalmente de servicio público, que recibe y conduce las aguas indeseables de la población.
<b>Contaminación del agua</b>	Es la polución de ésta que produce o puede producir enfermedad y aun la muerte del consumidor.
<b>Cota de cimentación</b>	Altura donde se construyen los cimientos referidos a un nivel determinado.

<b>Cota de terreno</b>	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
<b>Cota Invert</b>	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería.
<b>Cota piezométrica</b>	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución, es decir, la altura que alcanzaría una columna de agua sí, en dicho punto se colocara un manómetro.
<b>Descarga</b>	Salida de agua de desecho en un punto determinado.
<b>Dotación</b>	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
<b>Factor de rugosidad</b>	Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería.
<b>Monografía</b>	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.
<b>Pendiente</b>	Inclinación respecto a una línea horizontal.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
<b>Presión</b>	Es la fuerza ejercida sobre un área determinada.
<b>Tratamiento</b>	Conjunto de operaciones y procesos unitarios que se realizan sobre el agua cruda con el fin de modificar sus características físicas, químicas o bacteriológicas, para obtener agua potable.



## **RESUMEN**

El trabajo de graduación que a continuación se presenta muestra como resultado el diseño de dos proyectos realizados en el municipio de Mataquescuintla, Jalapa; específicamente, en Aldea San José La Sierra.

En esta aldea se diseñó un sistema de agua potable y uno de drenajes; el de agua con tubería PVC norma ASTM y el sistema sanitario con tubería de PVC NOVAFORT norma ASTM F-949, de varios diámetros con pozos de visita y se hace la propuesta de un tipo de planta de tratamiento de agua residual, para los puntos de desfogue.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Contribuir al desarrollo integral de la Aldea San José la Sierra del municipio de Mataquescuintla, Jalapa, mejorando el sistema de agua potable y la ampliación del mismo, así como la implementación de la red del alcantarillado sanitario adecuado al crecimiento y salubridad de los habitantes, para elevar, así, su calidad de vida.

### **Específicos**

1. Por medio del rediseño y ampliación del sistema de agua potable y el diseño del alcantarillado sanitario, abastecer de agua a la población , además, contar con los respectivos drenajes sanitarios para recolectar las aguas servidas, tanto para la población actual y futura de la aldea San José la Sierra Mataquescuintla., Jalapa.
2. Establecer parámetros para el óptimo desarrollo de la administración, operación y mantenimiento de la red de agua potable y la red del alcantarillado sanitario de la aldea San José la Sierra Mataquescuintla, Jalapa.



## INTRODUCCIÓN

El presente anteproyecto contiene una breve relación del contenido que tendrá el “REDISEÑO Y AMPLIACIÓN DEL PROYECTO DE AGUA POTABLE Y DISEÑO DEL ALCANTARILLADO SANITARIO, DE LA ALDEA SAN JOSÉ LA SIERRA DEL MUNICIPIO DE MATAQUESCUINTLA, JALAPA”, para poder ser evaluado en forma apropiada.

La Aldea San José La Sierra tiene una población actual de 2,088 habitantes, la cual se proyecta un incremento de 3,772 habitantes en 20 años y 6,812 habitantes en 40 años. Dicho aumento hace notable los grandes problemas de salubridad que se reflejan en la gran demanda de servicios públicos, principalmente del abastecimiento del agua potable y drenajes sanitarios.

En dicha aldea no se cuenta hoy en día con un buen servicio de agua potable y carecen de drenajes sanitarios; como consecuencia de esto, se ha decidido elaborar un rediseño del sistema de agua potable y un diseño del alcantarillado sanitario, como parte del E. P. S.

La práctica ha sido asesorada por la unidad de E. P. S.- Ejercicio Profesional Supervisado- de la Facultad de Ingeniería, en coordinación con la U. T. M. -Unidad Técnica Municipal- de Mataquescuintla, Jalapa. La realización de la misma, también, ha sido esfuerzo de la comunidad, con el objetivo de disminuir los problemas que actualmente se afrontan.

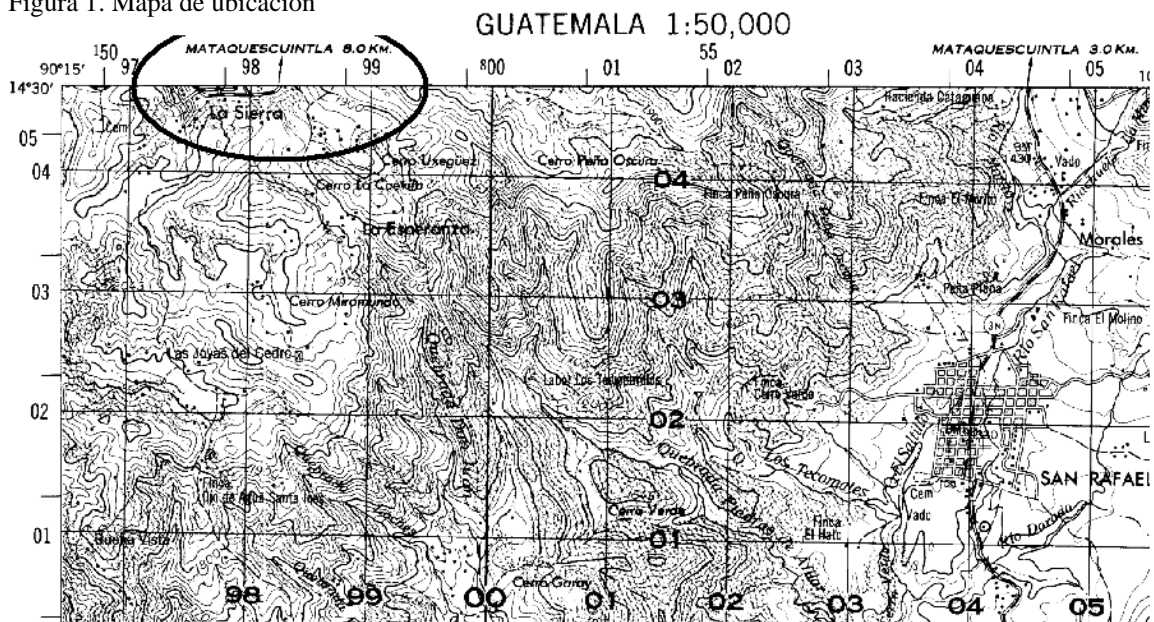
# 1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

## 1.1. Aldea San José La Sierra

### 1.1.1. Ubicación geográfica

La Aldea San José La Sierra se encuentra ubicada a 51 kilómetros del departamento de Jalapa.

Figura 1. Mapa de ubicación



### 1.1.2. Aspectos climáticos

La Aldea San José La Sierra, por su localización, cuenta con un clima frío, cuya temperatura promedio es 22° C. Su temperatura máxima promedio es de 26° C y su temperatura mínima promedio, de 18° Celsius. La época más fría del año está comprendida entre los meses de diciembre a enero y la más calurosa se presenta entre abril y mayo.

### **1.1.3. Colindancias**

La Aldea San José La Sierra colinda de la siguiente manera: al norte con la aldea el Pajal, al sur con la aldea la Esperanza, al oeste aldea Samororo, al este con la aldea el Carrizal.

### **1.1.4. Topografía**

Las condiciones topográficas de la Aldea San José La Sierra son sumamente quebradas ya que se encuentra entre las cuencas del pacífico y el atlántico, además cuenta con muchas montañas.

### **1.1.5. Flora y fauna**

Por la deforestación en el área rural son pocos animales que aún se conservan, existiendo en las montañas, maderas para la construcción y maderas finas entre esta: ciprés, pino, Matiliguat, etc.

Para proteger las especies de mangle, las autoridades respectivas han establecido la prohibición de su comercialización y explotación. Asimismo, se cuenta con variedad de árboles frutales, sobre todo los cítricos como naranja, limón y mandarina. También existe variedad de flores como buganvilla, rosa, quinceañera, camarón, clavel, narciso, margarita, entre otras.

La fauna terrestre se compone de especies de conejos, mapaches, tacuazines, aves, palomas, loros, patos, pericos. Entre las serpientes aún existen coral, mazacuata, barba amarilla, cascabel, zumbadora, cantil de agua, bejuquillo y tornasol.

### **1.1.6. Suelo.**

El suelo es suave, está formado por una capa vegetal, luego por barro, arena y por último, talpetate.

## **1.2. Demografía y situación social**

### **1.2.1. Población**

Los datos de la población se obtuvieron en el censo levantado por la unidad de E. P. S. y con la colaboración de la comunidad. El número de viviendas es de 344.

### **1.2.2. Tipo de vivienda**

En cuanto a su infraestructura, éstas son de topología mixta. Es decir, que el levantamiento es de mampostería de block y adobe. La cubierta de techos es de lámina de zinc.

### **1.2.3. Vía de acceso**

La vía de acceso esta constituida por la ruta nacional CA-1, y la carretera 18 haciendo un total de 104 kilómetros asfaltados, hasta llegar al municipio de Mataquescuintla donde hay 10 kilómetros de terracería para llegar a la Aldea San José La Sierra..



### **1.3. Servicios**

#### **1.3.1. Educación**

La Aldea San José La Sierra cuenta con una escuela para primaria y un instituto de educación básica. Se cuenta también con un salón de usos múltiples para las actividades culturales.

#### **1.3.2. Drenajes**

La Aldea San José La Sierra no cuenta con un sistema de drenaje sanitario, lo que altera los diferentes sistemas ambientales. Para la evacuación de excretas se utiliza tasa lavable con pozo ciego con un tubo de ventilación.

#### **1.3.3. Salud**

Existe un puesto de salud del gobierno, el cual brinda a la comunidad los servicios básicos. Y cuando presentan enfermedades mayores, se recurre al traslado del enfermo a un hospital de cabecera municipal. Recientemente se termino la construcción del centro de salud.

#### **1.3.4. Transporte**

Se utiliza el transporte extra urbano, que va de Mataquescuintla a la Aldea San José La Sierra y lugares cercanos, además cuenta con una línea de transporte que va de Mataquescuintla a la ciudad capital.

### **1.3.5. Electricidad**

La Aldea San José La Sierra es abastecida del servicio eléctrico por empresa DEOCSA (Distribuidora de Electricidad de Occidente, S.A.).

## **1.4. Actividad económica**

### **1.4.1. Comercio**

Algunas familias se dedican a la venta de insumos básicos, por medio de pequeñas tiendas, las cuales generan ingresos para ayudar a la economía del hogar. Además se dedican a la compra y venta del café y a los productos lácteos como la crema y el queso.

### **1.4.2. Producción**

La actividad principal es la agricultura se dedican a la siembra del café. Los principales cultivos son: maíz, plátano, limón, naranja. El maíz se comercializa en la cabecera departamental y en otras comunidades aledañas. Además, es la base fundamental para la alimentación de los habitantes.



## **2. PROYECTO DE AGUA POTABLE**

### **2.1. Datos preliminares**

#### **2.1.1. Fuentes de agua**

Las fuentes de agua pueden ser de origen subterráneo o superficial. Entre las fuentes de origen subterráneo se encuentran: nacimientos, manantiales, galerías de infiltración y pozos. Entre las de origen superficial figuran: ríos, lagos, el agua de lluvia y el agua de condensación.

Para la Aldea San José La Sierra las fuentes de alimentación para agua potable lo constituyen dos nacimientos de agua uno llamado el Chichicaste y el otro llamado el Maiceno, además de ello tiene una alimentación de una quebrada llamada Rosa Montana.

Para este proyecto de red de distribución de agua potable se cuenta con dos nacimientos y una quebrada los cuales alimentan los tanques de distribución hacia la aldea por medio de un sistema por gravedad.

#### **2.1.2. Aforo**

Es la operación que consiste en medir un caudal de agua. Según el diseño, se determinó que el aforo por método volumétrico deberá ser mayor de 4.00 l/s para poder satisfacer las necesidades de la población.

### **2.1.3. Calidad del agua**

Para la calidad del agua potable se utilizarán dos dosificadores proporcionales sin electricidad que irán conectados a la caja unificadora de caudales antes de la entrada del a los tanques de distribución; el tipo de dosificador propuesto es el DSA 15.

Este tipo de dosificador se obtiene en el mercado bajo la marca DOSATRON de 20 GPM.

Los análisis realizados al agua son: Físico Químico y Bacteriológico (ver resultados de laboratorio en Anexo).

### **2.1.4. Levantamiento topográfico**

Para el levantamiento de la red de distribución, se trabajaron la nivelación y el tránsito. El trabajo se realizó con los siguientes recursos:

- Recurso Humano: 2 estudiantes de E. P. P. , 2 ayudantes de la aldea
- Recurso físico: equipo de topografía (teodolito, nivel, trípode, estadal y cinta métrica) y madera para la elaboración de trompos

### **2.1.5. Cálculo topográfico**

Posteriormente al trabajo de campo, se calculó la libreta y se obtuvieron datos de azimut, elevaciones y distancias, con el objetivo de dibujar la planta y las curvas de nivel. Las curvas de nivel muestran las condiciones topográficas del terreno.

## **2.2. Diseño hidráulico**

### **2.2.1. Población actual**

La población actual se determinó por medio del levantamiento topográfico de densidad y vivienda. Se obtuvo la siguiente información:

- Casas = 344
- Población actual = 2064

### **2.2.2. Período de diseño**

Se consideró factible un período de 20 años , debido a que se va a utilizar tubería de PVC, lo cual permite una durabilidad de las instalaciones y de la capacidad de agua que genera la fuente de servicio.

### **2.2.3. Población futura**

Para calcular el crecimiento de una población y estimar la población se utilizó el método geométrico, ya que éste es aplicable a población dispersa y con poca probabilidad de crecimiento.

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r= Tasa de crecimiento (según I. N. E. = 3%)

n = Período de diseño (años)

Pa = 2004 habitantes                      r = 0.0284

Pf = 3818 habitantes                      n = 20 años

#### **2.2.4. Dotación**

Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona para consumo diario, siendo el consumo diario la cantidad real que utiliza una persona, y se expresa en litros por habitante por día. En acueductos rurales, especialmente en clima húmedo, se adopta la siguiente dotación:

Conexiones prediales (colocar un grifo a una casa) 150l/hab/día

Servicios basados en llenar cántaros 40-60l/hab/día

#### **2.2.5. Caudal medio diario (Qm)**

Es la cantidad de agua que requiere una población en un día. Otra definición es el consumo durante un día (24h), la cual se obtiene como promedio de los consumos diarios en el periodo de un año. Cuando no se conocen registros, podrá aceptarse el producto de dividir la dotación entre el número de habitantes:

$$Q_m = \frac{\text{dotacion} * \text{poblacion futura}}{86,400} = \frac{\text{litros}}{\text{segundo}}$$

$$Q_m = 150 * 3818 / 86,400 = 6.61 \text{ l/s}$$

#### **2.2.6. Caudal máximo diario**

El caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción del proyecto. Este caudal se define como el máximo consumo de agua durante las 24 horas, observado en el período de un año. El factor de día máximo que se utiliza en el área rural es de 1.2 - 1.5.

En este proyecto se utiliza el factor 1.5 por ser un clima cálido y porque existen variaciones o desviaciones de consumo durante el día.

$$Q_{md} = \text{Factor de día máximo (FDM)} * Q_m$$

$$Q_{md} = 1.5 * 6.61 = 9.92 \text{ l/seg.}$$

Este caudal máximo diario es el caudal de conducción y debe ser menor que el aforo.

### **2.2.7. Caudal máximo horario**

El caudal horario máximo se utiliza para diseñar la red de distribución. Se define como el máximo consumo de agua observado durante una hora del día en el período de un año.

Según las normas generalmente aceptadas, el factor de hora máxima en el área rural es de 1.8 - 2. Este es un factor de seguridad, porque el consumo de agua presentara variaciones hora a hora, mostrando horas de consumo máximo y horas de consumo mínimo. Este factor se originó de un diagrama de consumo (Q) contra tiempo (hora). El factor de horas máximas a utilizarse en este diseño es de 1.9.

$$Q_{mh} = \text{Factor de hora máxima (FHM)} * Q_m$$

$$Q_{mh} = 1.59 * 6.61$$

$$Q_{mh} = 10.50 \text{ l/s}$$

El caudal horario máximo es el caudal de distribución y debe ser menor que el aforo.



### **2.2.8. Tanques de distribución existentes**

Actualmente la Aldea San José La Sierra cuenta con dos tanques de distribución de agua, teniendo capacidad de almacenamiento de 40 y 75 metros cúbicos respectivamente también a los mismos se les aplicará un repello interior de 2 cms. de espesor, se aplicará un alisado de cemento y luego e impermeabilizarán con una sustancia epóxica, estos trabajos se incluirán en el presupuesto.

### **2.3. Red de distribución**

La red de distribución comprende tuberías que van desde el tanque de distribución hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias. La red de distribución cuenta con los siguientes diámetros de tubería PVC: 4, 2 ½, 2, 1½, 1 ¼, 1, y ½ pulgadas.

#### **2.3.1. Red de distribución, circuito cerrado**

En este caso en particular la red de distribución está constituida por ramales cerrados, debido a las características geométricas de la comunidad.

#### **2.3.2. Caudal de vivienda (Qv)**

El caudal de vivienda nos sirve para diseñar una red de distribución. Se determina por medio del caudal máximo horario dividido entre el número total de viviendas de una población.

$$Q_v = Q_{mh} \text{ (caudal de distribución) / total de viviendas}$$

$$Q_v = 9.92 / 334$$

$$Q_v = 0.0297 \text{ l/s}$$

### 2.3.3. Caudal instantáneo (Qi)

El caudal se basa en la probabilidad de que se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje del número de viviendas de un ramal. El caudal está dado por la ecuación:

$$Q_i = \frac{k}{n-1}$$

n = Número de viviendas

k = 0.15 (0 - 334 viviendas)

k = 0.20 (>334 viviendas)

### 2.3.4. Presión estática

La máxima presión estática que soporta la tubería de 160 PSI se encuentra en un rango que va de 90 - 112 metros columna de agua, ya que con mayores presiones fallan los empaques de grifería y válvulas. Se produce cuando todo el líquido existente en la tubería, se encuentra en reposo. La presión estática es igual al peso específico del agua, es decir, el peso del agua multiplicado por la altura ( $P = \beta \cdot H$ ).

### 2.3.5. Presión dinámica

Se produce cuando hay movimiento de agua. La presión estática modifica su valor disminuyéndose, debido a la fricción que causan las paredes de la tubería. La presión dinámica en un punto es la diferencia entre la cota piezométrica y la cota del terreno. La menor presión dinámica en las casas debe estar comprendida entre 4 y 15 metros columna de agua. Debido a que la topografía de la aldea San José La Sierra es muy accidentada, y también a que este diseño, es un circuito cerrado, se recomiendan instalar válvulas aliviadoras de presión, en los puntos en que la presión dinámica exceda de 60 metros columna de agua.

### 2.3.6. Bases de diseño

Aforo	Mayor de 4.36 l/s
Fuente	Nacimientos y fuente superficial
Sistema	Gravedad
Tipo de servicio	Domiciliar
Conexiones actuales	334
Población actual	2,004 habitantes
Tasa de crecimiento	2.84 % anual
Período de diseño	20 años
Población futura	3,818 habitantes
Dotación	150 l/hab/día
Caudal medio (Qm.)	6.61 l/s
Factor de día máximo	1.5
Caudal máximo diario (Qmd.)	9.92 l/s
Factor de hora máximo	1.59
Caudal máximo horario (Qmh)	10.50 l/s
Caudal de vivienda (Qv)	0.0297 l/s

### 2.3.7. Cálculo del diseño hidráulico de agua potable

Tabla I. Diseño del diámetro de la tubería.

**PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**  
**COMUNIDAD: ALDEA SAN JOSÉ LA SIERRA MATAQUESCUINTLA, JALAPA**

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	Diámetro Pulg	Tubería PSI	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
2	3	2	332.78	30.36	1"	160	-0.17	0.24	2.98
3	2	4	52.50	30.36	1"	160	-0.75	1.03	45.13
4	5	4	170.24	30.36	1"	160	0.61	0.84	30.95
5	6	4	121.94	30.36	1"	160	0.45	0.63	17.94
6	7	6	37.83	30.36	1"	160	0.51	0.71	22.34
9	5	9	79.08	30.36	1"	160	-0.05	0.07	0.35
10	9	7	69.56	30.36	1"	160	0.63	0.86	32.55
12	13	5	74.87	38.90	1 1/4"	160	0.67	0.56	11.04
13	13	14	78.34	30.36	1"	160	-0.19	0.26	3.57
14	14	15	96.71	30.36	1"	160	-0.35	0.49	11.29
15	15	16	25.22	30.36	1"	160	0.05	0.07	0.35
16	16	17	63.70	30.36	1"	160	-0.22	0.31	4.81
17	17	12	77.89	30.36	1"	160	0.33	0.46	9.96
18	12	11	43.67	30.36	1"	160	0.10	0.14	1.09
20	16	11	71.81	30.36	1"	160	0.28	0.38	7.20
22	14	9	69.98	30.36	1"	160	0.42	0.58	15.41
24	20	18	75.98	30.36	1"	160	-0.07	0.10	0.61
25	18	19	69.31	30.36	1"	160	0.15	0.21	2.34
27	20	21	69.59	44.56	1 1/2"	160	0.31	0.20	1.35
28	17	19	105.73	30.36	1"	160	0.05	0.07	0.30
30	23	24	55.00	30.36	1"	160	0.18	0.25	3.37
31	22	23	106.87	30.36	1"	160	0.20	0.27	3.79
32	20	22	75.98	30.36	1"	160	0.22	0.30	4.51
33	21	23	75.00	30.36	1"	160	0.31	0.42	8.72
36	23	26	81.84	30.36	1"	160	0.12	0.16	1.49
37	24	27	93.38	30.36	1"	160	0.13	0.18	1.69
38	26	27	191.06	30.36	1"	160	0.10	0.14	1.16
39	28	29	73.81	30.36	1"	160	-0.27	0.38	7.04
40	29	30	90.28	30.36	1"	160	-0.36	0.50	11.79
41	30	31	87.74	30.36	1"	160	0.13	0.19	1.89
42	31	32	68.06	30.36	1"	160	0.07	0.10	0.60
43	32	33	75.17	30.36	1"	160	0.11	0.15	1.24
44	33	34	76.61	30.36	1"	160	0.12	0.17	1.56
45	34	22	81.09	30.36	1"	160	0.28	0.39	7.43

Continuación

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	Diámetro Pulg	Tubería PSI	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
46	33	20	70.20	44.56	1 1/2"	160	0.65	0.42	5.40
47	32	18	69.70	30.36	1"	160	0.25	0.35	6.10
48	31	17	69.91	44.56	1 1/2"	160	0.83	0.53	8.53
49	30	15	72.00	30.36	1"	160	0.41	0.56	14.72
50	29	14	77.10	30.36	1"	160	0.40	0.55	14.11
51	28	13	80.75	38.90	1 1/4"	160	0.65	0.55	10.51
52	61	62	71.89	67.45	2 1/2"	160	-1.80	0.50	4.74
53	62	63	74.45	67.45	2 1/2"	160	4.82	1.35	29.32
54	63	64	78.04	67.46	2 1/2"	160	3.16	0.88	13.37
55	59	64	80.27	67.46	2 1/2"	160	-3.04	0.85	12.49
56	59	53	81.62	44.56	1 1/2"	160	1.59	1.02	28.32
57	53	46	64.00	44.56	1 1/2"	160	1.17	0.75	16.10
58	46	39	72.57	30.36	1"	160	0.55	0.76	25.88
59	39	32	69.74	30.36	1"	160	0.37	0.52	12.56
60	55	49	81.38	38.90	1 1/4"	160	1.01	0.85	23.64
61	49	42	61.08	38.90	1 1/4"	160	-0.09	0.08	0.28
62	42	35	121.41	38.90	1 1/4"	160	0.30	0.25	2.51
63	35	28	77.88	38.90	1 1/4"	160	0.52	0.44	6.97
64	55	56	86.32	38.90	1 1/4"	160	-1.12	0.95	28.87
65	56	57	84.20	30.36	1"	160	-0.57	0.78	27.21
66	58	57	66.44	30.36	1"	160	-0.13	0.19	1.90
69	49	50	91.89	30.36	1"	160	-0.58	0.80	28.44
70	50	51	83.77	30.36	1"	160	-0.49	0.67	20.36
73	53	54	75.87	30.36	1"	160	0.25	0.34	5.80
75	58	52	86.57	44.56	1 1/2"	160	1.57	1.01	27.63
76	57	51	84.63	55.71	2"	160	2.86	1.17	28.20
77	56	50	83.77	38.90	1 1/4"	160	0.96	0.81	21.51
78	50	43	70.94	38.90	1 1/4"	160	0.60	0.51	9.14
79	43	36	93.29	30.36	1"	160	0.40	0.55	14.09
80	36	29	79.13	30.36	1"	160	0.37	0.51	12.15
81	51	44	71.96	55.71	2"	160	2.00	0.82	14.54
82	44	37	77.61	44.56	1 1/2"	160	1.40	0.90	22.44
83	37	30	74.00	44.56	1 1/2"	160	0.93	0.60	10.52
84	52	45	69.91	44.56	1 1/2"	160	1.17	0.75	15.98
85	45	38	75.98	44.56	1 1/2"	160	1.33	0.85	20.33
86	38	31	63.98	44.56	1 1/2"	160	1.12	0.72	14.67
87	54	47	66.54	44.56	1 1/2"	160	1.32	0.85	20.16
88	47	40	72.24	44.56	1 1/2"	160	1.22	0.78	17.39
89	40	33	72.75	44.56	1 1/2"	160	0.98	0.63	11.54
91	41	34	60.48	30.36	1"	160	0.22	0.30	4.61
92	42	43	97.98	30.36	1"	160	-0.48	0.66	19.88
93	43	44	85.29	30.36	1"	160	-0.42	0.58	15.34

Continuación

ID Línea	Nudo Inicial	Nudo Final	Longitud m	Diámetro mm	Diámetro Pulg	Tubería PSI	Caudal LPS	Velocidad m/s	Pérdida m/km
94	44	45	89.16	30.36	1"	160	0.15	0.21	2.27
95	45	46	66.73	30.36	1"	160	-0.19	0.26	3.44
96	46	47	68.00	30.36	1"	160	0.35	0.48	11.05
98	35	36	77.88	30.36	1"	160	-0.37	0.51	12.04
99	36	37	85.97	30.36	1"	160	-0.34	0.46	10.25
100	37	38	89.16	30.36	1"	160	0.02	0.03	0.06
101	38	39	65.95	30.36	1"	160	0.12	0.17	1.57
102	39	40	51.94	30.36	1"	160	0.16	0.22	2.49
103	40	41	75.26	30.36	1"	160	0.31	0.43	9.04
104	61	56	93.78	38.90	1 1/4"	160	1.75	1.47	65.21
105	62	57	83.97	55.71	2"	160	3.88	1.59	49.61
106	63	58	78.09	44.56	1 1/2"	160	1.55	0.99	27.00
108	59	54	139.65	44.56	1 1/2"	160	1.31	0.84	19.70
109	22	26	152.81	30.36	1"	160	0.19	0.26	3.45
7	9	11	129.07	30.36	1"	160	-0.38	0.52	12.74
8	47	41	161.56	30.36	1"	160	0.36	0.50	11.98
19	25	62	335.58	105.30	4"	160	10.50	1.21	14.15
21	2	1	335.58	30.36	1"	160	0.20	0.28	3.98
1	8	65	259.64	38.90	1 1/4"	160	-1.19	1.01	32.28
11	65	49	80.00	38.90	1 1/4"	160	-1.31	1.10	7.31

Tabla II. Diseño hidráulico de presiones

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE  
 COMUNIDAD: ALDEA SAN JOSÉ LA SIERRA MATAQUESCUINTLA, JALAPA

ID Nudo	Cota Terreno m	Demanda L/s	Cota Piezometrica m	Presión Dinámica mca	Presión Estática mca
1	980.36	0.20	1,019.47	39.11	70.21
2	960.50	0.37	1,020.81	60.31	90.07
3	992.27	0.17	1,019.81	27.54	58.30
4	961.97	0.32	1,023.18	61.21	88.60
5	996.53	0.12	1,028.45	31.92	54.04
6	963.85	0.06	1,025.36	61.51	86.72
7	977.28	0.12	1,026.21	48.93	73.29
9	977.55	0.12	1,028.47	50.92	73.02
11	964.88	0.00	1,030.12	65.24	85.69
12	980.70	0.23	1,030.17	49.47	69.87
13	996.05	0.17	1,029.27	33.22	54.52
14	976.71	0.14	1,029.55	52.84	73.86

Continuación

ID Nudo	Cota Terreno m	Demanda L/s	Cota Piezometrica m	Presión Dinámica mca	Presión Estática mca
15	973.11	0.00	1,030.64	57.53	77.46
16	979.12	0.00	1,030.64	51.52	71.45
17	982.63	0.23	1,030.94	48.31	67.94
18	980.79	0.03	1,031.07	50.28	69.78
19	979.26	0.20	1,030.91	51.65	71.31
20	980.10	0.20	1,031.03	50.93	70.47
21	977.26	0.00	1,030.93	53.67	73.31
22	979.72	0.12	1,030.68	50.96	70.85
23	970.78	0.20	1,030.28	59.50	79.79
24	967.01	0.06	1,030.09	63.08	83.56
26	968.34	0.20	1,030.16	61.82	82.23
27	956.44	0.23	1,029.93	73.49	94.13
28	994.51	0.14	1,030.12	35.61	56.06
29	985.17	0.06	1,030.64	45.47	65.40
30	972.44	0.03	1,031.70	59.26	78.13
31	984.73	0.34	1,031.54	46.81	65.84
32	977.26	0.09	1,031.50	54.24	73.31
33	969.00	0.32	1,031.40	62.40	81.57
34	964.56	0.06	1,031.28	66.72	86.01
35	994.51	0.14	1,030.66	36.15	56.06
36	976.20	0.00	1,031.60	55.40	74.37
37	974.74	0.12	1,032.48	57.74	75.83
38	984.91	0.12	1,032.48	47.57	65.66
39	978.21	0.14	1,032.37	54.16	72.36
40	972.80	0.09	1,032.24	59.44	77.77
41	979.46	0.46	1,031.56	52.10	71.11
42	982.34	0.09	1,030.97	48.63	68.23
43	985.52	0.14	1,032.92	47.40	65.05
44	978.10	0.03	1,034.22	56.12	72.47
45	985.89	0.17	1,034.02	48.13	64.68
46	988.26	0.09	1,034.25	45.99	62.31
47	989.00	0.09	1,033.50	44.50	61.57
49	994.17	0.37	1,030.95	36.78	56.40
50	991.20	0.26	1,033.56	42.36	59.37

Continuación

ID Nudo	Cota Terreno m	Demanda L/s	Cota Piezometrica m	Presión Dinámica mca	Presión Estática mca
51	987.55	0.37	1,035.27	47.72	63.02
52	982.14	0.40	1,035.14	53.00	68.43
53	989.52	0.17	1,035.28	45.76	61.05
54	978.06	0.23	1,034.84	56.78	72.51
55	1,000.03	0.12	1,032.87	32.84	50.54
56	995.53	0.23	1,035.37	39.84	55.04
57	992.68	0.32	1,037.66	44.98	57.89
58	984.95	0.12	1,037.53	52.58	65.62
59	973.91	0.14	1,037.59	63.68	76.66
61	986.70	0.06	1,041.48	54.78	63.87
62	989.87	0.00	1,041.82	51.95	60.70
63	985.54	0.12	1,039.64	54.10	65.03
64	969.56	0.12	1,038.60	69.04	81.01
65	1,000.00	0.12	1,030.95	30.95	50.57
T.D. 25	1,046.57	-10.50	1,046.57	0.00	0.00
T.D. 8	1,022.57	1.19	1,022.57	0.00	0.00



## **2.4. Obras de arte**

### **2.4.1. Caja rompe-presión**

Las cajas rompe-presión son dispositivos que se utilizan para reducir la presión del agua y evitar así el rompimiento de la tubería.

Este dispositivo puede ser fabricado de concreto armado, de block reforzado, de ladrillo tayuyo o de mampostería.

Las cajas rompe-presión en una línea de conducción, se recomienda colocarlas donde la presión estática exceda 90 mca. (metros columna de agua) de presión estática.

En ningún caso se permitirá en una conducción por gravedad que la tubería pase más alta que la línea piezométrica.

En este diseño no se utilizarán cajas rompe-presión, debido a que la red de distribución es un circuito cerrado.

### **2.4.2. Profundidad de zanja para colocación de tubería**

La zanja deberá ser lo suficientemente amplia para permitir un acomodo correcto de la tubería. En las especificaciones técnicas para la construcción de acueductos rurales, UNEPAR establece que las zanjas deberán tener como mínimo un ancho de 0.40 metros, y la profundidad mínima de 0.60 metros sobre la corona (nivel superior del tubo).

Si los terrenos se dedican a la agricultura, la profundidad mínima será de 0.80 metros.

### **2.4.3. Conexiones**

Como parte de la red de distribución se deben considerar las conexiones domiciliarias y los llena-cántaros.

Las conexiones domiciliarias están compuestas de una llave de chorro y los accesorios necesarios. Para que el costo de las conexiones sea lo más bajo posible, se construyen inmediatas al cerco de la propiedad.

Los llena-cántaros se emplean en dos casos:

- A. Cuando la fuente es un pozo del cual se extrae agua con una bomba de mano y se surte a varias familias.
- B. Cuando existe una red de distribución, pero hay viviendas que están a mayor altura de la línea piezométrica del ramal más próximo.

### **2.4.4. Diámetro, tipo y clase de tubería**

Toda tubería tiene tres características principales, que son: diámetro, clase y tipo.

Respecto al diámetro, comercialmente las tuberías se asignan por un diámetro nominal, que difiere del diámetro interno de conducto.

La clase se refiere a la norma de fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo.

El tipo de tubería se refiere al material del que está hecha; los materiales que se emplean actualmente son el hierro fundido, el acero, el acero galvanizado y el cloruro de polivinilo.

A. Tubería de PVC. El cloruro de polivinilo (PVC) es el material que más se emplea actualmente. Es más liviano, fácil de instalar, durable y no se corroe, pero es frágil y se vuelve quebradizo al estar a la intemperie. Para sistemas rurales de abastecimiento de agua se utiliza la cédula 40.

B. Tubería de acero galvanizado. El acero galvanizado tiene su principal aplicación cuando queda a la intemperie, ya que enterrado se corroe. Generalmente se le conoce como hierro galvanizado, cuando en realidad es acero galvanizado. La tubería se fabrica con las denominaciones cédula 30, 40 y 80.

## 2.5. Análisis de costos

### 2.5.1. Cuantificación de materiales

Tabla III.

No RENGLÓN	1			
DESCRIPCIÓN	Remodelacion Captacion Existente			
CANTIDAD ESTIMADA	1.00			
UNIDAD	unidad			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
Alambre espigado de 400 pies	2.00	rollos	Q 200.00	Q 400.00
Postes metal H.G.de 6 mts de long * 2	20.00	tubos	Q 225.00	Q 4,500.00
Cemento Portland 4000 P. S. I.	5.00	sacos	Q 42.00	Q 210.00
Alambre de amarre	10.00	lbs.	Q 5.00	Q 50.00
Cubetas concreteras	12.00	u	Q 20.00	Q 240.00
Piedrín de 1/2"	1	m³	Q 300.00	Q 300.00
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
Cubetas concreteras	12.00	unidad	Q 20.00	Q 240.00
Piochas	2.00	unidad	Q 75.00	Q 150.00
Palas	Q 2.00	global	Q 75.00	Q 150.00
<b>Total de materiales y herramienta</b>				<b>Q 6,240.00</b>

No RENGLÓN	2			
DESCRIPCIÓN	Caja Reunidora de Caudales			
CANTIDAD ESTIMADA	1.00			
UNIDAD	unidad			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
Adaptador macho P. V. C. de 2-1/2" agua p	2.00	unidad	Q 15.00	Q 30.00
Alambre de amarre	30.00	libras	Q 5.00	Q 150.00
Arena de río cernida	2.00	m³	Q 250.00	Q 500.00
Candado de 1-1/2"	1.00	unidad	Q 80.00	Q 80.00
Cemento Porland 4000 P.S.I.	12.00	sacos	Q 42.00	Q 504.00
Clavo de 3"	3.00	lbs.	Q 5.00	Q 15.00
Codo P. V. C. de 2" * 90	1.00	unidad	Q 17.00	Q 17.00
Hierro de 3/8" grado 40	5.00	varillas	Q 19.00	Q 95.00
Piedra bola de 4"	1.5	m³	Q 250.00	Q 375.00
Piedrín de 1/2"	0.25	m³	Q 300.00	Q 75.00
Reglas de madera de 1" * 12"	60	p.t	Q 8.00	Q 480.00
Tubo de P. V. C. de 2" 160 P. S. I.	1	unidad	Q 140.00	Q 140.00
Pichacha PVC de 2-1/2"	1	unidad	Q 125.00	Q 125.00
Abrazaderas de 3/8"	5	unidad	Q 4.00	Q 20.00
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
Cubetas concreteras	12.00	unidad	Q 20.00	Q 240.00
Piochas	2.00	unidad	Q 75.00	Q 150.00
Palas	Q 2.00	global	Q 75.00	Q 150.00
<b>Total de materiales y herramienta</b>				<b>Q 3,146.00</b>

No RENGLÓN	3			
DESCRIPCIÓN	Reparacion y Equipamiento de tanques existentes			
CANTIDAD ESTIMADA	2.00			
UNIDAD	unidad			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
Pintura Impermeable Marina	20.00	gal.	Q 140.00	Q 2,800.00
Arena de río cernida	6.00	m³	Q 300.00	Q 1,800.00
Cemento Portland 4000 P.S.I.	60.00	sacos	Q 42.00	Q 2,520.00
Dosificadores de cloro DSA-45	2.00	unidad	Q 7,000.00	Q 14,000.00
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
Rodillos con maneral, para pintar	8.00	unidad	Q 20.00	Q 160.00
Espátulas de 5"	4.00	unidad	Q 15.00	Q 60.00
Brochas de 3"	4	unidad	Q 12.00	Q 48.00
Total de materiales y herramienta				Q 21,388.00

No RENGLÓN	4			
DESCRIPCIÓN	Corte en zanja			
CANTIDAD ESTIMADA	1,851.55			
UNIDAD	m³			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
PIOCHAS	15	unidad	Q 45.00	Q 675.00
PALAS	15	unidad	Q 55.00	Q 825.00
CARRETAS	15	unidad	Q 65.00	Q 975.00
Total de materiales y herramienta				Q 2,475.00

No RENGLÓN	5			
DESCRIPCIÓN	Relleno en zanja			
CANTIDAD ESTIMADA	1,851.55			
UNIDAD	m³			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
BAILARINA	50	días	Q 350.00	Q 17,500.00
Total de materiales y herramienta				Q 17,500.00

No RENGLÓN	6.01			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 4" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	336.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
tubos 160 psi	56	tubos	Q 415.00	Q 23,240.00
cemento solvente	2/7	galones	Q 443.81	Q 124.27
Total de materiales y herramienta				Q 23,364.27

No RENGLÓN	6.02			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 2 1/2" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	306.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIALES				
tubos 160 psi	51	tubos	Q 170.00	Q 8,670.00
cemento solvente	1/6	galones	Q 443.81	Q 70.73
Total de materiales y herramienta				Q 8,740.73

No RENGLÓN	6.03			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 1 1/4" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	2,916.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIALES				
tubos 160 psi	486	tubos	Q 57.00	Q 27,702.00
cemento solvente	3/5	galones	Q 443.81	Q 269.61
Total de materiales y herramienta				Q 27,971.61

No RENGLÓN	6.04			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 1" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	5,508.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIALES				
tubos 160 psi	918	tubos	Q 42.00	Q 38,556.00
cemento solvente	3/4	galones	Q 443.81	Q 339.51
Total de materiales y herramienta				Q 38,895.51

No RENGLÓN	6.05			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 2" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	246.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIALES				
tubos 160 psi	41	tubos	Q 128.44	Q 5,266.04
cemento solvente	1/9	galones	Q 443.81	Q 50.55
Total de materiales y herramienta				Q 5,316.59

No RENGLÓN	6.06			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 1-1/2" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	1,236.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIALES				
tubos 160 psi	206	tubos	Q 82.43	Q 16,980.58
cemento solvente	1/3	galones	Q 443.81	Q 142.85
Total de materiales y herramienta				Q 17,123.43

No RENGLÓN	6.07			
DESCRIPCIÓN	Accesorios PVC en línea de distribución			
CANTIDAD ESTIMADA	302			
UNIDAD	accesorios			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
Válvula de compuerta de 1-1/4"	1	unidad	Q 350.00	Q 350.00
Cruz PVC lisa de 2"	3	unidad	Q 63.41	Q 190.23
Cruz PVC lisa de 1-1/2"	13	unidad	Q 43.63	Q 567.19
Cruz PVC lisa de 1-1/4"	5	unidad	Q 38.06	Q 190.30
Cruz PVC lisa de 1"	12	unidad	Q 36.63	Q 439.56
Codos PVC liso de 90° * 2-1/2"	2	unidad	Q 70.05	Q 140.10
Codos PVC liso de 90° * 1-1/2"	2	unidad	Q 9.26	Q 18.52
Codos PVC liso de 90° * 1"	8	unidad	Q 6.54	Q 52.32
Codos PVC liso de 90° * 1-1/4"	1	unidad	Q 8.31	Q 8.31
Codos PVC liso de 45° * 1-1/2"	2	unidad	Q 13.21	Q 26.42
Codos PVC liso de 45° * 1-1/4"	3	unidad	Q 10.24	Q 30.72
Codos PVC liso de 45° * 1"	29	unidad	Q 7.90	Q 229.10
Tee PVC de 1-1/2"	5	unidad	Q 12.18	Q 60.90
Tee PVC de 1-1/4"	5	unidad	Q 9.94	Q 49.70
Reductor Bushing liso de 2-1/2" a 1"	15	unidad	Q 31.87	Q 478.05
Reductor Bushing liso de 2" a 1"	17	unidad	Q 10.63	Q 180.71
Reductor Bushing liso de 1-1/2" a 1-1/4"	55	unidad	Q 6.31	Q 347.05
Reductor Bushing liso de 1-1/2" a 1"	124	unidad	Q 6.31	Q 782.44
Válvula de compuerta de 4"	1	unidad	Q 450.00	Q 450.00
Válvula de compuerta de 2-1/2"	2	unidad	Q 250.00	Q 500.00
Válvula de compuerta de 2"	2	unidad	Q 200.00	Q 400.00
Válvula de compuerta de 1-1/2"	5	unidad	Q 170.00	Q 850.00
Válvula de compuerta de 1"	8	unidad	Q 70.00	Q 560.00
cemento solvente	1	galones	Q 443.81	Q 443.81
Total de materiales y herramienta				Q 7,345.43

No RENGLÓN	7			
DESCRIPCIÓN	Cajas de Válvulas			
CANTIDAD ESTIMADA	4.00			
UNIDAD	unidad			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
Adaptado macho P. V. C. de 2-1/2"	8.00	unidad	Q 27.00	Q 216.00
Alambre de amarre	10.00	libras	Q 5.00	Q 50.00
Arena de rio cernida	0.50	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 125.00
Candado de 1-1/2"	4.00	unidad	Q 80.00	Q 320.00
Cemento Portland 4000 P.S.I.	5.00	sacos	Q 42.00	Q 210.00
Clavo de 3"	5.00	libras	Q 5.00	Q 25.00
Hierro de 3/8" grado 40	8.00	varillas	Q 19.00	Q 152.00
Piedra bola de 4"	1.50	m <sup>3</sup>	Q 250.00	Q 375.00
Tabla de 1" *12"	40.00	p.t.	Q 8.00	Q 320.00
Válvula de compuerta de 2 -1/2"	4	unidad	Q 300.00	Q 1,200.00
<b>HERRAMIENTA Y EQUIPO</b>				
Cubetas concreteras	4.00	unidad	Q 20.00	Q 80.00
Piochas	1.00	unidad	Q 75.00	Q 75.00
Palas	Q 1.00	global	Q 75.00	Q 75.00
Total de materiales y herramienta				Q 3,223.00

No RENGLÓN	8			
DESCRIPCIÓN	Conexiones Domiciliares			
CANTIDAD ESTIMADA	348.00			
UNIDAD	unidad			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
<b>MATERIALES</b>				
Llave de chorro de 1/2" de bronce	348.00	unidad	Q 30.00	Q 10,440.00
Válvula de Paso 1/2"	348.00	unidad	Q 26.25	Q 9,135.00
codo 1/0" 90	696.00	unidad	Q 1.65	Q 1,148.40
adaptadores macho 1/2"	696.00	unidad	Q 1.28	Q 890.88
tubo PVC 1/2"	1,044.00	tubos	Q 22.39	Q 23,372.55
caja para llave de paso	367.00	unidad	Q 60.00	Q 22,020.00
Adaptador hembra PVC 1/2" con rosca	348.00	unidad	Q 2.40	Q 835.20
Tee PVC de 2-1/2"	15.00	unidad	Q 64.98	Q 974.70
Tee PVC de 2"	13.00	unidad	Q 16.37	Q 212.81
Tee PVC de 1-1/2"	47.00	unidad	Q 12.18	Q 572.46
Tee PVC de 1-1/4"	48.00	unidad	Q 9.94	Q 477.12
Tee PVC de 1"	235	unidad	Q 6.31	Q 1,482.85
Reductor Bushing PVC de 1" a 1/2" liso	348.00	unidad	Q 3.65	Q 1,270.20
Codo PVC liso de 90° * 1/2"	348.00	unidad	Q 1.65	Q 574.20
Total de materiales y herramienta				Q 73,406.37



## 2.5.2. Cuantificación de mano de obra

Tabla IV.

No RENGLÓN	1			
DESCRIPCIÓN	Remodelacion Captacion Existente			
CANTIDAD ESTIMADA	1.00			
UNIDAD	u			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
Albañiles	2.00	dias/albañil	Q 100.00	Q 200.00
ayudantes	1.00	dias/ayud.	Q 60.00	Q 60.00
Prestaciones	Q 260.00	global	Q 0.83	Q 215.80
Total mano de obra				Q 475.80

No RENGLÓN	2			
DESCRIPCIÓN	Caja Reunidora de Caudales			
CANTIDAD ESTIMADA	1.00			
UNIDAD	u			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
Albañiles	1.00	dias/albañil	Q 100.00	Q 100.00
ayudantes	1.00	dias/ayud.	Q 60.00	Q 60.00
Prestaciones	Q 160.00	global	Q 0.83	Q 132.80
Total mano de obra				Q 292.80

No RENGLÓN	3			
DESCRIPCIÓN	Reparacion y Equipamiento de tanques existentes			
CANTIDAD ESTIMADA	2.00			
UNIDAD	u			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
Albañiles	4.00	dias/albañil	Q 100.00	Q 400.00
ayudantes	2.00	dias/ayud.	Q 60.00	Q 120.00
Prestaciones	Q 520.00	global	Q 0.83	Q 431.60
Total mano de obra				Q 951.60

No RENGLÓN	4			
DESCRIPCIÓN	Corte en zanja			
CANTIDAD ESTIMADA	1,851.55			
UNIDAD	m <sup>3</sup>			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
CORTE EN ZANJA	1,851.55	m <sup>3</sup>	Q 12.00	Q 22,218.60
Total mano de obra				Q 22,218.60

No RENGLÓN	5			
DESCRIPCIÓN	Relleno en zanja			
CANTIDAD ESTIMADA	1,851.55			
UNIDAD	m³			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MATERIALES				
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
RELLENO A MANO CON BAILARINA	1,851.55	m³	Q 8.00	Q 14,812.40
AYUDANTES	1,851.55	m³	Q 4.00	Q 7,406.20
Total mano de obra				Q 22,218.60
No RENGLÓN	6.01			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 4" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	336.00			
UNIDAD	mts			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de tubería	56.00	tubos	Q 7.50	Q 420.00
ayudantes	56.00	tubos	Q 3.75	Q 210.00
prestaciones	Q 630.00		Q 0.83	Q 522.90
Total mano de obra				Q 1,152.90

No RENGLÓN	6.02			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 2 1/2" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	306.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de tubería	51.00	tubos	Q 7.50	Q 382.50
ayudantes	51.00	tubos	Q 3.75	Q 191.25
prestaciones	Q 573.75		Q 0.83	Q 476.21
Total mano de obra				Q 1,049.96

No RENGLÓN	6.03			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 1 1/4" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	2,916.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de tubería	486.00	tubos	Q 7.50	Q 3,645.00
ayudantes	486.00	tubos	Q 3.75	Q 1,822.50
prestaciones	Q 5,467.50		Q 0.83	Q 4,538.03
Total mano de obra				Q 10,005.53

No RENGLÓN	6.04			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 1" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	5,508.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de tubería	918.00	tubos	Q 7.50	Q 6,885.00
ayudantes	918.00	tubos	Q 3.75	Q 3,442.50
prestaciones	Q 10,327.50		Q 0.83	Q 8,571.83
Total mano de obra				Q 18,899.33

No RENGLÓN	6.05			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 2" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	246.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de tubería	41.00	tubos	Q 7.50	Q 307.50
ayudantes	41.00	tubos	Q 3.75	Q 153.75
prestaciones	Q 461.25		Q 0.83	Q 382.84
Total mano de obra				Q 844.09

No RENGLÓN	6.06			
DESCRIPCIÓN	Tubo de 1-1/2" PVC 160 PSI			
CANTIDAD ESTIMADA	1,236.00			
UNIDAD	m			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de tubería	206.00	tubos	Q 7.50	Q 1,545.00
ayudantes	206.00	tubos	Q 3.75	Q 772.50
prestaciones	Q 2,317.50		Q 0.83	Q 1,923.53
Total mano de obra				Q 4,241.03

No RENGLÓN	6.07			
DESCRIPCIÓN	Accesorios PVC en línea de distribución			
CANTIDAD ESTIMADA	302			
UNIDAD	accesorios			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalacion de accesorios	320.00	u	Q 7.50	Q 2,400.00
ayudantes	302.00	u	Q 3.75	Q 1,132.50
prestaciones	Q 3,397.50		Q 0.83	Q 2,819.93
Total mano de obra				Q 6,352.43

No RENGLÓN	7			
DESCRIPCIÓN	Cajas de Válvulas			
CANTIDAD ESTIMADA	4.00			
UNIDAD	u			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
Albañiles	4.00	dias/albañil	Q 100.00	Q 400.00
ayudantes	1.00	dias/ayud.	Q 60.00	Q 60.00
Prestaciones	Q 460.00	global	Q 0.83	Q 381.80
Total mano de obra				Q 841.80

No RENGLÓN	8			
DESCRIPCIÓN	Conexiones Domiciliares			
CANTIDAD ESTIMADA	348.00			
UNIDAD	u			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO PARCIAL
MANO DE OBRA (INCLUYENDO PRESTACIONES)				
instalación de tubería	348.00	u	Q 80.50	Q 28,014.00
ayudantes	348.00	u	Q 30.00	Q 10,440.00
Total mano de obra				Q 38,454.00

### 2.5.3. Presupuesto final

Tabla V.

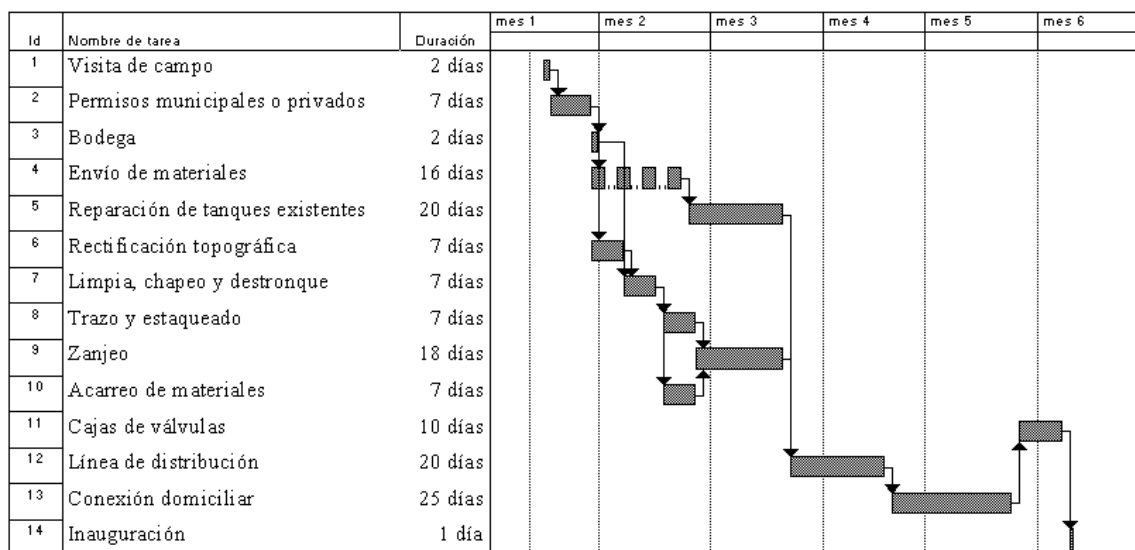
**PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**  
**COMUNIDAD: Aldea San Jose la Sierra Mataquesuintla Jalapa**

Renglón No.	DESCRIPCIÓN	Total de Mano de obra	Total de Materiales	Total Renglón	Total Moneda U.S.
1	Remodelacion Captacion Existente	Q 475.80	Q 6,240.00	Q 6,715.80	\$ 861.00
2	Caja Reunidora de Caudales	Q 292.80	Q 3,146.00	Q 3,438.80	\$ 440.87
3	Reparacion y Equipamiento de tanques existentes	Q 951.60	Q 21,388.00	Q 22,339.60	\$ 2,864.05
4	Corte en zanja	Q 22,218.60	Q 2,475.00	Q 24,693.60	\$ 3,165.85
5	Relleno en zanja	Q 22,218.60	Q 17,500.00	Q 39,718.60	\$ 5,092.13
6	Tubería, válvulas y accesorios de distribución.	Q 42,545.25	Q 128,757.57	Q 171,302.82	\$ 21,961.90
7	Cajas de Válvulas	Q 841.80	Q 3,223.00	Q 4,064.80	\$ 521.13
8	Conexiones Domiciliares	Q 38,454.00	Q 73,406.37	Q 111,860.37	\$ 14,341.07
<b>COSTO</b>		<b>Q 127,998.45</b>	<b>Q 256,135.94</b>	<b>Q 384,134.39</b>	<b>\$ 49,248.00</b>
<b>MATERIALES</b>				<b>Q 256,135.94</b>	<b>\$ 32,837.94</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				<b>Q 127,998.45</b>	<b>\$ 16,410.06</b>
<b>ADMINISTRACIÓN</b>				<b>Q 38,413.44</b>	<b>\$ 4,924.80</b>
<b>IMPREVISTOS</b>				<b>Q 38,413.44</b>	<b>\$ 4,924.80</b>
<b>UTILIDAD</b>				<b>Q 96,033.60</b>	<b>\$ 12,312.00</b>
<b>SUPERVISIÓN</b>				<b>Q 38,413.44</b>	<b>\$ 4,924.80</b>
<b>IMPUESTO AL VALOR AGREGADO</b>				<b>Q 46,096.13</b>	<b>\$ 5,909.76</b>
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>Q 641,504.44</b>	<b>\$ 82,244.16</b>
				<b>\$ 82,244.16</b>	

Tipo de cambio utilizado: USA \$ 1.00 = Q 7.80.

### 2.5.4. Cronograma de ejecución

Tabla VI.



### 2.6. Sistema tarifario

La tarifa que se implemente por la prestación del servicio de agua en la aldea San José la Sierra debe cubrir como mínimo los costos anuales relacionados con la administración, operación y mantenimiento.

La tarifa deberá cubrir los componentes siguiente:

- Costos relacionados con las medidas de prevención y mitigación del sistema
- Gastos por cloración del sistema de agua
- Pago de salario del operario y el fontanero que trabajen en el sistema de agua

El costo mensual de las medidas de prevención y mitigación en el sistema se ha establecido en el 0.2 por ciento del costo total del proyecto (Q.641,504.44). Este dinero se utilizará para comprar materiales, herramienta y equipo necesario para desarrollar las acciones de operación y mantenimiento en la línea de conducción y distribución. El monto mensual de este rubro se estima en Q.1,283.01

El gasto de cloración comprende la compra de hipoclorito de calcio al 0.1%, que trabaja con una concentración de 1 miligramo / litro. Según el diseño de la dosificación (realizada por una empresa privada), son necesarias 100 libras de hipoclorito al mes, lo que equivale a Q.1,100.00 al mes (100 libras \* Q.11.00).

El operario y el fontanero trabajarán ocho días al mes (dos días por semana). El monto mensual se estima en Q.2,200.00 cada uno.

Para calcular la tarifa se ha procedido a sumar los rubros descritos anteriormente, y el resultado se ha dividido entre el número de conexiones contempladas (348 viviendas).

Tabla VII. Cálculo de la tarifa

No.	Componente	Costo / mes (Q.)
1	Gastos de cloración	Q1,100.00
2	Fontanero	Q1,400.00
3	Operario	Q800.00
4	Subtotal	Q3,200.00
5	TARIFA	Q9.20

El pago mensual por vivienda será de Q.9.20 al mes, monto que servirá para cubrir un salario mínimo de los encargados de la operación y el mantenimiento. Se incluye el gasto de energía eléctrica que consume la bomba, así como un estimado de los gastos de repuestos que se necesiten.



### 3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

#### 3.1. Obras de arte

Tabla VIII. Planificación de mantenimiento

Parte del sistema	Acción	MM	MC	Frecuencia	
Tanque de distribución	Limpieza del área			Mensual	
	Revisión de estructuras			Trimestral	
	Reparación de estructuras			Eventual	
	Revisión de válvulas			Mensual	
Cajas de válvulas	Reparación – cambio de válvulas			Eventual	
	Revisión de cajas			Trimestral	
	Reparación de cajas			Eventual	
	Revisión de válvulas			Trimestral	
	Reparación de válvulas			Eventual	
	Engrase de candado			Trimestral	
	Línea de distribución	Revisión de líneas			Mensual
		Verificación de fugas			Mensual
Reparación de fugas				Eventual	
Conexiones domiciliarias	Revisión de válvulas de paso			Trimestral	
	Reparación de válvulas de paso			Eventual	
	Revisión de válvula de grifo			Trimestral	
	Reparación-cambio válvula de grifo			Eventual	

MM: Medida de mitigación o mantenimiento preventivo.

MC: Mantenimiento correctivo.



## **3.2. Accesorios**

### **3.2.1. Válvulas de compuerta**

Estas válvulas se emplean en los abastecimientos rurales. Cuando la válvula esta abierta, el paso del agua es prácticamente libre. El cierre y la apertura se realizan mediante un disco, el cual es accionado por un vástago.

Las válvulas de compuerta pueden ser de hierro fundido, de bronce y de plástico. Las primeras se emplean principalmente para diámetros de 6" en adelante; las de bronce son más económicas que las de hierro fundido; las de plástico se emplean en los equipos dosificados de solución de hipoclorito de calcio.

### **3.2.2. Válvulas de compuerta para limpieza**

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería arena, hojas o cualquier otro cuerpo que haya ingresado en la misma, y que tiende a depositarse en los puntos bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una compuerta, de diámetro igual al de la tubería.

En este proyecto no se utilizarán válvulas de compuerta para limpieza debido a que las condiciones del perfil del terreno son muy planas.

### **3.2.3. Válvulas de globo**

Las válvulas de globo se emplean en las conexiones domiciliarias, tanto para suspender temporalmente el servicio, como para regular el caudal. El recorrido del agua a través de la válvula es sinuoso, lo que produce una considerable descarga, aun con la válvula completamente abierta.

### **3.2.4. Válvula de aire**

El aire disuelto en el agua, o aquél que queda atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de agua que pueda acumularse reduce la sección de la tubería y, por ende, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llegue a impedir completamente la circulación del agua. La eliminación del agua se obtiene con el empleo de válvulas automáticas de aire, las cuales se escogen basándose en la presión de servicio.

Estas válvulas permiten tanto la salida de aire como su ingreso; el acceso del aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida del agua, como en el caso de una rotura; de no contarse con la válvula de aire pueden llegar a producirse presiones negativas dentro de la tubería, la que podría romperse si es de PVC, o a colapsar si es de acero.

Las válvulas de aire se pueden emplear para una presión máxima determinada, ya que los dos empaques tienden a arruinarse a presiones mayores. Por ello es que debe verificarse el rango de presiones para el que está diseñada una válvula, a fin de tener la seguridad de que es la adecuada para el caso.

### **3.3. Tubería**

La tubería de HG se utiliza para sitios donde ésta va expuesta, terreno rocosos, inestable, lugares con presión muy elevada o pasos de zanjones.

Para este caso en particular se recomienda cambiar válvulas de grifo y válvulas de paso en conexiones domiciliarias con el objetivo; así como la tubería de 1” que se instalará debajo de la superestructura del puente ubicado en el tramo 2-3, de 12 metros de longitud.



## **4. RIESGO Y VULNERABILIDAD**

### **4.1. Concepto de vulnerabilidad**

Se entiende por vulnerabilidad, la susceptibilidad a la pérdida de un elemento o conjunto de elementos como resultado de la ocurrencia de un desastre. Indica el grado en que un sistema está expuesto o protegido del impacto de las amenazas naturales. Esto depende del estado de los asentamientos humanos y su infraestructura, la manera en que la administración pública y las políticas manejan la gestión del riesgo, y el nivel de información y educación de que dispone una sociedad sobre los riesgos existentes y cómo debe enfrentarlos.

Esta definición es lo suficientemente amplia para que se aplique tanto a aspectos físicos, como operativos y administrativos. No obstante, el reconocimiento de las incertidumbres asociadas a la cuantificación de la vulnerabilidad física ha hecho que ésta sea expresada como la probabilidad de que ocurra un determinado fenómeno natural. La reducción de la vulnerabilidad se puede lograr mediante medidas de prevención y mitigación, las que ayudan a corregir debilidades ante la eventual ocurrencia de un desastre y, además, minimizan el riesgo en condiciones normales.

### **4.2. Tipos de vulnerabilidad**

#### **4.2.1. Vulnerabilidad administrativa**

Con el fin de tratar de manera integral los problemas que afectan a los aspectos administrativos / funcionales se recomienda analizar los aspectos que tengan relación en la administración de los sistemas (vulnerabilidad administrativa) por separado de aquellos que tengan referencia con los aspectos operativos de los mismos (vulnerabilidad operativa).

El Departamento de Servicios Públicos de la municipalidad, que es la sección encargada de supervisar el funcionamiento del sistema de agua potable y drenajes sanitarios, y el coordinador de la oficina municipal de Planificación, que se encarga de la operación directa del sistema, están alertas constantemente respecto de cada una de las situaciones que se pudieran suscitar en torno a alguna falla o desperfecto que ocasione la suspensión del servicio. Su función radica principalmente en corregir fallas menores, tales como la reparación del equipo y la infraestructura física. Toda reparación mayor o cambio en la distribución física debe ser estudiado y aprobado por el Concejo Municipal.

Los principales factores de vulnerabilidad administrativa tienen relación con el nivel de capacitación en los temas referentes a las amenazas naturales, la capacidad del personal administrativo para desempeñar sus obligaciones y con las debilidades de la organización institucional.

Algunos indicadores de vulnerabilidad administrativa son: falta de capacitación del personal, altos porcentajes de morosidad de los usuarios en el pago de cuotas, saldos contables negativos, ausencia de comunicación con los usuarios, ausencia de fondos de capitalización y de herramientas para la operación del sistema.

La coordinación interinstitucional es fundamental en la atención de emergencias y desastres, porque si no hay coordinación, el resultado es un caos que afectará a los clientes del sistema y a la capacidad de rehabilitación.

En el nivel de la organización institucional, las debilidades son: escasa o nula comunicación entre los niveles organizacionales, ausencia de coordinación, información, incumplimiento de responsabilidades e incertidumbre en las competencias de las acciones.

El objetivo del estudio de la vulnerabilidad administrativa es identificar las debilidades de la organización institucional y de la administración local que impiden contar con una buena gestión para disponer de recursos humanos capacitados, recursos materiales y económicos suficientes, así como de una correcta organización del trabajo para el funcionamiento del sistema en condiciones normales, la implementación de medidas de mitigación y la respuesta oportuna en caso de impacto de un fenómeno natural.

La capacitación de las personas encargadas de la operación de la línea de conducción es indispensable, ya que las fallas pueden ser de diferentes índoles, pero debido a un descontrol en la organización y designación del personal capacitado para realizar dichas tareas, se ha incurrido en el atraso de la realización de tareas, por la falta de información, asignación de más personal y falta de transporte, pues la extensión a cubrir es muy grande. La falta de fondos asignados para mejorar el servicio, también ha sido una causa muy grande, por lo que los sistemas sufren fallas, y al no ser corregidas su deterioro es indudable.

#### **4.2.2. Vulnerabilidad operativa**

Los principales factores de vulnerabilidad operativa tienen relación con la cantidad, calidad y continuidad, las rutinas de operación, mantenimiento y la capacitación del operador para el cumplimiento de sus funciones.

Algunos indicadores de vulnerabilidad operativa son: poca o ninguna capacitación del operador, mal estado de equipos, herramientas, operación y mantenimiento defectuoso, ausencia de registros de caudales, del monitoreo de la calidad de agua, tratamientos defectuosos del agua.

El objetivo del estudio de la vulnerabilidad operativa es identificar las debilidades que ocasionan deficiencias en la prestación del servicio en cuanto a cantidad, continuidad y calidad del agua, por rutinas de operación de mantenimiento y por capacidad del personal, durante la operación normal.

#### **4.2.3. Vulnerabilidad física**

Los factores de vulnerabilidad física tienen relación con las condiciones desfavorables actuales de los componentes y del sistema en su conjunto, de acuerdo a su ubicación en relación con las amenazas naturales; luego, la vulnerabilidad física puede presentarse por condición y/o por ubicación.

Para identificar las condiciones favorables del estado actual se deben inspeccionar los elementos, equipos y accesorios de cada componente y señalar su estado, su conformidad con las normas de diseño, su utilidad dentro del funcionamiento del sistema y su necesidad. Este proceso es el que permite determinar los elementos y componentes deficientes para el funcionamiento normal del sistema.

Para estimar los daños potenciales provocados por los fenómenos naturales, se debe primero identificar las amenazas se priorizan para comenzar su análisis, con base en la recurrencia y magnitud de los efectos esperados.

Luego se cuantifican los efectos, pudiéndose utilizar el parámetro denominado factor de daño o cualquier otro procedimiento disponible, como la utilización de los daños observados por el impacto de amenazas ocurridas en el pasado.

Llegar a valores numéricos de los efectos sólo se justifica cuando el riesgo del sistema es muy alto.

La población guatemalteca es susceptible a sufrir daños a su salud debido a que al ocurrir este tipo de catástrofes, existe el riesgo de contaminación del agua, por lo que aumenta la tasa e incidencia de enfermedades como la diarrea, el cólera, las infecciones respiratorias, las enfermedades infecto-contagiosas, entre otras.

La vulnerabilidad física ante huracanes y sismos es evidente, porque los componentes están expuestos directamente al medio, por lo que según sea la intensidad del huracán o sismo, podrán sufrir daños graves o destrucción total.

Los daños esperados por el impacto de este tipo de amenazas, deben ser tomados en cuenta en el momento en que ocurra otro siniestro; para ello se toman las debilidades que provocan daños físicos en los sistemas en relación con las siguientes amenazas:

- Por sismo: Prácticamente todos los componentes de los sistemas pueden sufrir las consecuencias directas del impacto de un sismo. Las estructuras de concreto sufren, en mayor o menor grado, agrietamientos y fallas estructurales que las inutilizan; las cajas, pozos de visita, planta de tratamiento, fallan en las uniones rígidas del concreto con las tuberías; las tuberías rígidas fallan en cortante y las de juntas flexibles se desacoplan.
- Por huracanes: Para los componentes ubicados en pasos expuestos en los cauces de los ríos, quebradas y terrazas inundables existe el riesgo de rotura de tuberías debido a correntadas, rotura y daños de las tapas en los tanques o pozos de visita, y falla de estructuras por asentamientos del terreno por inundaciones.
- Sequías, que se caracterizan por la reducción del agua, lo que produce la disminución del caudal. Puede afectar el sistema de la siguiente manera:
  - Pérdida o disminución del caudal de agua subterránea



- Pérdida de la calidad del servicio o incremento de costos
- Racionamiento y suspensión del servicio
  
- Contaminación de las redes de agua potable: existe riesgo de contaminación en el agua potable cuando se rompen simultáneamente las tuberías de las redes de agua potable y las de alcantarillado sanitario, porque es posible que algo de las aguas servidas se mezcle o penetre a la red de agua potable.

Ello se debe a que usualmente las tuberías de agua potable y alcantarillado sanitario se construyen en forma paralela, por las mismas calles y a pocos metros entre sus ejes. Así, puede haber roturas cercanas en ambas tuberías que posibiliten la entrada de aguas servidas a la red de agua potable, especialmente si es considerable el volumen de aguas servidas vertidas al terreno.

## **5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN**

### **Desastre natural**

Un desastre natural sucede cuando la ocurrencia de un fenómeno natural afecta a un sistema vulnerable. Los fenómenos naturales en sí no provocan necesariamente desastres. Es sólo su interacción con el sistema y su entorno lo que genera impactos que pueden llegar a tener dimensiones catastróficas, dependiendo de la vulnerabilidad.

#### **5.1. Actividades de mitigación de desastres naturales**

Las razones para proteger el sistema de agua contra los desastres naturales, van desde proteger la salud hasta asegurar la inversión. Por ello se tiene que identificar la vulnerabilidad del sistema para así, establecer las medidas de mitigación que serán aplicadas, como las siguientes:

- En lo que respecta a sismos y huracanes, se utilizan datos estadísticos para dar a conocer la tolerancia al riesgo, tomando, para el efecto, medidas de alto valor técnico para reducir dicho riesgo.
- Ordenamiento territorial, con el desarrollo de mapas de riesgo, para asegurar que la gente se asiente o habite en un lugar seguro; así como la adopción de códigos de construcción apropiados y técnicas de ingeniería que respondan a evaluaciones locales de riesgo.
- Mitigación de los efectos de los desastres naturales: Los sistemas de agua son extensos y pueden hallarse en mal estado. Cuando el agua potable se contamina como resultado de un desastre o colapso en el sistema de alcantarillado, el riesgo de que la población contraiga enfermedades aumenta y la higiene se deteriora.

- A menudo, resulta difícil valorar las consecuencias indirectas para la salud y el costo de la reparación del sistema es, en general, muy elevado.

Las autoridades encargadas del funcionamiento y mantenimiento de los sistemas de alcantarillado deben contar con estrategias para reducir la vulnerabilidad de estos sistemas a los desastres naturales y con procedimientos para restablecer rápida y eficazmente el servicio en tales casos. Al igual que para los establecimientos de salud, el análisis de vulnerabilidad es el primer paso para identificar y cuantificar el impacto potencial de los desastres sobre el rendimiento y los componentes del sistema. El proceso es complicado porque los sistemas de alcantarillado se extienden a lo largo de zonas muy amplias, están compuestos por una variedad de materiales y expuestos a diversos tipos de desastres, tales como aludes, inundaciones, vientos fuertes, erupciones volcánicas o terremotos.

- Capacidad de respuesta del gobierno local: a nivel de gobierno municipal, en caso de bienes y servicios para reparar, rehabilitar, reconstruir y reemplazar elementos de infraestructura por la ocurrencia de un fenómeno natural, se recurre a maquinaria y empleados de instituciones públicas o empresas privadas locales. Sin embargo se considera que, como en el caso de infraestructura vial, las autoridades no se restringen a mencionar aquellos elementos que sólo pueden ser suministrados a nivel del gobierno central.
- La coordinación más efectiva de los servicios de respuesta también contribuye a reducir la vulnerabilidad (es decir, el mejoramiento en la preparación de los especialistas). Todo esto es obvio, pero no siempre se refleja en la realidad. Todas las personas relacionadas con las respuestas de emergencias deben obedecer a una sola orden, guiarse por procedimientos comunes y mantener una comunicación transparente.

## 6. DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

### 6.1. Estudios de población y predicción de población futura

El estudio de población se efectúa con el objeto de estimar la población futura, para lo cual se hace necesario determinar el período de diseño y hacer un análisis del último censo existente.

Tomando en cuenta que es regla general en Guatemala un período de diseño de alcantarillado que oscila de 30 a 40 años dadas las condiciones de vida útil y demás aspectos de drenajes, se toma como base de diseño un período de 40 años.

#### 6.1.1. Análisis de censo existente

En la siguiente tabla se presenta resultados de dos tipos de censos realizados en la Aldea San José la Sierra, de habitación y población; obtenidos de la base de datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), correspondientes al último censo, (XI) de población y habitación realizado en el año 2,002.

CENSO DE HABITACIÓN ALDEA SAN JOSÉ LA SIERRA						Tabla IX
Tipo de local (viviendas)						
Total Viv.	Formales	Apartamento	Palomar	Ranchos	Improvisadas	Otros
359	359					
Servicios (en hogares)						
Agua: 249		Drenaje: 4		Electricidad: 266		Total hogares: 280
Hombres: 664				Mujeres: 704		
Grupos por edades						
De 0 a 6 años: 276		De 7 a 14 años: 317		De 15 a 64 años: 676		De 65 y más: 99
Grupo étnico (indígenas):				Grupo étnico (no indígenas): 1368		
Alfabetismo (alfabetos): 801				Alfabetismo (analfabetas): 291		
Nivel de escolaridad						
Ninguno: 289		Preprimaria: 6		Primaria: 682		Media: 111
						Superior: 4
P. E. A. Hombres: 326				P. E. A. Mujeres: 24		

### **6.1.2. Predicción de población futura a servir**

Para determinar la población de diseño futura Pf, se utilizó el método geométrico, y la fórmula correspondiente se presenta a continuación:

$$Pf = Pa * (1 + r)^n$$

$$Pf = 6,812 \text{ habitantes}$$

## **6.2. Estudios topográficos**

### **6.2.1. Levantado topográfico**

En el levantamiento topográfico se tomó en cuenta el área que actualmente está edificada y la de futuro desarrollo, incluyendo la localización exacta de las calles, edificios, alineación municipal, ubicación de los mismos, carreteras y todas aquellas estructuras que guarden relación con el problema a resolver o influyan en el diseño.

Tanto en el levantamiento topográfico de la población como en el de las líneas de descarga, se tomarán en cuenta las quebradas, zanjas, cursos de agua, elevaciones, depresiones, etc. Los datos de todo el levantamiento topográfico están claramente consignados en la libreta de campo, los que deberán respetarse al ser ejecutada la obra, a medida que avanza el trabajo.

### **6.2.2. Cálculo topográfico**

El método de levantamiento Planimétrico que se utilizó en este proyecto, fue el de conservación del azimut, con vuelta de campana.

El equipo utilizado para realizar el levantamiento topográfico fue:

- Teodolito Wild T-1
- Estadia
- Cinta métrica de 100 metros
- Plomada de centro
- Estacas

### 6.2.2.1. Altimetría

El levantamiento se realizó por medio de nivelación taquimétrica, utilizando para el efecto el mismo equipo de planimetría. La fórmula utilizada para la cota de cada estación es:

$$CT = Cant + AI - HM + \left(\frac{1}{2}K\right) * (HS - HI) * (\text{SEN}^2 Z)$$

Donde: Cant = cota anterior  
 AI = altura de instrumento  
 HS = hilo superior  
 HM = hilo medio  
 HI = hilo inferior  
 K = constante del aparato = 100  
 Z = ángulo cenital

### 6.2.3. Levantamiento del plano de densidad de vivienda

Para obtener los datos para el plano de densidad de vivienda, se recorrió el área de trabajo considerando todas las casas incluyendo las que en la actualidad cuentan con servicios de drenaje sanitario. De la encuesta sanitaria se obtuvo un factor de 6 habitantes por vivienda, el cual con la información del plano de densidad de vivienda se obtiene un dato de población actual cercano a la realidad, comparado con los datos estimados en base al último censo existente.

De este plano se obtiene un dato de un total de 340 casas, de las cuales 4 tienen servicio de alcantarillado sanitario y 336 se tomaron en cuenta para el presente proyecto.

### **6.3. Consideraciones del sistema sanitario**

#### **6.3.1. Selección de ruta**

Al realizar la elección de la ruta se deben considerar los siguientes aspectos:

- a) Iniciar el recorrido en los puntos que tengan las cotas más altas y dirigir el flujo hacia las cotas más bajas.
- b) Para el diseño, en lo posible se debe seguir la pendiente del terreno; con esto se evitará una excavación profunda y se disminuirán así los costos de excavación.
- c) Acumular los caudales mayores en tramos en los cuales la pendiente del terreno es pequeña y evitar de esta manera que a la tubería se le dé otra pendiente, ya que se tendría que colocar la tubería más profunda.
- d) Evitar, en lo posible, dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.

#### **6.3.2. Área tributaria**

Se estimó que cada vivienda tiene en promedio un área de 400 metros cuadrados; de los cuales se considera que 180 metros cuadrados corresponden al área de techos y 220 metros cuadrados corresponden al área de patio.

### **6.3.3. Población de diseño**

Para determinar la población de diseño, se tomó una densidad poblacional de 6 habitantes por vivienda de un total de 348 viviendas, obteniendo una población actual  $P_a = 2,088$  habitantes; como tasa de incremento  $r = 3\%$  y como período de diseño  $n = 40$  años, según la fórmula:

$$P_f = P_a * (1 + r)^n$$

$$P_f = 2,088 * (1 + 3)^{40}$$

$$P_f = 6,812 \text{ habitantes}$$

### **6.3.4. Integración de caudal sanitario**

En el diseño de la red de drenaje sanitario, el caudal negro que es el caudal máximo total o caudal de diseño  $Q_{\text{diseño}}$ , se integró mediante el caudal máximo domiciliar, sumando el caudal por infiltración y conexiones ilícitas.

$$q_{\text{diseño}} = FQM * FH * \text{Población}$$

### **6.3.5. Diámetro de tubería**

Por requerimientos de flujo y por posibilidades de limpieza, el diámetro mínimo es de 6 pulgadas para tubería de colector central en PVC. Un cambio de diámetro estará influido por la pendiente, velocidad y por el tirante. La tubería a utilizar en este proyecto es de 6, 8 y 10 pulgadas de diámetro en PVC NOVAFORT, Norma ASTM F-949.



### **6.3.6. Colocación de tubería en pozos de visita (cotas Invert)**

La cota Invert es la distancia que existe entre el nivel de la rasante del suelo y el nivel inferior interior de la tubería, se debe verificar que la cota Invert sea, al menos, igual al recubrimiento mínimo necesario de la tubería. Las cotas Invert se calculan con base en la pendiente del terreno y la distancia entre un pozo y otro. Para el diseño de las cotas Invert se tomaron en cuenta las siguientes normas:

- La diferencia de cotas Invert entre las tuberías que entran y salen de un pozo de visita será como mínimo de 0.03 mt.
- Cuando la diferencia de cotas Invert entre la tubería que entra y la que sale en un pozo de visita sea mayor a 0.70 metros deberá diseñarse un accesorio especial que encauce el caudal con un mínimo de turbulencia.
- Cuando a un pozo de visita llega una tubería y salen dos tuberías, todas de igual diámetro, una de corrimiento y otra inicial, la tubería de corrimiento debe de colocarse por lo menos un diámetro debajo de la tubería de ramal inicial y por lo menos 0.03 mt.. de la tubería de llegada.
- Cuando a un pozo de visita llegan dos o más tuberías todas de igual diámetro la tubería de salida debe de colocarse por lo menos a 0.03 mt. debajo de la tubería que llegue a mayor profundidad.
- Cuando a un pozo de visita llega una tubería y salen 3 ramales, dos iniciales y uno de corrimiento la tubería de corrimiento debe de colocarse como mínimo un diámetro debajo de la tubería de ramal inicial de mayor profundidad y por lo menos 0.03 mt. debajo de la tubería de llegada.

### 6.3.7. Velocidad de la tubería a sección llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario se debe contar con la información correspondiente a los valores de la velocidad y el caudal de la sección llena de la tubería que se está utilizando. Para el cálculo de la velocidad se emplea la fórmula siguiente:

$$V = (1/n) * R^{2/3} * S^{1/2}$$

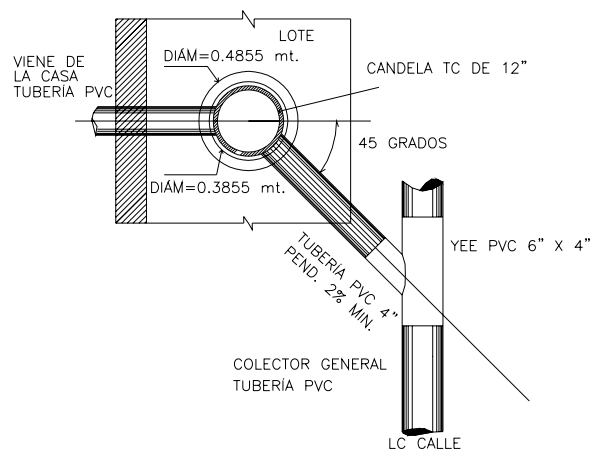
**n** = Coeficiente adimensional de rugosidad de Manning

**R** = Radio hidráulico expresado en metros.

**S** = Pendiente de la tubería

Para tubería de PVC el diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 6 pulgadas, y una pendiente mínima de 2 %. Para las conexiones domiciliarias se podrá utilizar tubería de 4 pulgadas PVC, ésta deberá formar un ángulo horizontal con respecto a la línea central de aproximadamente 45 grados en el sentido de la corriente; ver figura siguiente:

Figura 2. Detalle de la conexión domiciliar.



### 6.3.8. Capacidad a tubo lleno

El caudal que transportará:  $Q = A * V$

**Q** = caudal a tubo lleno, m<sup>3</sup>/s

**A** = área de la tubería, m<sup>2</sup>

**V** = velocidad a sección llena, m/s

### 6.3.9. Flujo en secciones parcialmente llenas

Los ramales de los sistemas sanitarios nunca se diseñan para fluir a sección llena, por lo que se analizarán los elementos hidráulicos de la sección parcialmente llena (indicados por una letra minúscula) y su relación al elemento correspondiente de la sección totalmente llena (indicados por una letra mayúscula).

#### Elementos hidráulicos:

- Altura de tirante d:  $d = \frac{D}{2} * \left(1 - \cos \frac{\theta}{2}\right)$

- Área a:  $a = \frac{D^2}{4} * \left(\frac{\pi * \theta}{360} - \frac{\sin \theta}{2}\right)$

- Perímetro mojado p:  $p = \frac{\pi * D * \theta}{360}$

- Radio hidráulico r:  $r = \frac{\pi * D * \theta}{360}$

- Velocidad v:  $v = \frac{1}{n} * r^{2/3} * s^{1/2}$

- Caudal de diseño:  $Q_{\text{diseño}} = a * v$

Donde: **n** es el coeficiente adimensional de rugosidad de Manning y  
**s** es la pendiente de la tubería.

### **6.3.10. Pendiente de tubería (s)**

Para reducir costos por excavación, la pendiente de la tubería deberá adaptarse en lo posible a la pendiente del terreno. Sin embargo, en todos los casos se tienen que cumplir las siguientes especificaciones hidráulicas, que determinan la pendiente apropiada de la tubería:

a.  **$q < Q$**

Donde: **Q** = Caudal a sección llena y **q** = Caudal de diseño

b.  **$0.60 \text{ m/s} < v < 3.00 \text{ m/s}$**

Donde: **v** = velocidad del caudal de diseño

c.  **$0.10 < d/D < 0.75$**

Donde: **d** = Tirante y **D** = Diámetro interno de la tubería

### **6.3.11. Velocidad de caudal negro (v)**

La velocidad del flujo o caudal negro está determinada por la pendiente del terreno, así como por el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza. La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas de  $v/V$ , donde **v** es la velocidad del flujo y **V** es la velocidad a sección llena. Por norma de diseño, **v** debe ser mayor de 0.60 metros por segundo, para que no exista sedimentación en la tubería así como evitar taponamiento (esta se conoce como velocidad de arrastre), y menor o igual a 3.0 metros por segundo, para que no exista erosión o desgaste; estos datos son aplicables para tubería de PVC.

Para la tubería de pared corrugada de doble pared norma ASTM F 949, se permiten velocidades máximas de 5.0 metros por segundo, ya que tiene una mayor resistencia a la erosión y desgaste. Es importante mencionar que para tramos iniciales con poco caudal se tolera velocidades mínimas de 0.50 metros por segundo.

#### **6.3.12. Altura de tirante (d)**

Como ya se mencionó, la altura del tirante o profundidad del flujo deberá ser mayor de 10% del diámetro de la tubería y menor del 75% de la misma; estos parámetros aseguran su funcionamiento como canal abierto, así como la funcionalidad en el arrastre de los sedimentos.

#### **6.3.13. Normas para colocación de tubería**

La colocación de la tubería debe hacerse a una profundidad tal que no sea afectada la tubería por las inclemencias del tiempo, principalmente por las cargas transmitidas por el tráfico y que evite rupturas en los tubos.

La profundidad mínima de la tubería, desde la superficie del suelo hasta la parte superior de la tubería, en cualquier punto de su extensión, será determinada de la siguiente manera:

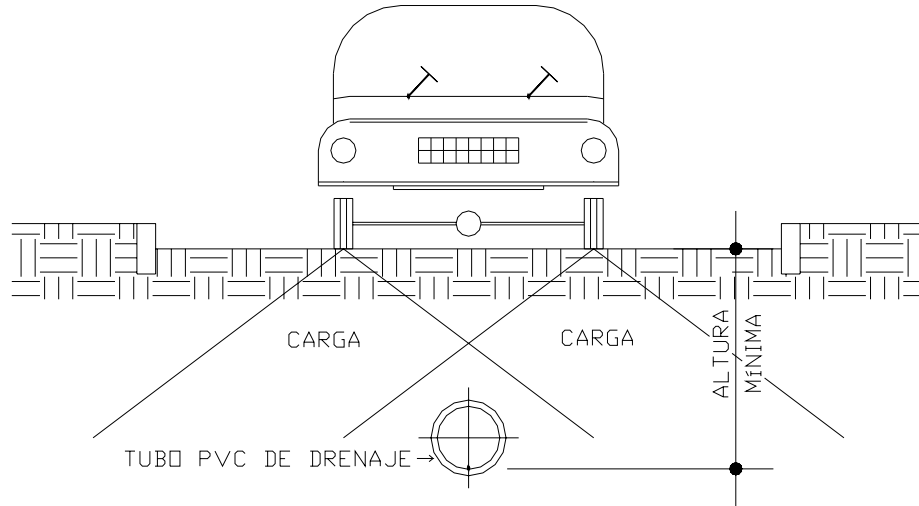
Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

Para tráfico pesado (mayor a 200 quintales) = 1.20 metros

La cota Invert mínima se calcula sumando la profundidad por tráfico más el espesor del tubo más diámetro interior del tubo.

$$\text{Invert mínima} = h \text{ tráfico} + t + D$$

Figura 3. Esquema de la profundidad de tubería



### **Profundidad mínima de pozos de visita**

La profundidad del pozo de visita al inicio del tramo está definida por la cota Invert de salida previamente determinada.

$$H_{pv} = \text{Cota del terreno al inicio} - \text{Cota Invert de salida del tramo} + 0.25$$

Debe considerarse que la cota Invert mide la distancia del dátum (abajo) al punto en cuestión (arriba), mientras que la profundidad del pozo mide la distancia de la superficie del terreno (arriba) a la superficie del fondo del pozo (abajo). Así, una cota Invert menor indica mayor profundidad y una cota Invert mayor indica menor profundidad; en cambio, una profundidad de pozo menor es realmente una profundidad menor y una profundidad de pozo mayor es realmente una profundidad mayor.

### **Recomendaciones**

En las tablas 3 y 4 se presentan los valores de profundidad mínima de la cota Invert, de la cual depende la profundidad mínima del pozo de visita al inicio y final del tramo y ancho de la zanja, la cual depende del diámetro de tubería y de la profundidad.

Tabla X. Profundidad mínima de la cota Invert para evitar ruptura (cm.)

Diámetro de tubo	4"	6"	8"	10"	12"	15"	18"	24"
Tráfico Normal	111	117	122	128	134	140	149	165
Tráfico Pesado	131	137	142	148	154	160	169	185

Tabla XI. Ancho de zanja de acuerdo al diámetro de la tubería que se va a instalar y la profundidad a que será colocada (m)

Diámetro en pulgadas	Ancho de zanja		
	Para profundidades hasta 2.00 metros	Para profundidades de 2.00 a 4.00 metros	Para profundidades de 4.00 a 6.00 metros
4	0.50	0.60	0.70
6	0.55	0.65	0.75
8	0.60	0.70	0.80
10	0.70	0.80	0.80
12	0.80	0.80	0.80
15	0.90	0.90	0.90
18	1.00	1.00	1.10
24	1.10	1.10	1.35

#### 6.3.14. Volumen de excavación

La cantidad de tierra o volumen  $V$ , que se removerá para colocar la tubería está comprendida a partir de la profundidad de los pozos de visita, el ancho de la zanja, que depende del diámetro de la tubería a instalar, y la longitud entre pozos. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$V = \left[ \left( \frac{H_1 + H_2}{2} \right) * d * t \right]$$

Donde: V = volumen de excavación, m<sup>3</sup>

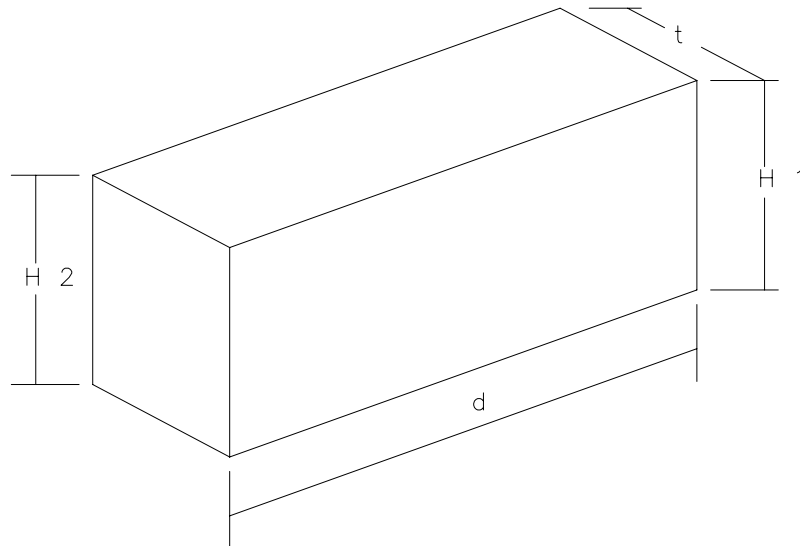
H<sub>1</sub> = profundidad del primer pozo, m

H<sub>2</sub> = profundidad del segundo pozo, m

d = distancia entre pozos, m

t = ancho de la zanja, m

Figura 4. Esquema del volumen de excavación



## 6.4. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

### 6.4.1. Bases de diseño

- Dotación = 150 l/hab/día
- Población de diseño = 6,812 habitantes
- Densidad de vivienda = 6 habitantes por vivienda
- Factor de retorno FR = 0.80



- Caudal domiciliar =  $\frac{Pf * Dot * FR}{86,400} = \frac{6,812_{hab} * 150_{l/hab/día} * 0.80}{86,400_{seg/día}} = 9.46_{l/seg}$

- Intensidad de lluvia I =  $\frac{1,825}{(t + 11)^{0.833}} = \frac{1,825}{(12 + 11)^{0.833}} = 133.95_{mm/hora}$

- Caudal de aporte pluvial =  $\frac{C * I * A_{patios}}{360} + \frac{C * I * A_{techos}}{360} =$

$$q_{pluvial} = \left( \frac{0.90 * 133.95 * 540 / 10,000}{360} + \frac{0.40 * 133.95 * 660 / 10,000}{360} \right) * 1,000 = 27.90_{l/seg}$$

- Caudal de diseño sanitario:

$$Q_{diseño} = Q_{domiciliar} + Q_{infiltración} (p / PVC = 0) + q_{pluvial} + q_{industrial} (= 0 \text{ no hay industrias})$$

$$Q_{diseño} = 9.46 \text{ l/s} + 0 + 27.90 \text{ l/s} + 0 = 37.36 \text{ l/s}$$

$$\mathbf{Q_{diseño} = 37.36 \text{ l/s}}$$

- Factor de caudal medio FQM =  $\frac{Q_{diseño}}{Pf} = \frac{37.36_{l/s}}{6,812_{hab}} = 0.0055_{\frac{l/s}{hab}}$

$$FQM = 0.0055 \frac{l/s}{hab}$$

## 6.4.2. Cálculo del alcantarillado sanitario

Tabla XII

Memoria de cálculo de alcantarillado sanitario Aldea San José La Sierra, Mataquesuintla, Jalapa.

De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H. Mt	S% Terreno	No. Casas		Q DisAcum (lit/seg)		Diám. (pulg.)	S% Tubo	Vel m/seg.		Rel d/D		Cota Invert m		Prof. Pozo m		Vol. Excav m3
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro			Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	
2	3	1000.00	994.17	69.47	8.39	8	8	1.14	3.60	6	8.39	1.27	1.80	0.10	0.17	998.80	992.97	1.20	1.20	70.82
4	3	1000.93	994.17	81.38	8.31	6	6	0.86	2.73	6	4.93	0.98	1.38	0.10	0.17	996.98	992.97	3.95	1.20	178.19
3	5	994.17	991.20	91.89	3.23	5	19	2.65	8.26	6	3.2	1.20	1.63	0.18	0.32	992.94	990.00	1.23	1.20	94.92
7A	7	998.51	995.53	63.92	4.66	5	5	0.72	2.29	6	3.44	0.82	1.15	0.10	0.17	996.53	994.33	1.98	1.20	86.36
4	7	1000.93	995.53	80.38	6.72	4	4	0.58	1.84	6	2.22	0.66	0.92	0.10	0.17	996.11	994.33	4.82	1.20	205.80
7	5	995.53	991.20	83.77	5.17	4	13	1.83	5.75	6	5.13	1.24	1.74	0.14	0.24	994.30	990.00	1.23	1.20	86.42
5	6	991.20	987.55	83.77	4.36	6	38	5.17	15.87	6	4.32	1.59	2.17	0.23	0.42	989.97	986.35	1.23	1.20	86.47
7	9	995.53	992.68	84.20	3.38	7	7	1.00	3.17	6	3.38	0.89	1.26	0.11	0.20	994.33	991.48	1.20	1.20	85.74
9	6	992.68	987.55	84.62	6.06	7	14	1.97	6.17	6	6.03	1.34	1.88	0.13	0.24	991.45	986.35	1.23	1.20	87.48
6	14	987.55	987.69	80.00	- 0.18	10	62	8.26	24.99	8	1	1.05	1.41	0.29	0.54	986.32	985.52	1.23	2.17	115.60
23	14	989.52	987.69	65.76	2.78	3	3	0.43	1.39	6	2.18	0.60	0.85	0.08	0.15	987.92	986.49	1.60	1.20	78.35
14	37	987.69	985.89	69.91	2.57	4	69	9.14	27.57	8	1.14	1.13	1.52	0.30	0.55	985.49	984.69	2.20	1.20	118.74
24	37	988.26	985.89	66.73	3.55	3	3	0.43	1.39	6	2.18	0.60	0.85	0.08	0.15	986.14	984.69	2.12	1.20	110.93
37	38	985.89	984.91	75.98	1.29	8	80	10.52	31.57	8	1.25	1.21	1.62	0.31	0.58	984.66	983.71	1.23	1.20	78.46
38	39	984.91	984.73	63.98	0.28	7	87	11.38	34.08	8	1	1.15	1.51	0.35	0.66	983.68	983.04	1.23	1.69	93.40
39	32	984.73	982.63	69.91	3.00	7	94	12.24	36.57	8	2.26	1.57	2.11	0.29	0.53	983.01	981.43	1.72	1.20	86.76
32	41	982.63	980.86	35.82	4.94	2	96	12.49	37.27	8	4.85	2.07	2.81	0.24	0.43	981.40	979.66	1.23	1.20	36.95
41	42	980.86	979.26	69.91	2.29	5	101	13.10	39.03	8	2.25	1.60	2.14	0.30	0.55	979.63	978.06	1.23	1.20	72.29
42	43	979.26	978.25	59.98	1.68	6	107	13.83	41.12	8	1.63	1.44	1.91	0.34	0.63	978.03	977.05	1.23	1.20	61.89
43	44	978.25	977.26	21.89	4.52	0	107	13.83	41.12	8	4.37	2.05	2.78	0.26	0.47	977.02	976.06	1.23	1.20	22.58
32	31	982.63	980.79	68.96	2.67	1	1	0.15	0.47	6	5.6	0.60	0.85	0.04	0.07	981.43	977.57	1.20	3.22	129.59
31	33	980.79	980.10	75.98	0.91	4	5	0.72	2.29	6	1.41	0.60	0.84	0.12	0.21	977.54	976.47	3.25	3.63	222.21
33	44	980.10	977.26	69.59	4.08	1	6	0.86	2.73	6	1.2	0.60	0.84	0.13	0.23	976.44	975.60	3.66	1.66	157.20
44	45	977.26	973.76	41.68	8.40	1	114	14.67	43.54	8	5.18	2.22	3.00	0.26	0.46	974.72	972.56	2.54	1.20	66.23
45	46	973.76	971.40	37.71	6.26	1	115	14.79	43.89	8	5.14	2.22	3.00	0.26	0.46	972.14	970.20	1.62	1.20	45.17
46	47	971.40	970.78	17.61	3.52	0	115	14.79	43.89	8	3.35	1.91	2.56	0.29	0.52	970.17	969.58	1.23	1.20	18.19
33	34	980.10	979.72	75.98	0.50	4	4	0.58	1.84	6	1.7	0.60	0.84	0.10	0.18	978.90	977.61	1.20	2.11	106.94
35	34	980.88	979.72	69.98	1.66	3	3	0.43	1.39	6	2.18	0.60	0.85	0.08	0.15	979.68	978.15	1.20	1.57	82.25
34	47	979.72	970.78	106.85	8.37	5	12	1.69	5.32	6	7.99	1.42	1.99	0.12	0.20	978.12	969.58	1.60	1.20	127.03
47	48	970.78	969.74	37.90	2.74	0	127	16.23	47.99	8	2.66	1.80	2.39	0.32	0.59	969.55	968.54	1.23	1.20	39.11
48	49	969.74	968.34	43.95	3.19	0	127	16.23	47.99	8	3.12	1.91	2.54	0.31	0.56	968.51	967.14	1.23	1.20	45.41
35	35A	980.88	981.52	47.99	- 1.33	2	2	0.29	0.93	6	3.11	0.60	0.85	0.06	0.11	979.68	978.19	1.20	3.33	92.44
35A	35B	981.52	978.23	8.71	37.77	1	3	0.43	1.39	6	2.2	0.60	0.85	0.08	0.15	977.22	977.03	4.30	1.20	20.37
35B	35C	978.23	974.93	8.71	37.89	0	3	0.43	1.39	6	2.18	0.60	0.85	0.08	0.15	973.92	973.73	4.31	1.20	20.40
35C	35D	974.93	971.64	8.71	37.77	0	3	0.43	1.39	6	2.18	0.60	0.85	0.08	0.15	970.63	970.44	4.30	1.20	20.36
35D	49	971.64	968.34	8.71	37.89	1	4	0.58	1.84	6	2.2	0.65	0.92	0.10	0.17	967.33	967.14	4.31	1.20	20.40
49	50	968.34	964.94	63.82	5.33	1	132	16.83	49.69	8	4.72	2.23	3.00	0.28	0.51	966.75	963.74	1.59	1.20	75.74
50	51	964.94	960.80	77.79	5.32	4	136	17.30	51.04	8	4.63	2.24	3.00	0.29	0.52	963.20	959.60	1.74	1.20	97.25
51	52	960.80	956.44	49.45	8.82	1	137	17.42	51.37	8	4.6	2.24	2.99	0.29	0.52	957.51	955.24	3.29	1.20	94.46
32	40	982.63	980.99	31.91	5.14	1	1	0.15	0.47	6	5.79	0.60	0.85	0.04	0.07	981.40	979.55	1.23	1.44	36.18
40	84	980.99	980.70	51.67	0.56	3	4	0.58	1.84	6	1.7	0.60	0.84	0.10	0.18	979.52	978.64	1.47	2.06	77.48
84	85	980.70	973.56	71.21	10.03	0	4	0.58	1.84	6	6.8	0.96	1.37	0.07	0.13	977.20	972.36	3.50	1.20	142.31
85	86	973.56	974.30	42.00	- 1.76	0	4	0.58	1.84	6	1.7	0.60	0.84	0.10	0.18	972.33	971.62	1.23	2.68	69.86
86	87	974.30	966.67	68.96	11.06	0	4	0.58	1.84	6	8.87	1.06	1.50	0.07	0.12	971.59	965.47	2.71	1.20	114.50
87	88	966.67	967.01	44.00	- 0.77	2	6	0.86	2.73	6	1.22	0.60	0.84	0.13	0.23	965.44	964.90	1.23	2.11	62.40

Continuación

De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H. Mt	S% Terreno	No. Casas		Q DisAcum (lit/seg)		Diám. (pulg.)	S% Tubo	Vel m/seg.		Rel d/D		Cota Invert m		Prof. Pozo m		Vol. Excav m3
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro			Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	
47	88	970.78	967.01	33.00	11.42	2	2	0.29	0.93	6	11.43	0.93	1.33	0.05	0.08	969.58	965.81	1.20	1.20	33.69
88	90	967.01	964.29	35.96	7.56	2	10	1.42	4.47	6	4.94	1.13	1.59	0.12	0.21	964.87	963.09	2.14	1.20	50.99
90	91	964.29	962.03	45.00	5.02	3	13	1.83	5.75	6	4.95	1.23	1.72	0.14	0.24	963.06	960.83	1.23	1.20	46.43
91	52	962.03	956.44	46.00	12.15	0	13	1.83	5.75	6	12.08	1.68	2.35	0.11	0.19	960.80	955.24	1.23	1.20	47.44
52	Desfo.1	956.44	956.71	67.48	- 0.40	0	150	18.95	55.71	10	0.57	1.06	1.36	0.38	0.75	955.21	954.83	1.23	1.88	89.32
3	20	994.17	987.31	61.08	11.23	3	3	0.43	1.39	6	11.23	1.05	1.50	0.06	0.10	992.97	986.11	1.20	1.20	62.28
53	53A	997.57	992.44	32.84	15.62	3	3	0.43	1.39	6	12	1.07	1.53	0.06	0.10	995.18	991.24	2.39	1.20	50.12
53A	20	992.44	987.31	32.84	15.62	2	5	0.72	2.29	6	12	1.25	1.78	0.07	0.12	990.05	986.11	2.39	1.20	50.12
20	77	987.31	985.20	20.83	10.13	1	9	1.28	4.04	6	10	1.41	1.98	0.10	0.17	986.08	984.00	1.23	1.20	21.54
77	76	985.20	982.00	77.15	4.15	3	12	1.69	5.32	6	4.11	1.12	1.57	0.14	0.24	983.97	980.80	1.23	1.20	79.71
5	76	991.20	985.00	70.94	8.74	1	1	0.15	0.47	6	8.74	0.69	0.99	0.04	0.06	990.00	983.80	1.20	1.20	72.36
76	78	982.00	978.79	61.32	5.23	1	14	1.97	6.17	6	10.08	1.60	2.26	0.12	0.21	980.77	974.59	1.23	4.20	141.54
78	79	978.79	978.10	23.97	2.88	0	14	1.97	6.17	6	2.75	1.02	1.42	0.16	0.29	977.56	976.90	1.23	1.20	24.75
37A	37B	995.93	989.99	19.51	30.45	1	1	0.15	0.47	6	16.07	0.83	1.23	0.03	0.05	991.93	988.79	4.00	1.20	43.08
37B	37C	989.99	984.04	19.51	30.50	1	2	0.29	0.93	6	16.12	1.06	1.50	0.04	0.07	985.99	982.84	4.00	1.20	43.08
37C	79	984.04	978.10	19.50	30.46	1	3	0.43	1.39	6	16.12	1.20	1.71	0.05	0.09	980.04	976.90	4.00	1.20	43.12
79	75	978.10	974.74	77.93	4.31	3	20	2.79	8.67	6	4.27	1.32	1.83	0.17	0.31	976.87	973.54	1.23	1.20	80.40
59	56	996.57	996.05	17.99	2.89	1	1	0.15	0.47	6	5.79	0.60	0.85	0.04	0.07	995.34	994.30	1.23	1.75	22.80
56A	56	999.74	996.05	37.58	9.82	2	2	0.29	0.93	6	5.81	0.74	1.06	0.05	0.10	997.03	994.85	2.71	1.20	62.50
56	56B	996.05	990.81	24.88	21.06	0	3	0.43	1.39	6	12.86	1.10	1.58	0.05	0.10	992.81	989.61	3.24	1.20	46.94
56B	56C	990.81	985.56	24.88	21.10	0	3	0.43	1.39	6	12.86	1.10	1.58	0.05	0.10	987.56	984.36	3.25	1.20	47.05
56C	58	985.56	980.32	24.87	21.07	1	4	0.58	1.84	6	12.86	1.20	1.71	0.06	0.11	982.32	979.12	3.24	1.20	46.91
73	58	982.21	980.32	41.39	4.57	1	1	0.15	0.47	6	5.6	0.60	0.85	0.04	0.07	981.01	978.69	1.20	1.63	49.74
58	57	980.32	976.20	79.13	5.21	1	6	0.86	2.73	6	4.62	0.95	1.35	0.10	0.17	978.66	975.00	1.66	1.20	96.04
56	55	996.05	994.51	79.98	1.93	3	3	0.43	1.39	6	2.18	0.60	0.85	0.08	0.15	994.85	993.11	1.20	1.40	88.50
55A	55	1000.83	994.51	39.02	16.20	2	2	0.29	0.93	6	8	0.82	1.18	0.05	0.09	996.43	993.31	4.40	1.20	92.89
53	55	997.57	994.51	55.73	5.49	3	3	0.43	1.39	6	2.28	0.60	0.86	0.08	0.14	994.58	993.31	2.99	1.20	99.26
55	55B	994.51	988.41	27.10	22.51	0	8	1.14	3.60	6	14	1.52	2.16	0.08	0.15	991.00	987.21	3.51	1.20	54.29
55B	55C	988.41	982.31	27.10	22.51	2	10	1.42	4.47	6	14	1.63	2.30	0.09	0.16	984.90	981.11	3.51	1.20	54.29
55C	57	982.31	976.20	27.11	22.54	0	10	1.42	4.47	6	14	1.63	2.30	0.09	0.16	978.80	975.00	3.51	1.20	54.21
57	75	976.20	974.74	85.97	1.70	1	17	2.38	7.43	6	1.66	0.90	1.25	0.20	0.36	974.97	973.54	1.23	1.20	88.68
80	80A	989.27	984.43	13.56	35.69	4	4	0.58	1.84	6	15	1.27	1.80	0.06	0.10	985.26	983.23	4.01	1.20	30.05
80A	80B	984.43	979.59	13.55	35.72	0	4	0.58	1.84	6	15	1.27	1.80	0.06	0.10	980.42	978.39	4.01	1.20	30.02
80B	75	979.59	974.74	13.55	35.79	0	4	0.58	1.84	6	15	1.27	1.80	0.06	0.10	975.57	973.54	4.02	1.20	30.08
75	74	974.74	971.20	73.64	4.81	1	42	5.70	17.42	6	4.76	1.69	2.31	0.24	0.43	973.51	970.00	1.23	1.20	75.90
39A	74	978.67	971.20	60.95	12.26	3	3	0.43	1.39	6	12.2	1.08	1.55	0.06	0.10	977.44	970.00	1.23	1.20	62.84
74	81	971.20	973.11	72.00	- 2.65	0	45	6.08	18.58	6	1	0.98	1.28	0.37	0.74	969.97	969.25	1.23	3.86	155.75
64	61	996.90	996.53	43.95	0.84	4	4	0.58	1.84	6	1.7	0.60	0.84	0.10	0.18	995.70	994.95	1.20	1.58	51.87
61	61A	996.53	991.78	19.77	24.03	0	4	0.58	1.84	6	14	1.24	1.76	0.06	0.11	993.35	990.58	3.18	1.20	36.78
61A	61B	991.78	987.03	19.77	24.03	0	4	0.58	1.84	6	14	1.24	1.76	0.06	0.11	988.60	985.83	3.18	1.20	36.78
61B	61C	987.03	982.28	19.77	24.03	1	5	0.72	2.29	6	14	1.33	1.89	0.07	0.12	983.85	981.08	3.18	1.20	36.78
61C	63	982.28	977.55	19.77	23.93	1	6	0.86	2.73	6	14	1.40	1.98	0.07	0.13	979.12	976.35	3.16	1.20	36.62
63AA	63	985.21	977.55	42.67	17.95	2	2	0.29	0.93	6	15.18	1.03	1.47	0.04	0.08	982.83	976.35	2.38	1.20	64.87
63	62	977.55	973.51	69.98	5.77	1	9	1.28	4.04	6	5.73	1.15	1.63	0.11	0.19	976.32	972.31	1.23	1.20	72.27
61	60	996.53	987.69	74.87	11.81	4	4	0.58	1.84	6	11.81	1.17	1.66	0.06	0.11	995.33	986.49	1.20	1.20	76.44
59	60	996.57	987.69	62.76	14.15	4	4	0.58	1.84	6	14.15	1.24	1.77	0.06	0.11	995.37	986.49	1.20	1.20	64.03
60	60A	987.69	982.96	26.51	17.84	0	8	1.14	3.60	6	8.67	1.29	1.83	0.10	0.17	984.06	981.76	3.63	1.20	54.40
60A	60B	982.96	978.24	26.51	17.80	0	8	1.14	3.60	6	8.67	1.29	1.83	0.10	0.17	979.34	977.04	3.62	1.20	54.29
60B	62	978.24	973.51	26.51	17.84	1	9	1.28	4.04	6	8.67	1.34	1.89	0.10	0.17	974.61	972.31	3.63	1.20	54.40

Continuación

De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H. Mt	S% Terreno	No. Casas		Q DisAcum (lit/seg)		Diám. (pulg.)	S% Tubo	Vel m/seg.		Rel d/D		Cota Invert m		Prof. Pozo m		Vol. Excav m3
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro			Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	
73	73A	982.21	979.31	11.60	25.00	1	1	0.15	0.47	6	1.48	0.37	0.53	0.05	0.10	978.28	978.11	3.93	1.20	25.30
73A	73B	979.31	976.41	11.60	25.00	1	2	0.29	0.93	6	5.81	0.74	1.06	0.05	0.10	975.88	975.21	3.43	1.20	22.85
73B	62	976.41	973.51	11.60	25.00	1	3	0.43	1.39	6	12.86	1.10	1.58	0.05	0.10	973.80	972.31	2.61	1.20	18.79
62	81	973.51	973.11	96.71	0.41	0	21	2.92	9.08	6	1	0.80	1.10	0.25	0.46	972.28	971.31	1.23	1.80	124.42
82	81	978.59	973.11	25.22	21.73	1	1	0.15	0.47	6	12	0.72	1.11	0.03	0.06	974.94	971.91	3.65	1.20	51.95
81	72	973.11	963.17	78.43	12.67	0	67	8.89	26.84	6	7.15	2.22	3.00	0.27	0.49	967.58	961.97	5.53	1.20	224.25
84	84A	980.70	975.29	21.84	24.77	1	1	0.15	0.47	6	14.39	0.79	1.17	0.03	0.06	977.23	974.09	3.47	1.20	43.37
84A	83	975.29	969.88	21.83	24.78	2	3	0.43	1.39	6	12.86	1.10	1.58	0.05	0.10	971.49	968.68	3.80	1.20	46.36
83	72	969.88	963.17	73.00	9.19	0	3	0.43	1.39	6	9.15	0.98	1.40	0.06	0.10	968.65	961.97	1.23	1.20	75.38
63	63A	977.55	970.36	36.74	19.57	4	4	0.58	1.84	6	19.57	1.39	1.98	0.06	0.10	976.35	969.16	1.20	1.20	37.48
63A	72	970.36	963.17	36.74	19.57	2	6	0.86	2.73	6	14	1.40	1.98	0.07	0.13	967.11	961.97	3.25	1.20	69.54
72	70	963.17	963.79	73.98	- 0.84	0	76	10.02	30.12	8	1	1.11	1.47	0.32	0.60	961.94	961.20	1.23	2.59	120.10
65	66	961.97	963.23	57.98	- 2.17	5	5	0.72	2.29	6	1.41	0.60	0.84	0.12	0.21	960.77	959.95	1.20	3.28	110.33
66	67	963.23	962.74	35.99	1.36	3	8	1.14	3.60	6	1	0.61	0.85	0.16	0.28	959.92	959.56	3.31	3.18	99.27
67	68	962.74	963.85	27.97	- 3.97	0	8	1.14	3.60	6	1	0.61	0.85	0.16	0.28	959.53	959.25	3.21	4.60	92.84
63AA	63AA1	985.21	981.24	13.44	29.54	2	2	0.29	0.93	6	14	1.00	1.44	0.04	0.08	981.92	980.04	3.29	1.20	25.66
63AA1	69	981.24	977.28	13.45	29.44	0	2	0.29	0.93	6	14	1.00	1.44	0.04	0.08	977.96	976.08	3.28	1.20	25.63
69	69A	977.28	972.81	12.61	35.45	3	5	0.72	2.29	6	14	1.33	1.89	0.07	0.12	973.38	971.61	3.90	1.20	27.31
69A	69B	972.81	968.34	12.61	35.45	0	5	0.72	2.29	6	14	1.33	1.89	0.07	0.12	968.91	967.14	3.90	1.20	27.31
69B	68	968.34	963.85	12.61	35.61	0	5	0.72	2.29	6	14	1.33	1.89	0.07	0.12	964.42	962.65	3.92	1.20	27.41
68	70	963.85	963.79	74.00	0.08	0	13	1.83	5.75	6	1	0.70	0.97	0.20	0.36	959.22	958.48	4.63	5.31	312.61
70	Destro.2	963.79	959.34	24.48	18.18	0	89	11.63	34.79	6	1	1.16	1.27	0.54	0.90	958.45	958.21	5.34	1.13	67.36
7A	12	998.51	996.70	27.86	6.50	3	3	0.43	1.39	6	2.27	0.60	0.86	0.08	0.14	996.13	995.50	2.38	1.20	42.42
12	11	996.70	990.06	71.21	9.32	3	6	0.86	2.73	6	9.28	1.21	1.72	0.08	0.14	995.47	988.86	1.23	1.20	73.49
9	11	992.68	990.06	83.77	3.13	6	6	0.86	2.73	6	3.13	0.83	1.17	0.11	0.18	991.48	988.86	1.20	1.20	85.52
11	13	990.06	982.54	71.45	10.52	4	16	2.24	7.01	6	10.48	1.69	2.37	0.13	0.22	988.83	981.34	1.23	1.20	73.73
9	10	992.68	984.95	66.44	11.63	2	2	0.29	0.93	6	11.63	0.94	1.34	0.05	0.08	991.48	983.75	1.20	1.20	67.68
14	10	987.69	984.95	87.53	3.13	4	4	0.58	1.84	6	2.22	0.66	0.92	0.10	0.17	985.69	983.75	2.00	1.20	119.16
10	13	984.95	982.54	78.09	3.09	3	9	1.28	4.04	6	3.05	0.93	1.30	0.13	0.23	983.72	981.34	1.23	1.20	80.71
13	13A	982.54	976.08	39.02	16.56	2	27	3.72	11.51	6	13.6	2.16	3.00	0.15	0.26	980.19	974.88	2.35	1.20	58.82
13A	15	976.08	969.62	39.02	16.56	3	30	4.12	12.72	6	12.5	2.16	3.00	0.16	0.28	973.30	968.42	2.78	1.20	65.96
21 A	21	982.32	978.06	33.34	12.78	2	2	0.29	0.93	6	5.81	0.74	1.06	0.05	0.10	978.80	976.86	3.52	1.20	78.63
23	21	989.52	978.06	75.87	15.10	3	3	0.43	1.39	6	15.1	1.16	1.66	0.05	0.09	988.32	976.86	1.20	1.20	90.91
21	19	978.06	974.58	59.84	5.82	3	8	1.14	3.60	6	5.76	1.12	1.58	0.10	0.18	976.83	973.38	1.23	1.20	72.61
19	18	974.58	974.48	23.97	0.42	0	8	1.14	3.60	6	0.95	0.60	0.83	0.16	0.29	973.35	973.12	1.23	1.36	31.01
18	16	974.48	973.74	55.85	1.32	3	11	1.56	4.90	6	0.98	0.66	0.92	0.19	0.33	973.09	972.54	1.39	1.20	61.41
23AA	16	984.12	973.74	47.84	21.70	3	3	0.43	1.39	6	16	1.19	1.70	0.05	0.09	980.19	972.54	3.93	1.20	104.39
10A	16	975.58	973.74	27.74	6.63	1	1	0.15	0.47	6	1.48	0.37	0.53	0.05	0.10	972.95	972.54	2.63	1.20	45.16
16	16A	989.52	982.89	26.59	24.93	3	18	2.52	7.84	6	16	2.03	2.85	0.12	0.21	985.94	981.69	3.58	1.20	54.07
16A	16B	982.89	976.26	26.59	24.93	1	19	2.65	8.26	6	16	2.06	2.89	0.12	0.21	979.31	975.06	3.58	1.20	54.07
16B	15	976.26	969.62	26.60	24.96	1	20	2.79	8.67	6	16	2.09	2.93	0.13	0.22	972.68	968.42	3.58	1.20	53.99
15	17	969.62	968.77	15.88	5.35	1	51	6.86	20.86	6	5.15	1.83	2.49	0.26	0.47	968.39	967.57	1.23	1.20	16.39
17	Destro.3	968.77	964.00	70.00	6.81	0	51	6.86	20.86	6	5.05	1.82	2.48	0.26	0.47	967.54	964.01	1.23	0.00	36.44
25A	25B	990.53	986.42	11.19	36.73	1	1	0.15	0.47	6	14	0.78	1.16	0.03	0.06	986.79	985.22	3.74	1.20	23.48
25B	25C	986.42	982.31	11.19	36.73	0	1	0.15	0.47	6	14	0.78	1.16	0.03	0.06	982.68	981.11	3.74	1.20	23.48
25C	25	982.31	978.21	11.21	36.57	1	2	0.29	0.93	6	14	1.00	1.44	0.04	0.08	978.58	977.01	3.73	1.20	23.48
24	25	988.26	978.21	72.57	13.85	3	3	0.43	1.39	6	12.86	1.10	1.58	0.05	0.10	986.34	977.01	1.92	1.20	96.30
25	28	978.21	972.80	75.73	7.14	2	7	1.00	3.17	6	6.67	1.14	1.60	0.10	0.17	976.65	971.60	1.56	1.20	88.87
22A	22	988.16	986.57	14.02	11.34	1	1	0.15	0.47	6	5.79	0.60	0.85	0.04	0.07	986.18	985.37	1.98	1.20	18.96

Continuación

De P.V.	A P.V.	Cotas Terreno		D.H. Mt	S% Terreno	No. Casas		Q DisAcum (lit/seg)		Diám. (pulg.)	S% Tubo	Vel m/seg.		Rel d/D		Cota Invert m		Prof. Pozo m		Vol. Excav m3
		Inicio	Final			Local	Acum.	Actual	Futuro			Actual	Futura	Actual	Futura	Inicio	Final	Inicio	Final	
26	22	986.95	986.57	83.94	0.45	11	11	1.56	4.90	6	1	0.66	0.93	0.19	0.33	985.75	984.91	1.20	1.66	102.01
22	28	986.57	972.80	77.24	17.83	2	14	1.97	6.17	6	16	1.88	2.65	0.11	0.18	983.96	971.60	2.61	1.20	125.02
26	27	986.95	979.46	77.62	9.65	4	4	0.58	1.84	6	9.65	1.09	1.55	0.07	0.12	985.75	978.26	1.20	1.20	79.18
27	28	979.46	972.80	75.26	8.85	2	6	0.86	2.73	6	8.81	1.19	1.69	0.08	0.14	978.23	971.60	1.23	1.20	77.74
28	30	972.80	969.61	70.75	4.51	3	30	4.12	12.72	6	5.27	1.59	2.20	0.20	0.35	971.57	967.84	1.23	1.77	90.16
39	29	984.73	977.20	68.05	11.07	3	3	0.43	1.39	6	11.07	1.04	1.49	0.06	0.10	983.53	976.00	1.20	1.20	69.50
29	30	977.20	969.61	75.17	10.10	9	12	1.69	5.32	6	10.81	1.57	2.21	0.11	0.19	975.97	967.84	1.23	1.77	95.71
33	30	980.10	969.61	72.19	14.53	3	3	0.43	1.39	6	12.86	1.10	1.58	0.05	0.10	977.69	968.41	2.41	1.20	110.87
30	36	969.61	965.56	75.63	5.36	1	46	6.21	18.96	6	5.31	1.80	2.46	0.24	0.44	968.38	964.36	1.23	1.20	77.98
36	Desto.4	965.56	963.63	70.00	2.76	0	46	6.21	18.96	6	1	0.99	1.28	0.38	0.75	964.33	963.63	1.23	0.00	36.59
				7451.47		336														9262.41

### 6.4.3. Presupuesto Proyecto de drenaje

Tabla XIII

Resumen del presupuesto, del proyecto de alcantarillado sanitario Aldea San José La Sierra						
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unitario	Totales Q.	Totales \$
A	TRABAJOS PRELIMINARES	1.00	global	Q28,354.41	Q28,354.41	\$3,635.18
B	COLECTOR PRINCIPAL	7451.47	ml.	Q158.41	Q1,180,390.27	\$151,332.09
C	POZOS DE VISITA	128.00	unidades	Q4,929.80	Q631,013.90	\$80,899.22
D	CONEXIONES DOMICILIARES	336.00	unidades	Q543.01	Q182,452.33	\$23,391.32
E	HERRAMIENTA	1.00	global	Q4,820.00	Q4,820.00	\$617.95
SUB-TOTAL					Q2,022,210.90	\$259,257.81
IVA					Q242,665.31	\$31,110.94
TOTAL					Q2,264,876.21	\$290,368.74
PU =					Q303,950.26 /Kilómetro	

INTEGRACIÓN DE COSTOS POR RENGLONES DE TRABAJO, PROYECTO DE ALCANTARILLADO SANITARIO, ALDEA SAN JOSÉ LA SIERRA, MATAQUESCUINTLA, JALAPA

TRABAJOS PRELIMINARES		1	global		
	Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unitario	Total
1	Limpieza	7,451.47	ml.	Q1.00	Q7,451.47
2	Trazo y estaqueado	7,451.47	ml.	Q2.00	Q14,902.94
3	Bodega y guardianilla	1	global	Q6,000.00	Q6,000.00
Total trabajos preliminares					Q28,354.41

COLECTOR PRINCIPAL		7,451.47	ml.		
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
MATERIALES					
1	Zanjeo con retro excavadora	7,451.47	ml.	Q27.30	Q203,425.13
2	Relleno y compactación	7,451.47	ml.	Q21.00	Q156,480.87
3	Tubo NOVAFORT PVC 6" * 20' con empaque de hule	1066.00	unidades	Q426.55	Q454,704.43
4	Tubo NOVAFORT PVC 8" * 20' con empaque de hule	166.00	unidades	Q702.54	Q116,622.39
5	Tubo NOVAFORT PVC 10" * 20' con empaque de hule	12.00	unidades	Q990.41	Q11,884.95
6	Flete de Tubería (Rastra o Tráiler)	1.00	global	Q12,000.00	Q12,000.00
Total de materiales					Q955,117.77
MANO DE OBRA					
7	Nivelación, centrado y colocación tubo de 6"	1066.00	unidades	Q10.50	Q11,193.00
8	Nivelación, centrado y colocación tubo de 8"	166.00	unidades	Q15.75	Q2,614.50
9	Nivelación, centrado y colocación tubo de 10"	12.00	unidades	Q21.00	Q252.00
Subtotal de mano de obra					Q14,059.50
Factor de ayudante 38%					Q5,342.61
Factor de prestaciones 65%					Q9,138.68
Total de mano de obra					Q28,540.79
Total de materiales y mano de obra :					Q983,658.56
Utilidades 20%					Q196,731.71
TOTAL					Q1,180,390.27

POZOS DE VISITA		128.00	unidades		
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	P.Unitario	Total
	MATERIALES				
1	Tubo NOVAFORT PVC 6" * 20' con empaque de hule	20.00	unidades	Q426.55	Q8,531.04
2	Tubo NOVAFORT PVC 8" * 20' con empaque de hule	1.00	unidad	Q702.54	Q702.54
3	Yee PVC de 6" * 6" NOVAFORT caída>0.7mt. c/empaque	53.00	unidades	Q158.35	Q8,392.58
4	Codo PVC de 6" * 90° NOVAFORT caída>0.7mt.c/empaque	55.00	unidades	Q98.65	Q5,425.61
5	Codo PVC de 6" * 45° NOVAFORT caída>0.7mt.c/empaque	165.00	unidades	Q90.46	Q14,925.49
6	Yee PVC de 8" * 6" NOVAFORT caída>0.7mt. con empaque	2.00	unidad	Q225.75	Q451.50
7	Cemento	1,882.84	sacos	Q43.05	Q81,056.36
8	Arena de río	136.07	mt. <sup>3</sup>	Q105.00	Q14,287.16
9	Piedrín 3/4"	78.96	mt. <sup>3</sup>	Q199.50	Q15,752.10
10	Hierro No. 4 grado 40 (armadura p/44 brocales)	637.00	varillas	Q36.75	Q23,409.75
11	Hierro No. 2 grado 40 (eslabones, armadura p/44 brocales)	135.00	varillas	Q9.45	Q1,275.75
12	Hierro No. 4 grado 40 (escalones en pozo)	216.00	varillas	Q36.75	Q7,938.00
13	Alambre de amarre	505.43	libras	Q3.68	Q1,857.45
14	Madera p/30 moldes de tapaderas y brocal	19.53	p.t.	Q3.78	Q73.82
15	Madera p/15 andamios (de 1.22 de alto) de pozos	870.00	p.t.	Q3.78	Q3,288.60
16	Ladrillo tayuyo de 6.5 cm. * 11 cm. * 7.5 cm.	116,929.12	unidades	Q1.16	Q135,053.13
17	Clavo de 3"	50.00	libras	Q3.68	Q183.75
18	Clavo de 4"	50.00	libras	Q3.68	Q183.75
				Total de materiales	Q284,359.63
	MANO DE OBRA				
19	Excavación	1,820.00	mt. <sup>3</sup>	Q21.00	Q38,220.00
20	Armadura No. 4	5,322.72	m.l.	Q2.52	Q13,413.25
21	Armadura No. 2	842.40	m.l.	Q1.26	Q1,061.42
22	Nivelación, centrado y colocación tubo de 6"	20.80	unidades	Q10.50	Q218.40
23	Nivelación, centrado y colocación tubo de 8"	1.04	unidades	Q15.75	Q16.38
24	Colocación de accesorios PVC	286.00	unidades	Q42.00	Q12,012.00
25	Formaleteado (128 Moldes de tapaderas y 128 de brocales)	266.24	unidades	Q5.25	Q1,397.76
26	Fundición p/128 pozos (tapadera + brocal + piso +pañuelos)	133.12	pozos	Q94.50	Q12,579.84
27	Desencofrado	276.89	mt. <sup>2</sup>	Q2.63	Q726.84
28	Levantado ladrillo tayuyo de punta (6.5cm.*11cm.* 23cm.)	1,085.77	mt. <sup>2</sup>	Q73.50	Q79,804.12
	Subtotal de mano de obra				Q79,645.89
	Factor de ayudante 38%				Q30,265.44
	Factor de prestaciones 65%				Q51,769.83
				Total de mano de obra	Q241,485.29
	Total de materiales y mano de obra :				Q525,844.91
	Utilidades 20%				Q105,168.98
				<b>TOTAL</b>	<b>Q631,013.90</b>

CONEXIONES DOMICILIARES		336.00	unidades		
No.	Descripción	Cantidad	Unidad	P. Unitario	Total
	<b>MATERIALES</b>				
1	Tubo de cemento de 12" de diámetro	336.00	unidades	Q50.40	Q16,934.40
2	Tubo PVC de 4" * 20' NOVAFORT	275.00	unidades	Q180.38	Q49,604.36
3	Codo PVC 4" * 90° NOVAFORT	260.00	unidades	Q44.49	Q11,567.01
4	Yee pvc de 6" * 4" NOVAFORT	279.00	unidades	Q134.59	Q37,550.33
5	Yee pvc de 8" * 4" NOVAFORT	36.00	unidades	Q255.21	Q9,187.67
9	Cemento	112.90	sacos	Q43.05	Q4,860.17
10	Arena de río	6.34	mt. <sup>3</sup>	Q105.00	Q665.28
11	Piedrín de 3/4"	6.34	mt. <sup>3</sup>	Q199.50	Q1,264.03
12	Hierro de No. 3 Grado 40 de 6 mt. de largo	168.00	varillas	Q19.95	Q3,351.60
13	Hierro de No. 2 Grado 40 de 6 mt. de largo	120.00	varillas	Q10.50	Q1,260.00
14	Alambre de amarre	83.02	libras	Q3.68	Q305.08
15	Clavo de 3"	25.00	libras	Q3.68	Q91.88
				Total de materiales	Q136,641.81
	<b>MANO DE OBRA</b>				
16	Armadura No. 3	1008.00	ml.	Q1.89	Q1,905.12
17	Armadura No. 2	720.00	ml.	Q1.26	Q907.20
18	Formaleteado	78.60	ml.	Q6.30	Q495.18
19	Fundición (piso + colocación candela y fundición de pañuelo)	336.00	unidades	Q12.00	Q4,032.00
20	Desencofrado	78.60	ml.	Q3.15	Q247.59
	Subtotal de mano de obra				Q7,587.09
	Factor de ayudante 38%				Q2,883.09
	Factor de prestaciones 65%				Q4,931.61
	Total de mano de obra				Q15,401.79
	Total de materiales y mano de obra :				Q152,043.61
	Utilidades 20%				Q30,408.72
				<b>TOTAL</b>	<b>Q182,452.33</b>



#### **6.4.4. Cronograma de ejecución, proyecto de drenajes**

Tabla XIV

#### **6.4.5. Propuesta de planta de tratamiento para la Aldea San José La Sierra**

Para realizar esta propuesta, se realizó una investigación del tipo de plantas de tratamiento que se fabrican y venden actualmente en Guatemala, y se recomienda instalar plantas del tipo RAFA que a continuación se describen, en los cuatro puntos de desfogue indicados en planos.

Sistemas de Tratamiento de Aguas Durman Esquivel S.A. ofrece una nueva alternativa para plantas de tratamiento de agua residual, se trata de un sistema de tratamiento del tipo RAFA (UASB en inglés), reactor anaerobio de flujo ascendente. Lo novedoso de esta opción consiste en que la unidades de tratamiento que componen el sistema se prefabrican en planta a base de PVC, lo que permite obtener un producto de fácil instalación y transporte, pues la obra gris se reduce a losas de fondo y sedimentación de las diferentes unidades de tratamiento, por lo que una obra puede concluirse en un lapso muy corto de tiempo.

Una de las ventajas que el fabricante señala acerca de este sistema es que el reactor principal de tratamiento no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, lo que redundaría en costos muy bajos de operación. El tratamiento se basa en una compleja interrelación bacteriana de tipo anaerobio que se produce en el reactor y que permite en forma natural que se produzca una degradación y estabilización de los residuos líquidos influentes, que en última instancia se transforman en agua y gases. Los gases del reactor son atrapados y conducidos en forma conveniente, lo que evita la producción de olores desagradables en el sistema.

Tanto el reactor principal, como las demás unidades de tratamiento, son producidos para que su instalación y transporte sean factibles con poca mano de obra. Estas unidades se fabrican en gran parte con PVC, por lo que su peso permite que sean muy maniobrables.

Las unidades de tratamiento que requieren por lo general estos sistemas son:

- Unidad de rejillas (mampostería y hierro para rejas, separadoras de basuras).
- Reactor tipo RAFA (UASB).
- Lechos de secado o patio de secado de lodos.
- Unidad de trasiego de lodos o sistema de transporte hacia el patio de secado.

Dependiendo del caudal se pueden agregar más reactores tipo UASB y conectarlos en serie o en paralelo. En lugares donde se cuente con fluido eléctrico puede agregarse una pequeña bomba que retorne los lixiviados de los lechos de secado al reactor anaerobio para que sean tratados en esta unidad.

### **Funcionamiento y esquemas de la Planta tipo RAFA**

El proceso de tratamiento de la presente planta es fundamentalmente del tipo Anaeróbico. Los componentes del sistema mismo son: Unidad de Rejillas, Reactor Anaeróbico de Flujo Ascendente (UASB sistema holandés), Biofiltro de Acabado, Lechos de Secado, Retorno de Lixiviados.

Para este caso el Reactor Principal de Tratamiento Anaeróbico no requiere de energía eléctrica para su funcionamiento, lo que redundará en costos muy bajos de operación.

Se podría decir que los complejos procesos bacterianos que se dan dentro del reactor, en ausencia de oxígeno libre, permiten una digestión de muy alto grado, mediante la estratificación bacteriana, haciendo que la estabilización de los residuos se lleve a cabo en forma natural transformando finalmente la materia orgánica que ha ingresado al mismo en lodos, gases como metano, dióxido de carbono, gases sulfurosos y agua.

Por su diseño, los gases son conducidos convenientemente hacia la cámara de recolección de dónde en el presente diseño por su pequeña cantidad, son dispuestos mediante una tubería en una zona elevada.

También puede decirse que al tratarse de aguas del tipo doméstico, la relativa poca carga de ellas y el balance del sistema no es gran generador de gases de la familia de los sulfuros, dándose por tanto, poco o ningún olor proveniente de este tipo de digestión.

A continuación se presentan ventajas, características y el proceso del uso de este tipo de planta de tratamiento:

Las ventajas de la digestión anaeróbica en comparación con los métodos de tratamiento aeróbico, para el tratamiento de aguas residuales son:

- Se requiere menor cantidad de energía, además de producción de biogás, el cual representa un magnífico combustible.
- Se produce una menor cantidad de exceso de lodos, el cual además queda estabilizado.
- Si a este sistema se le agrega tratamiento posterior de tipo aeróbico, se llega entonces a tratamientos excelentes y para lo cual se utilizará solo una fracción de la energía que requieren los sistemas aeróbicos propiamente dichos.

Las características del presente diseño son:

- No se produce recirculación de lodo o agitación mecánica.
- En lo más alto del reactor se produce separación entre gases, líquidos y sólidos.

- La biomasa por el concepto del flujo ascendente, forma flóculos de colonias de bacterias que se transforman al sedimentarse a su vez en una capa de lodo granular.

Sobre la capa de lodos floculados se crea un espacio de sedimentación, por el cual se previene la pérdida del lodo.

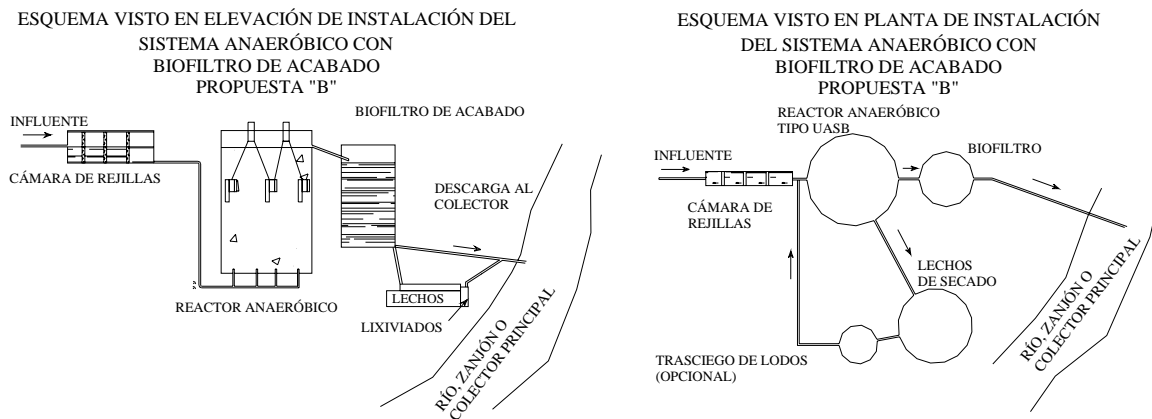
- En cuanto a la temperatura, el nivel de trabajo corresponde a especies de microorganismos del rango mesofílico que trabajan muy normalmente entre 20 y 42 grados centígrados.
- La altura de la lámina líquida del reactor es igual o mayor a los 4.00 metros.

### **Proceso de la planta de tratamiento propuesta**

- El efluente del sistema tratado en el sistema anaeróbico y con un 80% de remoción, es enviado al Biofiltro de Acabado, que es una estructura con digestión aeróbica que da un mayor grado de purificación al agua con el fin de hacer que la misma salga en condiciones más aptas hacia el cuerpo receptor.
- Luego este proceso es de refinamiento ya que las aguas negras salen del Reactor UAB con un contenido de DBO del orden de los 47 mg./lt. que es menor que los 50 mg./lt. de la normativa, por lo que el proceso es de refinamiento.
- De aquí el agua se enviará al cuerpo receptor. Cuando se requiere limpiar el Biofiltro, el sistema se hace lavar a presión para desprender las paredes inestables de la biomasa propia del filtro, hacia los lechos del secado.

- Los lodos que se producen en el reactor anaeróbico son trasegados periódicamente hacia los lechos de secado dándose esta operación en intervalos mensuales y una vez que la masa de los mismos ocupe el volumen de diseño del UASB.
- Los lixiviados, producto del desecado pueden disponerse en pozos de absorción o bien retornarse mediante bombeo al reactor principal.

Figura 5. Esquemas de Planta Tipo RAFA



#### **6.4.6. Impacto ambiental**

La comunidad de la Aldea San José La Sierra, no cuenta con un sistema de drenajes y para este proyecto se hace necesario recomendar la instalación de plantas de tratamiento previo a los cuatro desfuegos, localizados en los sectores más bajos de esta comunidad. Por lo que se puede apreciar, entre los principales impactos negativos que produce el no tener plantas de tratamiento unidos a sistemas de drenajes están: la contaminación del suelo y la contaminación de las aguas subterráneas, lo cual se describe a continuación.

#### **6.4.7. Efectos negativos de no instalar plantas de tratamiento**

##### **6.4.7.1. Contaminación del suelo**

Los residuos de tipo doméstico pueden penetrar en el suelo y contaminarlo a través de fugas de los depósitos o tanques, los derrames y las descargas ilegales. Los terrenos de relleno sanitario, incluso los construidos con las más modernas técnicas, pueden contaminar las aguas subterráneas cuando los productos de la lixiviación se filtran hacia las capas interiores del suelo.

Con una concentración suficientemente alta, los microorganismos del suelo perecen, volviéndolo estéril, lo cual a su vez mata a la vegetación.

La contaminación del suelo también puede penetrar en las aguas subterráneas, y ser ingerida de manera directa por la fauna silvestre o por los seres humanos.

Así mismo, las precipitaciones entran en contacto con el suelo originando escurrimientos que se filtran a las aguas subterráneas o se vierten en los sistemas acuíferos de superficie.

#### **6.4.7.2. Contaminación de las aguas subterráneas**

Éstas suelen contaminarse por resultado directo de la contaminación del suelo, por lo que los acuíferos siempre se encuentran bajo riesgo en el suelo y debido a esto el suelo actúa como fuente de contaminación de las aguas superficiales a través de la lixiviación.

#### **6.4.8. Efectos ambientales de las aguas residuales municipales**

Las aguas residuales municipales son las que se desechan de los hogares, edificios públicos, establecimientos comerciales, sumideros para aguas pluviales y algunas industrias que desaguan en los sistemas de alcantarillados municipales.

Los efectos dependen de las cantidades que se descarguen de tres contaminantes: los sedimentos, el exceso de nutrientes y la materia orgánica. Además de que las aguas residuales municipales producen efectos estéticamente indeseables como la alteración del color del agua, olor, espuma y nata superficial.

Los sedimentos, incluidos los suelos, reducen la profundidad a la que penetra la luz del sol en el agua, lo cual disminuye la fotosíntesis de las plantas acuáticas, obstaculiza la captura de presas a los depredadores acuáticos que se guían por la vista, obstruye o daña las branquias de los peces y restringe la sobre vivencia de la crías.

Adicionalmente, el sedimento depositado en aguas receptoras que se mueven con lentitud puede aumentar la turbiedad y asfixiar a los organismos acuáticos que viven en el fondo además de destruir los bancos de crustáceos y las fuentes de alimentos de los seres acuáticos.



#### **6.4.8.1. Efectos negativos de los sistemas sépticos**

Los sistemas sépticos se usan con más frecuencia en zonas rurales, donde el agua subterránea es una de las principales fuentes de abastecimiento para beber, pues el efluente séptico sigue el camino del declive, que es paralelo a la inclinación del terreno y se dirige hacia zonas más bajas.

En consecuencia los pozos de agua localizados aguas abajo tienden a contaminarse.

#### **6.4.8.2. Efectos positivos que produciría instalar una planta de tratamiento**

##### **6.4.8.2.1. Menor producción de lodos**

Se produce una menor cantidad de exceso de lodos, que al descargarlos quedan estabilizados, reduciendo su turbiedad y por consiguiente se obtiene agua residual con mayor claridad, sin natas ni espumas.

##### **6.4.8.2.2. Reducción de la contaminación del suelo**

Al construirse un sistema de drenajes e instalar una planta de tratamiento, se evitaría que muchas de las residencias en la Aldea San José La Sierra viertan sus aguas negras a la calle y que los residuos de tipo doméstico y por consiguiente la lixiviación que éstos producen, vuelvan al suelo estéril.

#### **6.4.8.2.3. Menor contaminación de las aguas subterráneas**

Una planta de tratamiento tendría efluentes procesados de mejor calidad que se descargarían en el río que recibe las descargas del colector municipal; evitando en gran parte que microorganismos y líquidos producto de la lixiviación penetren y se filtren en las capas interiores del suelo.

Aunque los sistemas sépticos constituyen un medio eficaz de tratar las aguas residuales domésticas en lugar de origen, siempre que a éstos se les de un mantenimiento adecuado; éstos constituyen una de las fuentes principales de contaminación de las aguas subterráneas; al integrar todas las aguas residuales de la Aldea San José La Sierra y tratarlas en conjunto con una planta de tratamiento.



## **7. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PROYECTO DE DRENAJE**

### **7.1. Obras de arte**

Dentro de las obras de arte que componen el proyecto de alcantarillado sanitario de Aldea San José La Sierra, y que requerirán de mantenimiento están: los pozos de visita, tubería PVC de varios diámetros, y la planta de tratamiento de aguas negras.

#### **7.1.1. Inspecciones y mantenimiento a pozos de visita**

Estas estructuras poseen dimensiones que permiten el ingreso de una persona para realizar trabajos de limpieza e inspecciones que pueden ayudar al retiro de materiales que obstruyan el flujo de aguas negras en el alcantarillado sanitario.

Las tapaderas de pozos y candelas deben ser inspeccionadas periódicamente y realizar cambios para que no ocasionen accidentes con el paso de peatones y daños a vehículos.

El deterioro de tapaderas provoca filtraciones de agua superficial o de lluvia a los pozos y ello puede acarrear sólidos y éstos pueden provocar taponamientos y obstrucciones en el alcantarillado principal.

Para evitar esto se debe revisar que las tapaderas estén bien instaladas y si es necesario considerar el reemplazo de las mismas, así como revisar que no exista desprendimiento del repello interior.

### **7.1.2. Elementos que no deben arrojarse en un sistema de drenaje sanitario:**

- Metales: varillas, latas de aluminio, hojalatas, etc.
- Plásticos: bolsas, envases y otros.
- Cartones, químicos y tóxicos.
- Pañales desechables y toallas sanitarias
- Agua de lluvia.

### **7.2. Tubería**

Esta posee características que le permiten tener una deformación aceptable en su sección sin que la misma se fracture. Para evitar el reemplazo o colapso de una pieza o tramos de tubería, debe tenerse especial cuidado en la instalación, siguiendo especificaciones sobre compactación y control de deflexiones, para ello debe conocerse el tipo de suelo que cubrirá la tubería, ya que de acuerdo a sus propiedades y calidad, éste absorberá cierta cantidad de la carga transmitida por el tubo.

Por lo tanto, la clase de suelo que se utilice para encamado, soporte lateral y relleno es fundamental en el comportamiento de la tubería.

## **8. RIESGO Y VULNERABILIDAD**

Riesgo es la posibilidad de sufrir daño debido a un peligro. Peligro es una sustancia o acción que puede causar daño, enfermedad, pérdida económica o daño ambiental. La mayoría de los peligros provienen de la exposición a varios factores en el ambiente dentro de los cuales están los siguientes:

**Peligros físicos:** dentro de los cuales están el ruido, incendios, inundaciones, sequías, tornados, huracanes, derrumbes sismos y volcánicos.

**Peligros biológicos:** estos son causados por bacterias y virus que causan enfermedades, polen y parásitos. Las enfermedades humanas pueden ser clasificadas de manera general, como transmisibles y no transmisibles.

Una enfermedad transmisible es causada por organismos vivos como las bacterias, virus y gusanos parásitos y pueden ser diseminadas de una persona a otra por el aire, el agua, los alimentos, líquidos corporales y en algunos casos insectos y otros transmisores no humanos. Una enfermedad no transmisible no es causada por organismos vivos y no se transmite de una persona a otra.

### **Amenaza Existente**

En general, entre los riesgos ecológicos y de salud de mayor magnitud que afectan a la población y que constituyen una amenaza existente pueden mencionarse los problemas ecológicos de mediano riesgo como la deposición ácida, plaguicidas, sustancias químicas tóxicas transportadas por el aire, nutrientes y turbidez tóxica en aguas superficiales.

También puede mencionarse los problemas de salud de alto riesgo como la contaminación del aire interior, exposición de trabajadores a sustancias químicas industriales o utilizadas en granjas agrícolas o ganaderas, contaminantes en las aguas para beber, residuos de plaguicidas en los alimentos o productos de consumo.

### **Amenazas existentes en Aldea San José La Sierra**

Para la aldea San José la Sierra las amenazas existentes que se pueden identificar debido a su ubicación geográfica son de tres tipos: natural, sísmico y por inundaciones.

Las amenazas de tipo natural y de inundaciones están asociadas a las fuertes lluvias que se producen en la época de invierno, las cuales acarrearán sedimentos sólidos por las diferentes quebradas; y que se debe a la erosión de los cerros vecinos que rodean la aldea. Las Amenazas de tipo sísmico que pueden ocasionar desprendimientos severos en las faldas de los cerros, pues la altitud a la que se localiza la aldea San José la Sierra, hace a ésta, una zona templada de condiciones muy húmedas.

### **Tipos de vulnerabilidad existentes de la población de la Aldea San José La Sierra**

Existen varios tipos de vulnerabilidad presentes en la población a que se refiere el presente estudio y que se consideran como poblaciones afectadas directas, entre las cuales podemos citar:

1. La vulnerabilidad social: que se relaciona con el grado de preparación y la actitud ante el desarrollo de un posible evento por parte de los pobladores.

2. La vulnerabilidad física: que se relaciona con la infraestructura existente y la ubicación de las poblaciones.
3. La vulnerabilidad económica: que es inherente a la condición socioeconómica y los recursos económicos destinados a la prevención y a la recuperación posterior a un evento de desastre.





## 9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN

De las medidas de prevención y mitigación que se necesitaría implementar, en caso de que ocurriese un evento de desastre están las siguientes:

- a. Las de tipo preventivo: éstas son las más factibles de realizar por parte de las autoridades nacionales y locales, entre las que se mencionan:
  - Regulación del uso del suelo: se debe evitar el aumento de las actividades humanas en la zona de mayor impacto y debe ser regulado el uso del suelo en las zonas próximas con el fin de reducir las prácticas inadecuadas que generan altas tasas de escorrentía superficial y erosión.
  - La reforestación, el cambio del uso del suelo y la variación en las prácticas agrícolas pueden fortalecer a las capas superiores de la zona con tendencia a deslizarse, disminuyendo el impacto o a mediano plazo.
- b. Las de tipo correctivo: son sumamente costosas y requieren de ayuda externa, como por ejemplo
  - Obras civiles: esta se refiere principalmente a la infraestructura que servirá de soporte y de esta forma generar barreras artificiales para evitar o disminuir el daño directo al ser humano. Algunas de estas son diques o muros, construcción de canales de bifurcación para el transporte del agua excesiva, construcción de embalses.

- Medidas de Control: una masa de suelos y roca deslizándose o en proceso de deslizamiento posee un comportamiento mecánico que obedece a leyes físicas, como tal se deben monitorear los asentamientos de las masas de suelo y su movimiento horizontal con el fin de determinar la dirección y magnitud del movimiento. teniendo puntos fijos de control.

## CONCLUSIONES

1. El corto tiempo programado de ejecución del proyecto de drenajes en Aldea San José La Sierra, se debe en su mayoría al tipo de tubería PVC propuesto, el cual es fabricado bajo la norma ASTM F-949, pues no se necesita de la aplicación de cemento solvente para la unión e instalación de accesorios, ya que, este material está provisto de empaque de hule y campana en sus extremos, en comparación con otros tipos de tubería que son más pesados y costosos.
2. Los resultados de los exámenes de calidad de agua, revelan que éstas, desde el punto de vista bacteriológico, no son potables, esto obliga a que se proporcione desinfección del agua del tipo de inyección directa de cloro, para el cual se propone el dosificador DSA-45 a efecto de garantizar la potabilidad de la misma.
3. Es urgente la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, tomando en cuenta que la tasa de mortalidad infantil por infecciones gastrointestinales es del 8.52 %.
4. La vida útil de los pozos de visita profundos con caída mayor a 0.70 mt. depende en gran parte de la instalación adicional que se haga para evitar que éstos se destruyan por la presión y la velocidad del agua, especialmente si ésta transporta sólidos.
5. La comunidad de la Aldea San José La Sierra, consta de un total de 348 familias las cuales serán beneficiadas directamente con la ejecución de los proyectos.



## RECOMENDACIONES

1. Implicar a la comunidad beneficiada en todo el proceso relativo a la realización de los proyectos de agua y drenaje, a través del comité. Esta participación comunitaria permite que los miembros de la aldea conozcan el proyecto y se apropien de él desde un inicio.
2. Capacitar a nivel técnico y práctico a los operadores y miembros del comité, invitándolos a participar en reuniones y clases magistrales que pueden ser impartidas por el personal de la oficina municipal de planificación, con el objeto de cubrir las acciones planteadas en el programa de mantenimiento de la tabla VIII y lo referente al uso de los dosificadores de cloro.
3. Efectuar un programa de reforestación, tanto en la comunidad como en las proximidades de los nacimientos de agua, a fin de garantizar una fuente perdurable para el sistema de abastecimiento de agua potable, para ello el Instituto Nacional de Bosques (INAB) aconseja que dicha reforestación sea de la misma especie donde están ubicados los nacimientos de agua.
4. Crear los mecanismos necesarios para obtener el financiamiento para la ejecución del proyecto por cualquier vía legal que no sea del cobro directo a los vecinos, pues, la mayoría de familias son de escasos recursos económicos.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Orozco Castillo, Silvio Antonio. **Proyecto de introducción de agua potable y saneamiento básico, Caserío Nueva Independencia, San Pablo, departamento San Marcos.** Tesis Ing. Civil. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997.
2. Del Cid Pérez, Gonzalo. **Proyecto diseño de ampliación de la red de alcantarillado sanitario, Aldea Estancia de la Virgen, San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso.** Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1993.
3. Streeter, Víctor L. **Mecánica de los Fluidos.** 4ta. Edición. México: Editorial McGraw-Hill. 1975. 747pp.
4. Alfaro Véliz, Luis Gregorio. **Planificación y Diseño de la Red de Agua Potable, para la Aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso.** Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.
5. Carlos Antonio Burrión Chicol. **Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable del municipio de santa Apolonia, departamento de Chimaltenango.** Trabajo de graduación Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
6. Cossio, Fabián Yánez. **Normas de diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales.** Organización Panamericana de la Salud programa de desarrollo tecnológico en el campo del tratamiento de aguas residuales en Guatemala, 1993.
7. Dieguez González, Eduardo Gaspar. **Estudio y diseño del Sistema de Agua Potable para La Aldea Tapalapa del Municipio de San Carlos Alzatate, Jalapa.** Trabajo de graduación Ingeniería Civil, Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994.





## ANEXOS

- **Levantamiento topográfico:** libretas topográficas
- **Especificaciones técnicas del dosificador de líquidos DSA e informes de laboratorio de los análisis de agua.**
- **Juego de planos de ambos proyectos:**

Planta General

Planta y Perfil

Detalles



Libreta topográfica línea de distribución Aldea San José La Sierra

Tabla XV

EST.	PO	HILOS		A.V. Gra	AZIMUT			Cota Est	Altura Instru.	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas Parciales		Coordenadas Totales		
		sup.	medio		Gra	Mins	Seg						Est	Est	Est	Est	Est
											1000.00	1,000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	pv2																
	pv2	74	1.38	1.30	99	0	0	0	1000.00	1.540	15.61	997.77	997.77	0.00	15.61	0.00	15.61
	pv2	75	1.18	1.00	98	188	25	12	1000.00	1.540	35.30	995.58	995.58	-5.17	-34.92	-5.17	-34.92
	pv2	1	0.94	0.90	86	75	24	36	1000.00	1.550	7.96	1001.21	1,001.21	7.70	2.01	7.70	2.01
	pv2	2	1.31	1.21	91	92	0	0	1000.00	1.550	19.99	999.99	999.99	19.98	-0.70	19.98	-0.70
	pv2	3	1.38	1.30	93	208	11	30	1000.00	1.550	15.96	999.41	999.41	-7.54	-14.06	-7.54	-14.06
	pv2	5	1.78	1.60	94	186	10	36	1000.00	1.550	35.82	997.44	997.44	-3.85	-35.62	-3.85	-35.62
	pv2	7	1.60	1.40	94	184	17	42	1000.00	1.550	39.81	997.37	997.37	-2.98	-39.69	-2.98	-39.69
	pv2	6	1.60	1.40	93	174	43	36	1000.00	1.550	39.89	998.06	998.06	3.67	-39.72	3.67	-39.72
	pv2	pv3	1.65	1.30	95	180	0	0	1000.00	1.550	69.47	994.17	994.17	0.00	-69.47	0.00	-69.47
	pv3	9	0.71	0.60	88	102	1	0	994.17	1.540	20.97	995.84	995.84	20.51	-4.37	20.51	-73.84
	pv3	10	1.48	1.30	85	96	27	54	994.17	1.540	35.73	997.54	997.54	35.50	-4.02	35.50	-73.49
	pv3	11	1.10	0.90	84	94	54	12	994.17	1.540	39.56	998.97	998.97	39.42	-3.38	39.42	-72.85
	pv3	12	1.80	1.50	86	92	24	12	994.17	1.540	59.71	998.39	998.39	59.66	-2.50	59.66	-71.97
	pv3	13	2.90	2.60	83	88	25	48	994.17	1.540	58.12	1000.25	1,000.25	58.10	1.59	58.10	-67.88
	pv3	72	1.82	1.41	85	89	44	18	994.17	1.540	82.37	1001.51	1,001.51	82.37	0.38	82.37	-69.09
	pv3	15	1.70	1.60	99	268	9	18	994.17	1.540	19.51	991.02	991.02	-19.50	-0.63	-19.50	-70.10
	pv3	23	1.40	1.20	99	260	47	30	994.17	1.540	39.02	988.33	988.33	-38.52	-6.24	-38.52	-75.71
	pv3	24	1.20	0.90	98	261	16	34	994.17	1.540	57.86	986.68	986.68	-57.19	-8.78	-57.19	-78.24
	pv3	25	0.77	0.40	98	261	22	48	994.17	1.540	72.57	985.11	985.11	-71.75	-10.88	-71.75	-80.34
	pv3	16	0.90	0.70	94	182	8	48	994.17	1.540	39.75	991.88	991.88	-1.49	-39.73	-1.49	-109.19
	pv3	17	0.80	0.60	98	261	22	48	994.17	1.540	39.23	989.60	989.60	-38.78	-5.88	-38.78	-75.35
	pv3	18	1.82	1.50	92	181	45	42	994.17	1.540	63.92	991.98	991.98	-1.97	-63.89	-1.97	-133.36
	pv3	19	2.80	2.40	92	180	43	0	994.17	1.540	79.90	990.52	990.52	-1.00	-79.90	-1.00	-149.36
	pv3	8	1.66	1.50	91	168	49	54	994.17	1.540	30.99	993.67	993.67	6.00	-30.40	6.00	-99.87
	pv3	22	2.50	2.30	91	173	28	36	994.17	1.540	39.97	992.37	992.37	4.54	-39.71	4.54	-109.18
	pv3	pv20	1.21	0.90	97	267	22	30	994.17	1.540	61.08	987.31	987.31	-61.02	-2.80	-61.02	-72.27
	pv3	pv4	2.31	1.90	85	89	53	30	994.17	1.540	81.38	1000.93	1,000.93	81.38	0.15	81.38	-69.31
	pv3	pv5	1.76	1.30	92	177	53	36	994.17	1.540	91.89	991.20	991.20	3.38	-91.83	3.38	-161.29
	pv5	34a	1.16	0.90	87	80	35	12	991.20	1.540	51.86	994.56	994.56	51.16	8.48	54.54	-152.81
	pv5	21	0.90	0.80	89	72	9	48	991.20	1.540	19.99	992.29	992.29	19.03	6.12	22.41	-155.17
	pv5	26	1.15	1.00	94	185	12	42	991.20	1.540	29.85	989.66	989.66	-2.71	-29.73	0.67	-191.02
	pv5	27	1.00	0.80	93	183	53	54	991.20	1.540	39.89	989.85	989.85	-2.71	-39.80	0.67	-201.09
	pv5	28	1.66	1.40	93	181	43	18	991.20	1.540	51.86	988.63	988.63	-1.56	-51.83	1.82	-213.13
	pv5	29	1.16	0.80	93	181	45	42	991.20	1.540	71.80	988.18	988.18	-2.21	-71.77	1.17	-233.06
	pv5	31	1.08	0.90	93	170	54	18	991.20	1.540	35.90	989.96	989.96	5.68	-35.45	9.05	-196.74
	pv5	32	1.16	1.00	94	171	11	24	991.20	1.540	31.84	989.52	989.52	4.88	-31.47	8.26	-192.76
	pv5	33	0.66	0.60	90	94	8	48	991.20	1.540	12.00	992.04	992.04	11.97	-0.87	15.35	-162.16
	pv5	pv7	2.02	1.60	87	81	56	12	991.20	1.540	83.77	995.53	995.53	82.94	11.75	86.32	-149.54
	pv5	pv6	1.22	0.80	93	178	3	0	991.20	1.540	83.77	987.55	987.55	2.85	-83.72	6.23	-245.02
	pv6	30	0.88	0.80	91	66	40	6	987.55	1.540	16.00	988.01	988.01	14.69	6.33	20.92	-238.68
	pv6	42	0.40	0.30	92	76	0	6	987.55	1.540	19.98	988.10	988.10	19.38	4.83	25.61	-240.18
	pv6	43	0.72	0.50	88	78	52	42	987.55	1.540	43.95	990.13	990.13	43.12	8.48	49.35	-236.54
	pv6	44	2.24	1.90	87	78	50	24	987.55	1.540	67.87	990.16	990.16	66.59	13.14	72.82	-231.88
	pv6	45	1.56	1.20	89	83	17	30	987.55	1.540	71.98	989.15	989.15	71.49	8.41	77.71	-236.61
	pv6	46	1.54	1.20	89	83	36	36	987.55	1.540	67.98	989.08	989.08	67.56	7.57	73.79	-237.45
	pv6	47	2.06	1.90	87	84	32	24	987.55	1.540	31.91	988.87	988.87	31.77	3.04	38.00	-241.98
	pv6	41b	0.98	0.90	92	160	43	48	987.55	1.540	15.98	987.64	987.64	5.27	-15.09	11.50	-260.10
	pv6	41a	1.14	1.00	92	169	33	6	987.55	1.540	27.97	987.12	987.12	5.07	-27.50	11.30	-272.52
	pv6	40	1.00	0.80	91	171	32	36	987.55	1.540	39.99	987.60	987.60	5.88	-39.55	12.11	-284.57
	pv6	34	1.46	1.40	92	198	2	30	987.55	1.540	11.98	987.17	987.17	-3.71	-11.39	2.52	-256.40
	pv6	35	1.38	1.30	91	192	54	54	987.55	1.540	16.00	987.51	987.51	-3.57	-15.59	2.65	-260.61
	pv6	36	1.32	1.20	92	188	20	12	987.55	1.540	23.97	987.06	987.06	-3.48	-23.72	2.75	-268.73
	pv6	37	0.74	0.50	92	183	41	30	987.55	1.540	47.94	986.92	986.92	-3.09	-47.84	3.14	-292.86
	pv6	39	3.54	3.30	88	173	36	54	987.55	1.540	47.94	987.47	987.47	5.33	-47.64	11.56	-292.66
	pv5	pv7	2.02	1.60	87	81	56	12	991.20	1.540	83.77	995.534	995.5337	82.94174	11.7502	86.32	-149.54
	pv7	70	0.92	0.80	84	1	15	48	995.53	1.540	23.74	998.77	998.77	0.52	23.73	86.84	-125.81
	pv7	71	1.76	1.50	85	0	4	42	995.53	1.540	51.61	1000.09	1,000.09	0.07	51.60	86.39	-97.94
	pv7	72	1.27	0.90	84	358	12	30	995.53	1.540	73.19	1003.87	1,003.87	-2.29	73.16	84.03	-76.39
	pv7	73	1.66	1.50	84	354	7	6	995.53	1.540	31.65	998.90	998.90	-3.24	31.48	83.08	-118.06
	pv7	69	0.66	0.60	91	76	35	36	995.53	1.540	12.00	996.26	996.26	11.67	2.78	97.99	-146.76
	pv7	68	0.48	0.40	90	78	20	0	995.53	1.540	16.00	996.67	996.67	15.67	3.24	101.99	-146.31
	pv7	67	0.86	0.70	87	81	10	42	995.53	1.540	31.91	998.05	998.05	31.53	4.89	117.85	-144.65
	pv7	66	1.00	0.80	87	82	11	18	995.53	1.540	39.89	998.36	998.36	39.52	5.42	125.84	-144.12



Continuación

EST.	PO	HILOS		A.V.	AZIMUT			Cota	Altura	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas Parciales		Coordenadas Totales	
		sup.	medio		Gra	Gra	Mins						Seg	Est	Instru.	
pv19	107	0.88	0.80	90	265	27	0	974.58	1.540	16.00	975.32	975.32	-15.95	-1.27	59.63	-455.35
pv19	108	1.06	0.80	89	259	29	36	974.58	1.540	51.98	976.23	976.23	-51.11	-9.48	24.46	-463.56
pv19	pv21	1.50	1.20	87	258	12	0	974.58	1.540	59.84	978.06	978.06	-58.57	-12.24	17.01	-466.31
pv21	110	1.50	1.30	88	189	29	42	978.06	1.540	39.95	979.69	979.69	-6.59	-39.40	10.42	-505.72
pv21	109	1.27	1.20	81	261	3	48	978.06	1.540	13.66	980.56	980.56	-13.49	-2.12	3.51	-468.43
pv21	pv22	2.74	2.40	82	266	28	36	978.06	1.540	66.68	986.57	986.57	-66.56	-4.10	-49.55	-470.41
pv21	111	0.89	0.70	78	355	58	24	978.06	1.540	36.36	986.63	986.63	-2.55	36.27	14.45	-430.04
pv21	112	1.09	0.90	77	350	54	18	978.06	1.540	36.08	987.03	987.03	-5.70	35.62	11.30	-430.69
pv21	ptv	1.64	1.40	78	353	38	0	978.06	1.540	45.83	987.96	987.96	-5.09	45.64	11.91	-420.67
ptv	pv23	0.65	0.50	89	357	34	36	987.96	1.540	29.99	989.52	989.52	-1.27	29.96	10.64	-390.71
pv23	103	1.27	1.20	90	187	36	18	989.52	1.540	14.00	989.86	989.86	-1.85	-13.88	8.79	-404.58
pv23	119	1.03	0.80	90	354	11	48	989.52	1.540	46.00	990.26	990.26	-4.65	45.76	5.99	-344.94
pv23	117	1.56	1.30	88	2	43	42	989.52	1.540	51.94	991.58	991.58	2.47	51.88	13.12	-338.83
pv23	118	1.83	1.60	88	3	31	30	989.52	1.540	45.94	991.07	991.07	2.82	45.86	13.47	-344.85
pv23	pv20	1.64	1.30	88	358	35	30	989.52	1.540	67.92	992.14	992.14	-1.67	67.90	8.98	-322.81
pv23	pv24	3.12	2.80	90	256	26	24	989.52	1.540	64.00	988.26	988.26	-62.22	-15.01	-51.57	-405.71
pv24	120	1.48	1.20	87	357	4	0	988.26	1.540	55.85	991.53	991.53	-2.86	55.77	-54.43	-349.94
pv24	121	1.05	0.80	88	351	20	6	988.26	1.540	49.94	990.75	990.75	-7.52	49.37	-59.09	-356.34
pv24	122	0.68	0.60	90	342	13	54	988.26	1.540	16.00	989.20	989.20	-4.88	15.24	-56.45	-390.48
pv24	113	0.97	0.70	91	175	50	0	988.26	1.540	53.98	988.16	988.16	3.92	-53.84	-47.65	-459.55
pv24	pv22	1.14	0.80	90	177	56	30	988.26	1.540	68.00	989.00	989.00	2.44	-67.96	-49.13	-473.67
pv24	123	1.00	0.90	103	252	41	12	988.26	1.540	18.99	984.52	984.52	-18.13	-5.65	-69.70	-411.36
pv24	127	1.07	0.90	101	253	50	30	988.26	1.540	32.76	982.54	982.54	-31.47	-9.12	-83.04	-414.83
pv24	124	0.96	0.80	101	253	54	48	988.26	1.540	30.83	983.01	983.01	-29.63	-8.54	-81.20	-414.26
pv24	pv25	1.77	1.40	98	256	24	6	988.26	1.540	72.57	978.21	978.21	-70.53	-17.06	-122.10	-422.77
pv24	pv22	1.14	0.80	90	177	56	30	988.264	1.54	68	989.004	989.0039	2.442354	-67.956	-49.13	-473.67
pv22	128	1.38	1.30	91	188	33	54	989.00	1.540	16.00	988.96	988.96	-2.38	-15.82	-51.51	-489.48
pv22	116	1.06	1.00	91	173	12	18	989.00	1.540	12.00	989.33	989.33	1.42	-11.91	-47.71	-485.58
pv22	129	1.72	1.60	88	174	52	0	989.00	1.540	23.97	989.78	989.78	2.14	-23.87	-46.98	-497.54
pv22	130	1.06	0.90	91	177	43	18	989.00	1.540	31.99	989.09	989.09	1.27	-31.96	-47.86	-505.63
pv22	136a	0.90	0.70	91	184	36	48	989.00	1.540	39.99	989.15	989.15	-3.22	-39.86	-52.35	-513.53
pv22	131	0.82	0.60	92	178	2	12	989.00	1.540	43.95	988.41	988.41	1.51	-43.92	-47.62	-517.59
pv22	132	1.20	0.90	92	178	7	0	989.00	1.540	59.93	987.55	987.55	1.97	-59.89	-47.16	-533.56
pv22	133	1.83	1.50	90	260	47	30	989.00	1.540	65.40	989.04	989.04	-64.56	-10.47	-113.69	-484.13
pv22	134	1.90	1.40	91	179	36	36	989.00	1.540	99.97	987.40	987.40	0.68	-99.97	-48.45	-573.64
pv22	139	2.24	1.80	92	182	7	24	989.00	1.540	87.89	985.67	985.67	-3.26	-87.83	-52.39	-561.50
pv22	138	1.70	1.30	91	182	27	6	989.00	1.540	79.95	987.15	987.15	-3.42	-79.87	-52.55	-553.54
pv22	137	1.52	1.20	91	183	21	12	989.00	1.540	63.98	988.23	988.23	-3.74	-63.87	-52.87	-537.54
pv22	136b	1.46	1.20	91	183	40	48	989.00	1.540	51.98	988.44	988.44	-3.34	-51.88	-52.47	-525.55
pv22	126	1.76	1.70	91	265	40	48	989.00	1.540	12.00	988.63	988.63	-11.96	-0.90	-61.09	-474.57
pv22	ptv	1.77	1.70	92	253	10	0	989.00	1.540	13.98	988.36	988.36	-13.38	-4.05	-62.51	-477.72
pv22	pv26	1.82	1.40	91	180	36	42	989.00	1.540	83.94	986.95	986.95	-0.90	-83.94	-50.02	-557.61
pv26	135	2.94	3.05	98	179	57	48	986.95	1.540	-21.57	988.47	988.47	-0.01	21.57	-50.04	-536.03
pv26	140	0.94	0.80	94	261	20	54	986.95	1.540	27.86	985.74	985.74	-27.55	-4.19	-77.57	-561.80
pv26	141	1.63	1.40	93	259	29	58	986.95	1.540	45.87	984.68	984.68	-45.11	-8.36	-95.13	-565.97
pv26	pv27	3.99	3.60	94	258	4	54	986.95	1.540	77.62	979.46	979.46	-75.95	-16.03	-125.97	-573.64
pv27	142	1.42	1.30	88	2	31	6	979.46	1.540	23.97	980.54	980.54	1.05	23.95	-124.92	-549.69
pv27	ptv	3.79	3.60	90	1	5	0	979.46	1.540	38.00	977.40	977.40	0.72	37.99	-125.25	-535.64
ptv	pv28	1.09	0.90	98	4	35	54	977.40	1.540	37.26	972.80	972.80	2.99	37.14	-122.27	-498.50
pv28	143	0.55	0.50	85	178	45	54	972.80	1.540	9.92	974.71	974.71	0.21	-9.92	-122.05	-508.42
pv28	144	1.09	1.00	96	251	19	18	972.80	1.540	17.80	971.47	971.47	-16.87	-5.70	-139.13	-504.20
pv28	145	0.66	0.60	96	264	0	36	972.80	1.540	11.87	972.49	972.49	-11.80	-1.24	-134.07	-499.74
pv28	146	1.44	1.30	97	252	15	54	972.80	1.540	27.87	969.65	969.65	-26.27	-8.40	-148.54	-506.90
pv28	ptv	0.86	0.60	88	0	18	24	972.80	1.540	51.94	975.55	975.55	0.28	51.94	-121.99	-446.56
ptv	149	1.02	1.00	99	116	33	18	975.55	1.540	3.90	975.48	975.48	3.49	-1.74	-118.50	-448.31
ptv	pv25	0.70	0.60	76	356	52	6	975.55	1.540	18.83	981.19	981.19	-1.03	18.80	-123.02	-427.76
pv25	150	1.38	1.20	75	358	17	54	981.19	1.540	33.59	990.53	990.53	-1.00	33.57	-124.01	-394.19
pv25	151	1.34	1.20	74	353	0	24	981.19	1.540	25.87	988.95	988.95	-3.15	25.68	-126.17	-402.08
pv25	152	0.90	0.80	74	174	52	0	981.19	1.540	18.48	987.23	987.23	1.65	-18.41	-121.36	-446.17
pv25	153	0.55	0.50	80	351	33	12	981.19	1.540	9.70	983.94	983.94	-1.42	9.59	-124.44	-418.17
pv25	ptv	1.08	0.90	75	355	50	0	981.19	1.540	33.59	990.83	990.83	-2.44	33.50	-125.46	-394.26
pv25	pv29	1.14	0.80	94	258	14	36	981.19	1.540	67.67	977.20	977.20	-66.25	-13.79	-189.27	-441.55
pv29	154	1.37	1.20	74	2	15	12	977.20	1.540	31.42	986.55	986.55	1.24	31.39	-188.03	-410.16

Continuación

EST.	PO	HILOS		A.V.	AZIMUT			Cota	Altura	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas Parciales		Coordenadas Totales	
		sup.	medio		Gra	Gra	Mins						Seg	Est	Instru.	
pv29	153	1.56	1.50	74	9	33	30	977.20	1.540	11.09	980.42	980.42	1.84	10.93	-187.43	-430.61
pv29	156	1.66	1.50	72	355	26	6	977.20	1.540	28.94	986.64	986.64	-2.30	28.85	-191.57	-412.70
pv29	ptv	2.48	2.30	72	359	18	42	977.20	1.540	32.56	987.02	987.02	-0.39	32.56	-189.66	-408.99
pv29	158	1.56	1.50	103	176	6	6	977.20	1.540	11.39	974.61	974.61	0.77	-11.37	-188.49	-452.92
pv29	157	1.08	1.00	104	190	2	42	977.20	1.540	15.06	973.98	973.98	-2.63	-14.83	-191.89	-456.38
pv29	159	2.88	2.60	98	185	34	24	977.20	1.540	54.92	968.42	968.42	-5.33	-54.66	-194.60	-496.20
pv29	pv30	2.18	1.80	96	182	38	0	977.20	1.540	75.17	969.04	969.04	-3.45	-75.09	-192.72	-516.64
pv29	ptv	0.70	0.60	90	256	6	12	977.20	1.540	20.00	978.14	978.14	-19.41	-4.80	-208.68	-446.35
ptv	160	1.50	1.40	102	181	26	48	978.14	1.540	19.14	974.21	974.21	-0.48	-19.13	-209.16	-465.48
ptv	161	3.70	3.50	94	201	43	18	978.14	1.540	39.81	973.39	973.39	-14.73	-36.98	-223.41	-483.33
ptv	162	3.30	3.10	94	204	13	18	978.14	1.540	39.81	973.79	973.79	-16.33	-36.30	-225.01	-482.65
ptv	163	3.66	3.40	92	204	47	24	978.14	1.540	51.94	974.46	974.46	-21.78	-47.15	-230.46	-493.50
ptv	pv31	0.96	0.70	88	255	31	24	978.14	1.540	51.94	980.79	980.79	-50.29	-12.98	-258.97	-459.34
pv31	pv32	3.15	2.80	83	357	39	42	980.79	1.540	68.96	988.00	988.00	-2.81	68.90	-261.78	-390.43
pv31	165	1.78	1.50	82	0	50	0	980.79	1.540	54.92	988.55	988.55	0.80	54.91	-258.17	-404.43
pv31	164	1.49	1.40	90	171	44	12	980.79	1.540	18.00	980.93	980.93	2.59	-17.81	-256.38	-477.15
pv31	168	0.67	0.50	90	183	9	48	980.79	1.540	34.00	981.83	981.83	-1.88	-33.95	-260.84	-493.28
pv31	167	1.46	1.20	89	178	51	0	980.79	1.540	51.98	982.04	982.04	1.04	-51.97	-257.93	-511.31
pv31	169	1.63	1.30	90	178	58	42	980.79	1.540	66.00	981.03	981.03	1.18	-65.99	-257.79	-525.33
pv31	pv33	1.28	0.90	91	181	4	18	980.79	1.540	75.98	980.10	980.10	-1.42	-75.96	-260.39	-535.30
pv33	170	2.86	2.60	83	262	52	42	980.10	1.540	51.23	985.33	985.33	-50.83	-6.35	-311.22	-541.65
pv33	171	0.83	0.80	111	105	46	0	980.10	1.540	5.23	978.84	978.84	5.03	-1.42	-255.36	-536.72
pv33	172	0.75	0.60	108	77	56	54	980.10	1.540	27.14	972.23	972.23	26.54	5.67	-233.85	-529.63
pv33	187	1.78	1.50	102	74	53	24	980.10	1.540	53.58	968.76	968.76	51.73	13.97	-208.66	-521.33
pv33	pv30	0.97	0.60	99	75	37	36	980.10	1.540	72.19	969.61	969.61	69.93	17.92	-190.46	-517.38
pv33	173	0.61	0.50	93	174	53	12	980.10	1.540	21.94	980.00	980.00	1.96	-21.85	-258.43	-557.15
pv33	174	0.45	0.30	93	175	52	54	980.10	1.540	29.92	979.78	979.78	2.15	-29.84	-258.24	-565.14
pv33	175	0.94	0.70	91	183	2	6	980.10	1.540	47.99	980.11	980.11	-2.54	-47.92	-262.93	-583.22
pv33	176	0.95	0.60	91	182	27	12	980.10	1.540	69.98	979.82	979.82	-3.00	-69.91	-263.39	-605.21
pv33	pv34	0.98	0.60	91	181	27	12	980.10	1.540	75.98	979.72	979.72	-1.93	-75.95	-262.32	-611.25
pv34	177	0.74	0.70	91	251	32	30	979.72	1.540	8.00	980.42	980.42	-7.59	-2.53	-269.90	-613.78
pv34	178	1.20	1.00	86	263	41	54	979.72	1.540	39.81	983.04	983.04	-39.56	-4.37	-301.88	-615.62
pv34	180	1.27	1.00	87	261	3	6	979.72	1.540	53.85	983.08	983.08	-53.20	-8.38	-315.51	-619.63
pv34	179	0.65	0.50	86	258	19	30	979.72	1.540	29.85	982.85	982.85	-29.24	-6.04	-291.55	-617.29
pv34	181	1.00	0.90	88	187	19	36	979.72	1.540	19.98	981.06	981.06	-2.55	-19.81	-264.86	-631.06
pv34	182	0.99	0.80	88	185	48	38	979.72	1.540	37.95	981.78	981.78	-3.84	-37.76	-266.16	-649.01
pv34	183	1.50	1.20	88	183	37	36	979.72	1.540	59.93	982.15	982.15	-3.79	-59.81	-266.11	-671.06
pv34	pv35	1.95	1.60	89	181	52	0	979.72	1.540	69.98	980.88	980.88	-2.28	-69.94	-264.60	-681.19
pv35	184	0.88	0.80	91	262	52	6	980.88	1.540	16.00	981.34	981.34	-15.87	-1.99	-280.47	-683.18
pv35	185	0.74	0.60	91	262	23	48	980.88	1.540	27.99	981.33	981.33	-27.75	-3.70	-292.34	-684.90
pv35	186	1.26	1.00	90	259	49	24	980.88	1.540	52.00	981.42	981.42	-51.18	-9.19	-315.78	-690.38
pv35	ptv	1.14	0.90	90	257	38	30	980.88	1.540	48.00	981.52	981.52	-46.89	-10.27	-311.48	-691.47
	pv30	0.97	0.60	99	75	37.00	36.00	980.10	1.54	72.19	969.61	969.61	69.93	17.92	-190.46	-517.38
pv30	187	0.49	0.40	94	263	15	30	969.61	1.540	17.91	969.50	969.50	-17.79	-2.10	-208.25	-519.48
pv30	147	0.97	0.90	89	8	12	54	969.61	1.540	14.00	970.50	970.50	2.00	13.85	-188.46	-503.53
pv30	188	1.79	1.70	94	180	46	24	969.61	1.540	17.91	968.20	968.20	-0.24	-17.91	-190.70	-535.29
pv30	pv36	1.68	1.30	94	174	37	42	969.61	1.540	75.63	964.56	964.56	7.08	-75.30	-183.38	-592.68
	pv6	1.22	0.80	93	178	3	0	991.204	1.540	83.770	987.553	987.553	2.850	-83.721	6.23	-245.02
pv6	pv14	1.80	1.40	90	178	18	24	987.55	1.540	80.00	987.69	987.69	2.36	-79.97	8.59	-324.98
pv14	38	0.79	0.70	92	278	8	36	987.69	1.540	17.98	987.91	987.91	-17.80	2.55	-9.20	-322.43
pv14	189	0.60	0.50	92	275	39	30	987.69	1.540	19.98	988.04	988.04	-19.88	1.97	-11.29	-323.01
pv14	190	1.01	0.80	91	265	17	24	987.69	1.540	41.99	987.70	987.70	-41.85	-3.45	-33.25	-328.43
pv14	191	1.21	0.90	262	8	18	24	987.69	1.540	60.80	996.88	996.88	8.78	60.16	17.38	-264.82
pv14	pv37	1.25	0.90	92	258	1	12	987.69	1.540	69.91	985.89	985.89	-68.39	-14.51	-59.80	-339.49
pv37	192	1.45	1.40	91	279	0	0	985.89	1.540	10.00	985.86	985.86	-9.87	1.56	-69.67	-337.93
pv37	193	1.61	1.50	91	264	32	36	985.89	1.540	21.99	985.55	985.55	-21.89	-2.09	-81.69	-341.58
pv37	194	1.45	1.20	91	261	51	6	985.89	1.540	49.98	985.36	985.36	-49.48	-7.08	-109.28	-346.58
pv37	195	1.58	1.30	92	259	25	18	985.89	1.540	55.93	984.18	984.18	-54.98	-10.27	-114.78	-349.76
pv37	196	1.14	0.80	93	259	3	36	985.89	1.540	67.81	983.08	983.08	-66.58	-12.87	-126.38	-352.36
pv37	197	1.14	0.80	91	252	53	48	985.89	1.540	67.98	985.45	985.45	-64.97	-19.99	-124.77	-359.49
pv37	198	1.42	1.20	92	252	26	12	985.89	1.540	43.95	984.70	984.70	-41.90	-13.26	-101.70	-352.75
pv37	194	1.47	1.30	90	247	58	30	985.89	1.540	34.00	986.13	986.13	-31.52	-12.75	-91.32	-352.24
pv37	pv38	1.58	1.20	91	255	58	54	985.89	1.540	75.98	984.91	984.91	-73.71	-18.40	-133.51	-357.90

Continuación

EST.	PO	HILOS		A.V.	AZIMUT			Cota	Altura	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas		Coordenadas	
		sup.	medio		Gra	Gra	Mins						Seg	Est	Instru.	Parciales
pv38	200	0.57	0.50	95	278	54	42	984.91	1.540	13.89	984.73	984.73	-13.73	2.15	-147.24	-355.74
pv38	201	1.44	1.30	92	262	25	12	984.91	1.540	27.97	984.17	984.17	-27.72	-3.69	-161.24	-361.59
pv38	202	1.24	1.00	91	260	46	18	984.91	1.540	47.99	984.61	984.61	-47.36	-7.70	-180.88	-365.59
pv38	203	1.65	1.40	91	250	28	30	984.91	1.540	49.98	984.17	984.17	-47.11	-16.71	-180.62	-374.60
pv38	204	1.47	1.30	91	249	24	18	984.91	1.540	33.99	984.55	984.55	-31.82	-11.96	-165.33	-369.85
pv38	205	1.42	1.30	91	246	57	42	984.91	1.540	23.99	984.73	984.73	-22.08	-9.39	-155.59	-367.29
pv38	206	1.10	1.00	91	243	48	30	984.91	1.540	19.99	985.10	985.10	-17.94	-8.82	-151.45	-366.72
pv38	ptv	2.02	1.90	93	346	45	18	984.91	1.540	23.93	983.29	983.29	-5.48	23.30	-139.00	-334.60
pv38	pv39	0.92	0.60	91	255	27	12	984.91	1.540	63.98	984.73	984.73	-61.93	-16.07	-195.44	-373.97
pv39	ptv	2.04	1.90	102	343	55	36	984.73	1.540	26.79	978.67	978.67	-7.42	25.74	-202.86	-348.22
pv39	207	0.95	0.90	94	278	15	0	984.73	1.540	9.95	984.67	984.67	-9.85	1.43	-205.29	-372.54
pv39	208	0.79	0.60	92	263	18	18	984.73	1.540	37.95	984.34	984.34	-37.69	-4.42	-233.14	-378.39
pv39	209	1.62	1.40	91	261	22	6	984.73	1.540	43.99	984.10	984.10	-43.49	-6.60	-238.93	-380.57
pv39	210	1.99	1.70	91	260	37	6	984.73	1.540	57.98	983.56	983.56	-57.21	-9.45	-252.65	-383.42
pv39	213	1.45	1.20	91	251	48	12	984.73	1.540	49.98	984.20	984.20	-47.49	-15.61	-242.93	-389.58
pv39	212	0.55	0.40	93	250	28	42	984.73	1.540	29.92	984.30	984.30	-28.20	-10.00	-223.64	-383.96
pv39	211	0.97	0.90	93	237	38	24	984.73	1.540	13.96	984.64	984.64	-11.79	-7.47	-207.24	-381.44
pv39	pv32	1.55	1.20	92	256	28	30	984.73	1.540	69.91	982.63	982.63	-67.98	-16.35	-263.42	-390.32
pv32	ptv	3.77	3.60	94	343	3	24	982.63	1.540	33.83	978.20	978.20	-9.86	32.37	-273.28	-357.95
pv32	pv40	1.66	1.50	93	265	55	12	982.63	1.540	31.91	980.99	980.99	-31.83	-2.27	-295.25	-392.59
pv32	pv41	0.98	0.80	94	244	46	18	982.63	1.540	35.82	980.86	980.86	-32.41	-15.27	-295.83	-405.59
pv41	166	0.99	0.90	83	80	48	24	980.86	1.540	17.73	983.68	983.68	17.50	2.83	-278.32	-402.75
pv41	220	1.24	1.20	89	122	59	0	980.86	1.540	8.00	981.34	981.34	6.71	-4.35	-289.12	-409.94
pv41	119	0.85	0.80	92	169	55	30	980.86	1.540	9.99	981.25	981.25	1.75	-9.83	-294.08	-415.42
pv41	214	1.02	1.00	96	246	28	36	980.86	1.540	3.96	980.99	980.99	-3.63	-1.58	-299.45	-407.17
pv41	215	1.45	1.30	92	221	47	30	980.86	1.540	29.96	980.06	980.06	-19.97	-22.34	-315.80	-427.93
pv41	216	0.75	0.50	93	213	37	36	980.86	1.540	49.86	979.29	979.29	-27.61	-41.52	-323.44	-447.11
pv41	217	1.27	0.90	92	210	53	54	980.86	1.540	73.91	978.92	978.92	-37.95	-63.42	-333.78	-469.01
pv41	218	1.12	0.90	92	204	30	18	980.86	1.540	43.95	979.97	979.97	-18.23	-39.99	-314.05	-445.58
pv41	pv42	1.05	0.70	92	207	10	42	980.86	1.540	69.91	979.26	979.26	-31.93	-62.20	-327.76	-467.78
pv42	221	0.86	0.80	94	176	41	48	979.26	1.540	11.94	979.17	979.17	0.69	-11.92	-327.07	-479.70
pv42	222	0.74	0.60	93	186	55	54	979.26	1.540	27.92	978.74	978.74	-3.37	-27.72	-331.13	-495.50
pv42	223	1.63	1.50	93	201	16	0	979.26	1.540	25.93	977.94	977.94	-9.40	-24.16	-337.17	-491.95
pv42	224	1.72	1.50	92	197	0	30	979.26	1.540	43.95	977.77	977.77	-12.85	-42.02	-340.62	-509.81
pv42	pv43	1.80	1.50	91	190	58	54	979.26	1.540	59.98	978.25	978.25	-11.43	-58.88	-339.19	-526.67
pv43	225	0.83	0.80	99	335	52	24	978.25	1.540	5.85	978.07	978.07	-2.39	5.34	-341.58	-521.32
pv43	pv44	1.11	1.00	94	152	40	18	978.25	1.540	21.89	977.26	977.26	10.05	-19.45	-329.14	-546.12
pv44	pv45	1.61	1.40	95	206	16	42	977.26	1.540	41.68	973.76	973.76	-18.45	-37.37	-347.59	-583.49
pv45	226	0.53	0.50	98	340	21	36	973.76	1.540	5.88	973.97	973.97	-1.98	5.54	-349.57	-577.95
pv45	227	0.74	0.70	98	210	26	48	973.76	1.540	7.85	973.49	973.49	-3.98	-6.76	-351.57	-590.25
pv45	pv46	0.79	0.60	95	192	13	54	973.76	1.540	37.71	971.40	971.40	-7.99	-36.86	-355.58	-620.34
pv46	228	0.84	0.80	82	131	0	6	971.40	1.540	7.85	973.24	973.24	5.92	-5.15	-349.66	-625.49
	pv45	1.61	1.40	95	206	16.00	42.00	977.26	1.54	41.68	973.76	973.76	-18.45	-37.37	-347.59	-583.49
pv45	pv47	0.57	0.40	97	220	3	42	973.76	1.540	33.50	970.78	970.78	-21.56	-25.64	-369.15	-609.12
pv47	pv48	0.79	0.60	93	173	23	12	970.78	1.540	37.90	969.74	969.74	4.36	-37.64	-364.78	-646.77
pv48	pv49	1.62	1.40	92	154	38	0	969.74	1.540	43.95	968.34	968.34	18.83	-39.71	-345.96	-686.48
pv49	pv50	1.92	1.60	93	217	32	36	968.34	1.540	63.82	964.94	964.94	-38.89	-50.61	-384.85	-737.08
pv49	230	0.62	0.60	94	22	57	6	968.34	1.540	3.98	969.00	969.00	1.55	3.67	-344.40	-682.81
pv49	231	0.55	0.40	96	218	51	12	968.34	1.540	29.67	966.36	966.36	-18.61	-23.11	-364.57	-709.58
	pv50	1.92	1.60	93	217	32.00	36.00	968.34	1.54	63.82	964.94	964.94	-38.89	-50.61	-384.85	-737.08
pv50	232	1.75	1.50	94	280	50	48	964.94	1.540	49.76	961.50	961.50	-48.87	9.36	-433.72	-727.72
pv50	pv51	1.99	1.60	93	270	56	0	964.94	1.540	77.79	960.80	960.80	-77.78	1.27	-462.62	-735.82
pv51	233	0.96	0.90	93	227	5	0	960.80	1.540	11.97	960.81	960.81	-8.76	-8.15	-471.39	-743.97
pv51	234	0.41	0.30	100	20	42	48	960.80	1.540	21.34	958.28	958.28	7.55	19.96	-455.08	-715.86
pv51	pv52	0.95	0.70	96	27	10	30	960.80	1.540	49.45	956.44	956.44	22.59	43.99	-440.04	-691.82
	pv20	1.21	0.90	97	267	22.00	30.00	994.17	1.54	61.08	992.14	987.31	-1.67	67.90	-61.02	-72.27
pv20	236	0.55	0.40	97	223	25	36	992.14	1.540	29.55	989.65	989.65	-20.32	-21.46	-81.33	-93.73
pv20	220	1.44	1.20	87	214	11	36	992.14	1.540	47.87	994.98	994.98	-26.90	-39.59	-87.92	-111.86
pv20	pv53	1.03	0.70	86	248	6	18	992.14	1.540	65.68	997.57	997.57	-60.94	-24.49	-121.96	-96.76
pv53	238	0.96	0.80	95	250	15	6	997.57	1.540	31.76	995.53	995.53	-29.89	-10.73	-151.85	-107.49
pv53	237	1.31	1.30	99	6	37	48	997.57	1.540	1.95	997.50	997.50	0.23	1.94	-121.73	-94.82
pv53	239	1.75	1.60	91	259	49	6	997.57	1.540	29.99	996.98	996.98	-29.52	-5.30	-151.48	-102.06
pv53	pv55	0.98	0.70	94	256	15	0	997.57	1.540	55.73	994.51	994.51	-54.13	-13.25	-176.09	-110.00



Continuación

EST.	PO	HILOS		A.V.	AZIMUT			Cota	Altura	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas		Coordenadas	
		sup.	medio		Gra	Gra	Mins						Seg	Est	Instru.	Parciales
pv55	240	0.61	0.50	80	346	24	36	994.51	1.540	21.34	999.31	999.31	-5.01	20.74	-181.10	-89.26
pv55	241	1.60	1.40	81	351	5	48	994.51	1.540	39.02	1000.83	1,000.83	-6.04	38.55	-182.13	-71.45
pv55	242	1.09	0.90	90	259	38	42	994.51	1.540	38.00	995.15	995.15	-37.38	-6.83	-213.47	-116.83
pv55	243	1.05	0.80	90	254	53	0	994.51	1.540	50.00	995.25	995.25	-48.27	-13.04	-224.36	-123.04
pv55	pv56	1.80	1.40	89	256	5	54	994.51	1.540	79.98	996.05	996.05	-77.63	-19.21	-253.72	-129.22
pv55	244	1.79	1.60	107	170	41	36	994.51	1.540	34.75	983.83	983.83	5.62	-34.29	-170.47	-144.30
pv55	245	1.95	1.70	108	168	21	12	994.51	1.540	45.23	979.66	979.66	9.13	-44.29	-166.96	-154.30
pv55	pv57	1.44	1.00	106	166	31	34	994.51	1.540	81.31	971.74	971.74	18.95	-79.08	-157.14	-189.08
pv56	pv56	1.80	1.40	89	256	5.00	54.00	994.51	1.54	79.98	996.05	996.05	-77.63	-19.21	-253.72	-129.22
pv56	248	0.97	0.90	82	356	50	0	996.05	1.540	13.73	998.62	998.62	-0.76	13.71	-254.48	-115.51
pv56	249	1.99	1.80	84	350	9	30	996.05	1.540	37.58	999.74	999.74	-6.42	37.03	-260.14	-92.19
pv56	250	0.87	0.80	95	84	35	42	996.05	1.540	13.89	995.57	995.57	13.83	1.31	-239.89	-127.91
pv56	251	0.67	0.60	91	246	20	36	996.05	1.540	14.00	996.74	996.74	-12.82	-5.62	-266.54	-134.83
pv56	252	0.59	0.50	91	261	16	30	996.05	1.540	17.99	996.77	996.77	-17.79	-2.73	-271.51	-131.95
pv56	pv58	1.79	1.40	102	166	0	18	996.05	1.540	74.63	980.32	980.32	18.05	-72.41	-235.67	-201.63
pv56	253	1.48	1.20	102	167	34	36	996.05	1.540	53.58	985.00	985.00	11.53	-52.32	-242.19	-181.54
pv56	254	2.00	1.80	92	255	48	54	996.05	1.540	39.95	994.39	994.39	-38.73	-9.79	-292.45	-139.01
pv56	pv59	0.79	0.70	91	252	45	36	996.05	1.540	17.99	996.57	996.57	-17.19	-5.33	-270.91	-134.55
pv59	255	0.68	0.50	99	252	31	12	996.57	1.540	35.12	992.05	992.05	-33.50	-10.55	-304.40	-145.10
pv59	pv60	1.92	1.60	98	267	30	54	996.57	1.540	62.76	987.69	987.69	-62.70	-2.72	-333.61	-137.27
pv60	256	0.77	0.70	87	98	28	36	987.69	1.540	13.96	989.26	989.26	13.81	-2.06	-319.80	-139.33
pv60	257	1.38	1.30	87	252	6	0	987.69	1.540	15.96	988.77	988.77	-15.18	-4.90	-348.79	-142.18
pv60	258	1.58	1.50	85	267	19	30	987.69	1.540	15.88	989.12	989.12	-15.86	-0.74	-349.47	-138.01
pv60	pv61	2.28	1.90	83	259	33	54	987.69	1.540	74.87	996.53	996.53	-73.63	-13.56	-407.24	-150.83
pv60	259	2.47	2.21	83	260	39	0	987.69	1.540	51.23	993.31	993.31	-50.55	-8.32	-384.15	-145.59
pv60	260	0.92	0.70	83	259	17	18	987.69	1.540	43.35	993.86	993.86	-42.59	-8.06	-376.20	-145.33
pv60	pv62	2.11	1.70	100	164	5	36	987.69	1.540	79.53	973.51	973.51	21.80	-76.48	-311.81	-213.75
pv61	pv61	2.28	1.90	83	259	33.00	54.00	987.69	1.54	74.87	996.53	996.53	-73.63	-13.56	-407.24	-150.83
pv61	261	1.07	1.00	90	242	26	12	996.53	1.540	14.00	997.07	997.07	-12.41	-6.48	-419.65	-157.31
pv61	264	0.88	0.80	89	260	20	54	996.53	1.540	16.00	997.55	997.55	-15.77	-2.68	-423.01	-153.51
pv61	262	0.74	0.60	89	246	40	48	996.53	1.540	27.99	997.95	997.95	-25.70	-11.08	-432.95	-161.91
pv61	263	1.59	1.40	89	248	31	0	996.53	1.540	37.99	997.33	997.33	-35.35	-13.91	-442.59	-164.75
pv61	267	1.77	1.50	104	160	8	30	996.53	1.540	50.84	983.89	983.89	17.27	-47.82	-389.97	-198.65
pv61	268	1.82	1.50	104	160	0	6	996.53	1.540	60.25	981.54	981.54	20.61	-56.62	-386.63	-207.45
pv61	pv63	1.22	0.80	104	160	52	6	996.53	1.540	79.08	977.55	977.55	25.92	-74.72	-381.32	-225.55
pv61	pv61	2.92	2.70	88	252	14	0	996.53	1.540	43.95	996.90	996.90	-41.85	-13.41	-449.09	-164.24
pv61	ptv1	1.56	1.40	107	254	6	6	996.90	1.540	29.26	988.09	988.09	-28.15	-8.02	-477.24	-172.26
ptv1	ptv2	2.35	2.00	105	284	7	12	988.09	1.540	65.31	970.13	970.13	-63.34	15.93	-540.57	-156.33
ptv2	273	3.66	3.50	70	99	19	0	970.13	1.540	28.26	978.46	978.46	27.88	-4.57	-512.69	-160.90
ptv2	pv65	1.37	1.20	105	198	35	6	970.13	1.540	31.72	961.97	961.97	-10.11	-30.07	-550.68	-186.39
pv65	274	0.73	0.70	94	328	34	12	961.97	1.540	5.97	962.40	962.40	-3.11	5.09	-553.80	-181.30
pv65	275	0.53	0.50	106	258	45	18	961.97	1.540	5.54	961.42	961.42	-5.44	-1.08	-556.12	-187.48
pv65	277	1.80	1.60	78	200	50	18	961.97	1.540	38.27	970.05	970.05	-13.61	-35.77	-564.30	-222.16
pv65	278	1.50	1.20	75	198	44	48	961.97	1.540	55.98	977.31	977.31	-17.99	-53.01	-568.68	-239.41
pv65	272	0.76	0.70	87	115	34	30	961.97	1.540	11.97	963.44	963.44	10.79	-5.17	-539.89	-191.56
pv65	276	1.59	1.50	87	120	13	48	961.97	1.540	17.95	962.95	962.95	15.51	-9.04	-535.17	-195.43
pv65	269	2.34	2.10	87	128	4	42	961.97	1.540	47.87	963.92	963.92	37.68	-29.52	-513.00	-215.92
pv65	pv66	1.59	1.30	89	126	37	24	961.97	1.540	57.98	963.23	963.23	46.54	-34.59	-504.15	-220.98
pv66	270	2.39	2.30	83	136	37	36	963.23	1.540	17.73	964.64	964.64	12.18	-12.89	-491.97	-233.87
pv66	271	1.74	1.60	88	137	43	36	963.23	1.540	27.97	964.14	964.14	18.81	-20.69	-485.34	-241.68
pv66	puente	1.89	1.70	90	146	48	30	963.23	1.540	38.00	963.07	963.07	20.80	-31.80	-483.35	-252.78
pv66	puente	2.79	2.60	90	146	48	30	963.23	1.540	38.00	962.17	962.17	20.80	-31.80	-483.35	-252.78
pv66	pv67	1.58	1.40	91	142	42	6	963.23	1.540	35.99	962.74	962.74	21.81	-28.63	-482.34	-249.61
pv67	pv68	1.54	1.40	88	159	35	6	962.74	1.540	27.97	963.85	963.85	9.75	-26.21	-472.59	-275.82
pv68	279	1.31	1.30	94	222	56	42	963.85	1.540	1.99	963.95	963.95	-1.36	-1.46	-473.94	-277.28
pv68	pv69	3.62	3.40	68	56	37	48	963.85	1.540	37.83	977.28	977.28	31.59	20.81	-441.00	-255.02
pv68	280	1.54	1.40	67	51	0	30	963.85	1.540	23.73	974.06	974.06	18.44	14.93	-454.15	-260.89
pv68	281	0.84	0.70	69	58	20	12	963.85	1.540	24.40	974.06	974.06	20.77	12.81	-451.81	-263.01
pv68	pv70	1.97	1.60	90	130	17	24	963.85	1.540	74.00	963.79	963.79	56.45	-47.85	-416.14	-323.68
pv70	ptv	0.67	0.50	75	350	55	30	963.79	1.540	31.72	973.33	973.33	-5.00	31.33	-421.14	-292.35
pv63	ptv	1.22	0.80	104	160	52.00	6.00	996.53	1.54	79.08	977.55	977.55	25.92	-74.72	-381.32	-225.55
pv63	ptv	1.62	1.40	80	257	1	48	977.55	1.540	42.67	985.21	985.21	-41.58	-9.58	-422.91	-235.13
pv63	284	1.77	1.60	78	255	31	42	977.55	1.540	32.53	984.40	984.40	-31.50	-8.13	-412.82	-233.68

Continuación

EST.	PO	HILOS		A.V.	AZIMUT			Cota	Altura	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas		Coordenadas	
		sup.	medio		Gra	Gra	Mins						Seg	Est	Instru.	Parciales
pv63	283	1.72	1.50	77	259	36	6	977.55	1.540	41.77	987.23	987.23	-41.09	-7.54	-422.41	-233.09
pv63	282	0.56	0.50	96	177	36	30	977.55	1.540	11.87	977.34	977.34	0.50	-11.86	-380.83	-237.41
pv63	285	0.72	0.60	100	58	0	6	977.55	1.540	23.28	974.38	974.38	19.74	12.33	-361.58	-213.21
pv63	286	2.24	2.00	100	165	10	0	977.55	1.540	46.55	968.88	968.88	11.92	-45.00	-369.40	-270.55
pv63	288	1.80	1.60	99	159	44	30	977.55	1.540	39.02	971.31	971.31	13.51	-36.61	-367.81	-262.16
pv63	290	1.79	1.60	99	159	54	18	977.55	1.540	37.07	971.62	971.62	12.74	-34.81	-368.58	-260.36
pv63	289	0.65	0.50	99	159	2	12	977.55	1.540	29.27	973.95	973.95	10.47	-27.33	-370.85	-252.88
pv63	287	3.14	2.80	101	164	5	36	977.55	1.540	65.52	963.55	963.55	17.96	-63.02	-363.36	-288.56
pv63	pv72	2.68	2.30	100	163	36	42	977.55	1.540	73.48	963.17	963.17	20.73	-70.49	-360.59	-296.04
pv63	pv62	3.95	3.60	89	79	26	18	977.55	1.540	69.98	976.71	976.71	68.79	12.83	-312.53	-212.72
pv62	291	2.18	2.10	90	252	13	42	976.71	1.540	16.00	976.15	976.15	-15.24	-4.88	-327.76	-217.61
pv62	292	0.77	0.70	92	337	46	54	976.71	1.540	13.98	977.06	977.06	-5.29	12.94	-317.82	-199.78
pv62	295	0.75	0.70	89	74	6	0	976.71	1.540	10.00	977.72	977.72	9.61	2.74	-302.91	-209.98
pv62	293	0.77	0.70	86	90	45	36	976.71	1.540	13.93	978.52	978.52	13.93	-0.18	-298.60	-212.91
pv62	294	0.61	0.50	84	87	29	42	976.71	1.540	21.76	980.04	980.04	21.74	0.95	-290.79	-211.77
pv62	pv73	1.18	1.00	82	80	17	18	976.71	1.540	35.30	982.21	982.21	34.80	5.96	-277.73	-206.77
pv73	pv58	1.71	1.50	86	82	0	6	982.21	1.540	41.80	985.17	985.17	41.39	5.82	-236.34	-200.95
pv73	296	0.89	0.80	88	83	39	24	982.21	1.540	17.98	983.58	983.58	17.87	1.99	-259.86	-204.78
	pv58	1.71	1.50	86	82	0.00	6.00	982.21	1.54	41.80	985.17	985.17	41.39	5.82	-236.34	-200.95
pv58	pv74	1.76	1.30	99	164	55	42	985.17	1.540	89.75	971.20	971.20	23.34	-86.66	-213.01	-287.61
pv58	pv57	2.60	2.20	96	79	2	24	985.17	1.540	79.13	976.20	976.20	77.68	15.04	-158.66	-185.91
pv57	246	0.81	0.70	93	260	7	24	976.20	1.540	21.94	975.89	975.89	-21.61	-3.76	-180.27	-189.67
pv57	297	0.75	0.70	98	154	7	48	976.20	1.540	9.81	975.66	975.66	4.28	-8.82	-154.38	-194.73
pv57	pv75	1.93	1.50	91	168	1	42	976.20	1.540	85.97	974.74	974.74	17.83	-84.10	-140.83	-270.01
pv57	pv76	1.37	0.90	85	78	13	0	976.20	1.540	93.29	985.00	985.00	91.32	19.05	-67.34	-166.86
pv76	298	3.32	2.90	77	81	31	48	985.00	1.540	79.75	1002.05	1,002.05	78.88	11.75	11.54	-155.11
pv76	299	0.99	0.80	77	80	2	36	985.00	1.540	36.08	994.07	994.07	35.53	6.24	-31.81	-160.62
pv76	zanjon	0.81	0.80	99	306	18	6	985.00	1.540	1.95	985.43	985.43	-1.57	1.16	-68.91	-165.70
pv76	zanjon	0.62	0.60	96	27	36	18	985.00	1.540	3.96	985.52	985.52	1.83	3.51	-65.51	-163.35
pv76	300	1.34	1.30	96	221	48	6	985.00	1.540	7.91	984.41	984.41	-5.27	-5.90	-72.61	-172.76
pv76	pv77	1.29	0.90	84	356	24	24	985.00	1.540	77.15	993.75	993.75	-4.84	77.00	-72.17	-89.86
pv76	301	1.77	1.40	84	357	42	36	985.00	1.540	73.19	992.83	992.83	-2.92	73.13	-70.26	-93.72
pv76	pv78	1.61	1.30	96	182	44	48	985.00	1.540	61.32	978.79	978.79	-2.94	-61.25	-70.28	-228.11
pv78	pv79	1.52	1.40	92	168	20	12	978.79	1.540	23.97	978.10	978.10	4.85	-23.48	-65.43	-251.59
pv79	302	0.74	0.70	86	178	4	24	978.10	1.540	7.96	979.49	979.49	0.27	-7.96	-65.16	-259.54
pv79	303	0.87	0.70	75	169	48	18	978.10	1.540	31.72	987.44	987.44	5.61	-31.22	-59.82	-282.81
pv79	304	3.89	3.60	70	169	55	12	978.10	1.540	51.22	994.68	994.68	8.96	-50.42	-56.47	-302.01
pv79	ptv	1.92	1.60	73	169	55	12	978.10	1.540	58.53	995.93	995.93	10.24	-57.63	-55.19	-309.21
pv79	305	0.94	0.80	93	250	5	24	978.10	1.540	27.92	977.37	977.37	-26.25	-9.51	-91.69	-261.09
pv79	306	0.89	0.60	93	254	32	6	978.10	1.540	57.84	976.01	976.01	-55.75	-15.42	-121.18	-267.01
pv79	307	1.68	1.40	92	259	27	0	978.10	1.540	55.93	976.28	976.28	-54.99	-10.24	-120.42	-261.83
pv79	pv75	1.89	1.50	91	255	51	54	978.10	1.540	77.98	976.78	976.78	-75.62	-19.04	-141.05	-270.63
pv75	ptv	1.11	0.80	74	168	42	30	976.78	1.540	57.29	993.94	993.94	11.22	-56.18	-129.83	-326.81
pv75	308	1.08	0.80	74	170	22	36	976.78	1.540	51.75	992.35	992.35	8.65	-51.02	-132.40	-321.65
pv75	309	1.11	0.90	74	171	0	6	976.78	1.540	38.81	988.54	988.54	6.07	-38.33	-134.98	-308.96
pv75	311	1.61	1.40	73	166	2	54	976.78	1.540	38.41	988.66	988.66	9.26	-37.28	-131.79	-307.90
pv75	pv80	0.92	0.70	74	168	50	42	976.78	1.540	40.66	989.27	989.27	7.87	-39.89	-133.18	-310.52
pv75	310	0.56	0.40	80	171	28	36	976.78	1.540	31.04	983.39	983.39	4.60	-30.69	-136.45	-301.32
pv75	pv74	1.17	0.80	94	256	18	48	976.78	1.540	73.64	972.37	972.37	-71.55	-17.42	-212.60	-288.05
pv74	213	0.54	0.50	97	43	43	12	972.37	1.540	7.88	972.44	972.44	5.45	5.70	-207.15	-282.36
pv74	312	0.65	0.60	93	168	57	0	972.37	1.540	9.97	972.78	972.78	1.91	-9.79	-210.69	-297.84
pv74	314	0.76	0.60	80	157	16	24	972.37	1.540	31.04	978.78	978.78	11.99	-28.63	-200.61	-316.68
pv74	315	1.54	1.40	78	160	50	6	972.37	1.540	26.79	978.20	978.20	8.79	-25.30	-203.80	-313.36
pv74	ptv	0.67	0.60	88	157	19	24	972.37	1.540	13.98	973.79	973.79	5.39	-12.90	-207.21	-300.95
pv74	zanjon	0.52	0.50	100	280	2	18	972.37	1.540	3.88	972.72	972.72	-3.82	0.68	-216.42	-287.38
pv74	zanjon	0.62	0.60	100	213	7	48	972.37	1.540	3.88	972.62	972.62	-2.12	-3.25	-214.72	-291.30
pv74	pv81	1.16	0.80	90	256	37	42	972.37	1.540	72.00	973.11	973.11	-70.05	-16.65	-282.64	-304.70
pv81	316	0.53	0.40	79	155	34	6	973.11	1.540	25.05	979.12	979.12	10.36	-22.81	-272.28	-327.51
pv81	317	0.47	0.30	76	160	48	42	973.11	1.540	32.01	982.33	982.33	10.52	-30.23	-272.12	-334.93
pv81	pv82	0.63	0.50	80	158	2	24	973.11	1.540	25.22	978.59	978.59	9.43	-23.39	-273.21	-328.09
pv81	pv83	1.27	0.90	93	233	38	30	973.11	1.540	73.80	969.88	969.88	-59.43	-43.75	-342.08	-348.45
pv83	318	0.43	0.40	96	203	43	24	969.88	1.540	5.93	970.39	970.39	-2.39	-5.43	-344.46	-353.89
pv83	319	0.79	0.70	75	182	29	74	969.88	1.540	16.79	975.22	975.22	-0.73	-16.78	-342.81	-365.23

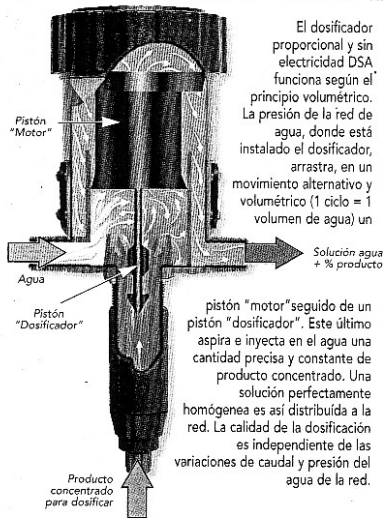


Continuación

EST.	PO	HILOS		A.V. Gra	AZIMUT			Cota Est	Altura Instru.	Distancia	COTA P.O.	Elevación m	Coordenadas Parciales		Coordenadas Totales	
		sup.	medio		Gra	Mins	Seg									
e106	e108	0.96	0.70	88	280	6	36	972.29	1.540	51.94	974.95	974.95	-51.13	9.12	-792.74	-125.12
e108	E107	1.29	1.20	95	98	2	36	974.95	1.540	17.86	973.72	973.72	17.69	-2.50	-775.05	-127.62
e108	344	1.12	1.10	98	30	47	18	974.95	1.540	3.92	974.83	974.83	2.01	3.37	-790.73	-121.75
e108	345	0.93	0.80	87	309	22	35	974.95	1.540	25.93	977.04	977.04	-20.04	16.45	-812.78	-108.67
e108	e109	0.95	0.80	87	309	11	12	974.95	1.540	29.92	977.25	977.25	-23.19	18.90	-815.93	-106.21
e109	110r	1.34	1.20	81	334	59	42	977.25	1.540	27.31	981.92	981.92	-11.55	24.75	-827.48	-81.46
e109	e111	1.18	1.00	81	325	25	48	977.25	1.540	35.12	983.36	983.36	-19.93	28.92	-835.86	-77.30
e111	347	0.58	0.50	82	239	40	24	983.36	1.540	15.69	986.60	986.60	-13.54	-7.92	-849.40	-85.22
e111	346	1.20	1.00	82	259	13	34	983.36	1.540	39.23	989.41	989.41	-38.53	-7.33	-874.39	-84.63
e111	348	1.20	0.90	82	258	34	0	983.36	1.540	58.84	992.27	992.27	-57.67	-11.66	-893.53	-88.96
pv9	td1	3.72	2.00	81	82	8	36	992.68	1.550	335.58	1045.38	1,045.38	332.43	45.87	422.52	-187.78
td2	td1	3.72	2.00	81	82	8	36	0.00	1.550	335.58	52.70	52.70	332.43	45.87	504.92	-225.09
est0	caja1	1.10	1.00	91	92	45	18	982.54	1.500	19.99	982.69	982.69	19.97	-0.96	189.99	-291.58
est0	caja2	0.70	0.62	105	145	18	5	981.49	1.550	14.93	978.42	978.42	8.50	-12.27	218.56	-260.96
est0	td1	3.72	2.00	81	82	8	36	987.76	1.550	335.58	1040.46	1,040.46	332.43	45.87	479.56	-246.54
est0	td1	3.72	2.00	81	82	8	36	985.31	1.550	335.58	1038.01	1,038.01	332.43	45.87	491.42	-247.58
td2	td1	3.72	2.00	81	82	8	36	980.77	1.550	335.58	1033.47	1,033.47	332.43	45.87	503.04	-254.43

## El Dosificador Proporcional DSA

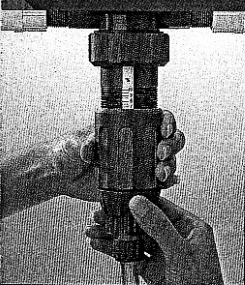
### Principio de funcionamiento



El dosificador proporcional y sin electricidad DSA funciona según el principio volumétrico. La presión de la red de agua, donde está instalado el dosificador, arrastra, en un movimiento alternativo y volumétrico (1 ciclo = 1 volumen de agua) un

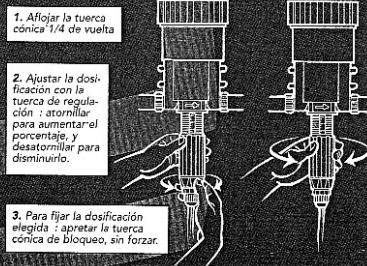
pistón "motor" seguido de un pistón "dosificador". Este último aspira e inyectora en el agua una cantidad precisa y constante de producto concentrado. Una solución perfectamente homogénea es así distribuida a la red. La calidad de la dosificación es independiente de las variaciones de caudal y presión del agua de la red.

### La dosificación proporcional con regulación exterior

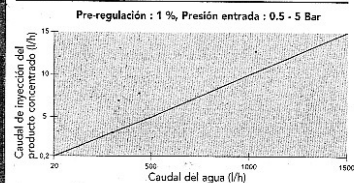


Se ajusta la dosificación atornillando la parte alta de la tuerca de regulación a la graduación deseada en la regleta. La cantidad de producto inyectado es proporcional a la cantidad de agua que entra en el dosificador : ej.: 1% = 1 : 100 = 1 Volumen de producto para 100 Volúmenes de agua.

### Como fijar la dosificación ?



### Características DSA 15 RE



## Características

### Dosificadores Proporcionales sin Electricidad DSA 15 RE

Modelo	DSAs 200RE: 0.2 - 2 %	DSAs 400RE: 0.5 - 4 %	DSAs 310RE: 3 - 10 %
Sectores	Medio-Ambiente - Higiene-Mantenimiento - Industria - Ganadería - Artes gráficas - Metalurgia Horticultura - Riegos ...		
Principales aplicaciones	Medicación - Desinfección - Abonado - Detergencia Lubrificación - Corrección PH/TH - Aplicación de desmoldeantes		
Funciones	Función única : Dosificación, inyección y mezcla de líquidos		
By-pass integrado	No - Opción disponible : consultar		
Técnica de dosificación	Proporcional sin Electricidad		
Fuente de energía	la presión del agua		
Valores de dosificación	ej. 1 % = 1 : 100 = 1 V producto concentrado para 100 V agua		
Regulación de la dosificación	regulación exterior modificable durante el funcionamiento		
Valores mínimo y máximo del caudal del agua	20 - 1 500 l/h		
Presión de funcionamiento	0.5 a 5 Bar (presión de entrada)		
Caudal de inyección del producto concentrado	0,04 a 150 l, según modelo y % elegido		
Cebado automático	SI		
Racores	entrada y salida : 3/4" Macho NPT y BSP (racord único)		
Cilindrada	0.42 L (1 ciclo)		
Cámara de mezcla	integrada : 100 % de la cilindrada total		
Pérdida de carga	0.4 - 1.7 Bar según modelo, instalación y condiciones de funcionamiento		
Temperatura de funcionamiento	max. 40 ° C - min, proteger de las heladas		
Altura de aspiración máx. del producto concentrado	4 metros		
Viscosidad máx. del concentrado	400 cst (a 20 °C) - Kit PV recomendado a partir de 200 cst		
Normas	Para la instalación del Dosificador Proporcional sin electricidad DSA en la red de agua potable, respetar las normas en vigor de cada país.		

### Instalación

A fin de optimar la longevidad del dosificador, se aconseja instalar un filtro (mínimo 50 mesh/350 micras) antes del dosificador. Es aconsejable instalar un by-pass. Para cualquier duda en la instalación, póngase en contacto con su distribuidor DSA.

### Medidas

Medidas	DSA 15 RE empacquetado	420 x 185 x 180 mm
Peso	DSA 15 RE empacquetado	1.7 Kg

Este documento no nos compromete y es distribuido únicamente a título informativo. La empresa DSA se reserva el derecho de modificar sus equipos en cualquier momento.

D I S T R I B U I D O R



**DSA**  
Dosificación de Líquidos  
Z.I. - B.P. 7  
33370 TRESSES - BORDEAUX  
FRANCE  
Tél. 33 (0)5 57 97 10 70  
Fax 33 (0)5 57 97 10 85  
e.mail : info@dsa-dosing.com

## La Gama DSA

DSA desarrolla, fabrica y distribuye sistemas de dosificación de líquidos que permiten inyectar y mezclar en continuo un concentrado líquido o soluble en el agua.

La gama DSA 15, dispone, además de los modelos con regulación exterior

**Gama DSA 15**  
regulación interna fija  
Caudal : 20 - 1 500 l/h  
Presión : 0.5 - 5 Bar  
DSA 100R : 0.5 % - 0.8 % - 1 %

DSA dispone también de una gama de caudal medio :

**Gama DSA 45 regulación exterior**  
Caudal : 100 - 4 500 l/h  
Presión : 0.5 - 5 Bar  
DSA 45 - 1.5 : 0.2 a 1.5 %  
DSA 45 - 3 : 0.5 a 3 %  
DSA 45 - 8 : 3 a 8 %

La mayoría de estos productos existen en **modelos especiales** :

- productos viscosos (PV)
- productos corrosivos (juntas SN o VF, modelos en PVDF)
- inyección externa

### Opciones de entrega

- Juntas especiales : VF recomendadas para productos ácidos SN recomendadas para prot. alcalinos
- Productos agresivos o corrosivos : inyección externa cuerpo dosificador en PVDF Kit PV
- By-pass : tapa by-pass disponible

Accesorios especiales : consultar

### Materiales

- lista disponible a petición
- otras opciones a petición

### Servicio y garantía

Garantía de 12 meses contra todo defecto de fabricación. Se excluye las averías causadas por mala manipulación del equipo. Es necesario un enjuague regular. Se aconseja no utilizar herramientas para las operaciones de mantenimiento. En caso de no-utilización prolongada del dosificador, es necesario enjuagarlo y se aconseja no dejarlo bajo presión. Se recomienda el cambio periódico (1 vez por año por ejemplo) de las juntas.



**LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA ESCUELA  
REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA (EMPAGUA) DE  
LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No. 18 019		INF. No. 21 563			
INTERESADO:	<b>Facultad de Ingeniería</b> (Ejercicio Profesional Supervisado)		PROYECTO:	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>	
RECOLECTADA POR:	Daniel Aragón Durán		DEPENDENCIA:	USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea San José La Sierra		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2004-09-07; 12 h 35 min.	
FUENTE:	Tanque de distribución No. 1		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2004-09-08; 07 h 40 min.	
DEPARTAMENTO:	Jalapa		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	En refrigeración	
MUNICIPIO:	Mataquesuintla				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	20 °C
2. COLOR:	03,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	152,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	01,59 UNT	6. pH :	06,60 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,22	6. CLORUROS (Cl <sup>-</sup> )	06,00	11. SÓLIDOS TOTALES	100,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,12	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	16,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	03,30	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	05,00	13. SÓLIDOS FIJOS	84,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,03	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	03,00
5. MANGANESO (Mn)	----	10. DUREZA TOTAL	78,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	81,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	84,00	84,00		

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: Las determinaciones arriba indicadas cumplen con las Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2004-09-14

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñónez  
Director CII/USAC



Zona 12, Mucha Amigos  
Ing. Francisco Quiñónez 420  
M. S. de Ingeniería Sanitaria  
Laboratorio





**LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA  
FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC -  
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

<b>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</b>		<b>INF. No. A - 189 026</b>
<b>O.T. No. 18 019</b>	<b>Facultad de Ingeniería</b> <small>(Ejercicio Profesional Supervisado)</small>	<b>CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA</b>
INTERESADO:	<u>Daniel Aragón D.</u>	PROYECTO:
MUESTRA RECOLECTADA POR:	<u>Daniel Aragón D.</u>	DEPENDENCIA:
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea San José La Sierra</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:
FUENTE:	<u>Tanque de distribución No. 1</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:
MUNICIPIO:	<u>Mataquesuinta</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:
DEPARTAMENTO:	<u>Jalapa</u>	<u>En Refrigeración</u>
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL
OLOR:	<u>Inodora</u>	<u>-----</u>
		<u>Ligera cantidad</u>

**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA cm <sup>3</sup>	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	++++	++++	++++
01,00 cm <sup>3</sup>	++++	++++	++++
00,10 cm <sup>3</sup>	++--	++	++
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		500	500

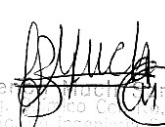
**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua **NO ES** apta para consumo humano, la Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua, la clasifica como calidad bacteriológica que no exige mas que un simple tratamiento de desinfección.

Guatemala, 2004-09-14

Vo.Bo.   
**Ing. Francisco Javier Quiñónez**  
Director CI/USAC



  
Zerón, Francisco Quiñónez  
Ing. Francisco Quiñónez, 20  
M. S. de Ingeniería Sanitaria  
Jefe Técnico Laboratorio



**LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA Y LA EMPRESA MUNICIPAL DE AGUA (EMPAGUA) DE LA MUNICIPALIDAD DE GUATEMALA CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO					
O.T. No. 18 019			INF. No. 21 564		
INTERESADO:		<b>Facultad de Ingeniería</b> (Ejercicio Profesional Supervisado)		PROYECTO: <b>CONTROL DE CALIDAD</b>	
RECOLECTADA POR:		Daniel Aragón Durán		DEPENDENCIA: USAC	
LUGAR DE RECOLECCIÓN:		Aldea San José La Sierra		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2004-09-07; 13 h 00 min.	
FUENTE:		Tanque de distribución No. 2		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: 2004-09-08; 07 h 40 min.	
DEPARTAMENTO:		Jalapa		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: En refrigeración	
MUNICIPIO:		Mataquesuintla			
RESULTADOS					
1. ASPECTO: Clara		4. OLOR: Inodora		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) 18 °C	
2. COLOR: 09,00 Unidades		5. SABOR: - - - -		8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 52,00 $\mu$ mhos/cm	
3. TURBIEDAD: 02,49 UNT		6. pH: 06,80 unidades			
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH <sub>3</sub> )	00,25	6. CLORUROS (Cl)	05,00	11. SOLIDOS TOTALES	41,00
2. NITRITOS (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	00,00	7. FLUORUROS (F <sup>-</sup> )	00,13	12. SOLIDOS VOLÁTILES	08,00
3. NITRATOS (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	01,98	8. SULFATOS (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	33,00
4. CLORO RESIDUAL	- - - -	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,22	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	06,00
5. MANGANESO (Mn)	- - - -	10. DUREZA TOTAL	48,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	28,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	30,00	30,00		

OTRAS DETERMINACIONES \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES: Las determinaciones arriba indicadas cumplen con las Normas Internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 19 TH EDITION 1995, NORMA COGUANOR NGO 4 010 ( SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 ( AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2004-09-14

Vo.Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñonez  
Director CI/USAC



Zeren Much Antos  
Ing. Zeren Much Antos 420  
M. S. en Ingeniería Sanitaria  
José Rodolfo Laboratorio







**LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA -USAC -**  
**CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

EXAMEN BACTERIOLÓGICO		INF. No. A - 189 027
O.T. No. 18 019		
INTERESADO:	<u>Facultad de Ingeniería</u> (Ejercicio Profesional Supervisado)	PROYECTO: <u>CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR:	<u>Daniel Aragón D.</u>	DEPENDENCIA: <u>USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea San José La Sierra</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2004-09-07; 13 h 00 min.</u>
FUENTE:	<u>Tanque de distribución No. 2</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2004-09-08; 07 h 40 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>Mataquesuintla</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En Refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Jalapa</u>	
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>Ligera cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL <u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>	


**INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)**


PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA cm <sup>3</sup>	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm <sup>3</sup>	+ + + + +	+ + + + +	+ + - - -
01,00 cm <sup>3</sup>	+ + - - -	+ -	- -
00,10 cm <sup>3</sup>	+ + - - -	+ -	- -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm <sup>3</sup>		50	4


**TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 19<sup>TH</sup> NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.**

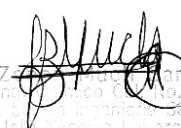
**OBSERVACIONES:** Bacteriológicamente el agua **NO ES** apta para consumo humano, la Norma Internacional de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua, la clasifica como calidad bacteriológica que no exige mas que un simple tratamiento de desinfección.

Guatemala, 2004-09-14

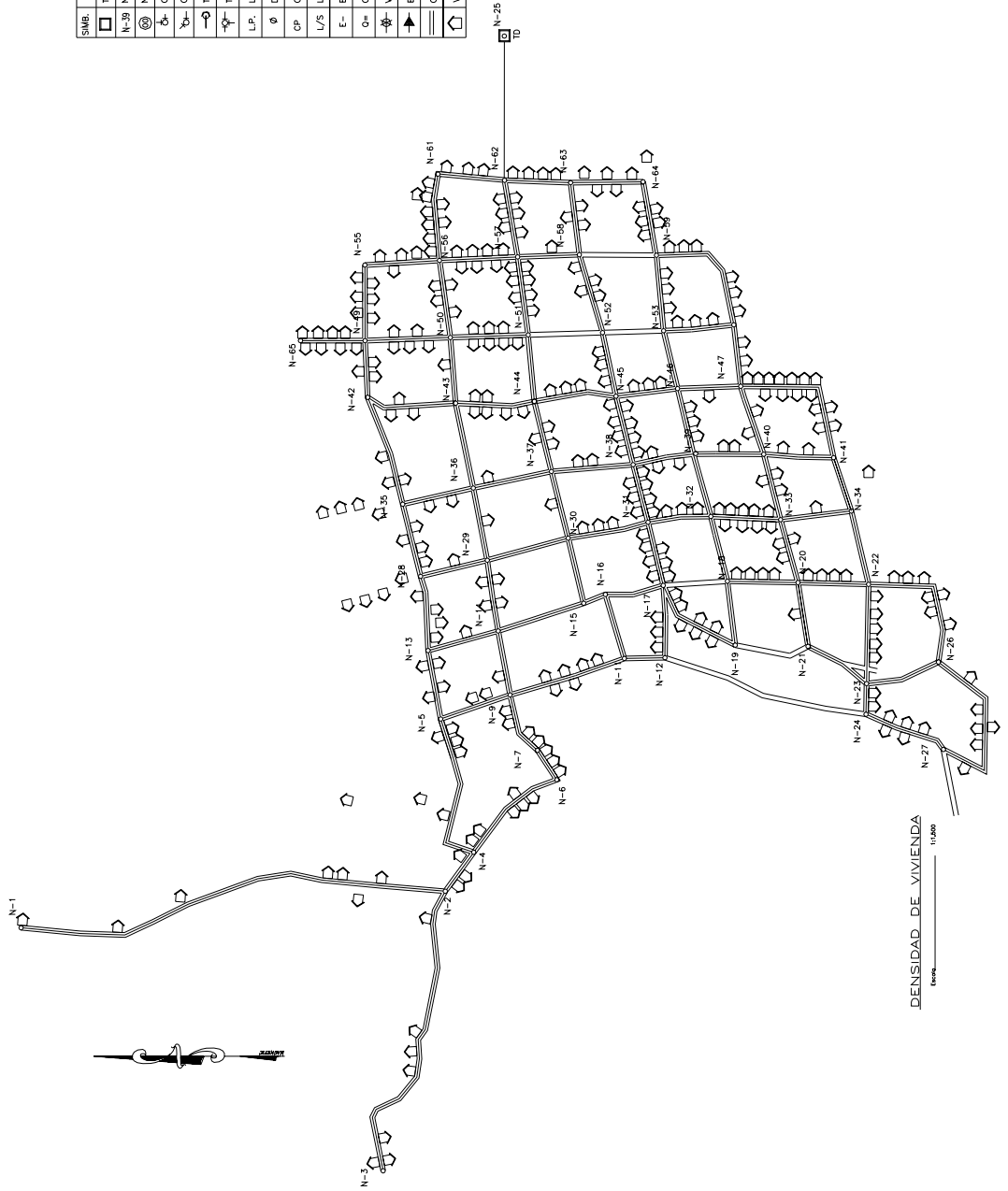
Vo.Bo.   
**Ing. Francisco Javier Quiñones**  
**Director CI/USAC**





  
 Zona 12, Ciudad Universitaria, 420  
 M. I. de Ingeniería Sanitaria  
 Jefe Técnico Laboratorio

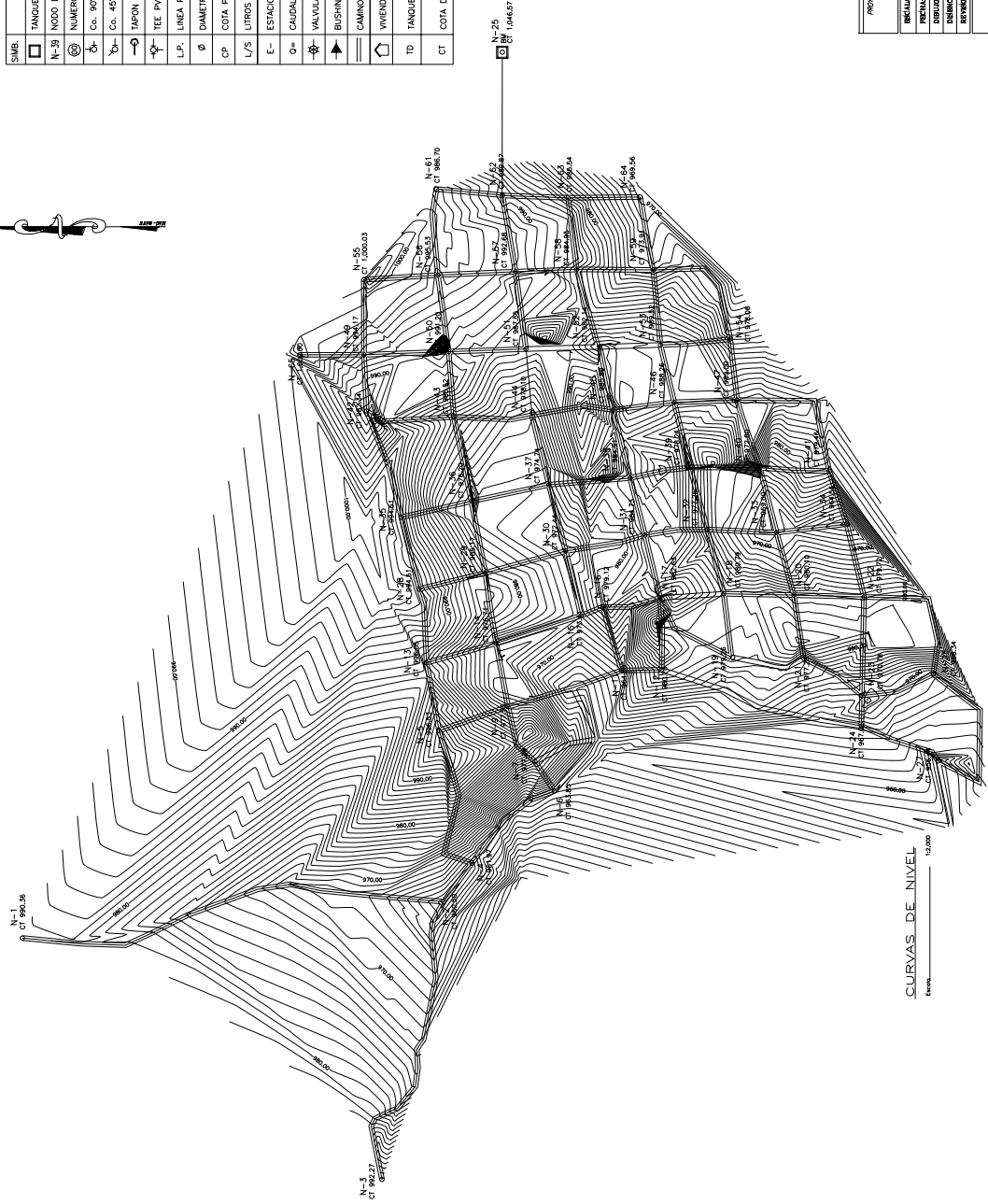
SMB.	INDICA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
N-39	NODO DE DISEÑO
	NUMERO DE TRAMO
	Co. 90° CODO PVC A 90 GRADOS
	Co. 45° CODO PVC A 45 GRADOS
	TAPON HEMBRA PVC
	TEE PVC
	LINEA PIEZOMETRICA
	DIAMETRO
	COTA PIEZOMETRICA
	LITROS POR SEGUNDO
	ESTACION
	CAUDAL
	VALVULA DE COMPUERTA
	BUSHING REDUCTOR
	CAMINO
	VIVIENDA



PROYECTO: REDES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA	
FECHA: 2011	RED DE AGUA POTABLE
ESCALA: 1:5000	DENSIDAD DE VIVIENDA
PROYECTISTA: [Name]	1/20
REVISOR: [Name]	
APROBADO: [Name]	
N.º DE PLANOS: 08 DE 08 PLANOS DE DISEÑO	

DENSIDAD DE VIVIENDA  
Escala: 1:5000

SMR.	INDICA
□	TANQUE DE DISTRIBUCION
N-39	NODO DE DISEÑO
①	NÚMERO DE TRAMO
Co. 90°	CODO PVC A 90 GRADOS
Co. 45°	CODO PVC A 45 GRADOS
↔	TAPON HEMBRA PVC
⊥	TEE PVC
∅	DIAMETRO
CP	COTA PIEZOMETRICA
L/S	LIRIOS POR SEGUNDO
E-	ESTACION
0-	CAUDAL
⊕	VALVULA DE COMPLETIA
▶	BUSHING REDUCTOR
▬	CAMINO
▭	VIVIENDA
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION
CT	COTA DE TERRENO (m)



PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE, ALDEA LA SIERRA MUNICIPIO DE MANACOSTICAS, ALAJUJA	
FECHA: INDICADA	RED DE AGUA POTABLE
FECHA: OPTIMIZADA	
DISEÑO: MANUEL AMADOR	CURVAS DE NIVEL
REVISOR:	2/26
V.O. B. ALCALDE: ING. MANUEL HERIBERTO ORTIZ	

SIMB.	INDICA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	N-39 NODO DE DISEÑO
	NUMERO DE TRAMO
	Co. 30° CODO PVC A 90 GRADOS
	Co. 45° CODO PVC A 45 GRADOS
	TAPON HEMBRA PVC
	TEE PVC
	L.P. LINEA PIEZOMETRICA
	DIAMETRO
	COJA PIEZOMETRICA
	L/S LITROS POR SEGUNDO
	ESTACION
	CAUDAL
	VALVULA DE CORTA
	BUSHING REDUCTOR
	CAMINO
	VIVIENDA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	PRESION



CURVAS ISOBORAS  
Escala: 1:2000

PROYECTO:	RED DE AGUA POTABLE, ALDEA LA SIERRA MUNICIPIO DE MANACORRUCIA JAMAICA
ENCARGADA:	RED DE AGUA POTABLE
FECHA:	OCTUBRE 2008
DISEÑO:	DANIEL ARAGON
REVISOR:	DANIEL ARAGON
	3/26
ING. RA. ALZARDE	ING. MANUEL ARVILA GARCIA

SMR.	INDICA
□	TANQUE DE DISTRIBUCION
N-39	NODO DE DISEÑO
⊙	NUMERO DE TRAMO
Co. 90°	CODO PVC A 90 GRADOS
Co. 45°	CODO PVC A 45 GRADOS
⊖	TAPON HEMBRA PVC
⊕	TEE PVC
L.P.	LINEA PEZOMETRICA
∅	DIAMETRO
CP	COTA PEZOMETRICA
L/S	LITROS POR SEGUNDO
E-	ESTACION
O=	CAUDAL
⊕	VALVULA DE CIERRUERA
⬆	BUSHING REDUCTOR
—	CANAL
⬆	VIVIENDA
TD	TANQUE DE DISTRIBUCION

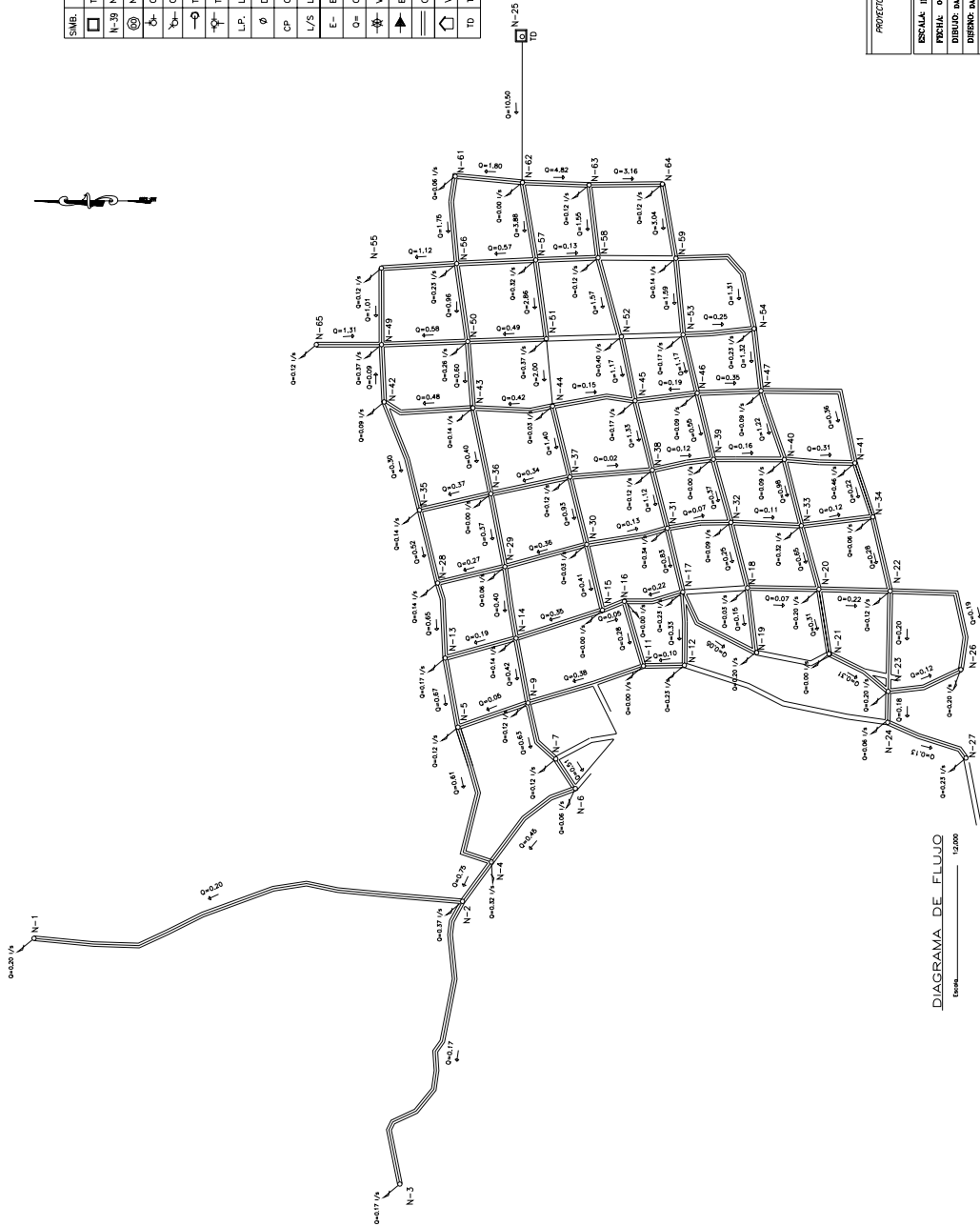
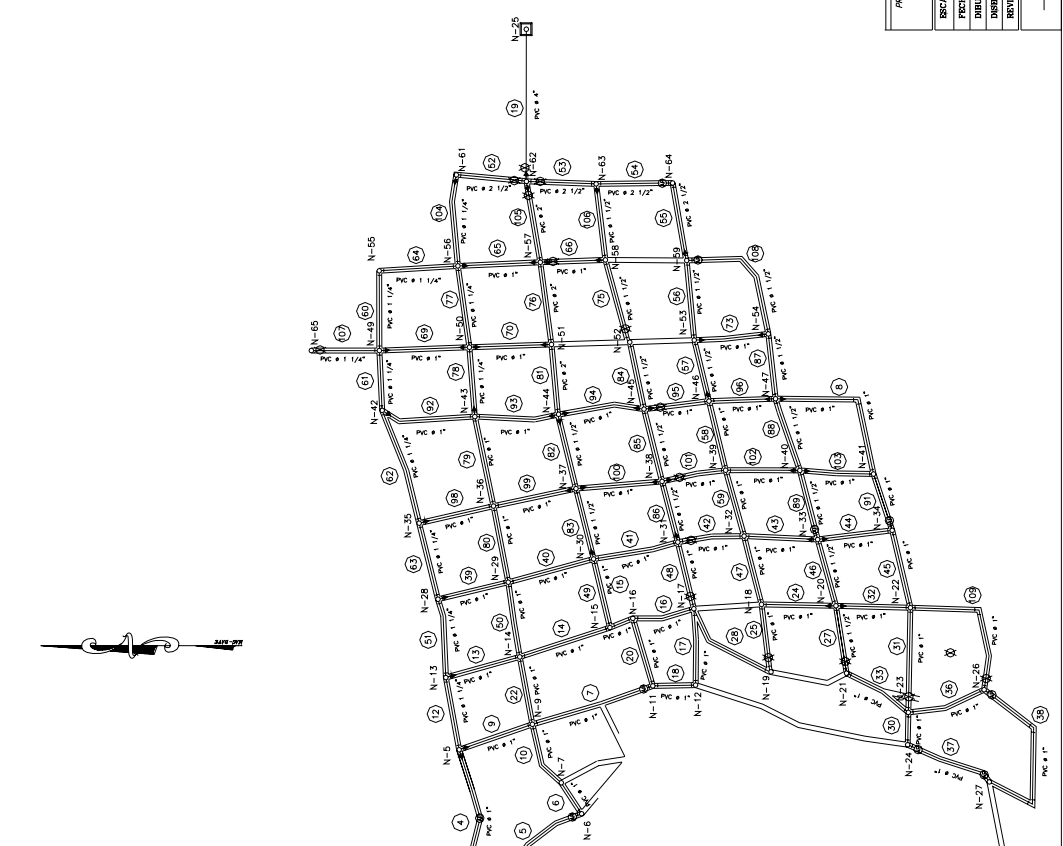


DIAGRAMA DE FLUJO  
Escala: 1:12,200

PROYECTO: RED DE AGUA POTABLE ALDEA LA SIERRA MUNICIPIO DE MANACORRITA ALBA	
ESCALA: INDICADA	RED DE AGUA POTABLE
FECHA: OCTUBRE 2008	
DISEÑO: PABLO ANJON	DIAGRAMA DE FLUJO
REVISO:	4/26
Yo. Bs. ALCALDE INC MANUEL ARBULLAGA OCHOA	

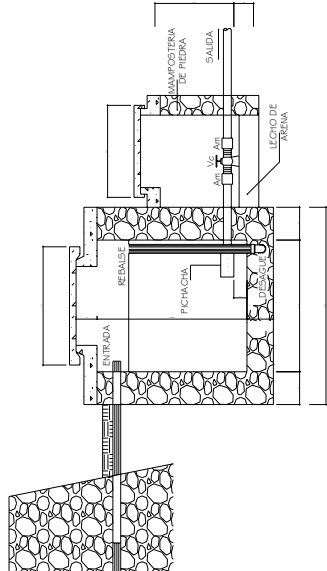
N.º	Longitud	Diametro	Superficie	Area	Perimetro
1	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
2	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
3	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
4	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
5	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
6	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
7	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
8	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
9	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
10	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
11	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
12	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
13	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
14	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
15	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
16	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
17	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
18	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
19	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
20	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
21	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
22	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
23	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
24	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
25	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
26	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
27	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
28	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
29	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
30	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
31	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
32	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
33	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
34	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
35	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
36	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
37	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
38	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
39	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
40	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
41	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
42	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
43	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
44	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
45	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
46	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
47	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
48	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
49	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
50	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
51	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
52	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
53	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
54	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
55	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
56	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
57	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
58	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
59	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
60	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
61	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
62	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
63	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
64	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
65	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
66	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
67	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
68	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
69	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
70	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
71	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
72	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
73	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
74	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
75	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
76	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
77	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
78	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
79	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
80	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
81	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
82	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
83	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
84	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
85	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
86	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
87	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
88	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
89	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
90	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
91	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
92	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
93	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
94	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
95	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
96	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
97	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
98	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
99	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14
100	100.00	1.00	0.785	3.14	3.14



PROYECTO:		RED DE AGUA POTABLE ALDEA LA SIERRA MUNICIPIO DE MANACORIN-AMAZON
SICLA INDICADA:		RED DE AGUA POTABLE
FECHA: OCTUBRE 2008		RED DE DISTRIBUCION
DISEÑADOR: DANIEL AMARON		5/26
REVISOR:		
N.º DE ALZADA:		ING MANUEL ARISTIZOLA GOMEZ

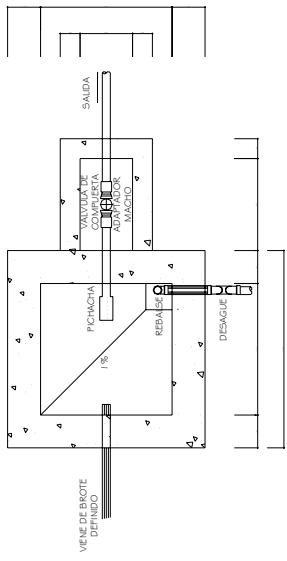
SMB.	INDICA
□	TANQUE DE DISTRIBUCION
N-39	NODO DE DISEÑO
①	NUMERO DE TRAMO
Co. 30°	CODO PVC A 30 GRADOS
Co. 45°	CODO PVC A 45 GRADOS
⊕	TAPON HEMBRA PVC
⊕	TEE PVC
L.P.	LINEA PIEZOMETRICA
∅	DIAMETRO
CP	COTA PIEZOMETRICA
L/S	LITROS POR SEGUNDO
E-	ESTACION
Q=	CAUDAL
⊕	VALVULA DE CERRIERTA
⊕	VALVULA ALIVADORA DE PRESION
▶	BUSHING REDUCTOR
▶	CAMINO
⊕	VIVIENDA

RED DE DISTRIBUCION  
Escala: 1:25000



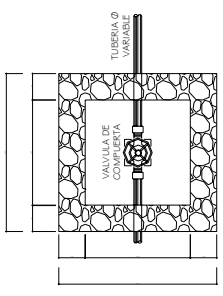
SECCION

ES: 1/15



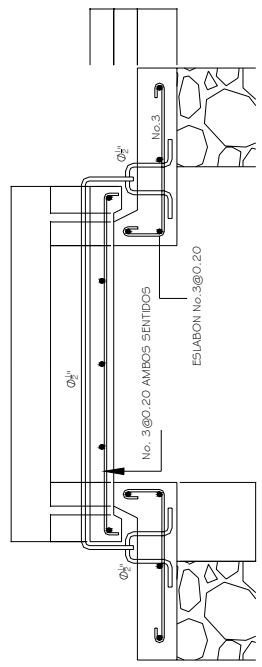
PLANTA

ES: 1/15



PLANTA, VALVULA DE LIMPIEZA

ES: 1/15



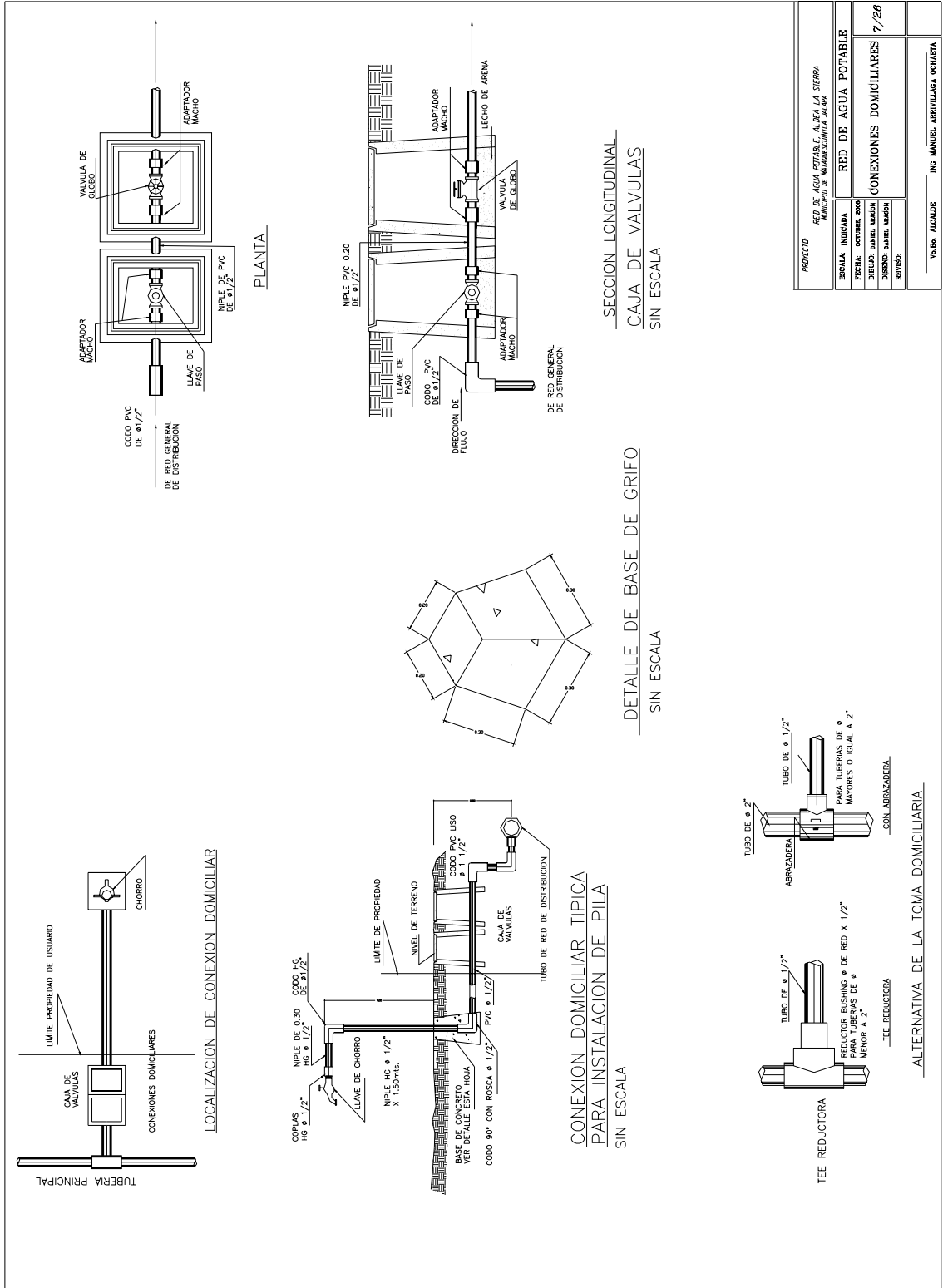
DETALLE DE TAPADERA

ES: 1/5

NOTA:

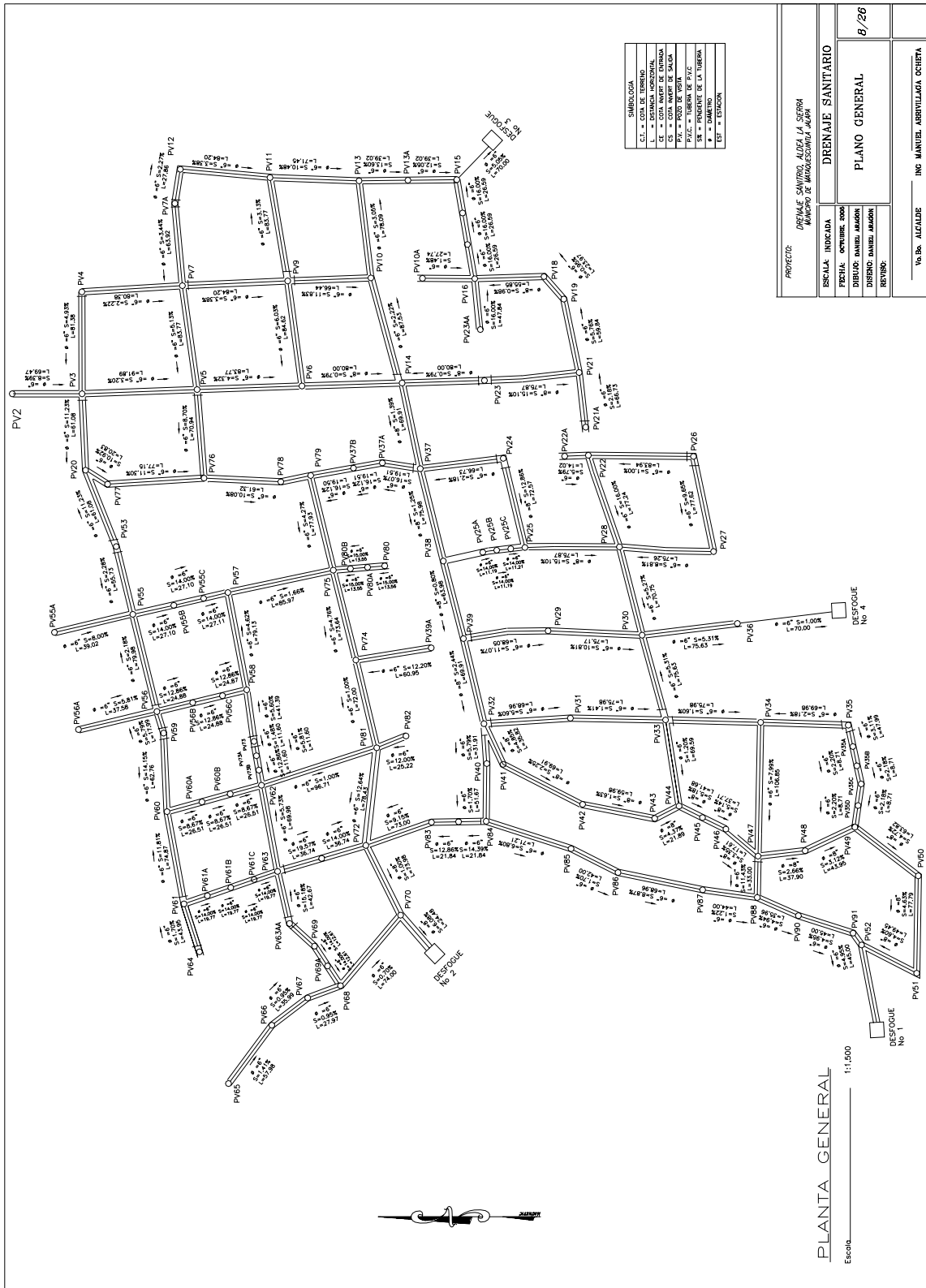
- LA MAMPOSTERIA DE PIEDRA SE HARA DE LA SIGUIENTE MANERA:  
33% MORTERO  
67% PIEDRA BOLA
- EL MORTERO SE HARA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO, ARENA DE RIO RESPECTIVAMENTE.
- EL CONCRETO SERA EN LA PROPORCION EN VOLUMEN 1:2:3. CEMENTO, ARENA DE RIO Y AGUA RESPECTIVAMENTE.
- SE HARA UN REBAJE EN EL INTERIOR Y EXTERIOR, EN VOLUMEN 1:2 CEMENTO, ARENA DE RIO, CON UN RECURTIMIENTO MINIMO DE 1.5 CM5. Y ALIZADO INTERIOR Y EXTERIOR.
- EN LAS TAPADERAS SE DEJARA UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LUVIA.
- EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE PLANO PARA QUE LA TAPADERA PUEDA PERMITIR EL PASO DE ARENA DE RIO EN PROPORCIONES 1:1, PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DE LA CAJA.

PROYECTO		RED DE AGUA POTABLE, ALCA LA SIERRA
		Municipio de MAMOSTERIA ALCA
ESCALA: INDICADA	RED DE AGUA POTABLE	
FECHA: OCTUBRE 2008		
DISEÑO: DARR AMON	CAJA DE VALVULAS	
REVISOR:	6/26	
VE. RA. AGUILAR		ING. MANUEL ARRETELLAGA OCHOA



PROYECTO	RED DE AGUA POTABLE AL REA LA SIERRA MUNICIPIO DE MANABACENTRA P.A.M.S.A.
ESCALA INDICADA	RED DE AGUA POTABLE
FECHA: OCTUBRE 2000	CONEXIONES DOMICILIARES
DISEÑO: DANIEL JAMON	7/26
REVISOR:	
ING. MANUEL ABREU LLUCH OCHOA	

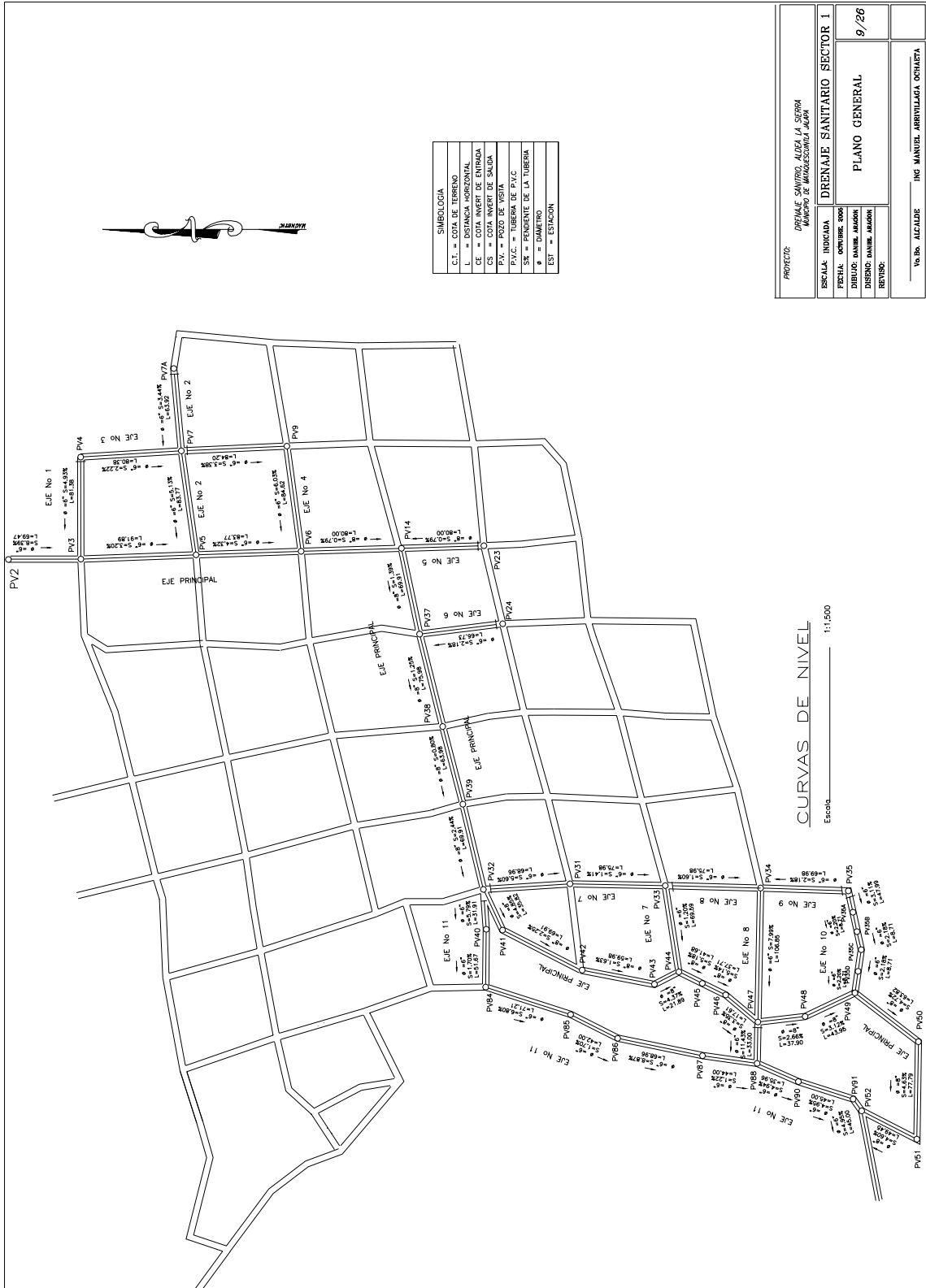




SIMBOLOGIA	
CL	- COLETA DE TUBERÍA
CE	- COLETA MANEJO DE ENTRADA
CS	- COLETA MANEJO DE SALIDA
TR	- TUBERÍA DE PVC
SR	- PENDIENTE DE LA TUBERÍA
EST	- ESTACION

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO, ALDEA LA SIERRA Municipio de San José de Guaymas	
ESCALA INDICADA	DRENAJE SANITARIO
FECHA: OCTUBRE 2008	
DIBUJÓ: DANIEL ARAGON	PLANO GENERAL
REVISÓ: DANIEL ARAGON	8/26
ING. MANUEL ARRILLAGA OCHOA	

PLANTA GENERAL  
Escala: 1:1,500



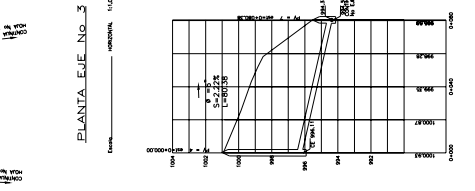
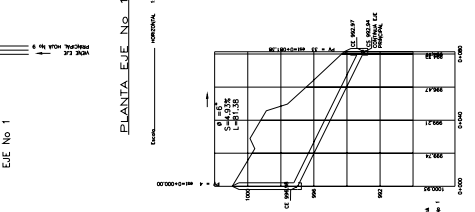
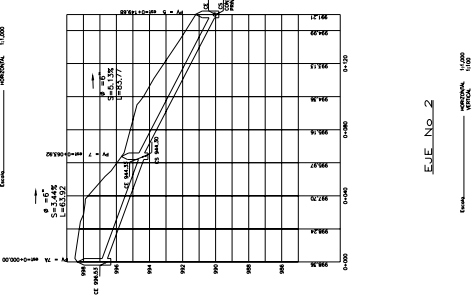
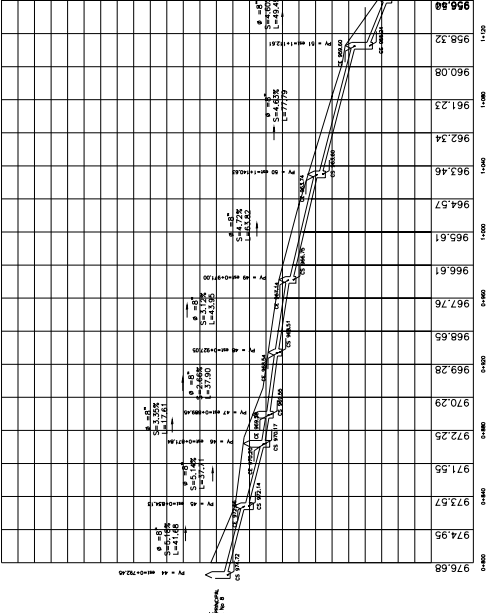
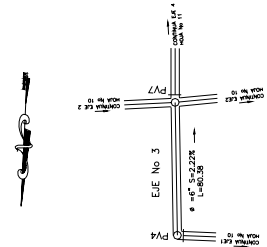
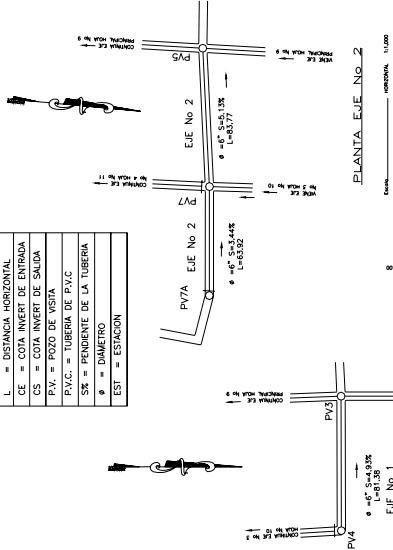
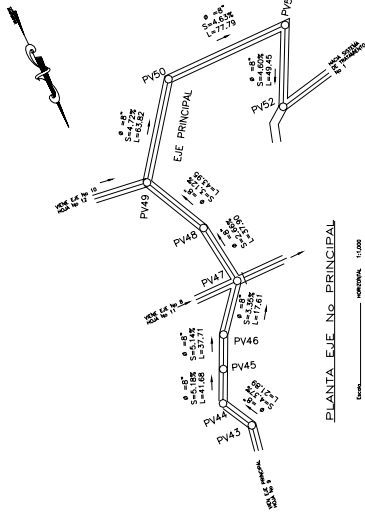
SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
C.E.	= COTA DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION

PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LA SIERRA MUNICIPIO DE MANAGUA, GUATEMALA	
ESCALA INDICADA: DRENAJE SANITARIO SECTOR I	FECHA: OCTUBRE 2000
DIBUJÓ: DANIEL JARSON	REVISÓ: DANIEL JARSON
PLANO GENERAL	
9/26	
ING. MANUEL ARRILLAGA OCHOA	



PROYECTO	REPLANTEAMIENTO DEL DRENAJE SANITARIO SECTOR I
FECHA DE ELABORACION	11/2010
PROYECTANTE	ING. CARLOS ALBERTO GONZALEZ
CLIENTE	COMUNIDAD AUTONOMA DE BOGOTA
UBICACION	BOGOTA, DISTRITO CAPITAL
ESCALA	1:1000

SIMBOLOGIA	
CT.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= PUZOS DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE PVC
S/R	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



EJE No. 3

EJE No. 1

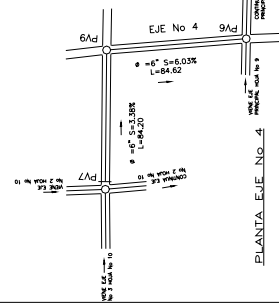
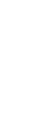
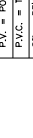
EJE PRINCIPAL

PROYECTO:	OPERA DE MANEJO DE AGUAS MUNICIPIO DE BARRANCOQUILLO
ESPECIALIDAD:	DRENAJE SANITARIO SECTOR I
FECHA:	12/2016
DISEÑO:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
REVISOR:	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ
VERB. ALCALDE:	ING. MANUEL ANTONIO GONZALEZ

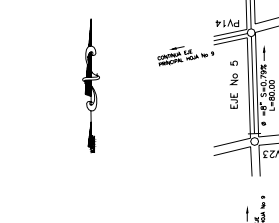
PLANTA PERIFERICO  
EJES No. 4, 5, 6, 7, 8



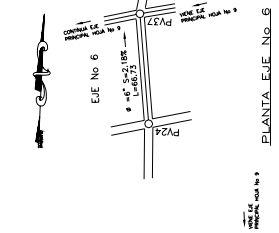
SIMBOLOGIA	
CT	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
S%	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



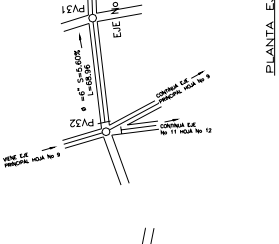
PLANTA EJE No. 4



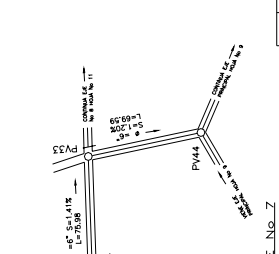
PLANTA EJE No. 5



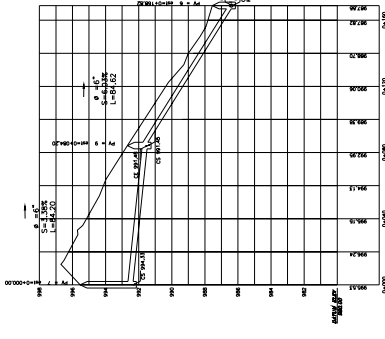
PLANTA EJE No. 6



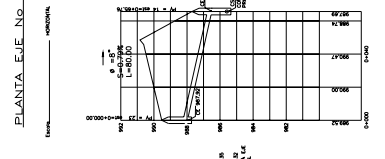
PLANTA EJE No. 7



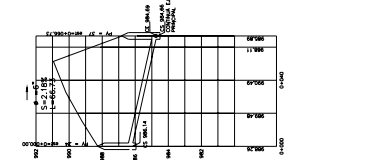
PLANTA EJE No. 8



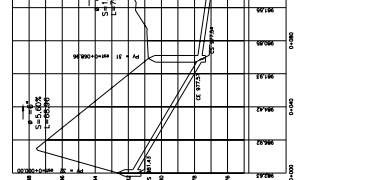
EJE No. 4



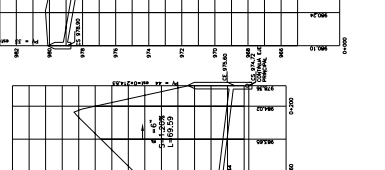
EJE No. 5



EJE No. 6



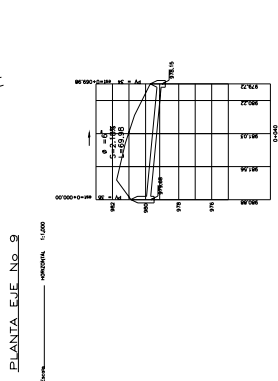
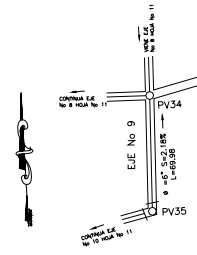
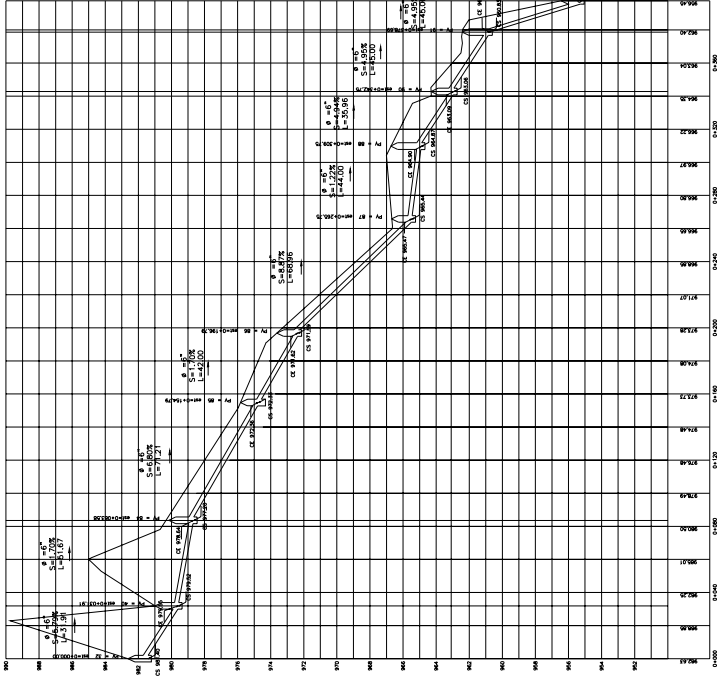
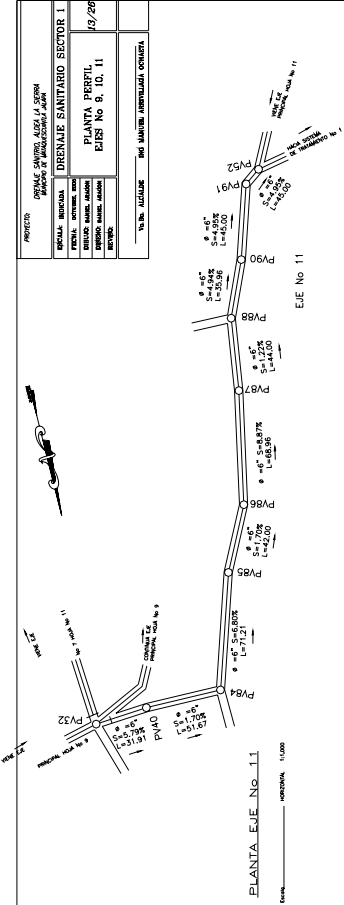
EJE No. 7



EJE No. 8

PROYECTO	RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO DEL MUNICIPIO DE MANIZALES, QUINDÍO
FECHA DE ELABORACIÓN	10/2016
PROYECTANTE	ING. MANUEL LUIS BARRERA GONZALEZ
REVISOR	ING. MANUEL LUIS BARRERA GONZALEZ
APROBADO	ING. MANUEL LUIS BARRERA GONZALEZ

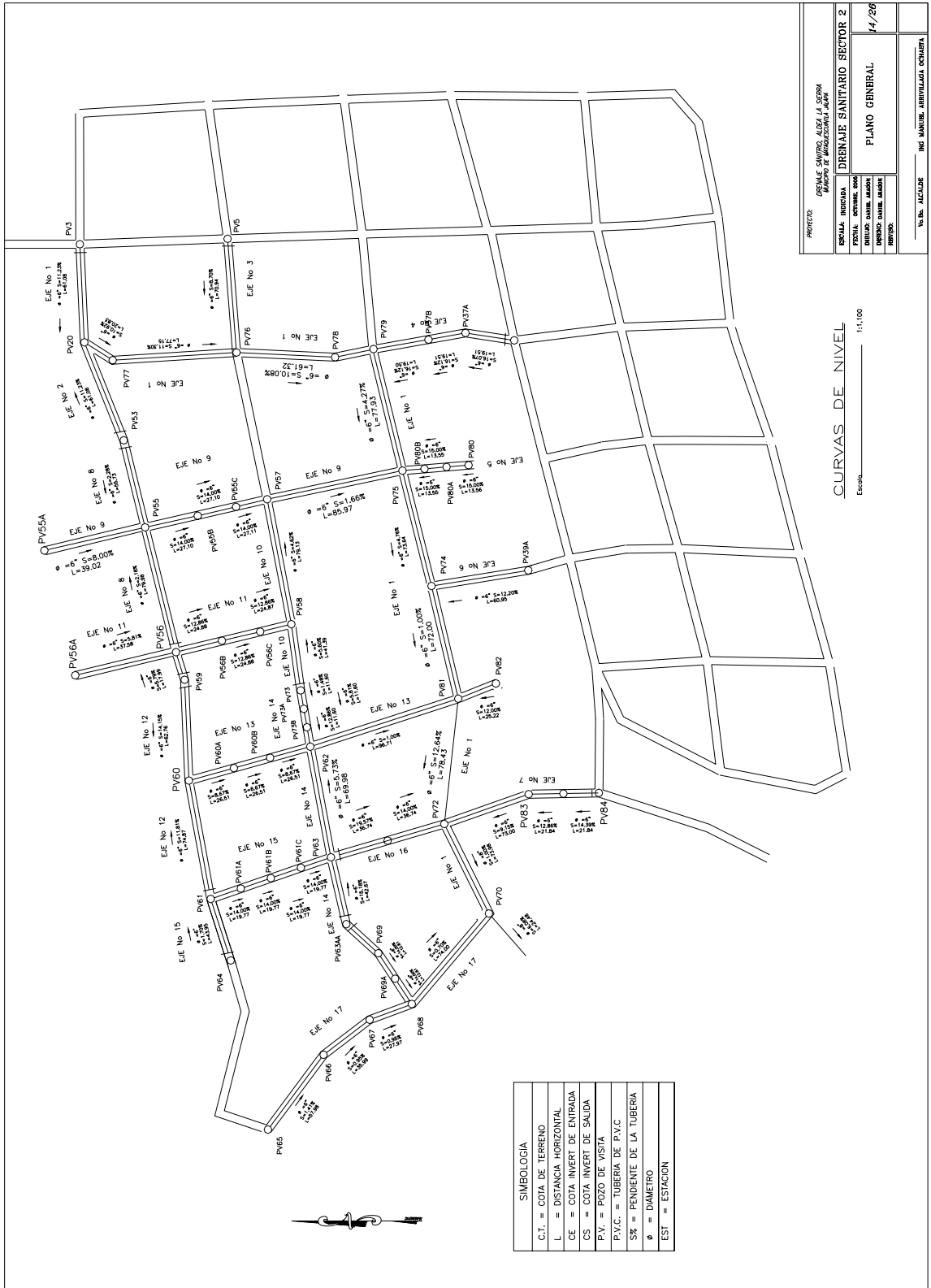
SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
3%	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



EJE No. 9  
Escala: 1:1000

PLANTA EJE No. 9  
Escala: 1:1000

EJE No. 11  
Escala: 1:1000



SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISTA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
S%	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION

PROYECTO: OBRAS DE SANITIZACION ALDEA LA SERENA MUNICIPIO DE MARIACÓNCELA, JAÉN	
ESCALA INDICADA	DRENAJE SANITARIO SECTOR 2
ESCALA REAL	1:1,000
FECHA: 03/05/2006	
ELABORADO: DANIEL ALONSO	
REVISADO: DANIEL ALONSO	
REVISOR:	
PLANO GENERAL	
44/266	
V.O. ACADÉMICO: ING. MANUEL ARBUTHALAGA OCHOA	

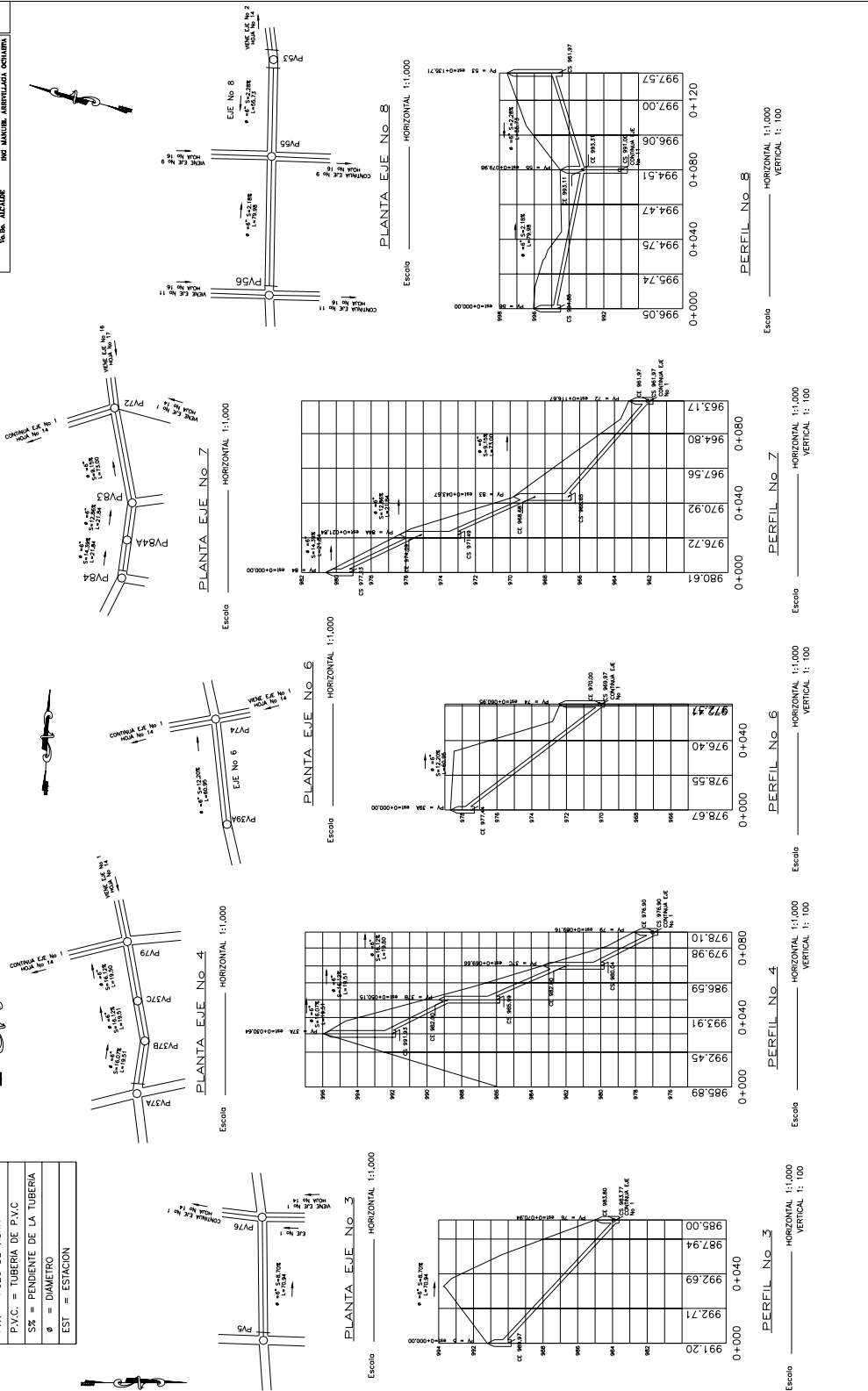
**CURVAS DE NIVEL**  
Escala: 1:1,000





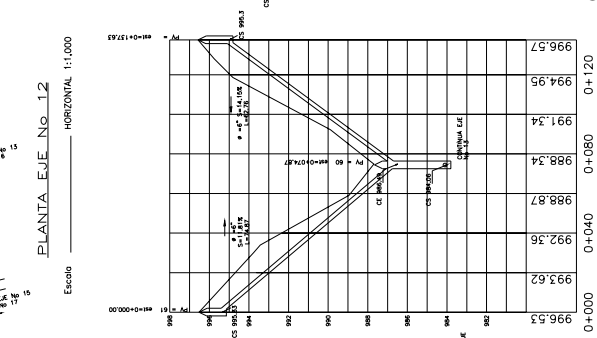
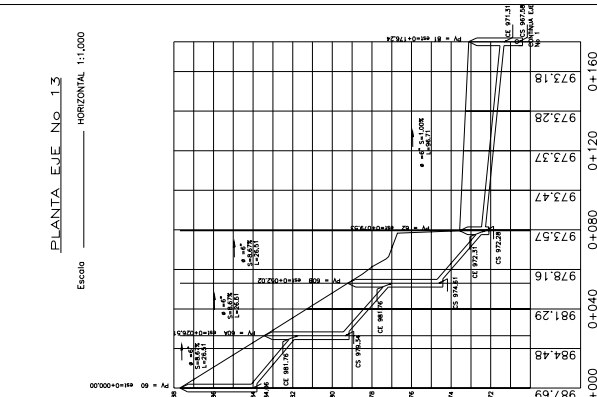
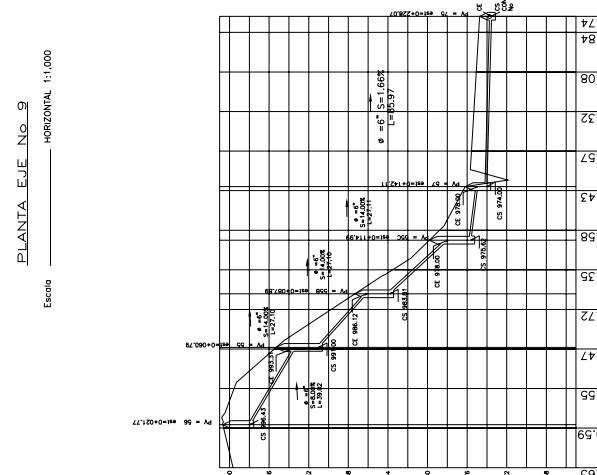
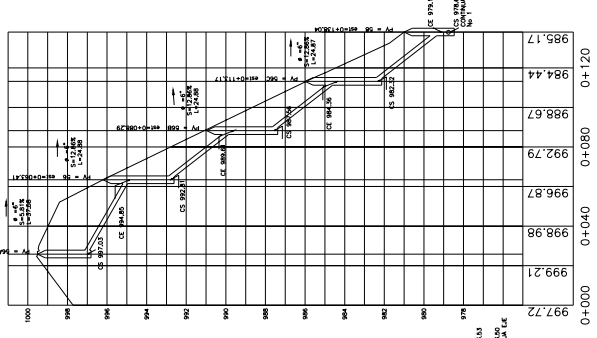
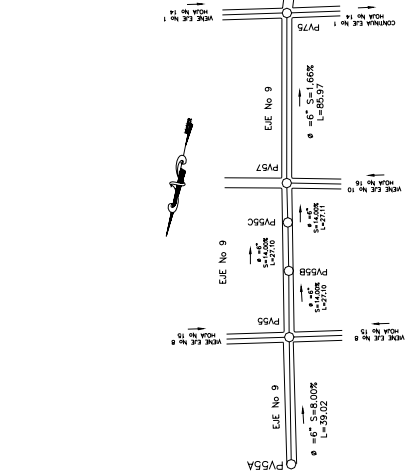
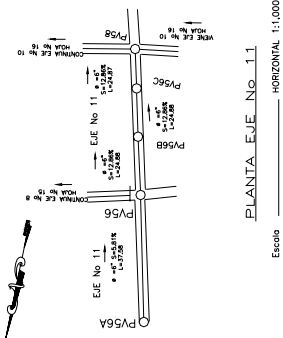
PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALCEGA Y SERRA	
RENDA: INICIADA	DRENAJE SANITARIO SECTOR 3
PROYECTO: CONTINUA	PLANTA PERFIL
FECHA: 08/06/2006	EJES NO 3, 4, 6, 7, 8
ELABORADO: J. J. J. J.	16/26
REVISADO: J. J. J. J.	
% de APLICACION: 100% MANTENIMIENTO, REPARACIONES, OBRAS	

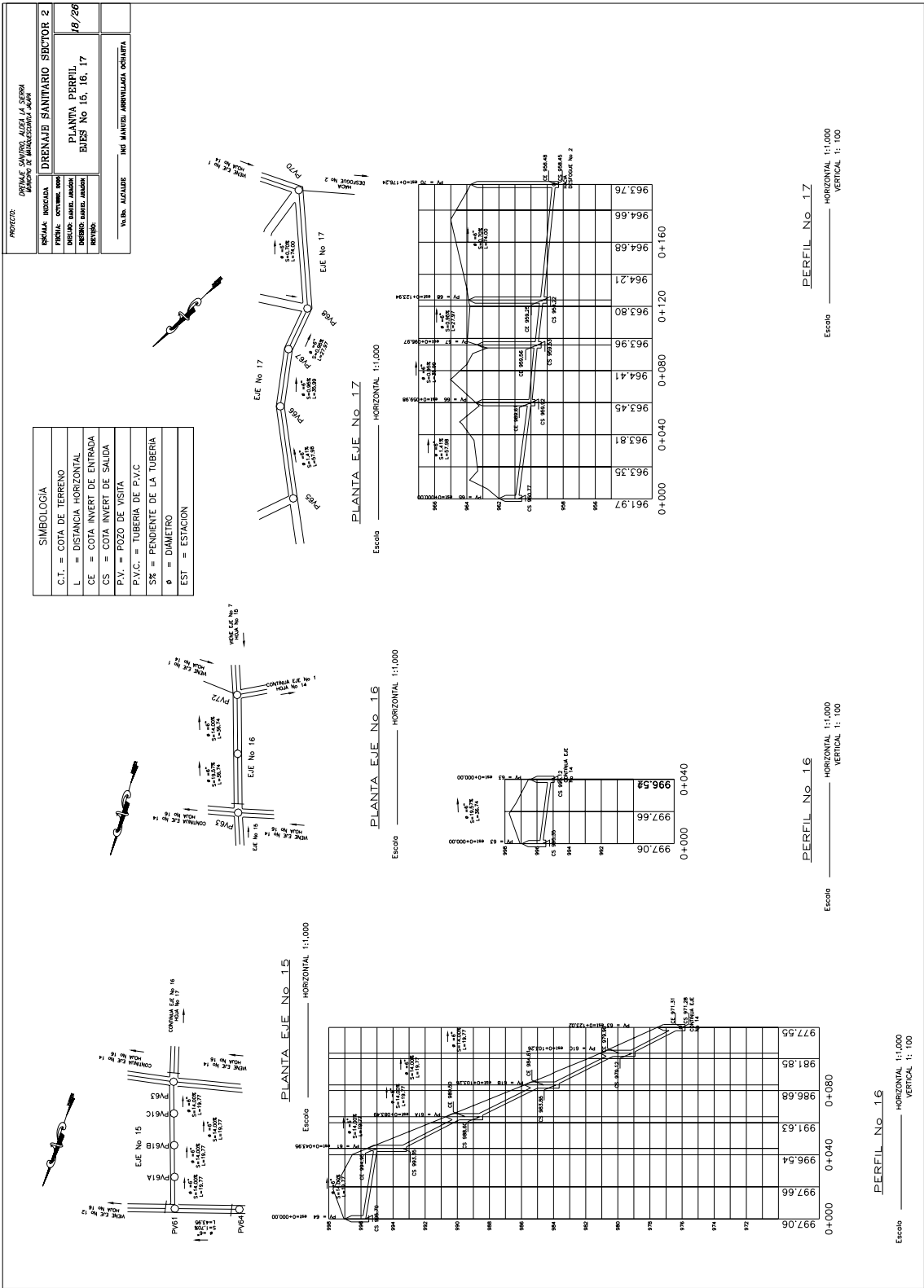
SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISTA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
%	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
φ	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



PROYECTO:	DEINAE SANITARIO ALDEA LA SIERRA Municipio de ARACAJÓ, GUAYAMA
BRANCHA:	INDUSTRIAL
FECHA:	17/26
DISEÑO:	PLANTA PERFIL EJES No. 9, 10, 11, 12, 13
REVISOR:	ING. MANUEL ABENTALLA OCTUBIA

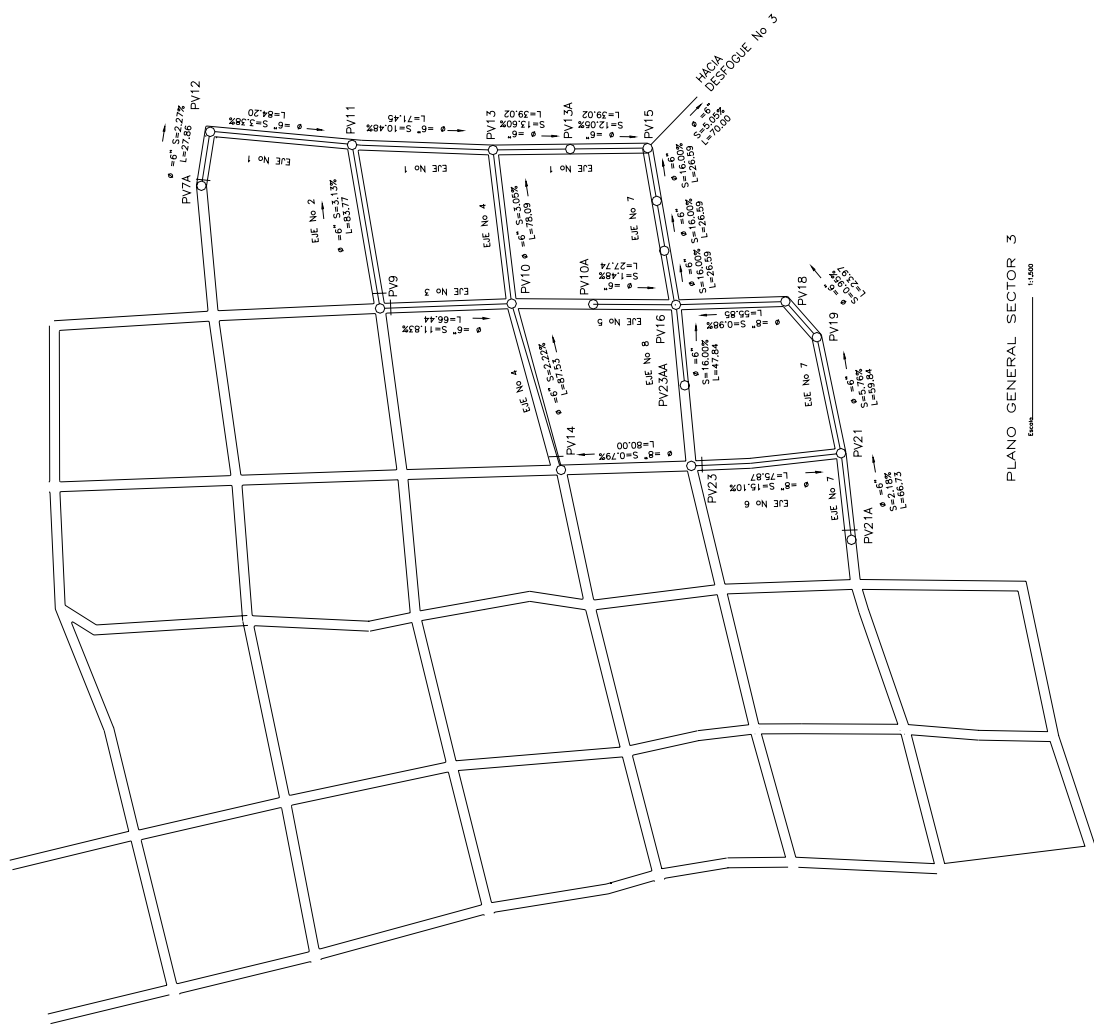
SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISTA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C.
SK	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION





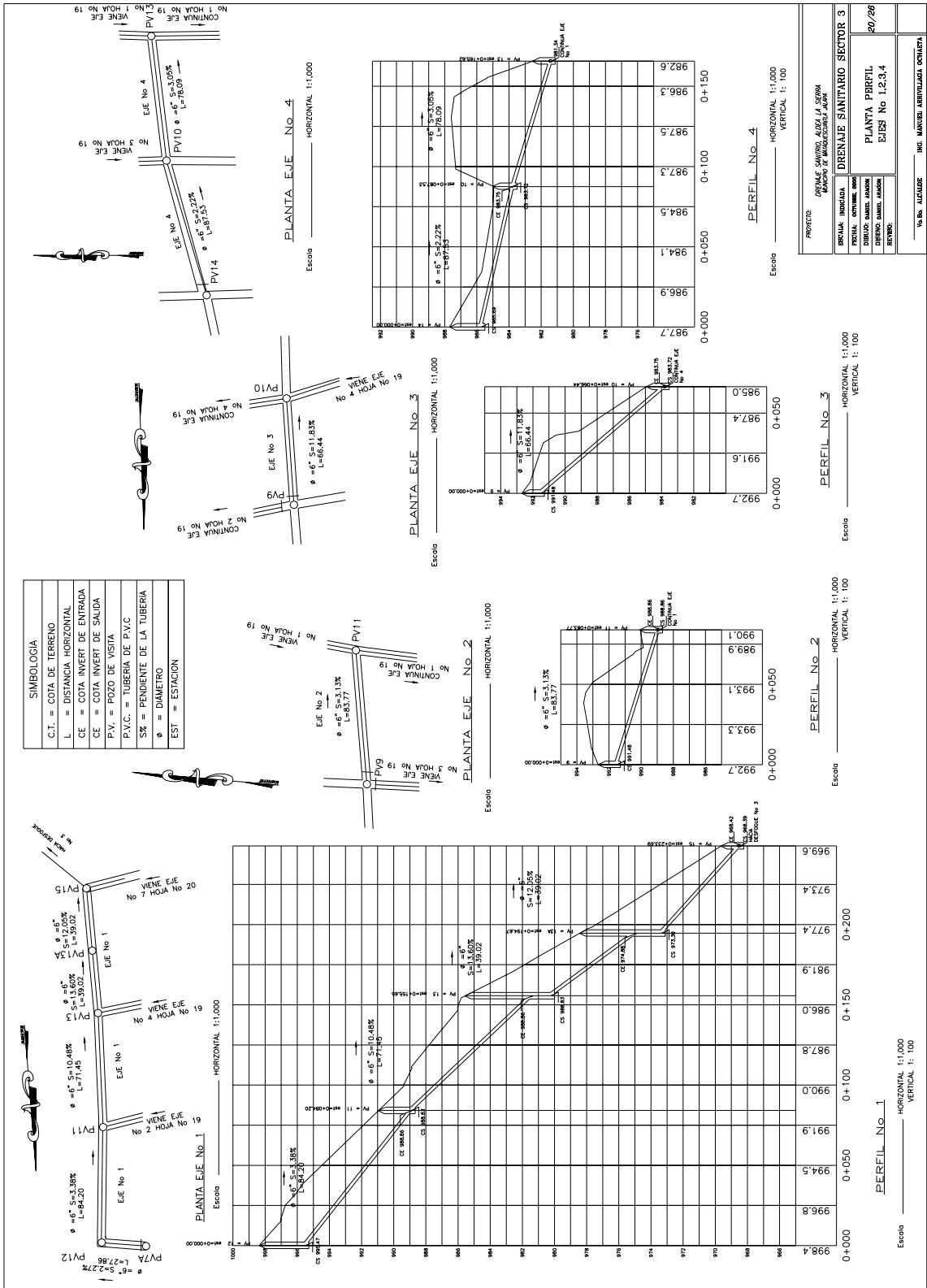


SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CE	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C.
SR	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
φ	= DIAMETRO
EST	= ESTACION

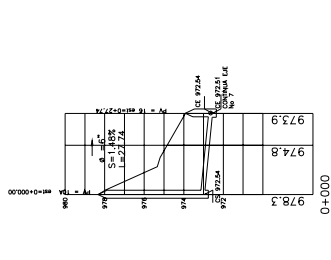
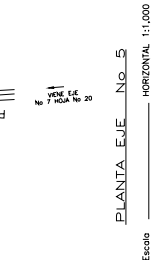
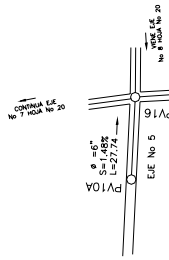


PROYECTO: DRENAJE SANITARIO ALDEA LA ESPERA	
PARTE DE PROYECTO: DRENAJE	
FECHA: INICIADA	DRENAJE SANITARIO SECTOR 3
FECHA: COTADA	19/28
FECHA: ZANAR	PLANO GENERAL
FECHA: DIBUJAR	
FECHA: REVISAR	
ING. EN CARGOS	ING. MARCELO AGUIRRE OCHOA

PLANO GENERAL SECTOR 3  
Escala: 1:1,000

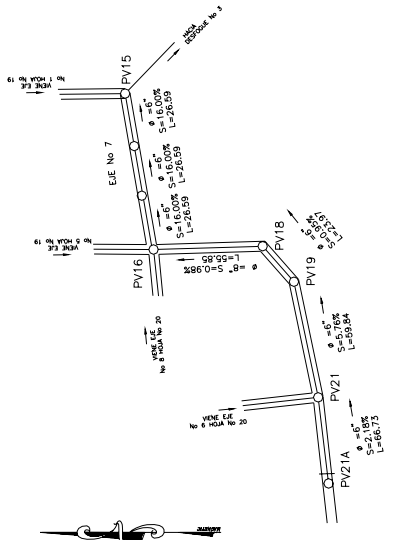


SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
SA	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



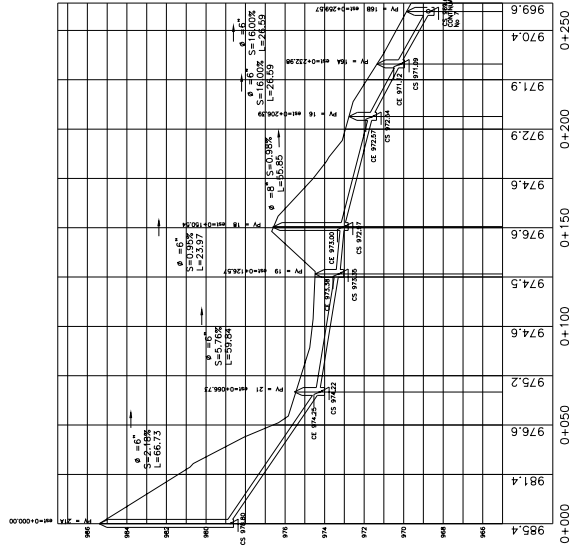
Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000  
VERTICAL 1: 100

PERFIL NO. 5



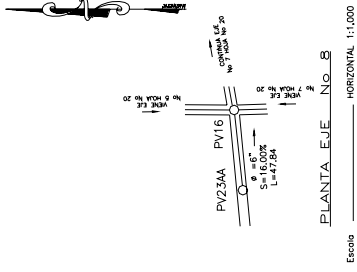
Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000

PLANTA EJE No. 7



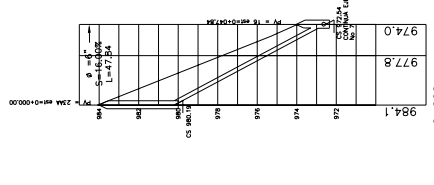
Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000  
VERTICAL 1: 100

PERFIL NO. 7



Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000

PLANTA EJE No. 8

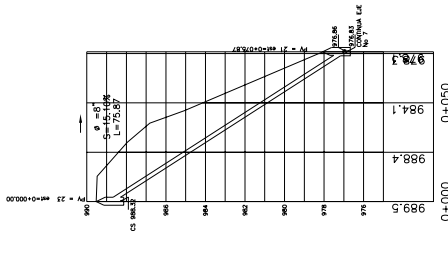


Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000  
VERTICAL 1: 100

PERFIL NO. 8

PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO ALDEA LA SERENA MUNICIPIO DE MINGOCORONA JUNON
BRECHAL:	URUBAMBA
PERFIL:	URUBAMBA
DISEÑO:	DISEÑO SANITARIO
REVISOR:	DISEÑO SANITARIO
ING. EN CARRO:	ING. MANUEL ARISTIZAGA CORTIÑA

PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO SECTOR 3
BRECHAL:	URUBAMBA
PERFIL:	URUBAMBA
DISEÑO:	DISEÑO SANITARIO
REVISOR:	DISEÑO SANITARIO
ING. EN CARRO:	ING. MANUEL ARISTIZAGA CORTIÑA



Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000  
VERTICAL 1: 100

PERFIL NO. 6

Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000

PLANTA EJE No. 5

Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000

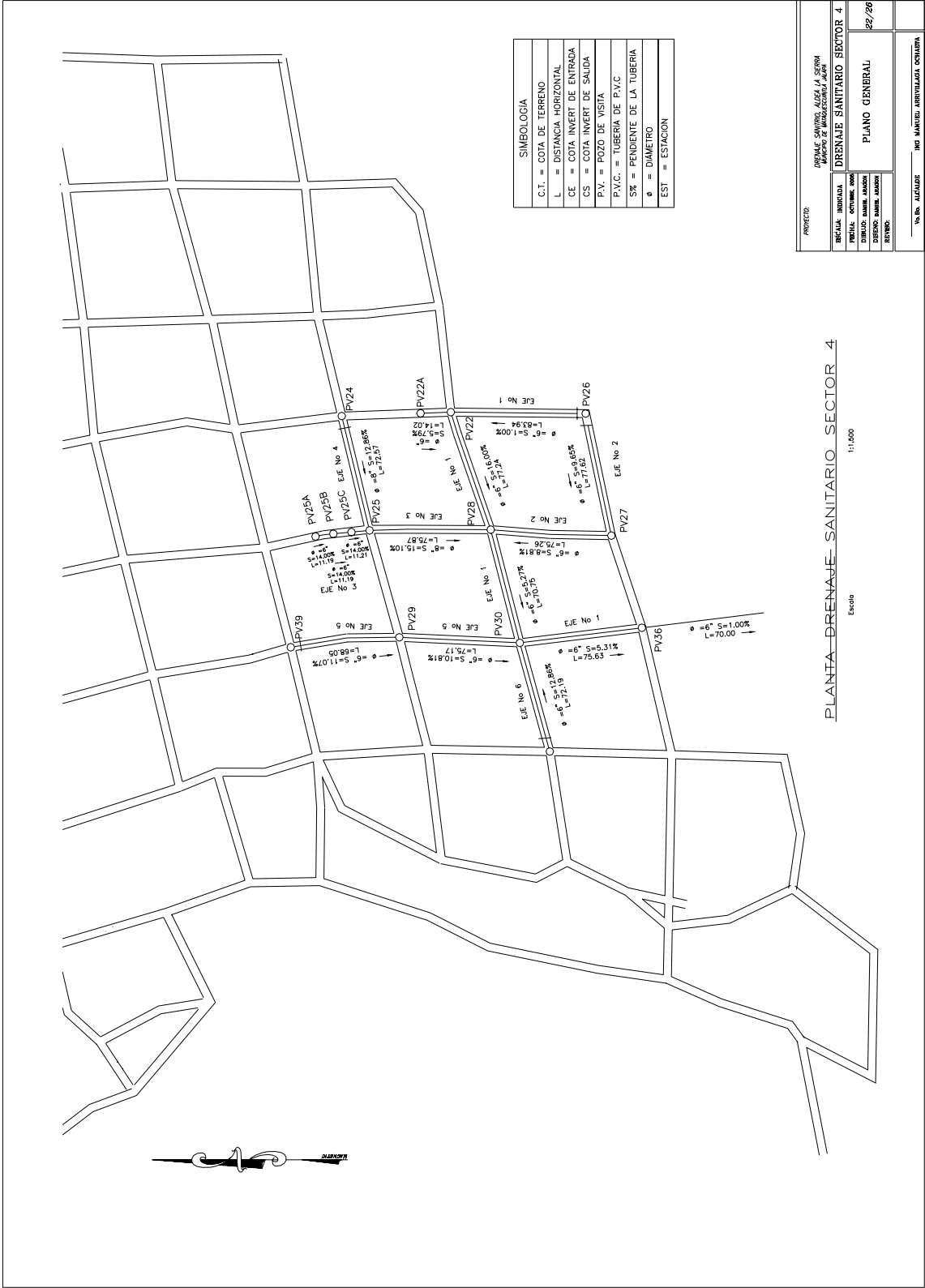
PLANTA EJE No. 6

Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000

PLANTA EJE No. 7

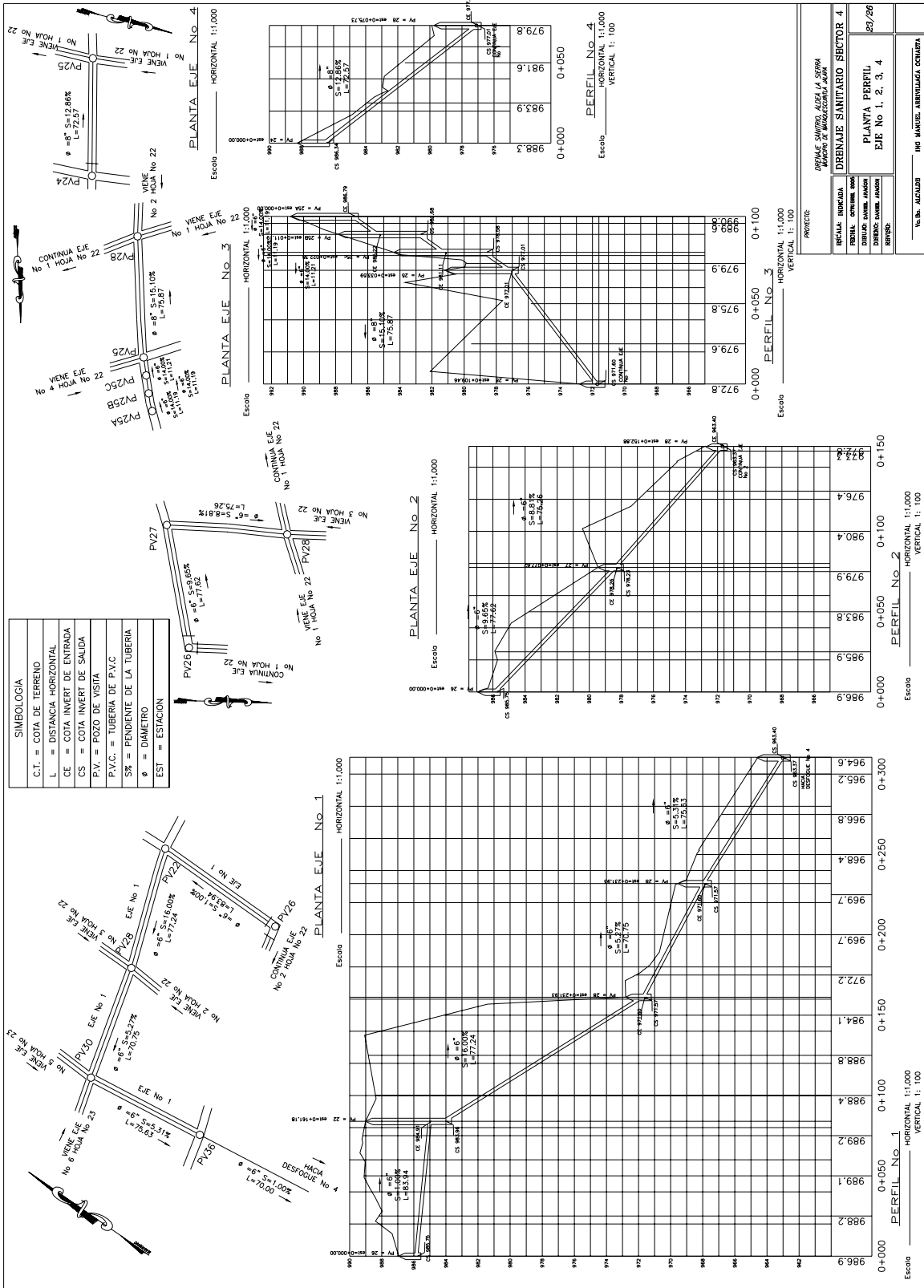
Escala \_\_\_\_\_ HORIZONTAL 1:1,000

PLANTA EJE No. 8



SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
S%	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



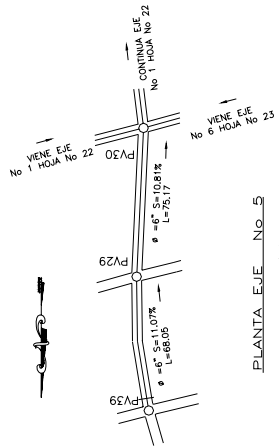
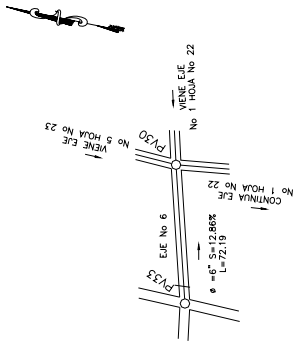


SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
SK	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION

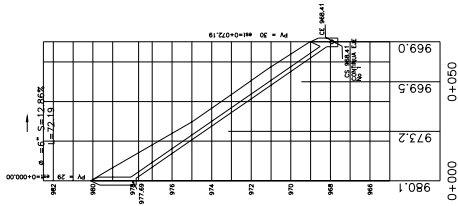
PROYECTO:		OPERALES CAMEROS ALDEA LA SERENA MUNICIPIO DE MANIZALES, CALDAS
ESCALA:	HORIZONTAL:	1:1,000
ESCALA:	VERTICAL:	1:100
DISEÑO:		ING. MANUEL AMBIVALLA OCHOA
REVISOR:		
FECHA:		20/09/20
TÍTULO:		DRENAJE SANITARIO SECTOR 4
EJE:		No. 1, 2, 3, 4
PLANTA:		PERFIL



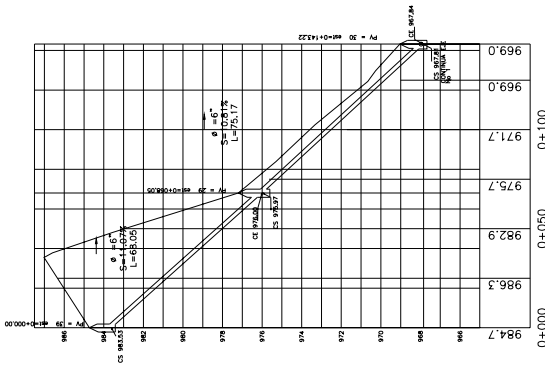
SIMBOLOGIA	
C.T.	= COTA DE TERRENO
L	= DISTANCIA HORIZONTAL
CE	= COTA INVERT DE ENTRADA
CS	= COTA INVERT DE SALIDA
P.V.	= POZO DE VISITA
P.V.C.	= TUBERIA DE P.V.C
SP	= PENDIENTE DE LA TUBERIA
Ø	= DIAMETRO
EST	= ESTACION



PLANTA EJE NO. 6  
Escala: HORIZONTAL 1:1,000



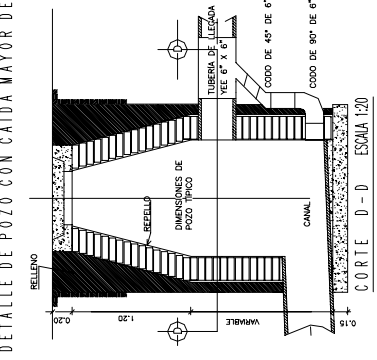
PERFIL NO. 6  
Escala: HORIZONTAL 1:1,000  
VERTICAL 1: 100



PERFIL NO. 5  
Escala: HORIZONTAL 1:1,000  
VERTICAL 1: 100

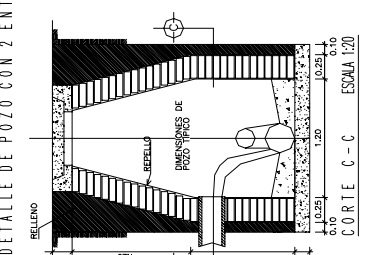
PROYECTOR:	DIPLOMA SANTIAGO ALBERT LA SERRA MAESTRO DE MAQUINISTAS JUBON		
BRANCA:	INDICADA	DRENAJIO SANITARIO SECTOR 4	
PROYECTO:	CONTRATO 0001	94/26	
DISEÑO:	JUBON JUBON	PLANTA PERIFU EJE No 5, 6	
REVISOR:	JUBON JUBON		
% SR. ALZABERT		ING. MANUEL ARRIETUAGA OTERO	

POZO DE VISITA TIPOICO



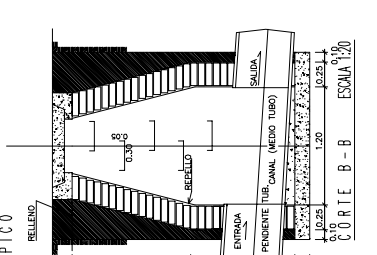
CORTE A-A ESCALA 1:20

DETALLE DE POZO CON 2 ENTRADAS



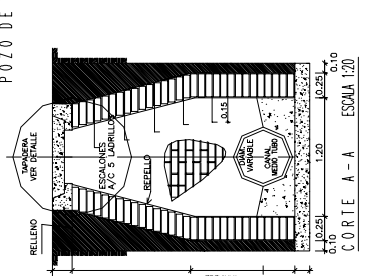
CORTE C-C ESCALA 1:20

DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70 m



CORTE D-D ESCALA 1:20

PLANTA DEL POZO



PLANTA D-D ESCALA 1:20

PLANTA DEL POZO



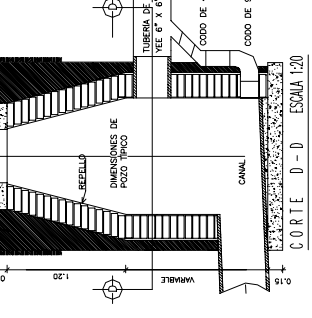
PLANTA C-C ESCALA 1:20

PLANTA DEL POZO



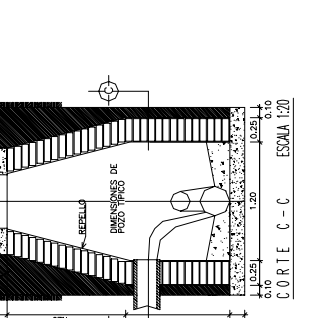
PLANTA B-B ESCALA 1:20

TAPADERA DEL POZO



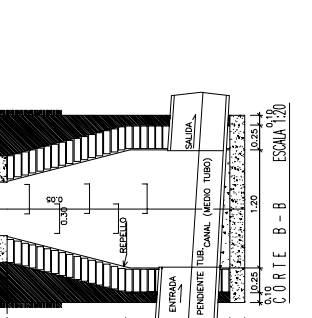
TAPADERA DEL POZO ESCALA 1:100

DETALLE BROCAL POZO



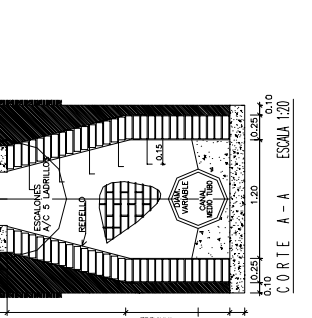
DETALLE BROCAL POZO ESCALA 1:20

DETALLE DE ESCALON



DETALLE DE ESCALON ESCALA 1:10

DETALLE DE ESCALON



DETALLE DE ESCALON ESCALA 1:10

DETALLE DE ESCALON

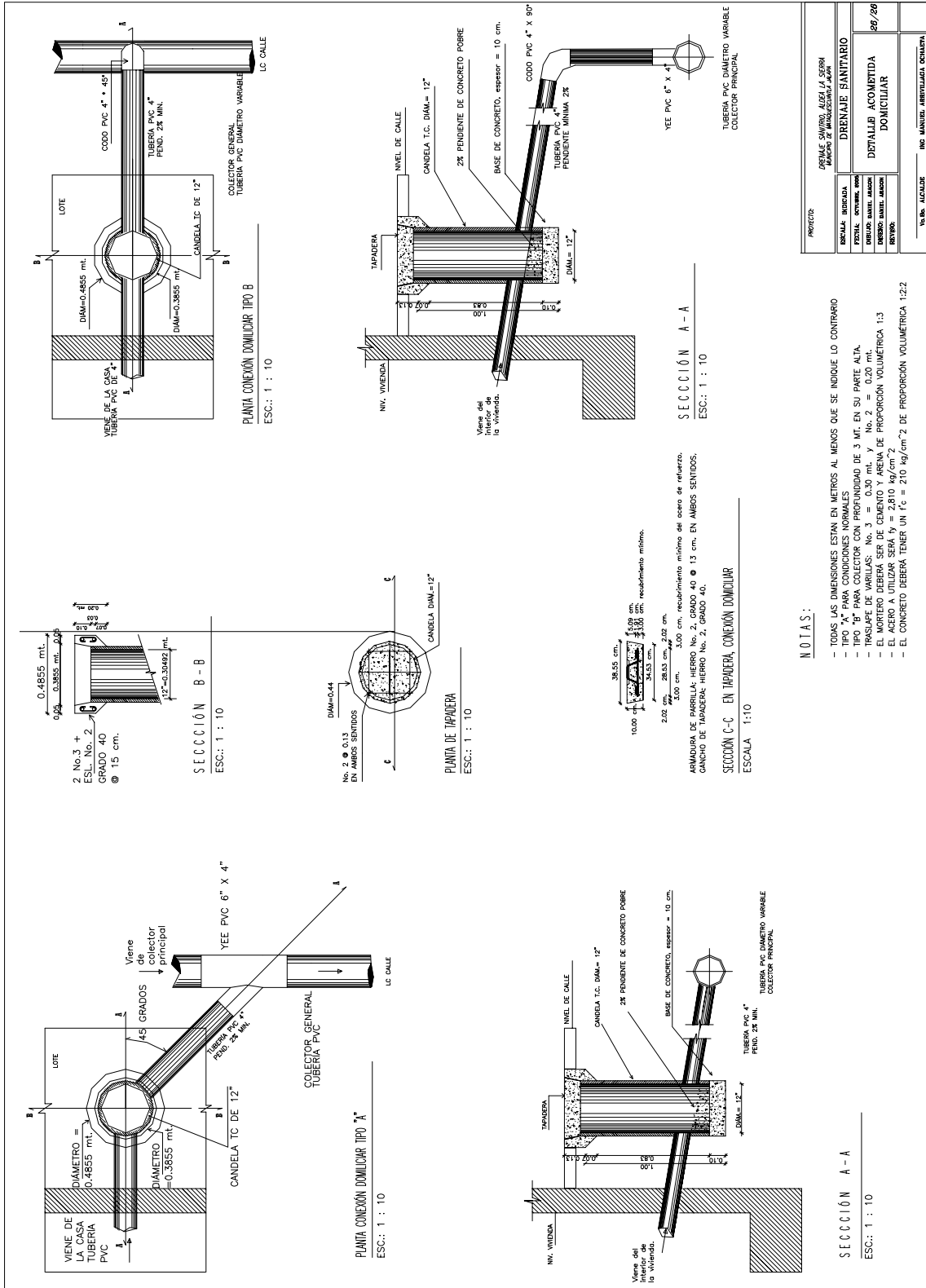


DETALLE DE ESCALON ESCALA 1:10

NOTAS:

- LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS DE VISITA PARA COLECTORES DE 6" SERA DE 6"
- SE USARA TUBERIA PVC NORMA ASTM F-949 EN EL COLECTOR GENERAL Y EN LAS CONEXIONES DOMICILIARES CON SUS RESPECTIVOS ACCESORIOS.
- EL MORTERO DEBERA SER CEMENTO Y ARENA DE PROPORCION VOLUMETRICA 1:3
- LOS BROCALES Y TAPADERAS DEBEN CURARSE SEGUN ESPECIFICACIONES DE A.C. ANTES DE INSTALAR.
- EL ACERO A UTILIZAR SERA  $f_y = 2.810 \text{ kg/cm}^2$  Y  $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (PROPORCION VOLUMETRICA 1:2:2)

PROYECTOR:	DRENAJE SANITARIO
DISEÑADA POR:	ING. MARCELO JUBERTILLAGA OCHEREA
PROYECTADO POR:	ING. MARCELO JUBERTILLAGA OCHEREA
REVISADO POR:	ING. MARCELO JUBERTILLAGA OCHEREA
APROBADO POR:	ING. MARCELO JUBERTILLAGA OCHEREA
FECHA:	20/20
PROYECTO:	DRENAJE SANITARIO
CLIENTE:	DRENAJE SANITARIO
UBICACION:	DRENAJE SANITARIO
ESCALA:	20/20



PROYECTO: DRENAJE SANITARIO

DETALLE: DRENAJE SANITARIO

ESCALA: 1:10

NO. DE HOJA: 29/29

UNIDAD: METROS CUADRADOS

FECHA: 2010

PROYECTISTA: DR. MANUEL AMBROSIO GARCIA

**NOTAS:**

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS AL MENOS QUE SE INDIQUE LO CONTRARIO
- TIPO DE PAVIMENTO: PAVIMENTO COMERCIAL DE 3 MT. EN SU PARTE ALTA.
- TRASFLE DE VARILLAS: No. 3 = 0.30 mt. No. 2 = 0.20 mt.
- EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE PROPORCION VOLUMETRICA 1:3
- EL ACERO A UTILIZAR SERA fy = 2,810 kg/cm<sup>2</sup>.
- EL CONCRETO DEBERA TENER UN f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup> DE PROPORCION VOLUMETRICA 1:2:2

**SECCIÓN A - A**

ESC.: 1 : 10