



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

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
EL BARRIO TIKAJAL DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

Cástulo Aroldo Amézquita Godínez

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, septiembre de 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA
EL BARRIO TIKAJAL DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS,
DEPARTAMENTO DE PETÉN**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CÁSTULO AROLDO AMÉZQUITA GODÍNEZ
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2006

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympos Paiz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Álvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Julio Luna Aroche
EXAMINADOR	Ing. Ronny Mayorga Licona
EXAMINADOR	Ing. Byron Pivaral Albarizaes
SECRETARIO	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO TIKAJAL DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN,

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil el 17 de abril de 2006.

Cástulo Aroldo Amézquita Godínez

AGRADECIMIENTO A:

DIOS

Ser supremo que me dio la vida, que me guió y me fortaleció, brindándome su compañía y bendiciones para obtener este triunfo.

Dirección General de Límites y Aguas Internacionales Por todo el apoyo que me brinda.

Mi asesor

Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Por su valiosa asesoría a este trabajo de graduación.

La Municipalidad de San Luis, Petén

Por darme la oportunidad de realizar mi Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en especial al señor alcalde Noé González Amézquita.

La Facultad de Ingeniería

Por formarme como profesional.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Por ser el templo del conocimiento.

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

José Luis Amézquita Aguilar (Q.E.P.D.) y
Marta Lidia Godínez Velásquez.

Por su amor eterno, esfuerzo y sabios
consejos.

Mis hermanos

Por el sacrificio y apoyo brindado y en
especial a Rony Alfredo Amézquita
Godínez, por haberme marcado el camino
a seguir para cumplir las metas
propuestas (Q.E.P.D)

Mi esposa

Lesvia, por su amor incondicional y por
estar a mi lado en cada momento.

Mi hija

Klariza , por ser el motivo de superación y
que esta etapa de mi vida sea un ejemplo
de lucha para alcanzar sus metas.

Mis sobrinos

Con mucho cariño y afecto.

Mis amigos

Con aprecio.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	1
1.1. BARRIO TIKAJAL	1
1.1.1. Ubicación geográfica	2
1.1.2. Colindancias	2
1.1.3. Topografía	2
1.1.4. Suelo	2
1.1.5. Clima	2
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	4
1.4. Actividad económica	5

1.4.1. Comercio	5
1.4.2. Producción	5
2. DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO	7
2.1. Estudio de población.	7
2.1.1. Predicción de población futura a servir	7
2.2. Estudios topográficos	8
2.2.1. Levantado topográfico	8
2.2.2. Cálculo topográfico	8
2.2.3. Levantamiento topográfico del plano de densidad de vivienda	9
2.3. Consideraciones del sistema sanitario	10
2.3.1. Selección de ruta	10
2.3.2. Área tributaria	10
2.3.3. Población de diseño	11
2.3.4. Integración del caudal sanitario	11
2.3.5. Diámetro de tubería	11
2.3.6. Cotas Invert	12
2.3.7. Velocidad de la tubería a sección llena	13
2.3.8. Capacidad a tubo lleno	14
2.3.9. Flujo en secciones parcialmente llenas	14
2.3.10. Pendiente de tubería (s)	15
2.3.11. Velocidad de caudal negro (v)	15
2.3.12. Altura de tirante (d)	16
2.3.13. Normas para colocación de tubería	16
2.3.14. Volumen de excavación	19
2.4. Diseño de la red de alcantarillado sanitario	20
2.4.1. Bases de diseño	20
2.4.2. Cálculo de alcantarillado sanitario	23

2.4.3. Presupuesto proyecto de alcantarillado sanitario	27
2.4.4. Cronograma de ejecución, proyecto de drenajes	30
2.4.5. Impacto ambiental	31
2.4.6. Evaluación socioeconómica	34
2.4.6.1. Valor Presente Neto (V. P. N.)	
2.4.6.2. Tasa Interna de Retorno (T. I. R.)	
3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	41
3.1. Obras de arte	41
3.2. Tubería	42
4. RIESGO Y VULNERABILIDAD	43
5. MEDIDAS DE MITIGACIÓN	55
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	67
• Planos: planta general, planta - perfil y detalles	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Mapa de ubicación y localización 1:50,000	1
2	Esquema de la conexión domiciliar de drenaje	13
3	Esquema de la profundidad de tubería	17
4	Esquema del volumen de excavación	19

TABLAS

I	Profundidad mínima de la cota Invert para evitar ruptura (cm.)	18
II	Ancho de zanja de acuerdo al diámetro de la tubería	18
III	Memoria de cálculo proyecto de alcantarillado sanitario	23
IV	Presupuesto proyecto de alcantarillado sanitario	27
V	Cronograma de ejecución, proyecto de drenajes	30

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
ACI	American Concrete Institute
ASTM	Sociedad Americana para pruebas y materiales
D	Altura del tirante de agua dentro de la alcantarilla
D	Diámetro de la tubería a sección llena
d/D	Relación de tirantes
E	Estación
FHM	Factor de hora máxima (adimensional)
gpm	Galones por minuto
H	Altura
Hf	Pérdida de carga expresada en metros
HG	Hierro galvanizado
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
IVA	Impuesto al valor agregado
Km²	Kilómetro cuadrado
Q	Caudal a sección llena
R	Radio hidráulico
L/s	Litros por segundo
Lts./hab./día	Litros por habitante por día
m	Metro
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m/s	Metro por segundo
Mca	Metros columna de agua
msnm	Metros sobre el nivel del mar

Mm	Milímetros
m³/seg	Metro cúbico por segundo
DH	Distancia horizontal
V	Velocidad del flujo en la alcantarilla
V	Velocidad del flujo a sección llena
Q	Caudal de diseño
v/V	Relación de velocidades
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
N	Coefficiente de rugosidad
S%	Pendiente en porcentaje
PV	Pozo de visita

GLOSARIO

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

cimentación	nivel determinado.
Cota de terreno	Altura de un punto de terreno, referido a un nivel determinado.
Cota Invert	Es la cota de la parte inferior del diámetro interno de la tubería.
Descarga	Salida de agua de desecho en un punto determinado.
Dotación	Estimación de la cantidad promedio de agua que consume cada habitante en un día.
Factor de rugosidad	Factor que expresa el tipo de superficie de la tubería.
Karst	Tipo de relieve de las regiones formadas por calizas y otras rocas calcáreas a causa de su permeabilidad.
Monografía	Breve descripción sobre las características físicas, económicas, sociales y culturales de una región.
Pendiente	Inclinación respecto a una línea horizontal.
Período de diseño	Tiempo durante el cual la obra diseñada prestará un servicio satisfactorio.
Presión	Es la fuerza ejercida sobre un área determinada.

Tratamiento

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, contiene un informe sobre el barrio Tikajal que integra el municipio de San Luis, Petén; en el que se elaboró una investigación diagnóstico acerca de sus necesidades y servicios básicos.

Se desarrolló el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el barrio Tikajal del municipio de San Luis, Petén; para el efecto, primero se procedió al levantamiento topográfico. Con la información de campo se hizo el diseño hidráulico; habiéndose considerado las normas generales para el diseño de redes de alcantarillado sanitario y otros parámetros como período de diseño, caudal de diseño, comprobación de las relaciones hidráulicas d/D ; q/Q y v/V . Posteriormente, se elaboró el juego de planos y el presupuesto del mismo.

En este barrio se diseñó un drenaje; con tubería de PVC norma ASTM 3034, de varios diámetros con pozos de visita.

OBJETIVOS

General

Contribuir al desarrollo integral del barrio Tikajal, del municipio de San Luis, Petén, con 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. Diseñar la red de alcantarillado sanitario para la recolección de aguas servidas, como proyecto útil y necesario, tanto para la población actual como futura del barrio Tikajal, San Luis, Petén.
2. Establecer parámetros para el óptimo desarrollo de la administración, operación y mantenimiento de la red del alcantarillado sanitario para el barrio Tikajal, San Luís, Petén.
3. Capacitar a los miembros del comité del el barrio Tikajal, respecto de aspectos de mantenimiento y operación del sistema de alcantarillado sanitario

INTRODUCCIÓN

El presente anteproyecto contiene una breve relación del contenido que tendrá el “DISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO PARA EL BARRIO TIKAJAL DEL MUNICIPIO DE SAN LUIS, DEPARTAMENTO DE PETÉN”, para poder ser evaluado en forma apropiada.

El barrio Tikajal contiene una población actual de 1,120 habitantes, proyectándose un incremento de 2,229 habitantes en 20 años y 4,435 habitantes en 40 años. Dicho aumento hace notable los grandes problemas de salubridad que se reflejan en la gran demanda de servicios públicos, principalmente en drenajes sanitarios.

En dicha comunidad no se cuenta actualmente con drenajes sanitarios; como consecuencia de esto, se ha decidido elaborar el diseño del alcantarillado sanitario, como parte del E. P. S.

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

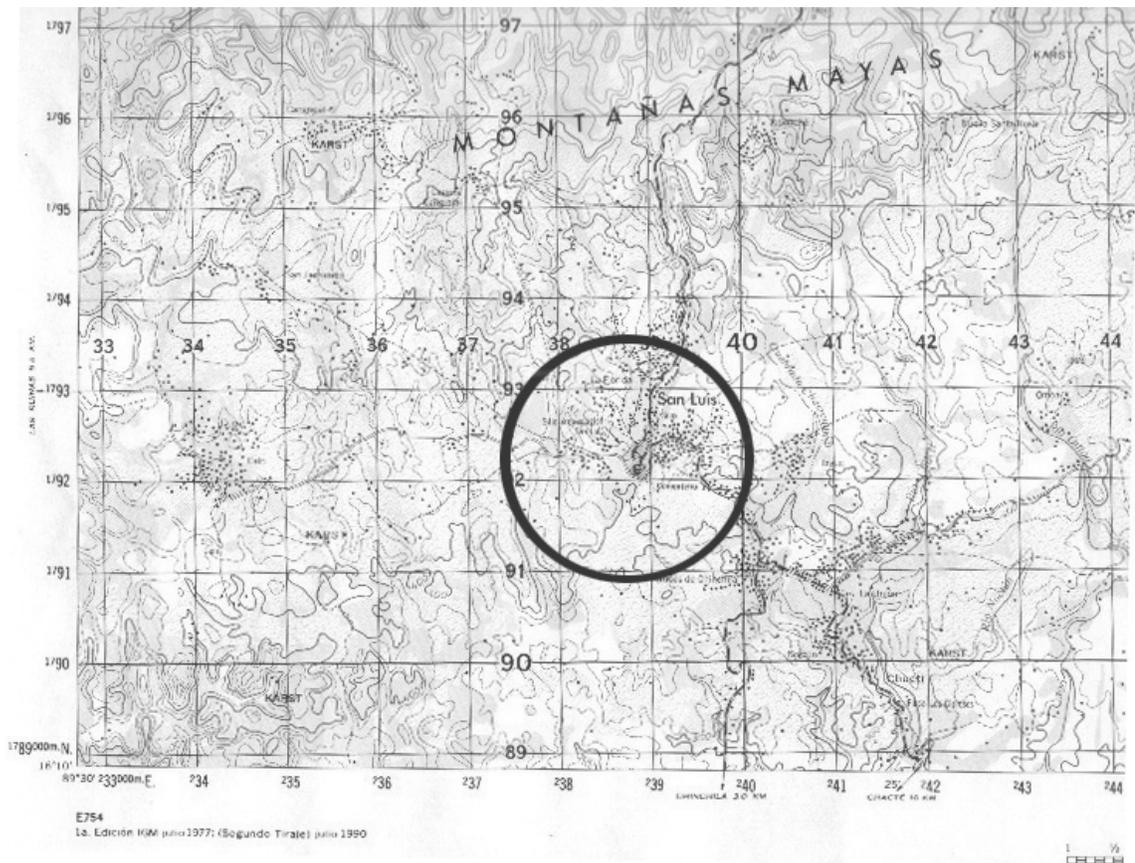
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1. Barrio Tikajal

1.1.1. Ubicación geográfica

El barrio está localizado en el nor-oeste de la cabecera municipal, en la salida al caserío Caín, de esta jurisdicción municipal.

Figura 1. Mapa de ubicación



1.1.2. Colindancias

El barrio Tikajal colinda al norte con terrenos del ejido municipal y caserío Caín, al sur con los barrios El Centro y Bethel, al este con el barrio El Estadio y al oeste con terrenos del ejido municipal.

1.1.3. Topografía

En toda su extensión, el barrio es de topografía quebrada, con muchas montañas. Parte del área tiene cobertura boscosa y cuenta con el río Ixhohá.

1.1.4. Suelo

El suelo del barrio Tikajal está conformado por Karst sumamente meteorizado; la textura y consistencia del suelo superficial y subsuelo son arcilla plástica con un espesor de 15 a 30 cm., propios del Cinturón Plegado del Lacandón y de las estribaciones de las Montañas Mayas. Se desarrolló sobre rocas calizas suaves. Aproximadamente cubren 7000 km² en conjunto.

1.1.4. Clima

El clima en el barrio Tikajal es cálido y la temperatura se mantiene entre los rangos de 20° C mínimo y 31° C máximo según la estación “Mi Ilusión” (INSIVUMEH) del municipio de San Luis. Por lo general, las precipitaciones son frecuentes en la época lluviosa, por las tardes y en las noches, permitiendo durante esta época, que la temperatura disminuya y sea más fresco el ambiente.

1.2. Demografía y situación social

1.2.1. Población

Los datos de la población se obtuvieron a través del censo levantado por la unidad de E. P. S. y con la colaboración de la comunidad. El número de viviendas es 160.

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

Para llegar al barrio Tikajal se puede tomar tres rutas principales que conducen de la cabecera municipal: la primera ruta es por el barrio El Estadio pasando por el Instituto de Educación Básica y la Escuela Primaria Bilingüe Maya-Mopán, que es carretera de terracería; la segunda, es por la calle principal de San Luis, pasando por la Iglesia Evangélica Príncipe de Paz (pavimentada) y la tercera, es pasando por el barrio Bethel, que es de terracería.

1.3. Servicios

1.3.1. Educación

En el barrio Tikajal funciona una Escuela Primaria Oficial Bilingüe, en la cual se imparte la enseñanza en dos idiomas: castellano y Maya Mopán.

1.3.2. Drenajes

El barrio Tikajal no tiene 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

No existe un puesto de salud del gobierno. Cuando se presentan enfermedades, se recurre al traslado del enfermo a un puesto de salud ubicado en el barrio El Centro.

1.3.4. Transporte

El transporte que se dirige al Caserío Caín es utilizado por el barrio Tikajal. Este servicio es prestado a cada hora.

1.3.5. Electricidad

El 95 % de la población del barrio Tikajal cuenta con energía eléctrica.

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 existen comercios como: bodegas de granos básicos y sastrerías.

1.4.2. Producción

La actividad principal es la agricultura; entre los principales cultivos se encuentran: maíz y frijol. 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. DISEÑO DE ALCANTARILLADO SANITARIO

2.1. Estudios de población

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.

2.1.1. 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:

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

$$Pf = 4,435 \text{ habitantes}$$

Pf = Población futura (habitantes)

Pa = Población actual (habitantes)

r = Tasa de crecimiento (según I. N. E. = 3.5 %)

n = Período de diseño (años)

Pa = 1120 habitantes r = 0.035

Pf = 4435 habitantes n = 40 años

2.2. Estudios topográficos

2.2.1. 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, alineación municipal de edificios y su ubicación, 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.

2.2.2. 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-2
- Estadia
- Cinta métrica de 100 metros
- Plomada de centro
- Estacas

2.2.2.1. 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

2.2.3. 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. De la encuesta sanitaria se obtuvo un factor de 7 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 con base en el último censo existente.

De este plano se obtiene un dato de un total de 160 casas, de las cuales ninguna tiene servicio de alcantarillado sanitario y todas se tomaron en cuenta para el presente proyecto.

2.3. Consideraciones del sistema sanitario

2.3.1. Selección de ruta

Al realizar la elección de la ruta se considerarán 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 a mayor profundidad.
- d) Evitar, en lo posible, dirigir el agua en contra de la pendiente del terreno.

2.3.2. Área tributaria

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

2.3.3. Población de diseño

Para determinar la población de diseño, se tomó una densidad poblacional de 7 habitantes por vivienda de un total de 160 viviendas, obteniendo una población actual

Pa = 1120 habitantes; como tasa de incremento $r = 3.5\%$ (según I. N. E.) y como período de diseño $n = 40$ años, según la fórmula:

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

$$Pf = 1120 * (1 + 3.5)^{40}$$

$$Pf = 4,435 \text{ habitantes}$$

2.3.4. 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.

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

2.3.5. 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 dependerá de la pendiente, velocidad y del tirante. La tubería a utilizar en este proyecto es de 6 y 8 pulgadas de diámetro en PVC, Norma ASTM 3034.

2.3.6. 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, todas de igual diámetro, una de corrimiento y otra inicial, la 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 otra 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.

2.3.7. Velocidad de la tubería a sección llena

Para el diseño del alcantarillado sanitario, debe tenerse 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:

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

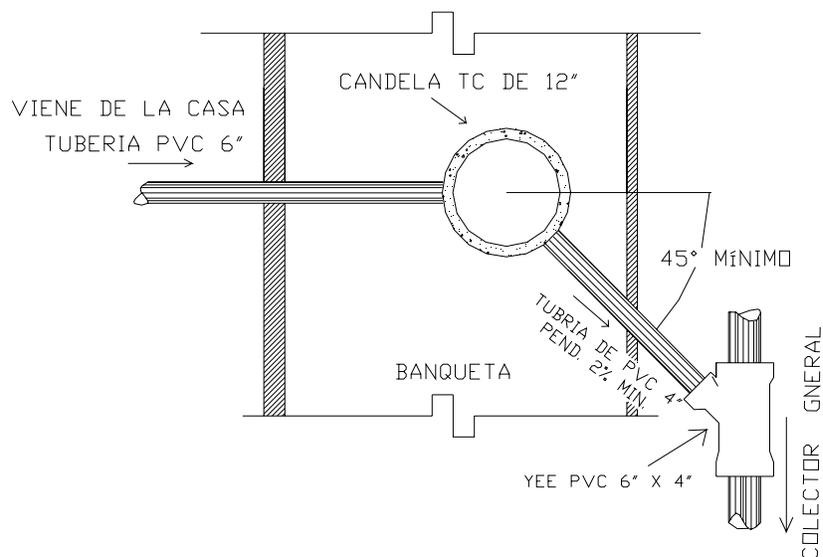
n = Coeficiente adimensional de rugosidad de Manning

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.



2.3.8. Capacidad a tubo lleno

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

Q = caudal a tubo lleno, m³/s

A = área de la tubería, m²

V = velocidad a sección llena, m/s

2.3.9. 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 con el 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.

2.3.10. 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 tiene 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

2.3.11. 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 para 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.

2.3.12. 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.

2.3.13. 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 que puedan causar 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:

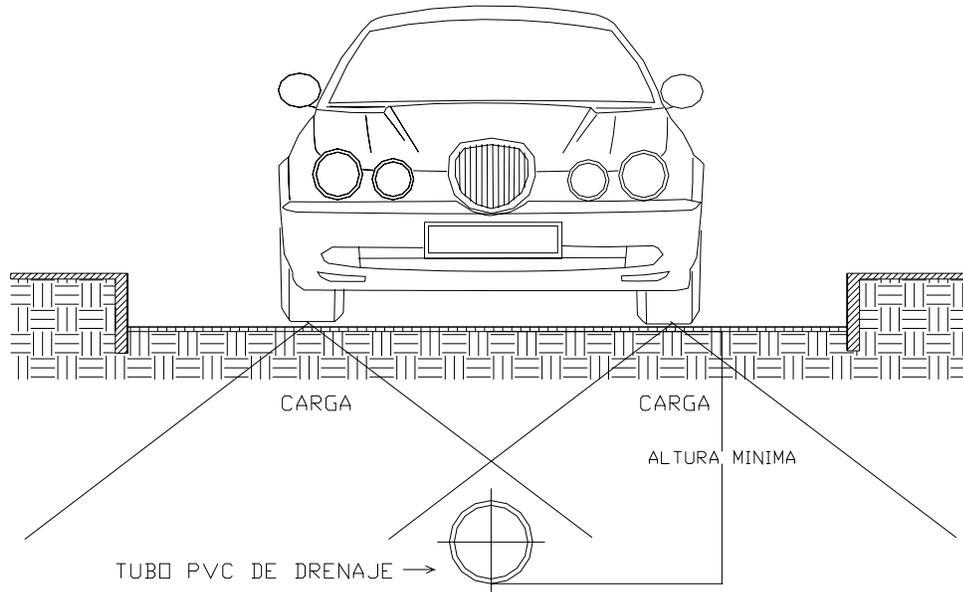
Para tráfico normal (menor a 200 quintales) = 1.00 metros

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

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

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

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 I. 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 II. 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

2.3.14. 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^3

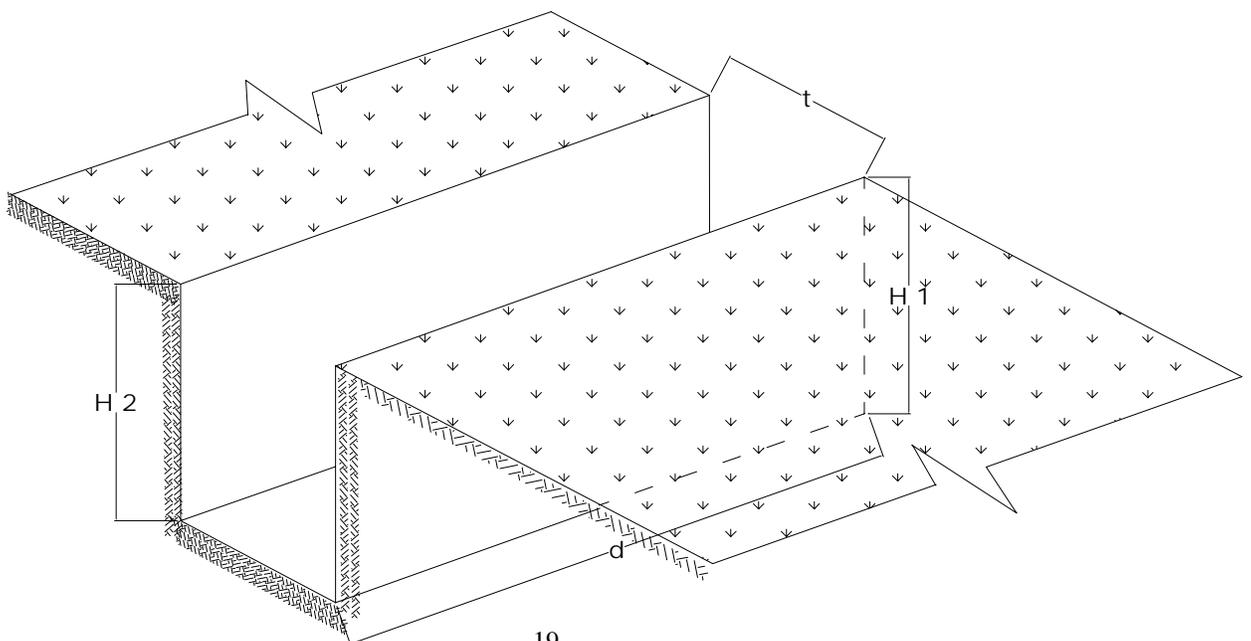
H_1 = profundidad del primer pozo, m

H_2 = profundidad del segundo pozo, m

d = distancia entre pozos, m

t = ancho de la zanja, m

Figura 4. Esquema del volumen de excavación



2.4. Diseño de la red de alcantarillado sanitario

2.4.1. Bases de diseño

- Dotación = 100 l/hab/día
- Periodo de diseño: 40 años
- Población de diseño = 4,435 habitantes
- Densidad de vivienda = 7 habitantes por vivienda
- Factor de retorno FR = 0.80

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita PV 52 y PV 50; los datos necesarios para calcularlo son los siguientes:

- **Cotas del terreno**

Cota inicial: 1024.52

Cota final: 1012.09

- **Longitud**

Entre los pozos: 82.27 metros

- **Pendiente del terreno**

$$P = [(1024.52 - 1012.09) / 82.27] * 100 = 15.1087881 \%$$

- **Población futura**

83 habitantes

- **Factor de Harmond**

$$FH = [18 + \sqrt{(83 / 1000)}] / [4 + \sqrt{(83 / 1000)}] = 4.26$$

- **Caudal de diseño**

$$Q_{\text{diseño}} = [(83 \text{ habitantes}) * (4.26) * (0.003) = 1.061 \text{ l/s}$$

Diseño hidráulico

Diámetro del tubo: 6"

Pendiente del terreno: 15.108 %

Pendiente de la tubería: 13.53 %

- **Velocidad a sección llena**

Utilizando la formula de Manning, se tiene:

$$V = [0.03429 * 5.909^{2/3} * 0.13.53^{1/2}] / 0.01 = 4.16 \text{ m/seg}$$

- **Capacidad a sección llena**

$$A = [\pi * (5.909 * 0.0254)^2] / 4 = 0.01769 \text{ m}^2$$

$$Q = (5.39 \text{ m/s} * 0.01769 \text{ m}^2) * 1000 \text{ lt/m}^3 = 75.97 \text{ l/s}$$

- **Relaciones hidráulicas**

$$q/Q = (1.5 \text{ lt/s}) / (95.52 \text{ lt/s}) = 0.014$$

Cumple la condición q/Q de la tabla de relaciones hidráulicas; se obtienen los siguientes valores:

$$v/V = 0.3645 \rightarrow v = (0.3645 * 5.39 \text{ m/s}) = 1.5 \text{ m/s}$$

$$d/D = 0.1$$

- **Revisando especificaciones hidráulicas:**

$$q < Q$$

$$0.6 \text{ m/s} < v < 3 \text{ m/s}$$

$$0.1 < d/D < 0.75$$

$$1.5 < 75.37 \text{ l/s}$$

$$0.6 \text{ m/s} < \mathbf{1.5 \text{ m/s}} < 3 \text{ m/s}$$

- **Distancia horizontal efectiva**

El diámetro interno de ambos pozos 52 y 50 es de 1.20 metros. Sus paredes, de 0.25 metros.

$$DH_{\text{efectiva}} = 82.27 - \{([1.20 + 0.50] / 2) + ([1.20 + 0.50] / 2)\} = 80.57 \text{ metros.}$$

- **Cota invert inicial del pozo 52**

$$\begin{aligned} \text{Cota invert final del pozo 52} - 2.5 &= \text{cota invert inicial} \\ 1024.52 - 2.75 &= 1021.77 \end{aligned}$$

- **Cota invert final del pozo 50**

$$1012.09 - [5\% * 80.57] = 1010.64$$

- **Altura del pozo 52**

$$\begin{aligned} \text{Cota del terreno} - \text{cota invert inicial} &= \text{altura del pozo 52} \\ 1024.52 - 1021.77 &= 2.75 \end{aligned}$$

- **Altura del pozo 50**

$$\begin{aligned} \text{Cota del terreno} - \text{cota invert final} &= \text{altura del pozo 50} \\ 1012.09 - 1010.64 &= 1.5 \end{aligned}$$

- **Volumen de excavación**

$$\text{Vol. Exc.} = ([2.8 + 1.50] / 2) * 80.57 * 0.55 = 157.31 \text{ m}^3$$

NOTA: En la tabla IV se indican los cálculos para todo el sistema.

2.4.2. Cálculo del alcantarillado sanitario

Tabla III. Cálculo del alcantarillado sanitario

De	A	Cotas Terreno		D.H.	Terreno		No. Casas		Habitantes		F.H.		Fqjm	Q Dis. (lit/seg)	D	Tubo		Sec. Llena	V.	d/D	Cota invert		H Pozo	
		Inicio	Final		S %	Loc.	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.	Act.				Fut.	Vel. (m/s)				Q (l/s)	Fut.	Fut.	Inicio
52	50	1024.52	1012.09	82.27	15.11	3	3	21	83	4.38	4.26	0.003	0.28	1.06	6	13.53	4.16	75.97	1.5	0.1	1021.77	1010.64	2.8	1.5
50	49	1012.09	1004.68	39.00	19.00	2	5	35	139	4.34	4.20	0.003	0.46	1.75	6	18.23	4.83	88.18	1.9	0.1	1010.61	1003.50	1.5	1.2
49	48	1004.68	1001.87	58.00	4.84	4	9	63	249	4.29	4.11	0.003	0.81	3.08	6	4.84	2.49	45.44	1.4	0.2	1003.47	1000.66	1.2	1.2
48	48.1	1001.87	1000.55	59.00	2.24	8	17	119	471	4.22	3.99	0.003	1.51	5.64	6	2.24	1.69	30.91	1.3	0.3	1000.63	999.31	1.2	1.2
48.1	46	1000.55	999.24	59.00	2.22	8	25	175	693	4.17	3.90	0.003	2.19	8.10	6	2.22	1.69	30.77	1.4	0.3	999.28	997.97	1.3	1.3
59	59.1	1026.40	1022.41	63.56	6.29	6	6	42	166	4.33	4.18	0.003	0.55	2.08	6	6.29	2.84	51.80	1.4	0.1	1025.20	1021.20	1.2	1.2
59.1	57	1022.41	1018.41	63.36	6.31	6	12	84	333	4.26	4.06	0.003	1.07	4.05	6	6.29	2.84	51.80	1.7	0.2	1021.17	1017.19	1.2	1.2
57	56	1018.41	1011.69	85.45	7.86	1	13	91	360	4.25	4.04	0.003	1.16	4.37	6	7.86	3.17	57.90	1.9	0.2	1017.16	1010.44	1.3	1.2
56	54	1011.69	1007.59	50.00	8.20	4	17	119	471	4.22	3.99	0.003	1.51	5.64	6	6.6	2.91	53.06	1.9	0.2	1010.41	1007.11	1.3	1.2
43	42	1020.65	1012.65	63.00	12.70	4	4	28	111	4.36	4.23	0.003	0.37	1.41	6	10.63	3.69	67.34	1.5	0.1	1018.15	1011.45	2.5	1.2
42	40	1012.65	1013.85	98.00	-1.22	4	8	56	222	4.30	4.13	0.003	0.72	2.75	6	1.12	1.20	21.86	0.8	0.2	1011.42	1010.33	1.2	3.5
40	55	1013.85	1011.49	40.05	5.89	0	8	56	222	4.30	4.13	0.003	0.72	2.75	6	4.02	2.27	41.41	1.3	0.2	1010.30	1008.69	3.6	2.8
55	54	1011.49	1007.59	22.00	17.73	0	8	56	222	4.30	4.13	0.003	0.72	2.75	6	11.82	3.89	71.01	1.9	0.1	1008.66	1006.06	2.8	1.5
54	53	1007.59	1003.88	44.00	8.43	2	25	175	693	4.17	3.90	0.003	2.19	8.10	6	8.43	3.29	59.97	2.3	0.2	1006.06	1002.35	1.5	1.5
53	46	1003.88	999.24	48.00	9.67	2	27	189	748	4.16	3.88	0.003	2.36	8.70	6	9.67	3.52	64.22	2.4	0.2	1002.32	997.67	1.6	1.6
46	45	999.24	994.75	90.00	4.99	6	58	406	1607	4.02	3.66	0.003	4.90	17.64	6	4.99	2.53	46.14	2.4	0.4	997.67	993.18	1.6	1.6
45	12	994.75	992.50	66.00	3.41	4	62	434	1718	4.01	3.64	0.003	5.21	18.74	6	3.41	2.09	38.14	2.1	0.5	993.15	990.90	1.6	1.6
14	13	999.28	995.56	28.00	13.29	4	4	28	111	4.36	4.23	0.003	0.37	1.41	6	8.64	3.33	60.71	1.4	0.1	996.78	994.36	2.5	1.2
13	12	995.56	992.50	36.00	8.50	2	6	42	166	4.329	4.176	0.003	0.546	2.083	6	8.5	3.301	60.2141	1.5	0.1	994.33	991.27	1.2	1.2

Memoria de cálculo alcantarillado sanitario barrio Tikajal, San Luis, Petén.
Ramal número 1

Continuación TABLA III.

Memoria de cálculo alcantarillado sanitario barrio Tikajal, San Luis, Petén.
 Ramal número 2

De P.V.	A Cotas Terreno Final	D.H.	Terreno S %	No. Casas		Habitantes		F.H.		Fqm l/s/hab	Q Dis. (lit/seg)		D (pulg)	Tubo S%	Sec. Llana		V. Fut.	d/D	Cota Invert		H Pozo		
				Loc.	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.		Act.	Fut.			Vel. (m/s)	Q (l/s)			Inicio	Final	Inicio	Final	
40	39	1013.85	1013.97	60.00	-0.20	5	35	139	4.34	4.20	0.003	0.46	1.75	6	1.13	1.20	21.95	0.7	0.2	1010.33	1009.65	3.5	4.3
39	38	1013.97	1011.85	72.00	2.94	4	63	249	4.29	4.11	0.003	0.81	3.08	6	1.83	1.53	27.94	1.0	0.2	1009.62	1008.30	4.4	3.6
38	25	1011.85	1009.92	50.00	3.86	2	11	77	4.27	4.08	0.003	0.99	3.73	6	3.86	2.22	40.58	1.4	0.2	1008.27	1006.34	3.6	3.6
25	26	1009.92	1005.23	43.56	10.77	2	13	91	4.25	4.04	0.003	1.16	4.37	6	8.93	3.38	61.72	2.0	0.2	1006.31	1002.42	3.6	2.8
26	27	1005.23	999.40	43.28	13.47	0	13	91	4.25	4.04	0.003	1.16	4.37	6	11.62	3.86	70.40	2.1	0.2	1002.39	997.36	2.8	1.2
27	28	999.40	997.10	36.00	6.39	2	15	105	4.16	4.24	0.003	1.33	5.01	6	6.39	2.86	52.21	1.8	0.2	998.17	995.87	1.2	1.2
28	29	997.10	994.63	28.00	8.82	3	18	126	4.21	3.97	0.003	1.86	6.94	6	8.82	3.36	61.34	2.2	0.2	995.84	993.37	1.3	1.3
31	30	1011.18	1004.37	36.36	18.73	3	3	21	4.38	4.26	0.003	0.32	1.24	6	15.15	4.41	80.39	1.6	0.1	1007.18	1001.67	4.0	2.7
30	29	1004.37	994.68	52.07	18.61	3	6	42	4.33	4.18	0.003	0.64	2.43	6	16.11	4.54	82.90	2.0	0.1	1001.64	993.25	2.7	1.2
29	37	994.68	990.86	38.00	10.05	0	24	168	4.17	3.91	0.003	2.45	9.10	6	10.05	3.59	65.47	2.5	0.3	993.42	989.60	1.3	1.3

Ramal número 3

De P.V.	A Cotas Terreno Final	D.H.	Terreno S %	No. Casas		Habitantes		F.H.		Fqm l/s/hab	Q Dis. (lit/seg)		D (pulg)	Tubo S%	Sec. Llana		V. Fut.	d/D	Cota Invert		H Pozo		
				Loc.	Acum.	Act.	Fut.	Act.	Fut.		Act.	Fut.			Vel. (m/s)	Q (l/s)			Inicio	Final	Inicio	Final	
19	18	1014.50	1014.50	40.00	0.00	1	7	28	4.43	4.36	0.003	0.1	0.36	6	2	1.60	29.21	0.5	0.1	1011.5	1010.7	3.0	3.8
18	16	1014.50	1012.86	62.00	2.65	5	42	166	4.33	4.18	0.003	0.5	2.08	6	3.5	2.12	38.64	1.1	0.2	1010.697	1008.5	3.8	4.3
16	15	1012.86	1005.56	29.00	25.17	2	8	56	4.30	4.13	0.003	0.7	2.75	6	19.8	5.04	91.90	2.2	0.1	1008.524	1002.8	4.3	2.8
15	14	1005.56	999.28	41.00	15.32	2	10	70	4.28	4.09	0.003	0.9	3.40	6	11.5	3.84	70.04	2.0	0.1	1002.779	998.06	2.8	1.2
25	14	1009.92	999.28	72.35	14.71	1	11	77	4.27	4.08	0.003	1.0	3.73	6	12.6	4.02	73.31	2.1	0.2	1008.701	999.58	1.2	1.2
14	20	999.28	994.21	31.45	16.12	1	12	84	4.26	4.06	0.003	1.1	4.05	6	11.2	3.79	69.12	2.0	0.2	998.064	994.54	1.2	1.2
20	21	994.21	992.54	27.00	6.19	0	12	84	4.26	4.06	0.003	1.1	4.05	6	6.2	2.82	51.43	1.7	0.2	993.007	991.33	1.2	1.2
22	21	993.47	992.54	52.00	1.79	2	2	14	4.40	4.31	0.003	0.2	0.72	6	1.8	1.52	27.71	0.6	0.1	992.27	991.33	1.2	1.2
21	23	992.54	992.22	16.54	1.93	0	14	98	4.25	4.03	0.003	1.2	4.69	6	1.9	1.56	28.47	1.1	0.3	991.334	991.02	1.2	1.2

Continuación TABLA III.

Memoria de cálculo alcantarillado sanitario barrio Tikajal, San Luis, Petén.
 Ramal número 4

De	A	Cotas Terreno		D.H.	Terreno		No. Casas		Habitantes		F.H.	Fqm	Q Dis. (lit/seg)		D	Tubo	Sec. Llena		V. Fut	d/D	Cota Invert		H Pozo	
		Inicio	Final		S%	Loc.	Acum.	Act.	Fut.	Act.			Fut.	Act.			Fut.	Vel. (m/s)			Q (l/s)	S%	Vel. (m/s)	Inicio
1	2	1000.00	998.93	72.00	1.49	3	3	21	83	4.38	4.26	0.003	0.28	1.06	6	1.49	1.38	25.21	0.7	0.1	998.8	997.73	1.2	1.2
2	3	998.93	996.63	82.00	2.80	7	10	70	277	4.28	4.09	0.003	0.90	3.40	6	2.8	1.89	34.56	1.2	0.2	997.6972	995.4	1.2	1.2
3	4	996.63	996.61	84.00	0.02	6	16	112	443	4.23	4.00	0.003	1.42	5.32	6	1.57	1.42	25.88	1.1	0.3	995.3712	994.05	1.3	2.6
4	4.1	996.61	995.36	67.95	1.84	6	22	154	610	4.19	3.93	0.003	1.93	7.19	6	1.1	1.19	21.66	1.1	0.4	994.0224	993.27	2.6	2.1
4.1	7	995.36	994.11	67.95	1.84	7	29	203	804	4.15	3.86	0.003	2.52	9.31	6	1.1	1.19	21.66	1.1	0.5	993.24495	992.5	2.1	1.6
11	11.1	1020.96	1012.78	54.00	15.15	3	3	21	83	4.38	4.26	0.003	0.28	1.06	6	12.3	3.97	72.43	1.4	0.1	1017.96	1011.3	3.0	1.5
11.1	9	1012.78	1004.59	54.00	15.17	3	6	42	166	4.33	4.18	0.003	0.55	2.08	6	14.59	4.32	78.89	1.8	0.1	1011.288	1003.4	1.5	1.2
9	8	1004.59	999.99	51.44	8.94	5	11	77	305	4.27	4.08	0.003	0.99	3.73	6	8.94	3.39	61.75	1.9	0.2	1003.3794	998.78	1.2	1.2
8	7	999.99	994.11	42.30	13.90	2	13	91	360	4.25	4.04	0.003	1.16	4.37	6	10.83	3.73	67.97	2.1	0.2	998.75066	994.17	1.2	1.2
7	12	994.11	992.50	36.00	4.47	3	45	315	1247	4.07	3.74	0.003	3.85	13.98	6	2.25	1.70	30.98	1.7	0.5	992.4975	991.69	1.6	1.2
12	60	992.50	992.55	26.00	-0.19	0	113	791	3132	3.86	3.43	0.003	9.17	32.19	6	2.88	1.92	35.05	2.2	0.8	990.90269	990.15	1.6	2.4
60	23	992.55	992.22	70.00	0.47	0	127	889	3520	3.83	3.38	0.003	10.22	35.72	8	1.19	1.50	48.52	1.6	0.6	990.10309	989.27	2.4	2.9
23	62	992.22	990.80	40.00	3.55	0	127	889	3520	3.83	3.38	0.003	10.22	35.72	8	2.3	2.08	67.46	2.1	0.5	989.24009	988.32	3.0	2.5
62	63	990.80	990.18	40.00	1.55	0	127	889	3520	3.83	3.38	0.003	10.22	35.72	8	1.55	1.71	55.38	1.8	0.6	988.29009	987.67	2.5	2.5
63	64	990.18	990.46	18.00	-1.56	0	127	889	3520	3.83	3.38	0.003	10.22	35.72	8	2.61	2.22	71.86	2.2	0.5	987.64009	987.17	2.5	3.3
64	37	990.46	990.86	29.00	-1.38	0	127	889	3520	3.83	3.38	0.003	10.22	35.72	8	2.93	2.35	76.14	2.3	0.5	987.14029	986.29	3.3	4.6

Continuación TABLA III.

Memoria de cálculo alcantarillado sanitario barrio Tikajal, San Luis, Perén.

Ramal número 5

De	A	Cotas Terreno		D.H.	Terreno	No. Casas		Habitantes		F.H.	Fom	Q.Dis. (lit/seg)	D	Tubo	Sec. Llena	V.	d/D	Cota Invert		H.Pozo			
		P.V.	P.V.			Inicio	Final	Inicio	Final									Inicio	Final				
30	30.1	1004.37	1003.52	55.00	1.55	3	21	83	4.38	4.26	0.003	0.28	1.06	6	1.55	1.41	25.71	0.7	0.1	1001.6715	1000.8	2.7	2.7
30.1	33	1003.52	1002.67	55.00	1.55	2	35	139	4.34	4.20	0.003	0.46	1.75	6	1.55	1.41	25.71	0.8	0.2	1000.789	999.94	2.7	2.7
33	34	1002.67	1000.94	20.00	8.65	1	42	166	4.33	4.18	0.003	0.55	2.08	6	4.65	2.44	44.54	1.2	0.1	999.90646	998.98	2.8	2.0
34	35	1000.94	998.04	34.00	8.53	3	63	249	4.29	4.11	0.003	0.81	3.08	6	6.18	2.81	51.34	1.5	0.2	998.94646	996.85	2.0	1.2
35	36	998.04	991.04	72.00	9.72	0	63	249	4.29	4.11	0.003	0.81	3.08	6	8.61	3.32	60.60	1.7	0.2	996.81526	990.62	1.2	1.2
37	66	990.86	990.20	16.00	4.12	0	151	4185	3.78	3.32	0.003	12.00	41.63	8	4.12	2.78	90.28	2.7	0.5	996.29059	995.63	4.6	4.6
66	36	990.20	991.04	29.19	-2.88	0	160	1120	3.77	3.29	0.003	12.66	43.81	8	1.4	1.62	52.63	1.8	0.7	995.60139	995.19	4.6	5.8
36	69	991.04	990.88	68.00	0.24	0	160	1120	3.77	3.29	0.003	12.66	43.81	8	1.71	1.79	58.16	2.0	0.6	995.16273	984	5.9	6.9
69	71	990.88	999.86	70.00	1.46	0	160	1120	3.77	3.29	0.003	12.66	43.81	8	1.46	1.66	53.74	1.8	0.7	993.96983	992.95	6.9	6.9

2.4.3. Presupuesto del Proyecto de drenaje

Tabla IV. Presupuesto del Proyecto de drenaje

PRESUPUESTO DRENAJE SANITARIO
PROYECTO: BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS PETÉN
LONGITUD DE 3179.43 MTS

REGLÓN	REPLANTEO TOPOGRAFICO				
1	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	TOPOGRAFÍA				
	TRÁNSITO Y NIVELACIÓN	MTS	3178.43	Q4.50	Q14,302.94
	TOTAL				Q14,302.94

2	EXCAVACION DE ZANJA PARA COLOCADO DE TUBERIA CON MAQUINARIA				
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	EXCAVACION DE ZANJA	M3	3234.02	Q22.00	Q71,148.44
	RELLENO Y COMPATACIÓN	M3	3234.02	Q25.00	Q80,850.50
	TOTAL				Q151,998.94

3	MATERIALES PARA EL COLECTOR PRINCIPAL				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	TUBERÍA DE PVC 6"	UNIDAD	526	Q250.00	Q131,500.00
	TUBERÍA DE PVC 8"	UNIDAD	56	Q450.00	Q25,200.00
	LADRILLOS PARA CUÑA DE TUBERÍA	UNIDAD	1164	Q0.95	Q1,105.80
	PEGAMENTO PARA PEGAR TUBOS	GALONES	5	Q500.00	Q2,500.00
	COSTO TOTAL DE MATERIALES				Q160,305.80

3.1	MANO DE OBRA				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	COLOCADO DE TUBEIRA Y PEGADO DIÁMETRO 6" y 8"	UNIDAD	582	Q15.00	Q8,730.00
	SUB-TOTAL MANO DE OBRA				Q8,730.00
	FACTOR AYUDANTE 35%				Q3,055.50
	COSTO TOTAL DE MANO DE OBRA				Q11,785.50

3.2	COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA				
	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN 30%				Q51,627.39
	COSTO TOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA COLOCADO DE TUBERIA				
	DEL COLECTOR PRINCIPAL				Q223,718.69

Continuación TABLA IV.

4	MATERIA LES PARA LOS POZOS DE VISITA				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	LADRILLOS DE 6.5X11X23 cm	UNIDAD	22935	Q0.95	Q21,788.25
	CEMENTO 4000PSI	SACOS	514	Q48.00	Q24,672.00
	ARENA DE RÍO	M3	133	Q75.00	Q9,975.00
	PIEDRIN	M3	47	Q150.00	Q7,050.00
	ACERO NO 6	qq	24	Q280.00	Q6,720.00
	ACERO NO 4	qq	30	Q280.00	Q8,400.00
	ACERO NO 3	qq	16	Q280.00	Q4,480.00
	ACERO NO 2	qq	6	Q280.00	Q1,680.00
	ALAMBRE DE AMARRE	lbs	304	Q5.00	Q1,520.00
	COSTO TOTAL DE MATERIALES				Q86,285.25

4.1	COSTO DE MANO DE OBRA				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	HECHURA DE POZO DE VISITA	UNIDAD	75	Q700.00	Q52,500.00
	FACTOR AYUDANTE 35%				Q18,375.00
	COSTO TOTAL MANO DE OBRA				Q70,875.00

4.2	COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA				Q157,160.25
	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN 30%				Q47,148.08
	COSTO TOTAL MATERIALES Y MANO DE OBRA HECHURA DE POZOS DE VISITA				Q204,308.33

5	MATERIA LES PARA CONEXIONES DOMICILIARES				
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	CEMENTO 4000PSI	SACOS	25	Q40.00	Q1,000.00
	ARENA DE RÍO	M3	3	Q75.00	Q225.00
	PIEDRIN	M3	4	Q150.00	Q600.00
	TUBO DE CONCRETO DIÁMETRO 16"	UNIDAD	150	Q56.00	Q8,400.00
	TUBO PVC DIAMETRO 4"	UNIDAD	225	Q101.00	Q22,725.00
	ACERO NO 2	qq	7	Q200.00	Q1,400.00
	ALAMBRE DE AMARRE	lbs	24	Q5.00	Q120.00
	COSTO DE MATERIALES				Q34,470.00

Continuación TABLA IV.

5.1	COSTO DE MANO DE OBRA				
	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PU	TOTAL
	COLOCADO DE CANDELA Y TUBERÍA PVC DEL				
	COLECTOR PRINCIPAL HACIA LA VIVIENDA	UNIDAD	150	Q150.00	Q22,500.00
	FACTOR AYUDANTE 35%				Q7,875.00
	COSTO TOTAL MANO DE OBRA COLOCADO DE				
	CONEXIONES DOMICILIARES				Q30,375.00

5.2	COSTO DE MATERIALES + MANO DE OBRA				Q64,845.00
	GASTOS DE ADMINISTRACIÓN 30%				Q19,453.50
	COSTO TOTAL MATERIALES Y COLOCADO DE CONEXIONS				
	DOMICILIARES				Q84,298.50

6	SUB TOTAL COSTO TOTAL DE L PROYECTO				Q678,627.39
	IMPREVISTOS 10%				Q67,862.74
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q746,490.13
	COSTO POR VIVIENDA				Q4,976.60

2.4.4. Cronograma de ejecución, proyecto de drenajes

Tabla V. Proyecto de drenajes de el barrio Tikajal, San Luis, Petén.

Id	Nombre de tareas	Duración	Comienzo	ago '06	sep '06	oct '06	nov '06	dic '06	ene '07	feb '07	mar '07
1	Inicio (Bodega y Guardiamía)	1 día	lun 03/07/06								
2	Trazo y estaqueado	7 días	mar 04/07/06								
3	Zanqueo con máquina Sector 4	18 días	jue 13/07/06								
4	Zanqueo con máquina Sector 1	15 días	mar 08/08/06								
5	Zanqueo con máquina Sector 3	14 días	mar 29/08/06								
6	Zanqueo con máquina Sector 2	13 días	sáb 16/09/06								
7	Zanqueo con máquina Sector 5	11 días	jue 05/10/06								
8	Nivelación y colocación de tubería sector 4	24 días	mar 08/08/06								
9	Nivelación y colocación de tubería Sector 1	22 días	mar 29/08/06								
10	Zanqueo a mano para conex. Dom. Sector 1	18 días	jue 28/09/06								
11	Zanqueo a mano para conex. Dom. Sector 4	22 días	lun 11/09/06								
12	Nivelación y colocación de tubería Sector 3	20 días	lun 18/09/06								
13	Zanqueo a mano para conex. Dom. Sector 3	16 días	lun 16/10/06								
14	Nivelación y colocación de tubería Sector 2	20 días	jue 05/10/06								
15	Zanqueo a mano para conex. Dom. Sector 2	14 días	jue 02/11/06								
16	Nivelación y colocación de tubería Sector 5	13 días	vie 20/10/06								
17	Zanqueo a mano para conex. Dom. Sector 5	11 días	mié 08/11/06								
18	Conexiones domiciliarias Sector 4	25 días	mié 11/10/06								
19	Conexiones domiciliarias Sector 1	18 días	mar 24/10/06								
20	Conexiones domiciliarias Sector 3	20 días	mar 07/11/06								
21	Conexiones domiciliarias Sector 2	22 días	mié 22/11/06								
22	Conexiones domiciliarias Sector 5	20 días	jue 23/11/06								
23	Relleno y compactación de todos los Ejes	22 días	lun 11/09/06								
24	Excav.+Nivel+Levant.+acabados P.v. Sector 4	28 días	mié 15/11/06								
25	Excav.+Nivel+Levant.+acabados P.v. Sector 1	27 días	vie 17/11/06								
26	Excav.+Nivel+Levant.+acabados P.v. Sector 3	22 días	mar 05/12/06								
27	Excav.+Nivel+Levant.+acabados P.v. Sector 2	21 días	vie 22/12/06								
28	Excav.+Nivel+Levant.+acabados P.v. Sector 5	18 días	jue 21/12/06								
29	Fundición de pañuelos de P.V. Sector 4	9 días	lun 25/12/06								
30	Fundición de pañuelos de P.V. Sector 1	10 días	mar 26/12/06								
31	Fundición de pañuelos de P.V. Sector 3	8 días	jue 04/01/07								
32	Fundición de pañuelos de P.V. Sector 2	9 días	lun 22/01/07								
33	Fundición de pañuelos de P.V. Sector 5	9 días	mar 16/01/07								
34	Relleno y alisado en P.V. Sector 4	14 días	vie 05/01/07								
35	Relleno y alisado en P.V. Sector 1	13 días	mar 09/01/07								
36	Relleno y alisado en P.V. Sector 3	11 días	mar 16/01/07								
37	Relleno y alisado en P.V. Sector 2	10 días	vie 02/02/07								
38	Relleno y alisado en P.V. Sector 5	8 días	lun 29/01/07								
39	Fundición tapadera y brocal en P.V. Sector 4	10 días	jue 25/01/07								
40	Fundición tapadera y brocal en P.V. Sector 1	11 días	vie 26/01/07								
41	Fundición tapadera y brocal en P.V. Sector 3	9 días	mié 31/01/07								
42	Fundición tapadera y brocal en P.V. Sector 2	10 días	vie 16/02/07								
43	Fundición tapadera y brocal en P.V. Sector 5	8 días	jue 08/02/07								
44	Fin	1 día	vie 02/03/07								

2.4.5. Impacto ambiental

La comunidad del barrio Tikajal, no cuenta con un sistema de drenajes y para este proyecto se hace necesario recomendar la instalación de plantas de tratamiento previo a al desfogue, localizado en el sector más bajo del lugar. 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.

3.4.5.1 Efectos negativos al no instalar plantas de tratamiento

3.4.5.1.1 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, aún utilizando 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 éstas pueden ser ingeridas de manera directa por la fauna silvestre o por los seres humanos.

Asimismo, 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.

3.4.5.2 Contaminación de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas suelen contaminarse por resultado directo de la contaminación del suelo; por tal razón, los acuíferos siempre se encuentran bajo riesgo en el suelo, pues el suelo actúa como fuente de contaminación de las aguas superficiales a través de la lixiviación.

3.4.5.3 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 las 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.

3.4.5.4 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 afluyente 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.

3.4.5.5 Efectos positivos que produciría instalar una planta de tratamiento

3.4.5.5.1 Menor producción de lodos

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

3.4.5.5.2 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 de el barrio Tikajal 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.

3.4.5.5.3 Menor contaminación de las aguas subterráneas

Una planta de tratamiento tendría afluentes 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 el lugar de origen, siempre que se les dé un mantenimiento adecuado, éstos constituyen una de las fuentes principales de contaminación de las aguas subterráneas, al integrar todas las aguas residuales de el barrio Tikajal y tratarlas en conjunto con una planta de tratamiento.

2.4.6 Evaluación socio económica

En la evaluación económica de proyectos se expresa el punto de vista de la sociedad en su conjunto. En ella se determinarán los beneficios y costos que genera un proyecto para la economía de un conglomerado social (por esto, en lenguaje común también se le llama evaluación social) por lo que

indistintamente pueden utilizarse los términos “evaluación económica” y “evaluación social”.

El bienestar social se puede lograr de manera directa o indirecta.

Se obtiene de manera directa cuando se producen bienes o servicios destinados al consumo, ya que éste incrementa el nivel de bienestar.

Se logra de manera indirecta, cuando un bien se sustrae del consumo final y se utiliza como recurso para producir otros bienes que aumentan el bienestar con su consumo.

En este sentido, todo bien o recurso que se asigne a un proyecto implica su retiro del consumo (como bien o servicio, significa sacrificar bienes sociales), o su desvío como recurso, con lo que se sacrificará su contribución alternativa, al bienestar que se obtendría de su uso potencial en otro proyecto o en otra actividad productiva.

Así surge el concepto de *costo de oportunidad*, entendido como el sacrificio que representa para la sociedad dejar de percibir como consecuencia de la asignación de un recurso al proyecto, al retirarlo directa o potencialmente de un uso económico alternativo. La sociedad “sacrifica la oportunidad” de darle otro uso al recurso si lo destina al proyecto (o a la alternativa). De ahí su nombre.

2.4.6.1 Valor Presente Neto (VPN)

Éste es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de antemano si una inversión vale la pena o no realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en un futuro perdido.

El valor presente neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales pueden ser:

$$VPN < 0$$

$$VPN = 0$$

$$VPN > 0$$

Cuando el $VPN < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está alertando o previniendo que el proyecto no es rentable.

Cuando el $VPN = 0$ nos está indicando que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad deseada, y cuando el $VPN > 0$, está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el % de utilidad.

$$P = F \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right) \qquad P = A \left(\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right)$$

P=Valor de pago único en el valor inicial a la operación, o valor presente

F=Valor de pago único al final del periodo de la operación, o valor de pago futuro

A=Valor de pago uniforme en un periodo determinado o valor de pago constante o renta, de ingreso.

i=Tasa de interés de cobro por la operación, o tasa de unidad por la inversión a una solución.

N=periodo de tiempo que se pretende dure la operación.

2.4.6.2 Tasa Interna de Retorno (TIR)

Conceptualmente puede decirse que la tasa de Retorno es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

$$\text{TIR} = \text{VPB Beneficio} - \text{VPN Gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

Tasa 1	VPN +
TIR	VPN =0
Tasa 2	VPN -

PROYECTO
RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO
INDICADORES FINANCIEROS
TABLA DE ACTUALIZACIÓN

AÑO	INGRESOS	EGRESOS	TASA DE DESCUENT O 12%	VALOR PRESENTE		FLUJO DE FONDOS NETOS	TIR
				EGRESOS	INGRESOS		
			FACTOR				
0	21,000	168,368	1.0000	-479,318.46	21,000.00	-458,318.46	-300%
1	16,704	-5,268	0.8929	-4,703.57	14,914.29	10,210.71	217%
2	4,071	-5,400	0.7972	-4,304.61	3,245.38	-1,059.23	-25%
3	4,176	-5,535	0.7118	-3,939.48	2,972.39	-967.09	-25%
4	4,280	-5,673	0.6355	-3,605.33	2,720.02	-885.31	-25%
5	4,813	-5,815	0.5674	-3,299.52	2,731.03	-568.50	-17%
6	4,927	-5,960	0.5066	-3,019.65	2,496.17	-523.48	-17%
7	5,042	-6,109	0.4523	-2,763.52	2,280.74	-482.78	-17%
8	5,157	-6,262	0.4039	-2,529.12	2,082.83	-446.29	-18%
9	5,796	-6,419	0.3606	-2,314.59	2,090.10	-224.50	-10%
10	5,922	-6,579	0.3220	-2,118.27	1,906.73	-211.54	-10%
11	6,048	-6,743	0.2875	-1,938.59	1,738.66	-199.94	-10%
12	6,174	-6,912	0.2567	-1,774.16	1,584.71	-189.44	-11%
13	6,300	-7,085	0.2292	-1,623.67	1,443.80	-179.87	-11%
14	6,426	-7,262	0.2046	-1,485.95	1,314.89	-171.06	-12%
15	7,207	-7,444	0.1827	-1,359.91	1,316.69	-43.22	-3%
16	7,950	-7,630	0.1631	-1,244.56	1,296.82	52.26	4%
17	8,100	-7,820	0.1456	-1,138.99	1,179.72	40.73	4%
18	8,250	-8,016	0.1300	-1,042.38	1,072.83	30.44	3%
19	8,406	-8,216	0.1161	-953.97	975.99	22.03	2%
20	8,550	-8,422	0.1037	-873.05	886.35	13.30	2%
21	8,850	-8,632	0.0926	-799.00	819.15	20.16	3%
22	8,850	-8,848	0.0826	-731.22	731.39	0.16	0%
23	8,850	-9,069	0.0738	-669.20	653.02	-16.18	-2%
24	8,850	-9,296	0.0659	-612.44	583.06	-29.38	-5%
25	8,850	-9,528	0.0588	-560.49	520.59	-39.90	-7%
26	8,850	-9,767	0.0525	-512.95	464.81	-48.14	-9%
27	8,850	-10,011	0.0469	-469.44	415.01	-54.43	-12%
28	8,850	-10,261	0.0419	-429.62	370.54	-59.08	-14%
29	8,890	-10,518	0.0374	-393.18	332.34	-60.84	-15%
30	9,859	-10,780	0.0334	-359.83	329.07	-30.76	-9%
31	9,987	-11,050	0.0298	-329.31	297.63	-31.68	-10%
32	9,978	-11,326	0.0266	-301.38	265.50	-35.87	-12%
33	8,850	-11,609	0.0238	-275.81	210.26	-65.56	-24%
34	8,850	-11,900	0.0212	-252.42	187.73	-64.69	-26%
35	8,855	-12,197	0.0189	-231.01	167.71	-63.30	-27%
36	9,850	-12,502	0.0169	-211.41	166.57	-44.85	-21%
37	8,850	-12,815	0.0151	-193.48	133.62	-59.86	-31%
38	8,850	-13,135	0.0135	-177.07	119.30	-57.76	-33%
39	8,850	-13,463	0.0120	-162.05	106.52	-55.53	-34%
40	8,750	-13,800	0.0107	-148.30	94.03	-54.27	-37%
SUMA VALOR PRESENTE				-525,351.35	74,557.32	-454,101.24	-278.2%

VALOR ACTUAL NETO VAN -525,351.35 74,557.32 -454,101.24

BENEFICIO COSTO B/C -525,351.35 74,557.32 -0.14

CRITERIOS

- * En cada año se considera una nueva conexión como mínimo derivado de la tasa de crecimiento poblacional a nivel nacional de 3.5%
- * de 5 - 9 años se considera un incremento en la tarifa de 9.55 y 1 conexión de incremento al año, de acuerdo con la tasa de crecimiento del 3.7%
- * de 10 -15 años se incrementa la tarifa en 10.50 con el mismo crecimiento de viviendas de una al año
- * de 16 - 20 años se incrementa la tarifa a 12.50 con el mismo incremento de viviendas de 1 al año
- * El fontanero no es un gasto constante porque solo se contratará cuando sea necesario
- * Se toma en cuenta un aporte de la comunidad en mano de obra no calificada

2 DETALLE DE INGRESOS

INGRESOS PORMANTENIMIENTO Q. 8.70 (por vivienda)

VIVIENDAS	10 x Q 8.7 =	1,392.00
INGRESO ANUAL	1392 x 12 =	16,704.00

3 DETALLE DE COSTOS

GASTOS DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN	Q 339 x 12 =	Q 4,068	Se incrementa en 2.5% al año de acuerdo a la inflación
IMPREVISTOS	Q 100 x 12 =	Q 1,200	
	Q	-5,268.00	

ESTE PROYECTO NO ES RENTABLE, PERO ES IMPORTANTE PARA LA COMUNIDAD PARA CONTRARESTAR ENFERMEDADES.

4. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO EN PROYECTO DE DRENAJE

3.1 Obras de arte

Dentro de las obras de arte que componen el proyecto de alcantarillado sanitario del barrio Tikajal y que requerirán de mantenimiento están: los pozos de visita y la tubería PVC de dos diámetros.

3.1.1 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 puedan 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 que 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, revisando además que no exista desprendimiento del repello interior.

3.1.2 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.

3.2 Tubería

Ésta 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 con 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.

4 RIESGO Y VULNERABILIDAD

Riesgo: grado de pérdidas esperadas y efectos provocados debido a la ocurrencia de un evento particular, en función de la amenaza y la vulnerabilidad.

Amenaza: probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período, en un sitio dado.

Vulnerabilidad: grado de pérdida de un elemento o grupo de elementos que corren riesgo, como resultado de la probable ocurrencia de un evento desastroso, expresado en una escala desde 0, ó sin daño hasta 1, ó pérdida total.

$$\text{RIESGO} = \text{AMENAZA} \times \text{VULNERABILIDAD}$$

La vulnerabilidad está asociada a la peligrosidad e intensidad de los eventos y a las características de un determinado componente. Si bien no se puede modificar la amenaza, se puede reducir la vulnerabilidad para minimizar los daños y mejorar la respuesta durante la emergencia. Para reducir los daños es necesaria la gestión del riesgo; se considera que el riesgo mantiene una relación directamente proporcional con la amenaza y la vulnerabilidad del componente analizado. Por ende, para reducir el riesgo necesariamente hay que disminuir la amenaza o la vulnerabilidad.

Cuando las amenazas naturales afectan los sistemas de alcantarillado sanitario, sean existentes o por construir, se busca reducir los efectos mediante la ejecución de medidas de prevención o mitigación. Dichas medidas

se determinan a partir de un análisis de vulnerabilidad de los distintos componentes, frente a las amenazas a las cuales se encuentran expuestos.

4.1 Fundamentos para el análisis

Guatemala es una región expuesta a todo tipo de amenazas naturales: sismos, erupciones volcánicas, inundaciones, deslizamientos, entre otras; las cuales se presentan con cierta frecuencia en nuestro territorio y dejan a su paso pobreza y destrucción.

Los resultados de los últimos desastres han demostrado el incremento de la vulnerabilidad provocada por la acción del hombre, aumentando la frecuencia y el impacto de los mismos. Entre otras consecuencias, los servicios de saneamiento se ven seriamente afectados, lo que influye de manera negativa sobre la salud y el bienestar de la población.

Las razones para proteger los sistemas de alcantarillado sanitario frente a desastres naturales, van desde la protección de la salud, asegurar el desarrollo y actividades económicas y proteger la inversión en la infraestructura del mismo.

La interacción entre las amenazas naturales y los sistemas de alcantarillado ha dejado en evidencia cuán expuestos se encuentran éstos a ser dañados. Además, generalmente en los procesos de desarrollo no se ha considerado el efecto de los desastres sobre estos sistemas, lo que se ha traducido en:

- Pérdidas económicas por los cuantiosos daños directos e indirectos que generan los desastres en los sistemas. Los daños directos están asociados a los daños físicos en la infraestructura. En cambio, los daños indirectos están asociados al costo adicional en que incurre la municipalidad para atender la emergencia, y a la falta de recaudación debido a la interrupción de sus servicios, entre otros.
- Alteraciones en la calidad de los servicios y exposición a riesgos para la salud debido al deterioro de la calidad de los mismos, pues ante la necesidad de alcantarillado sanitario se contaminan las fuentes de agua provocando efectos nocivos para su salud, tales como, el incremento de enfermedades diarreicas agudas y otras de origen hídrico.

A continuación se enumeran algunas de las razones por las cuales los sistemas de alcantarillado sanitario son especialmente vulnerables a amenazas naturales.

- Su extensión hace que los distintos componentes estén expuestos a diferentes amenazas.
- La dificultad de acceso a algunos de sus componentes hace difícil su inspección antes y después del desastre.
- Infraestructura en constante crecimiento.
- Poseen uso continuo y su interrupción o falla puede maximizar el impacto del evento.

- Su operación es indispensable durante la emergencia y para la recuperación.

La única manera que hace que esta infraestructura se encuentre preparada para situaciones de desastres, es mediante la aplicación de medidas de prevención y mitigación, las que permiten reducir la vulnerabilidad de los sistemas. Muchas veces, la vulnerabilidad comienza con la inadecuada ubicación de los componentes.

Cuando un determinado componente no puede ser ubicado en zonas seguras, su diseño y construcción debe exigir la implementación de obras de prevención a fin de asegurar su funcionamiento en condiciones extremas.

Si por alguna razón no se pudieran implementar medidas de mitigación, es necesario conocer la vulnerabilidad de los sistemas y sus componentes frente a las distintas amenazas, a fin de realizar los preparativos para responder en situaciones de emergencia. La disponibilidad de compuestos químicos y una bodega mínima de repuestos clave previamente identificados, serán de gran utilidad para responder de manera efectiva y eficaz ante la emergencia.

A fin de no repetir los mismos niveles de vulnerabilidad que quedan en evidencia luego de un desastre, es importante establecer las medidas de prevención en las diferentes etapas de rehabilitación y reconstrucción.

En las tareas de rehabilitación y reconstrucción se deben incorporar medidas de prevención vitales, como cambios de material, de ubicación o de trazado, a fin de reducir la vulnerabilidad del componente y de no repetir o

incrementar las vulnerabilidades que dejó en evidencia el desastre. Una de las peculiaridades de estos sistemas, es que cada componente podría estar expuesto a diferentes amenazas. Por esa razón, se deben realizar acciones para atender cada una de las vulnerabilidades identificadas.

4.1.2 Cuándo debe hacerse un análisis de vulnerabilidad

El impacto de las amenazas naturales sobre los sistemas depende del grado de exposición a la amenaza, de las características técnicas del componente y de la estructura del sistema. Por lo anterior, es primordial identificar de inmediato a qué amenazas están expuestos los sistemas sanitarios, los cuales, debido a su extensión, pueden tener componentes ubicados en áreas expuestas a distintos tipos de amenazas.

La superposición del mapa de amenazas con el del sistema permite elaborar los mapas de riesgo, en los que se distinguen los componentes expuestos a las amenazas, a fin de obtener los datos necesarios para el análisis de vulnerabilidad.

Los sistemas de información geográfica constituyen un instrumento muy eficiente para la preparación de mapas de riesgo porque analizan gráficamente la información, generan mapas de zonificación del peligro e identifican los componentes más expuestos a diferentes amenazas.

Análisis de vulnerabilidad

La vulnerabilidad es la susceptibilidad de que un elemento o conjunto de elementos sea dañado o afectado por la ocurrencia de un desastre.

Una vez que se identifican las amenazas propias de la zona y sus posibles efectos, el análisis de vulnerabilidad permite determinar las debilidades físicas de los componentes del sistema. Solo mediante la

determinación de esas debilidades se podrán establecer las medidas correctivas.

El desarrollo de los criterios para reducir el riesgo de los sistemas de alcantarillado sanitario frente a desastres naturales, es responsabilidad compartida entre los entes reguladores y las instituciones rectoras del sector. Cuando la ubicación de los componentes no es la correcta, la infraestructura colapsará aun sin grandes desastres.

Las vulnerabilidades detectadas en el sistema podrán identificarse de manera cuantitativa o cualitativa para conocer las situaciones de mayor riesgo y establecer prioridades. En cada componente vulnerable se deberá estimar el nivel de daños que podría experimentar frente a un desastre, desde la ausencia de daños hasta la ruina del componente. Este análisis se realiza para un evento específico y para cada componente del sistema analizado.

Al realizar el análisis de vulnerabilidad es necesario identificar la organización local y nacional para situaciones de emergencia y desastres, sus normas de funcionamiento y recursos disponibles. También es importante caracterizar la zona donde se ubica y a la cual sirve el sistema (distancia a otros centros poblados, estructura urbana, salud pública, desarrollo socioeconómico, servicios, accesos, etc.) y tener la descripción física del mismo con los datos más relevantes de cada componente, su funcionamiento y datos estacionales.

El análisis de vulnerabilidad requiere evaluar al menos los siguientes aspectos:

- Aspectos administrativos y capacidad de respuesta

Se identificarán las normas de funcionamiento y recursos disponibles, tanto en situaciones normales como durante emergencias y desastres. La capacidad de respuesta de la entidad, en parte, queda establecida por sus medidas de prevención, mitigación y preparativos frente a desastres, por su

organización en las tareas de operación y mantenimiento del sistema y por el apoyo administrativo que tenga.

En emergencias, será necesario tomar decisiones y emprender acciones que no podrán seguir los trámites y procedimientos regulares, como los procesos de licitación pública, facturas, etc. Por lo tanto, se deben considerar procesos administrativos especiales, cuando la situación de emergencia sea declarada por el gobierno local y nacional.

- Aspectos físicos e impacto en el servicio

Una vez identificadas las amenazas naturales a las cuales está expuesto cada uno de los componentes del sistema, mediante estudios técnicos (estudios de vulnerabilidad) se estiman los daños en cada uno de ellos. Al conocer los posibles daños, recién se está en condiciones de establecer el nivel de servicio que la entidad podría prestar durante la emergencia. Ello se podrá estimar en relación con la capacidad remanente y calidad del servicio y dependerá además del tiempo que se tarde en restablecer el servicio, ya sea de manera gradual o total.

- Medidas de mitigación y emergencia

Sólo una vez que se tengan caracterizadas las amenazas y los posibles daños en los sistemas, se podrán diseñar e implementar las medidas de mitigación y preparativos para la respuesta frente a la emergencia. Como es económica y técnicamente difícil contar con sistemas que no sufran ningún tipo de daño, será necesario priorizar las medidas de mitigación.

Los resultados de un estudio de vulnerabilidad pueden tener diferentes usos, según los recursos de la empresa o los criterios de sus gerentes. A continuación se muestran alternativas de uso de los resultados de estos estudios. Se debe evitar que dichos estudios queden como ejercicios

académicos y que las autoridades de la empresa ignoren completamente sus resultados.

Usos de los resultados de un estudio de vulnerabilidad:

- 1) Para reducir la vulnerabilidad:
Diseño e implementación de medidas de mitigación en el sistema.
Elaboración de criterios de diseño para futuras obras.

- 2) Como preparativos para atender la emergencia:
Conocer con anterioridad los componentes y lugares donde se dañará el sistema durante emergencias y desastres.
Contar con recursos humanos y materiales para rehabilitar el sistema en sus puntos críticos, cuando ocurra el desastre.

4.2 Amenazas existentes en el barrio Tikajal:

Las amenazas naturales que con mayor frecuencia se presentan son: sismos, inundaciones y deslizamientos.

A continuación se describe cada uno de los fenómenos mencionados, los factores que influyen para que se transformen en desastres naturales, cómo afectan a los sistemas de saneamiento, y algunas medidas de mitigación y prevención específicas.

Sismos: los procesos de generación de sismos pueden ser de diversa índole, sin embargo su poder destructivo dependerá, entre otras cosas, de las características que se mencionan a continuación:

- Magnitud máxima probable, que corresponde a la cantidad de energía liberada por el movimiento sísmico.

- Intensidad, medida en la escala de *Mercalli*, que toma en consideración los efectos sentidos por el hombre, los daños en las construcciones y los cambios en las condiciones naturales del terreno.
- Probabilidad de ocurrencia.
- Antecedentes de sismos en la región, incluidas las fallas activas. El historial de sismos es una fuente de datos que debe ser revisada.
- Calidad y tipos de suelo y su potencial de licuefacción.
- Condiciones del agua subterránea, su nivel y variaciones.

Es importante conocer las áreas potencialmente inestables: suelos licuables o saturados, que pueden sufrir desplazamientos, etc. La mayor peligrosidad se asocia a las áreas de fractura, fallas sísmicas y epicentros de terremotos destructivos.

Los sismos pueden producir fallas en el subsuelo, hundimiento del terreno, derrumbes, deslizamiento de tierra y avalancha de lodo. Así mismo, pueden reblandecer suelos saturados, lo que ocasionaría daños en cualquier parte de los sistemas ubicados dentro del área afectada.

Los daños que pueden causar los sismos en los sistemas de saneamiento son:

- Destrucción total o parcial de las estructura de alcantarillado sanitario, conducción y tratamiento.
- Rotura de las tuberías, daños en las uniones y pozos de visita.
- Contaminación en captaciones subterráneas o superficiales.

Daños puntuales, pueden llegar a inutilizar todo el sistema, cuando se trata de componentes clave para su funcionamiento.

Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos naturales que pueden deberse a procesos como las lluvias y huracanes, o una combinación de los mismos.

Es importante conocer los factores que modifican la escorrentía de una cuenca: climáticos (variación y patrones de precipitación, evaporación, transpiración) y fisiográficos (características de la cuenca, condiciones geológicas, topografía, el cauce y capacidad de almacenamiento, tipo y uso del suelo).

El manejo de datos históricos (nivel de lluvias, caudal de los ríos, etc.) y de estadísticas constituye una fuente importante para obtener los factores de diseño. Se debe tener especial cuidado en no descuidar los períodos de recurrencia ni las variaciones de los niveles de agua en la cuenca.

Las áreas de inundación y los cauces afectados constituyen las áreas de mayor peligro; al elegir el sitio de las obras, se debe verificar la calidad del terreno y su área adyacente.

Las inundaciones ocasionan daños por la presencia de corrientes de agua, escombros flotantes, deslizamiento de terrenos saturados, derrumbes, etc. Éstas dependen del nivel que alcancen las aguas, la violencia y rapidez con que se desplacen y el área geográfica que cubran.

Entre los daños que ocasionan las inundaciones a los sistemas de saneamiento destacan:

- Destrucción total o parcial del sistema de alcantarillado sanitario localizadas en ríos o quebradas.
- Colmatación de componentes por arrastre de sedimentos.
- Pérdida de captación por cambio del cauce del río.

- Rotura de tuberías expuestas en pasos de ríos o quebradas.
- Contaminación del agua en las cuencas.

En general, el exceso de agua resulta ser un problema para el sistema de alcantarillado sanitario. En caso de inundaciones, los componentes expuestos son los que se encuentran en los lugares de paso o de acumulación del agua.

Deslizamientos

Este fenómeno no se presenta necesariamente de manera aislada; se puede generar por sismos o lluvias intensas. Generalmente ocurre en lugares puntuales, por lo tanto, el primer trabajo será identificar los puntos del sistema donde se podrían presentar estos problemas.

Para caracterizar los deslizamientos, es importante conocer la geología de la región en cuanto a relieves con taludes escarpados, acantilados, áreas de concentración de drenaje y filtración, topografía y estabilidad de taludes, zonas de concentración de fracturas; licuefacción debido a sismos y precipitaciones.

La exposición de los servicios sanitarios es alta, sobre todo en regiones en las que las tomas se encuentran en áreas montañosas y las aducciones se instalan en laderas de las montañas hasta llegar al desfogue. En estas zonas, los deslizamientos pueden ocasionar:

- destrucción total o parcial de todas las obras, ubicadas sobre o en la trayectoria de deslizamientos activos, en terrenos montañosos inestables con fuerte pendiente o en taludes muy inclinados.
- contaminación del agua en las áreas de captación superficial en zonas montañosas.

En muchos casos, la inadecuada ubicación o las filtraciones propias de los componentes de los sistemas de agua provocan deslizamientos que dañan un determinado componente o inutilizan el sistema de alcantarillado sanitario.

El hecho de que generalmente los deslizamientos se presenten de manera paulatina, permite que el gobierno local tenga el tiempo necesario para tomar las medidas de precaución que evitarían daños en el sistema. Sin embargo, los deslizamientos activados por fenómenos naturales imprevisibles, tales como sismos, lluvias intensas, etc., no permiten tomar las acciones preventivas del caso, si es que no son consideradas desde su diseño.

Existen medidas para reducir la vulnerabilidad ante deslizamientos, las que varían de acuerdo con las necesidades del caso. Entre ellas se puede destacar:

- trabajos de reforestación
- construcción o reforzamiento de muros de contención
- estabilización de taludes
- uso de materiales que se adapten a las deformaciones del terreno cuando se hagan instalaciones en laderas

5 MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La reducción de la vulnerabilidad se puede lograr a través de medidas de prevención y mitigación, las que ayudan a corregir debilidades ante la eventual ocurrencia de un desastre y además minimizan el riesgo a fallas en condiciones normales. La mitigación y prevención es producto de un trabajo multidisciplinario y debe ser realizado por profesionales con amplia experiencia en el diseño, operación, mantenimiento y reparación de los componentes del sistema, por lo tanto no se trata de un trabajo aislado si no que debe formar parte de las decisiones de planificación y desarrollo de estos sistemas.

La mitigación y prevención se aplica:

- en obras nuevas mediante la aplicación de criterios de prevención en el diseño, ubicación, selección de materiales, trazado y redundancia.
- en obras existentes mediante la implementación de tareas de conservación y mantenimiento, reparación, reemplazo, reubicación y redundancia.

El objetivo de la estrategia de prevención y mitigación es subsanar las debilidades de acuerdo con la frecuencia e intensidad de los fenómenos que se puedan presentar.

En la mayoría de los casos, los problemas que provocan los daños en los sistemas de alcantarillado sanitario no están relacionados con el desastre mismo, sino más bien con el hecho de no tomar en cuenta los fenómenos naturales como una variable de la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de dichos sistemas.

Ante la mayoría de las amenazas, es necesario prever la descentralización de los sistemas mediante el establecimiento de fuentes alternas a fin de no interrumpir el servicio. Una forma de obtener lo anterior es dotando de redundancia a los sistemas. De este modo, si se presentaran daños de un componente o sistema, se puede contar con otra conexión que podrá ser maniobrada en un tiempo breve para restablecer los servicios.

El hecho de tener sistemas interconectados o componentes redundantes aumenta el nivel de confiabilidad de los mismos y le da mayor flexibilidad y maniobrabilidad para las tareas rutinarias, como las de limpieza o reparaciones, sin necesidad de interrumpir el sistema de alcantarillado sanitario.

Las actividades de operación y mantenimiento representan una oportunidad ideal para trabajar en la reducción de la vulnerabilidad de los sistemas. Sin embargo, algunas situaciones requerirán la ejecución de obras y proyectos especiales orientados exclusivamente a reducir la vulnerabilidad del sistema.

Las medidas de mitigación se consideran como las opciones técnicas más adecuadas y de menor costo, de acuerdo con la naturaleza del medio. Estas medidas se implementarán: a) durante la ejecución; se proporcionará al ejecutor especificaciones ambientales, normas de seguridad y medidas de conservación del medio ambiente y, b) durante la operación; se capacitará a la comunidad a través del comité, que se beneficiará con el proyecto para la correcta operación, administración y mantenimiento del alcantarillado, garantizando con ello, la conservación del medio ambiente y sostenibilidad del proyecto,

Durante la ejecución

Especificaciones ambientales

La empresa ejecutora tendrá que:

- conocer las disposiciones sanitarias elementales, evitando un riesgo para la salud de los trabajadores.
- mantener el área de trabajo en condiciones sanitarias aceptables.
- proveer los medios para dotar a su personal de: acceso a un servicio de agua potable como también del uso de instalaciones sanitarias temporales.
- velar porque su personal siga las medidas de higiene antes del consumo de alimentos, para evitar riesgo de enfermedades estomacales.
- dotar de mascarillas o pañuelos al personal, para evitar riesgos de enfermedades respiratorias por la presencia de polvo originado por cal, cemento, tierra, ripio o inhalantes como thinner o solventes para pegar tubería PVC.

- velar por el manejo adecuado de los materiales, que se utilizarán en la construcción.

Normas de seguridad

La empresa ejecutora, deberá:

- contar entre su personal con un profesional para la dirección técnica, quien velará por el buen mantenimiento y ejecución de la obra e instruirá adecuadamente al personal encargado de manipular los materiales y herramientas peligrosas (piedra, block, cemento, cal, varillas o herramienta punzocortantes), señalar las áreas de peligro, en coordinación con los miembros de comité, para evitar riesgo de accidentes graves.
- tener con un botiquín de primeros auxilios, provisto de todos los elementos indispensables para atender casos de emergencia.
- asegurar todos los restos de materiales (alambres, clavos, estacas, ripio, maderas, etc.), para que sean retirados al concluir la obra y evitar interferencias con las actividades de la población.
- contar con una bodega para almacenar los materiales y los restos de materiales que puedan ser reutilizados por la comunidad para la operación y mantenimiento del sistema.

Medidas de conservación del medio ambiente

Tratar en la medida de lo posible de no utilizar maquinaria pesada y evitar excavaciones en períodos secos y con vientos fuertes. Nivelar áreas removidas y restaurar la vegetación afectada.

En terrenos inclinados, considerar el establecimiento de obras de conservación de suelos.

Disponer en forma adecuada las bolsas de cal y cemento, recipientes de vidrio y plásticos, así como desechos peligrosos, para evitar la contaminación por desechos de la construcción.

Durante la operación

Para evitar la erosión causada por la limpia y chapeo de los lugares por donde se construirán las obras de arte y se instalará la tubería, se propone reforestar tanto estas áreas como las adyacentes.

Impactos ambientales positivos

Generará un crecimiento económico, pues se contratará mano de obra local y permanente.

Se mejorará la calidad de vida de la población.

Las condiciones de salud, serán mejoradas pues con la construcción de este proyecto, se disminuirán las enfermedades de origen hídrico.

CONCLUSIONES

1. Con la ampliación del alcantarillado sanitario en el barrio Tikajal, se eliminará el problema de corrientes y estancamientos de aguas negras, con lo que se evitarán enfermedades gastro-intestinales.
2. La única forma de que el proyecto proporcione los resultados esperados es garantiza las especificaciones contenidas en los planos para que se cumplan a cabalidad. Esto se logrará a través de una buena supervisión técnica por profesionales de la ingeniería civil.
3. La realización del proyecto de drenaje sanitario traerá múltiples beneficios para el barrio Tikajal, entre los que se pueden mencionar la eliminación de focos de contaminación y proliferación de enfermedades y la provisión de un servicio básico; beneficios que indudablemente contribuirán a que la calidad de vida de los 1120 habitantes mejore considerablemente.
4. El Ejercicio Profesional Supervisado contribuye a la formación académica del futuro profesional de la Ingeniería Civil, ya que permite la confrontación técnico-práctica, además de prestar un servicio a la comunidad, mediante la asesoría que se presta.

RECOMENDACIONES

1. Implicar a la comunidad beneficiada en todo el proceso relativo a la realización del proyecto de drenaje, a través del comité. Esta participación comunitaria permitirá que los miembros de la aldea conozcan el proyecto y se apropien de él desde su inicio.
2. Las instituciones que aportarán ayuda a la construcción del sistema de alcantarillado sanitario deberán orientar de una manera adecuada a los habitantes del asentamiento sobre el uso del sistema, para que su funcionamiento sea adecuado. Esto se logra creando una comisión de Saneamiento Ambiental, que será la encargada de velar por la buena utilización del drenaje.
3. Que las instituciones que intervengan en la construcción de la Red reconozcan que ésta debe ir ligada a la definición del proceso de la planta de tratamiento. Por tanto, constituye una necesidad la adquisición o construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, para realizar un proyecto integral a nivel de saneamiento ambiental.
4. La Municipalidad de San Luis debe tener una supervisión constante en la construcción del sistema de alcantarillado sanitario, con el fin de obtener mayor eficiencia, tanto en la mano de obra, como en los materiales, y para evitar que el proyecto sufra modificaciones; salvo las establecidas por los profesionales responsables de dicha supervisión.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cabrera Riépele, Ricardo Antonio. Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2. Tesis de graduación de Ingeniero Civil, Facultad de Ingeniería, USAC. Guatemala. 1989. 135pp.
2. Charles S. Simmons. Clasificación de Reconocimiento de los Suelos de la República de Guatemala. Editorial del Ministerio de Educación Pública "José De Pineda Ibarra"
3. 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.
4. García Chex, Herman Dovanet Diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Los Jocotes, municipio de San Jerónimo departamento de Baja Verapaz. Trabajo de graduación de Ing. Civil Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2002. 130pp.
5. Gellert, Gisela. Algunas lecturas de riesgo y vulnerabilidad en Guatemala, utilizando la herramienta. DesInventar. Guatemala: s.e., 1999. 29 pp.
6. Martín González, Eduardo Antonio de la Trinidad. Diseño de la red de drenaje sanitario para la Aldea de San José, municipio de Villa Nueva. Tesis de Ingeniería Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998.

7. Ortiz Sobalvarro Luis Edgardo. Planificación y Diseño de la Red de Drenaje Sanitario de la Cabecera Municipal de Chuarrancho Tesis de graduación de Ing. Civil Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1996.
8. Streeter, Víctor L. Mecánica de los Fluidos. Editorial McGraw-Hill 4ta. Edición. México. 1975. 747pp.

Referencia electrónica

9. Referencia electrónica Mitigación de desastres en sistemas de agua y saneamiento.
<http://www.cepis.ops-oms.org>, 1 de agosto de 2006.
10. Referencia electrónica Fisiográfica y clima de San Luis Petén.
<http://www.inforpressca.com/sanluis/index.php> , 10 de agosto de 2006

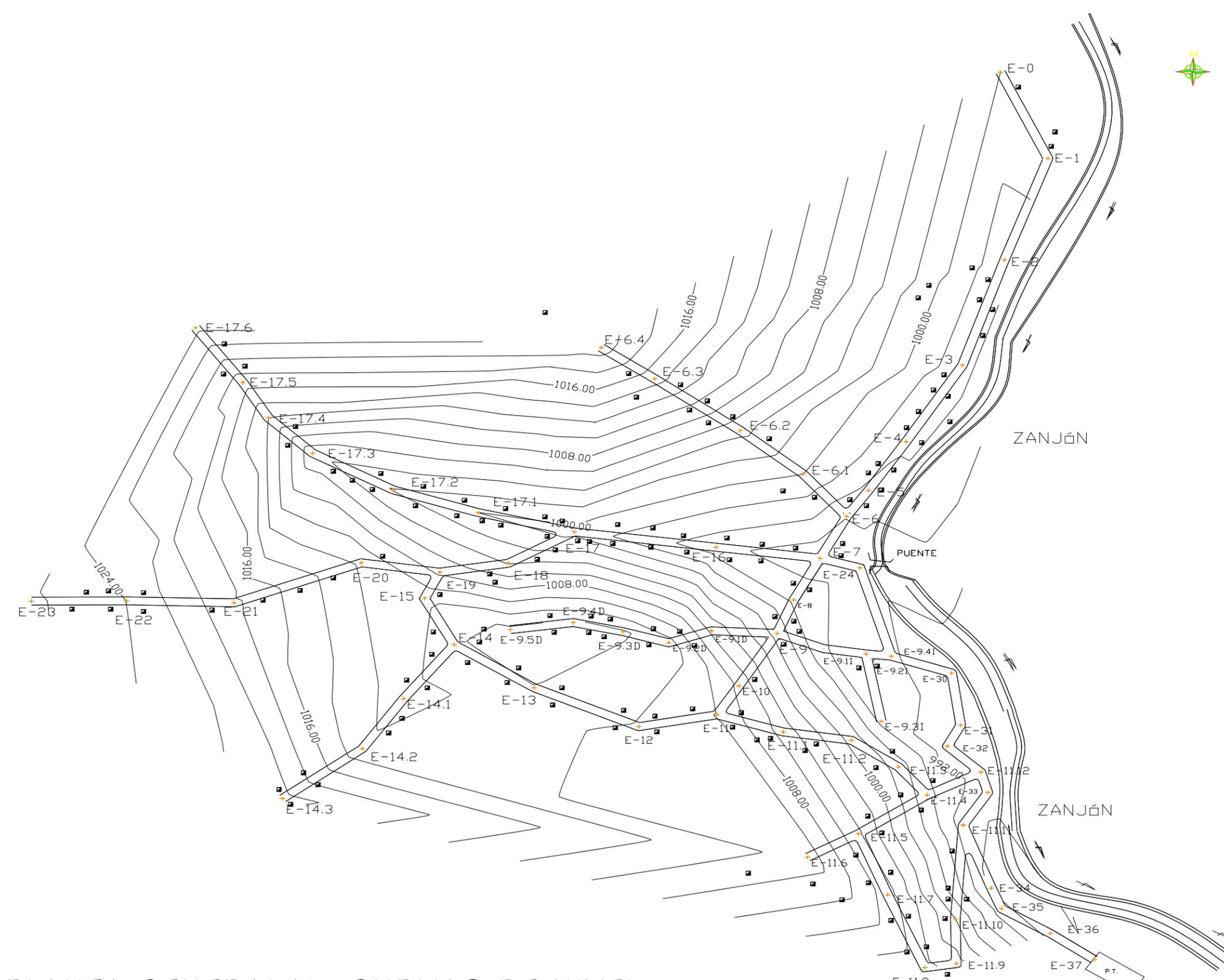
ANEXOS

- **Juego de planos de ambos proyectos:**

Planta General

Planta y Perfil

Detalles



PLANTA GENERAL Y CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1:1500

CALCULO DE LIBRETA TOPOGRAFICA

BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN

EST.	P.O	AZIMUT			DIST.HOR	COTA
		G	M	S		
E-0	E-1	155	32	15	71.99	998.93
E-1	E-2	199	28	40	81.95	996.63
E-2	E-3	198	15	53	84.00	996.61
E-3	E-4	211	21	49	68.00	996.46
E-4	E-5	212	34	52	43.99	995.43
E-5	E-6	214	39	13	23.94	994.11
E-6	E-6.1	319	4	0	42.30	999.29
E-6.1	E-6.2	309	48	57	51.44	1004.59
E-6.2	E-6.3	306	13	5	66.40	1014.81
E-6.3	E-6.4	305	13	1	41.17	1020.96
E-6	E-7	207	38	53	35.93	992.50
E-7	E-8	207	39	31	35.67	995.56
E-8	E-9	202	29	36	27.55	999.28
E-9	E-9.1D	272	43	33	41.06	1005.56
E-9.1D	E-9.2D	251	21	56	28.40	1012.86
E-9.2D	E-9.3D	286	23	52	29.95	1014.24
E-9.3D	E-9.4D	282	33	1	32.00	1014.50
E-9.4D	E-9.5D	262	14	3.57	39.93	1014.50
E-9	E-9.1	111	31	26	31.45	994.21
E-9.1	E-9.2	98	36	19	26.95	992.54
E-9.2	E-9.3	169	22	40	51.98	993.47
E-9.2	E-9.4	96	17	30.2	15.98	992.22
E-9	E-10	211	1	10	46.48	1007.55
E-10	E-11	211	55	28	25.87	1009.92
E-11	E-11.1	107	20	48	43.56	1005.23
E-11.1	E-11.2	98	25	15	43.28	999.40
E-11.2	E-11.3	124	32	32	35.82	997.10
E-11.3	E-11.4	139	53	11	27.90	994.68
E-11.4	E-11.5	235	47	26	52.07	1004.37
E-11.5	E-11.6	240	43	5	36.60	1011.18
E-11.5	E-11.7	158	27	17	49.99	1005.01
E-11.7	E-11.8	157	5	4	59.98	1002.67
E-11.8	E-11.9	81	17	6	19.90	1000.94
E-11.9	E-11.10	358	58	21	33.87	998.04
E-11.10	E-11.11	3	54	19.6	71.58	991.04
E-11.4	E-11.12	62	48	0.90	37.95	990.86
E-11	E-12	259	38	35	49.91	1011.85
E-12	E-13	294	11	2	71.96	1013.97
E-13	E-14	303	2	10	60.00	1013.85
E-14	E-14.1	217	45	17	51.86	1010.88
E-14.1	E-14.2	214	17	50	45.88	1012.65
E-14.2	E-14.3	232	55	20	62.82	1020.65
E-14	E-15	332	13	51.4	39.79	1011.49
E-7	E-16	277	19	22	65.93	994.75
E-16	E-17	277	26	7	89.76	999.24
E-17	E-17.1	283	42	24	61.99	999.99
E-17.1	E-17.2	287	54	1	55.96	1001.87
E-17.2	E-17.3	298	53	15	57.87	1004.68
E-17.3	E-17.4	313	56	27	38.62	1012.09
E-17.4	E-17.5	329	13	48	31.35	1016.89
E-17.5	E-17.6	324	23	41	50.99	1024.52
E-17	E-18	240	3	17	47.63	1003.88
E-18	E-19	261	4	41	43.65	1007.59
E-19	E-15	205	36	5.72	21.72	1011.49
E-19	E-20	278	13	26	49.74	1011.69
E-20	E-21	249	13	1	85.55	1018.41
E-21	E-22	271	14	5	67.36	1023.97
E-22	E-23	269	49	22	59.77	1026.40
E-7	E-24	106	9	28	25.98	992.55
E-24	E-9.4	163	38	6.44	69.98	992.22
E-9.4	E-30	108	33	32	39.96	990.80
E-30	E-31	171	48	32	39.97	990.18
E-31	E-32	207	41	10	18.00	990.46
E-32	E-11.12	133	26	28.4	28.93	990.86
E-11.12	E-33	164	0	31	16.00	990.20
E-33	E-11.11	342	3	39	50.58	991.04
E-11.11	E-34	159	43	12	49.94	989.55
E-34	E-35	157	58	12	17.97	990.88
E-35	E-36	121	31	18	35.91	989.14
E-36	E-37	125	45	42	33.98	989.86



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

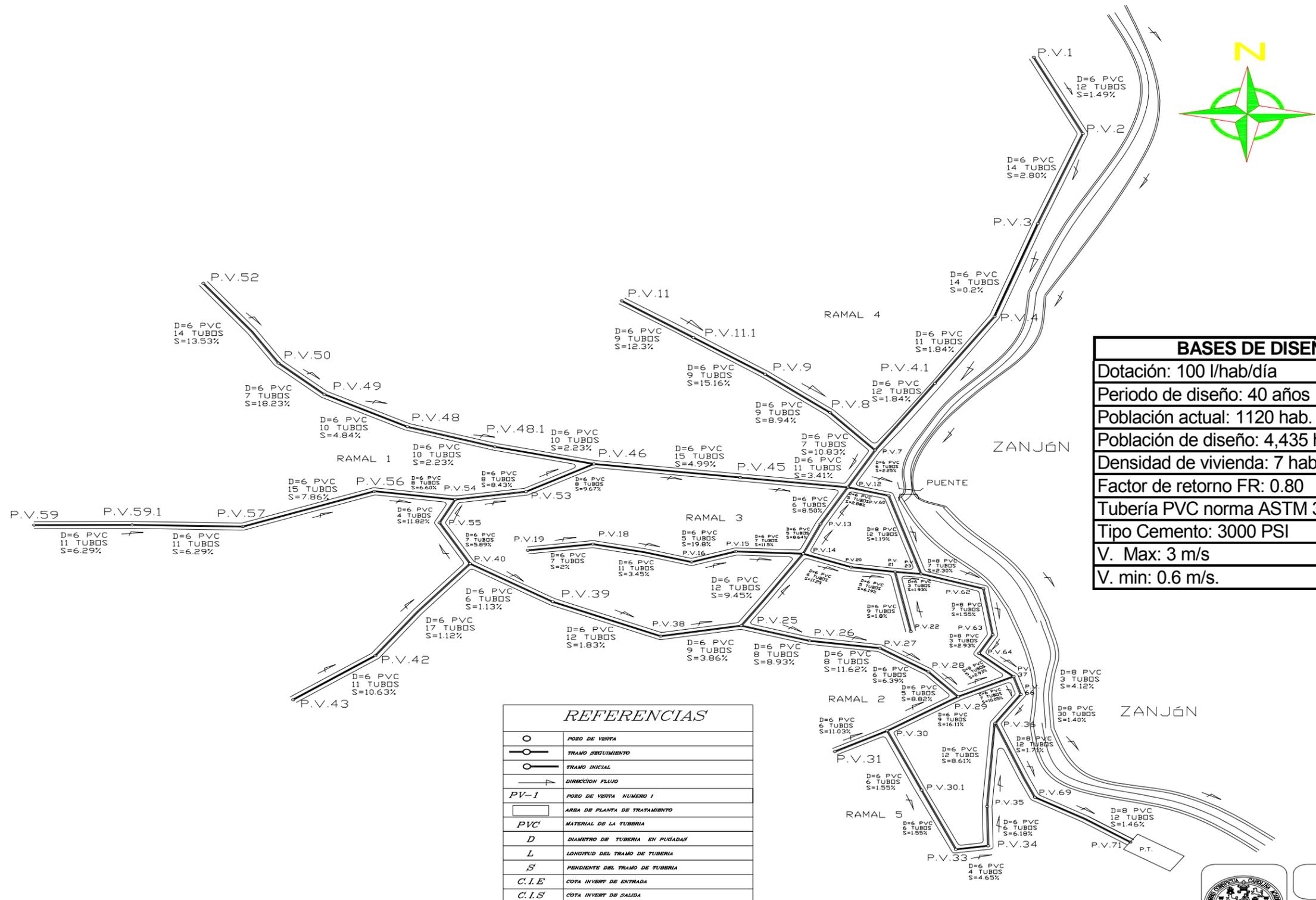
CONTENIDO:
PLANTA GENERAL Y CURVAS DE NIVEL

ESTUDIANTE:
CASTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ

CARNET:
99-10868

FECHA:
FEB. 2006

HOJA
1
13



BASES DE DISEÑO	
Dotación:	100 l/hab/día
Periodo de diseño:	40 años
Población actual:	1120 hab.
Población de diseño:	4,435 hab.
Densidad de vivienda:	7 hab.por vivienda
Factor de retorno FR:	0.80
Tubería PVC norma ASTM 3034	
Tipo Cemento:	3000 PSI
V. Max:	3 m/s
V. min:	0.6 m/s.

REFERENCIAS	
	POZO DE VISTA
	TRAMO SEGUIMIENTO
	TRAMO INICIAL
	DIRECCIÓN FLUIDO
<i>P.V.-1</i>	POZO DE VISTA NUMERO 1
	AREA DE PLANTA DE TRATAMIENTO
<i>PVC</i>	MATERIAL DE LA TUBERIA
<i>D</i>	DIAMETRO DE TUBERIA EN PULGADAS
<i>L</i>	LONGITUD DEL TRAMO DE TUBERIA
<i>S</i>	PENDIENTE DEL TRAMO DE TUBERIA
<i>C.I.E</i>	COTA INVERT DE ENTRADA
<i>C.I.S</i>	COTA INVERT DE SALIDA

SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

ESCALA: 1:1500

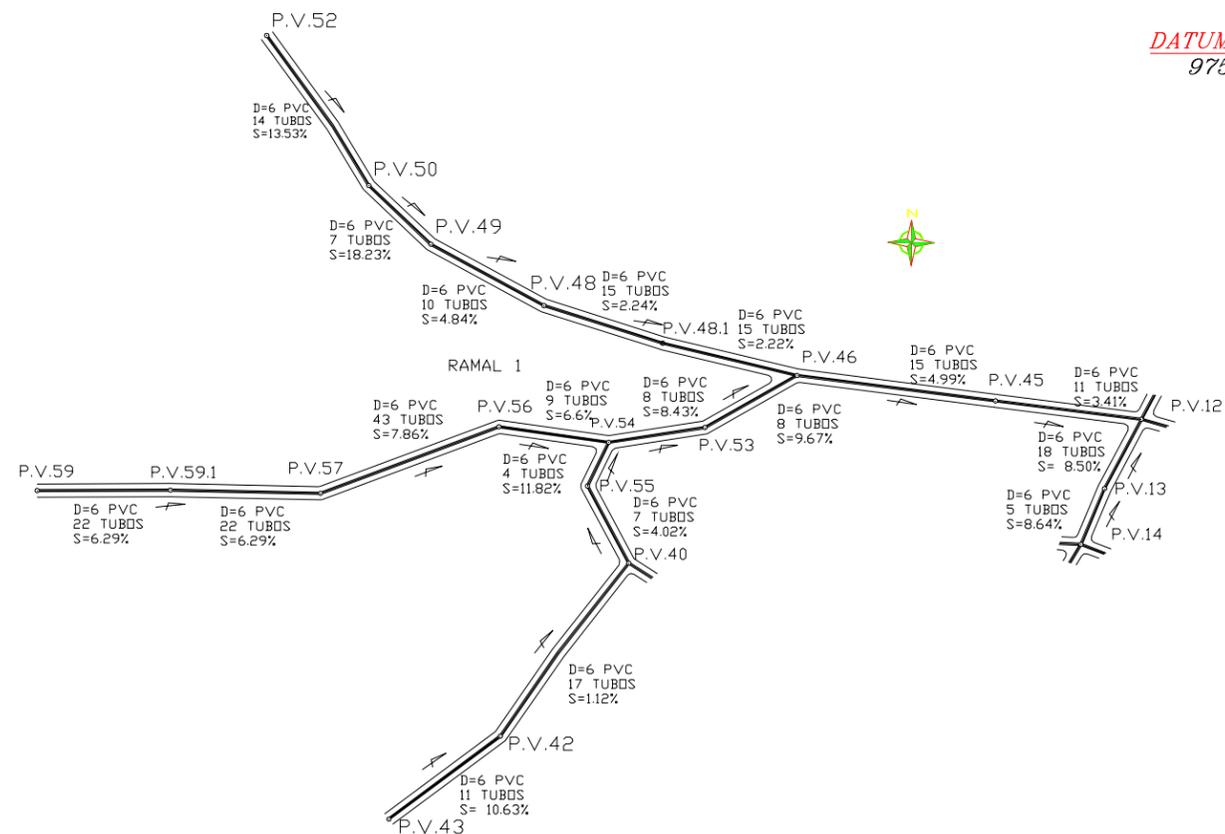


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

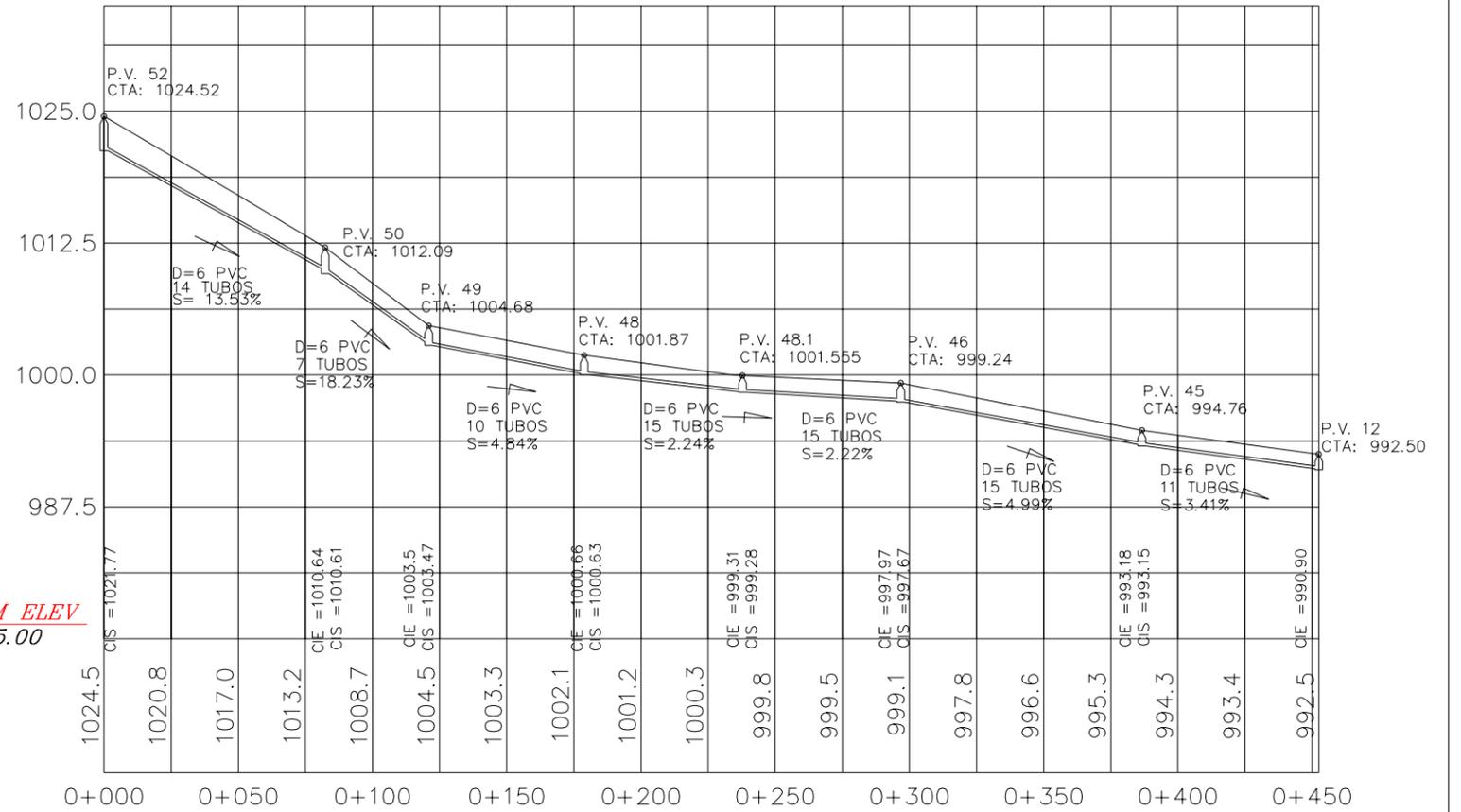
MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

DISEÑO: C.A.A.G.
CALCULO: C.A.A.G..
DIBUJO: C.A.A.G.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2006

CONTENIDO: SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
ESTUDIANTE: CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ
CARNET: 99-10868
Hoja: 2 de 13



RAMAL I



PERFIL PV 52 A 12

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



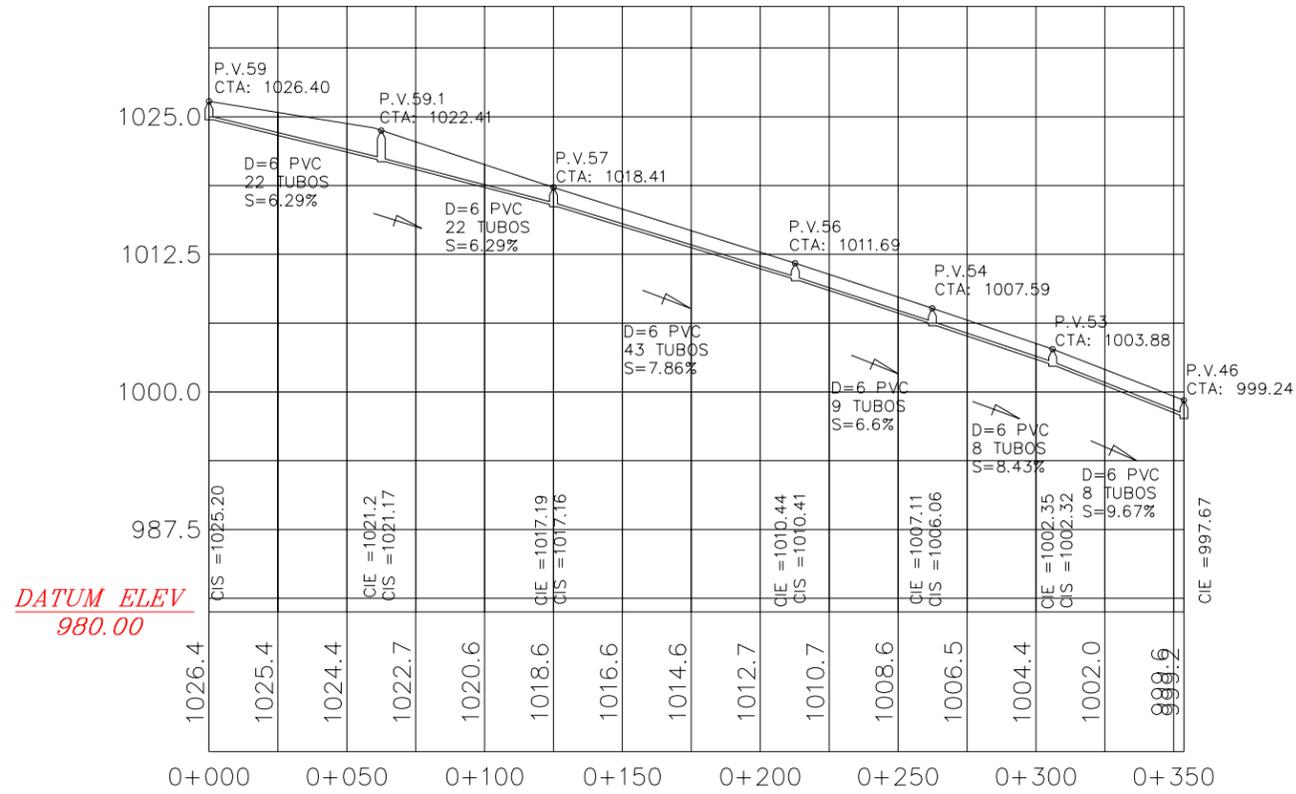
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

DISEÑO: C.A.A.G.
CÁLCULO: C.A.A.G.
DIBUJO: C.A.A.G.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2006

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

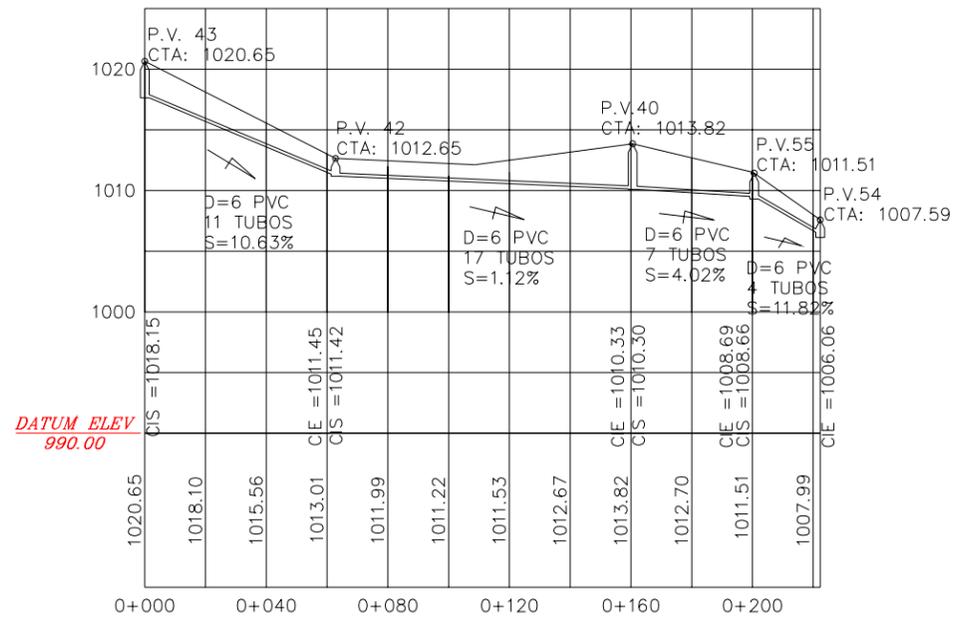
CONTENIDO: PERFIL RAMAL 1
ESTUDIANTE: CÁSTULO AMÉZQUITA GÓDÍNEZ
CARNET: 99-10868

Vo.Bo. HOJA 3 / 13
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLEZ ASESOR Y SUPERVISOR DE E.P.S.
NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA ALCALDE MUNICIPAL



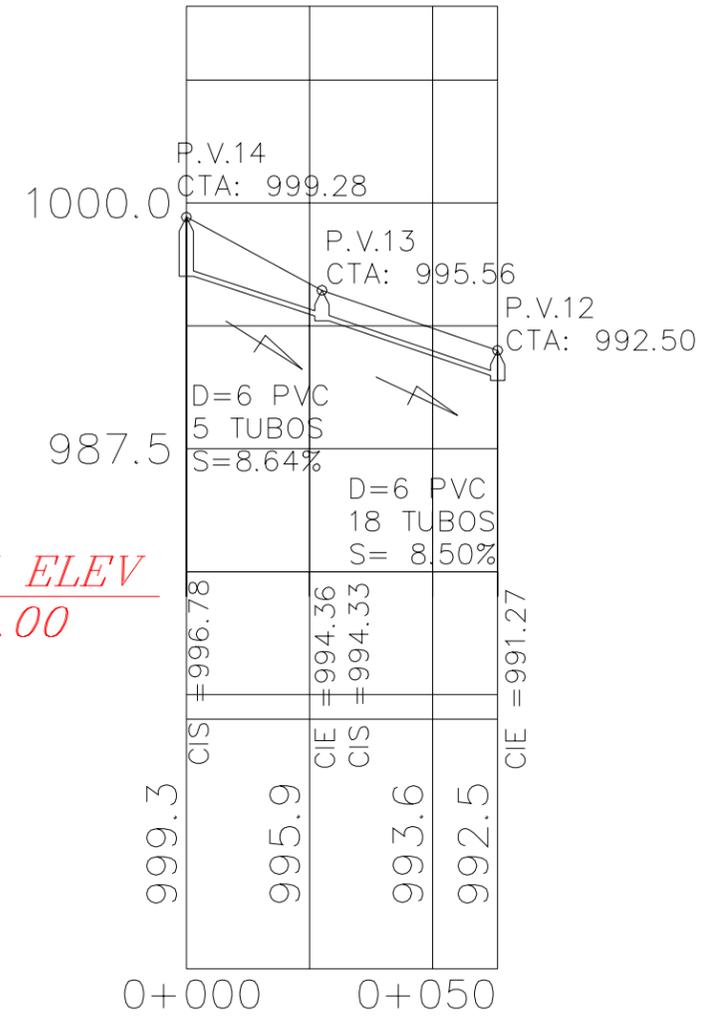
PERFIL PV 59 A 46

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



PERFIL PV 43 A 54

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



PERFIL PV 14 A 12

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO
TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

CONTENIDO: **PERFIL RAMAL 1**

ESTUDIANTE: **CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ** CARNET: **99-10868**

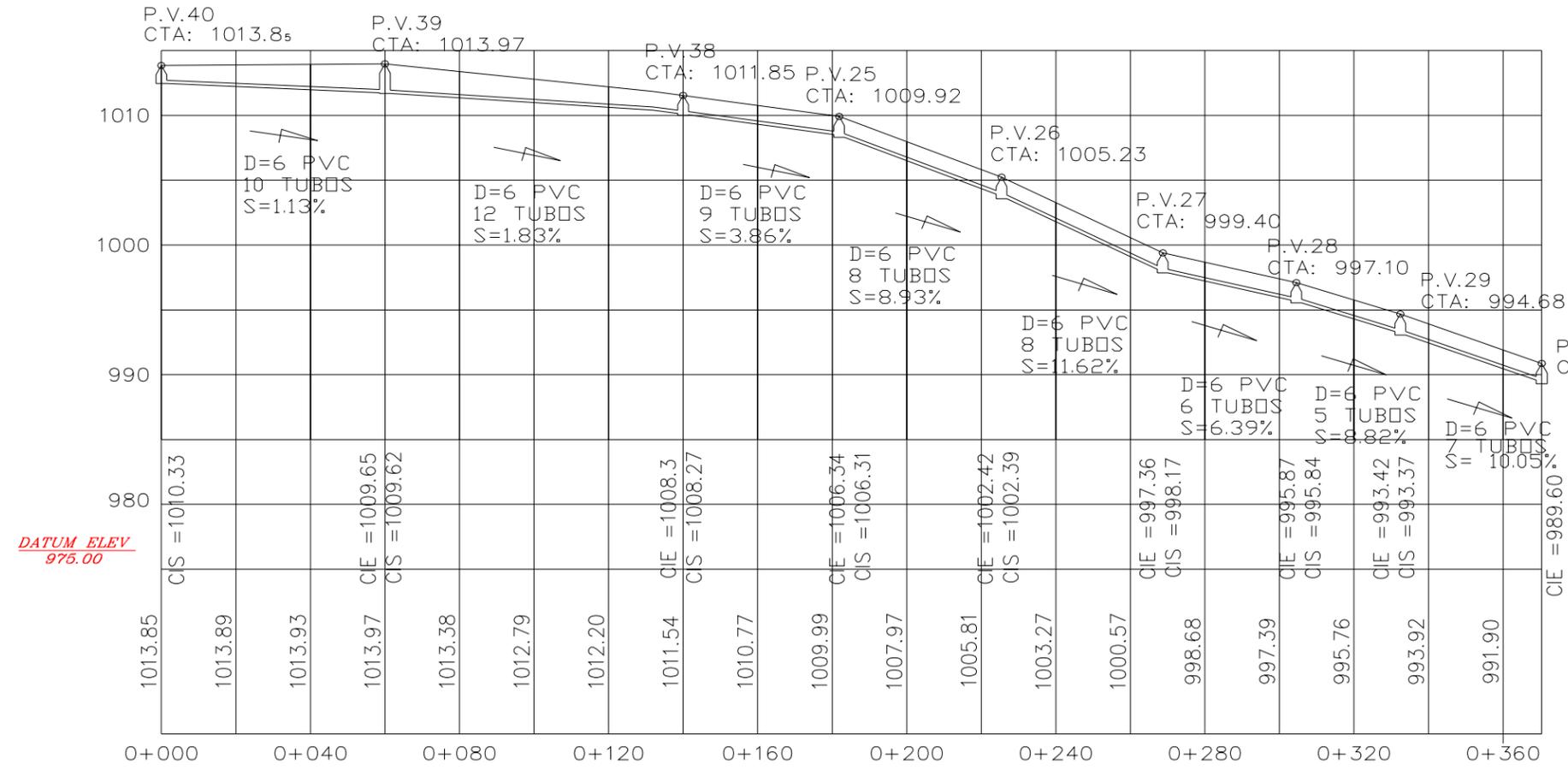
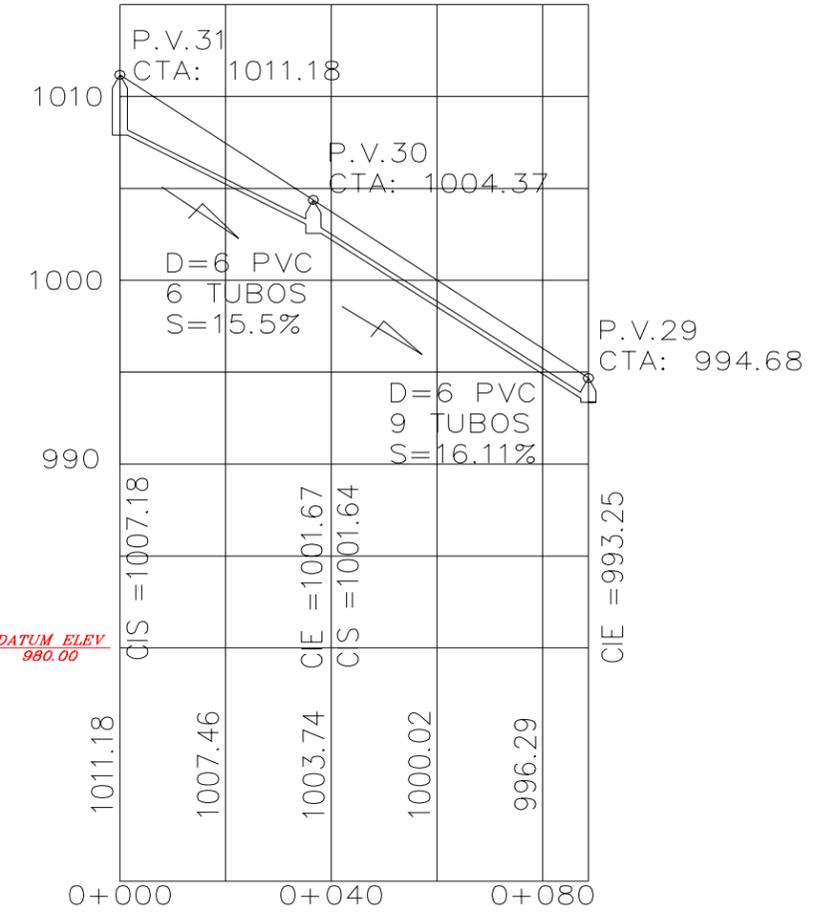
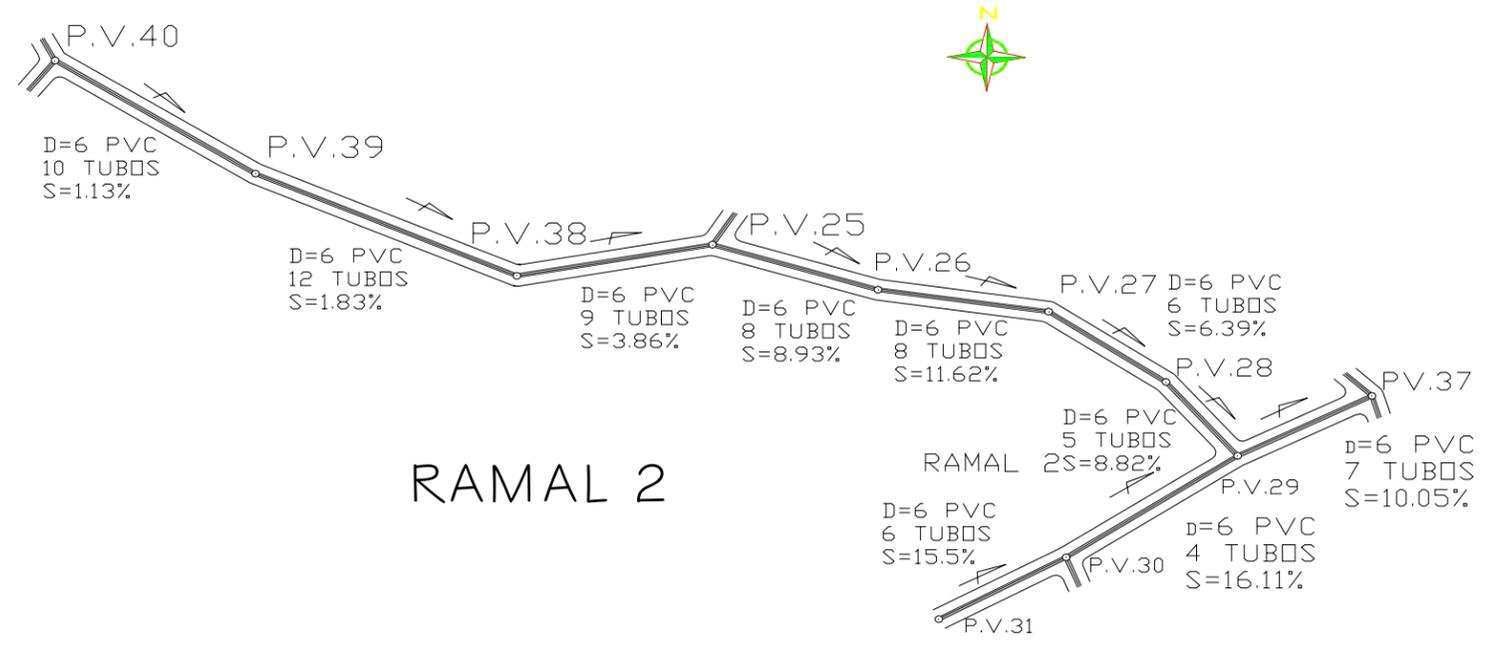
Vo.Bo. H O J A

4

13

DISEÑO: **C.A.A.G.**
CÁLCULO: **C.A.A.G.**
DIBUJO: **C.A.A.G.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA: **FEB. 2006**

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLEZ
ASESOR Y SUPERVISOR DE E.P.S.
ING. NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA
ALCALDE MUNICIPAL



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

CONTENIDO:
PERFIL RAMAL 2

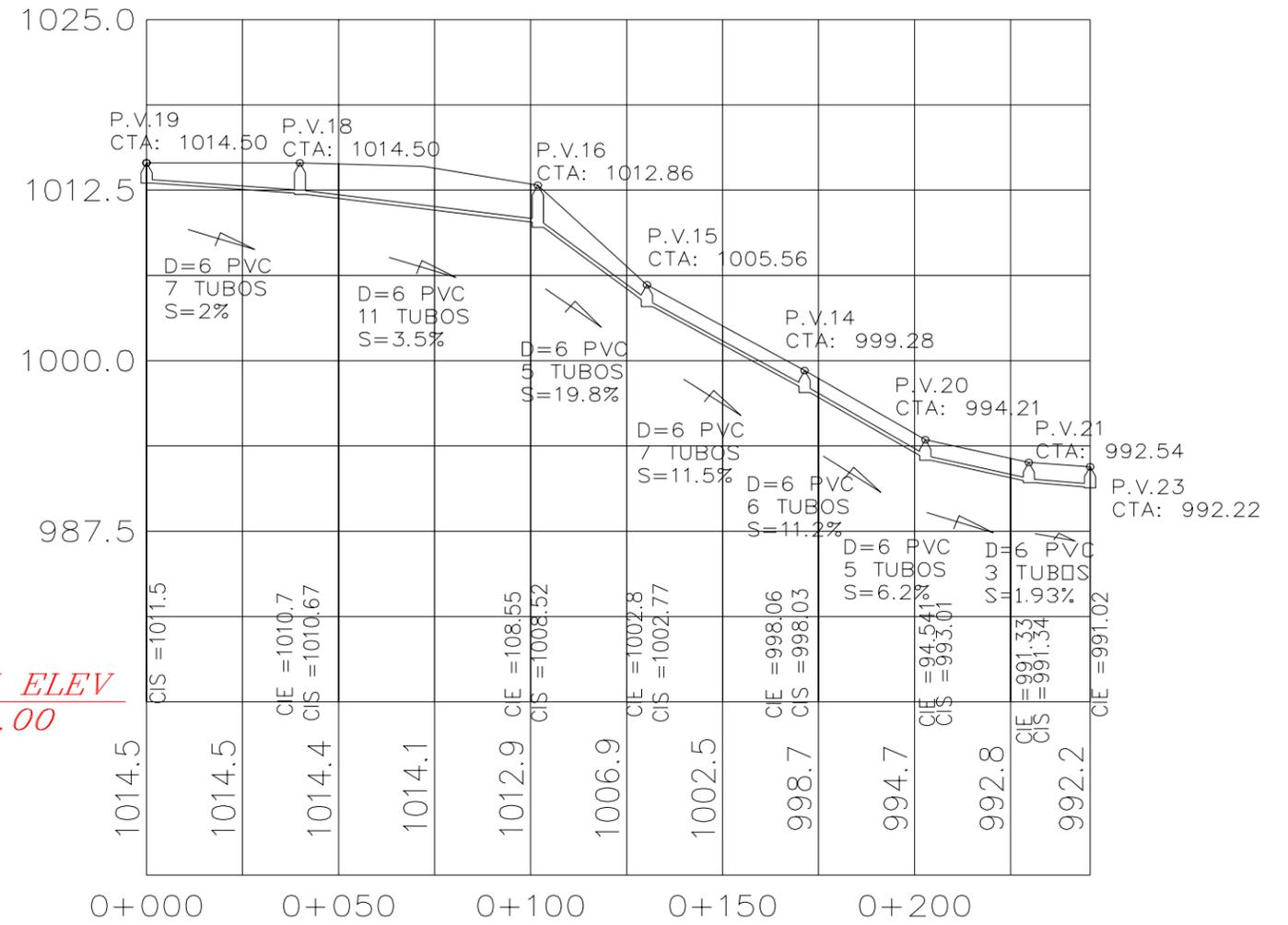
ESTUDIANTE:
CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ CARNET: 99-10868

DISEÑO: **C.A.A.G.**
CÁLCULO: **C.A.A.G.**
DIBUJO: **C.A.A.G.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA: **FEB. 2006**

Vo.Bo. _____

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLEZ NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA
ASESOR Y SUPERVISOR DE E.P.S. ALCALDE MUNICIPAL

HOJA
5
13

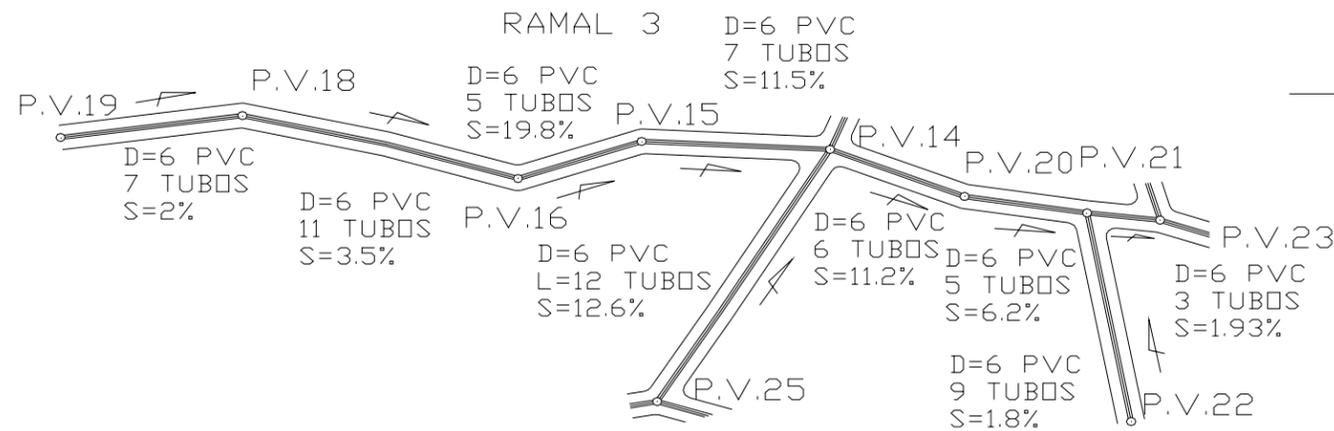


DATUM ELEV
975.00



PERFIL PV 19 A 23

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



RAMAL 3



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN

PROYECTO:
**SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO
TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.**

CONTENIDO:
PERFIL RAMAL 3

ESTUDIANTE:
CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ

CARNET:
99-10868

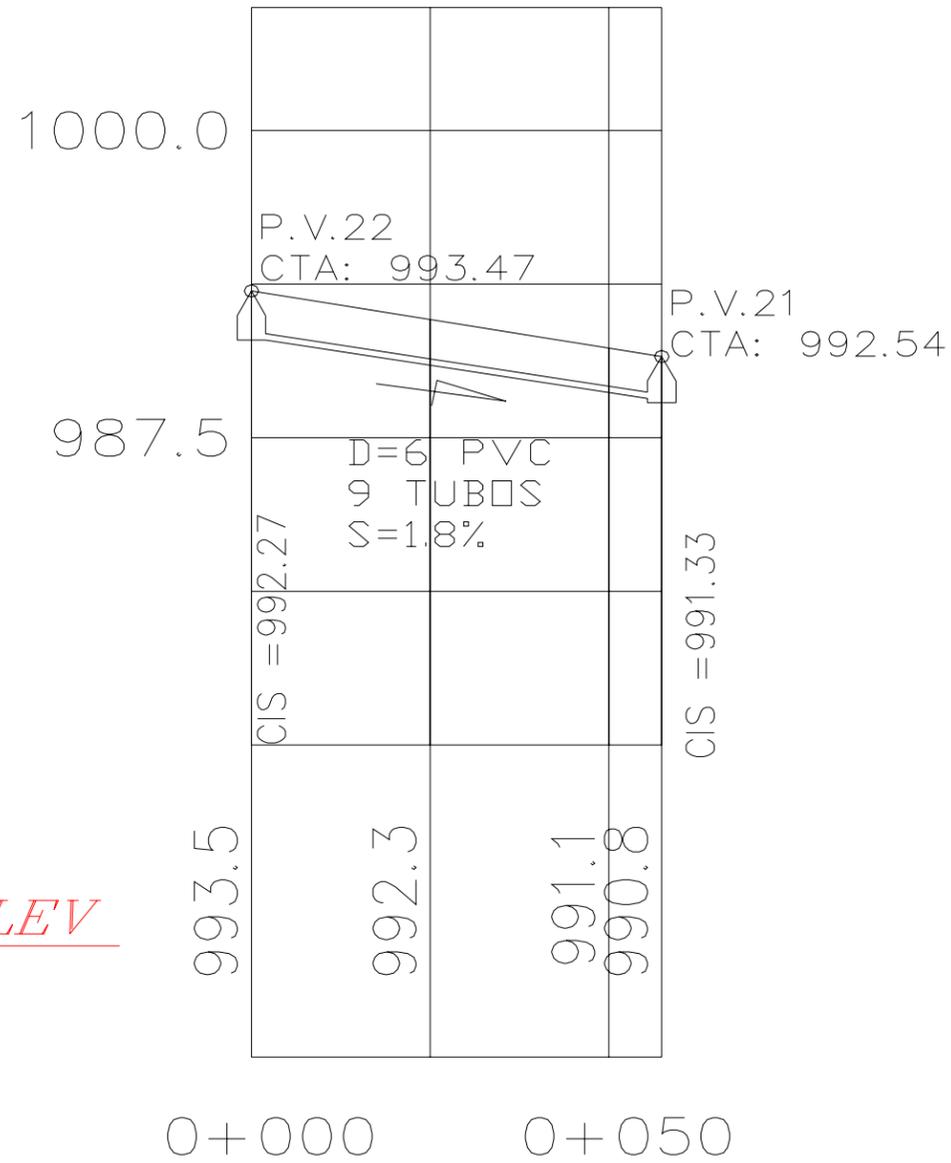
Vo.Bo. HOJA

DISEÑO: C.A.A.G.
CÁLCULO: C.A.A.G..
DIBUJO: C.A.A.G.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2006

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELÍZ
ASESOR Y SUPERVISOR DE E.P.S.
NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA
ALCALDE MUNICIPAL

6
13

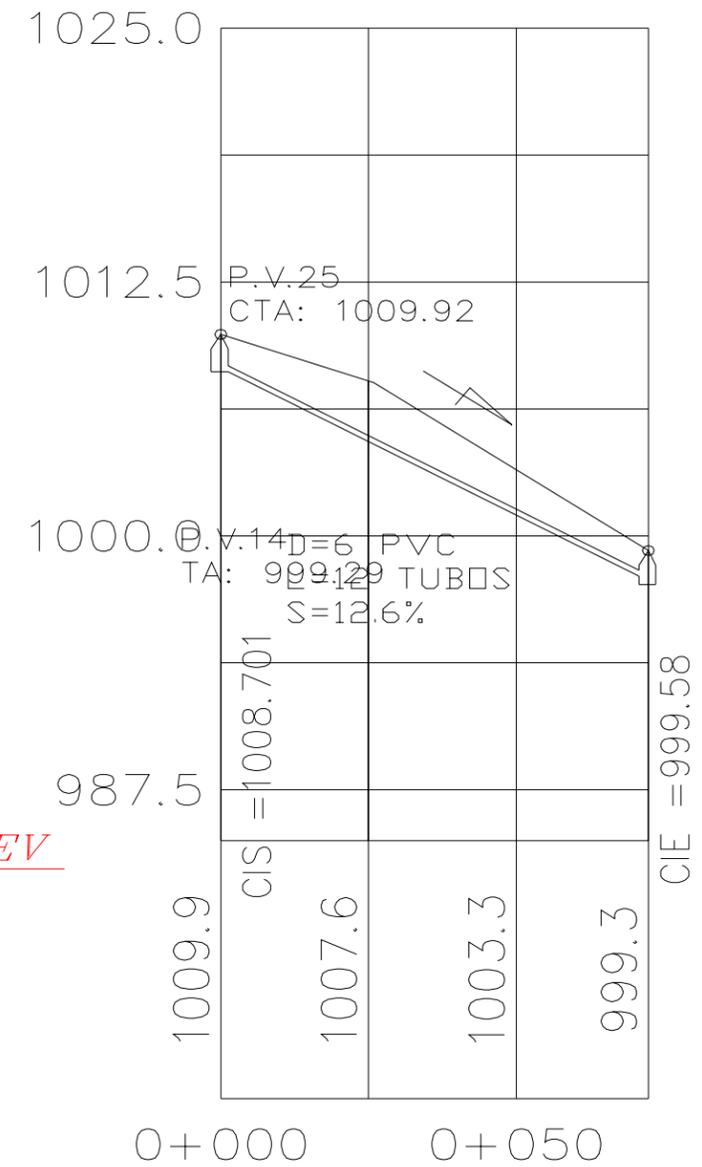
DATUM ELEV
975.00



PERFIL PV 22 A 21

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500

DATUM ELEV
985.00



PERFIL PV 25 A 14

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO
TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

CONTENIDO: **PERFIL RAMAL 3**

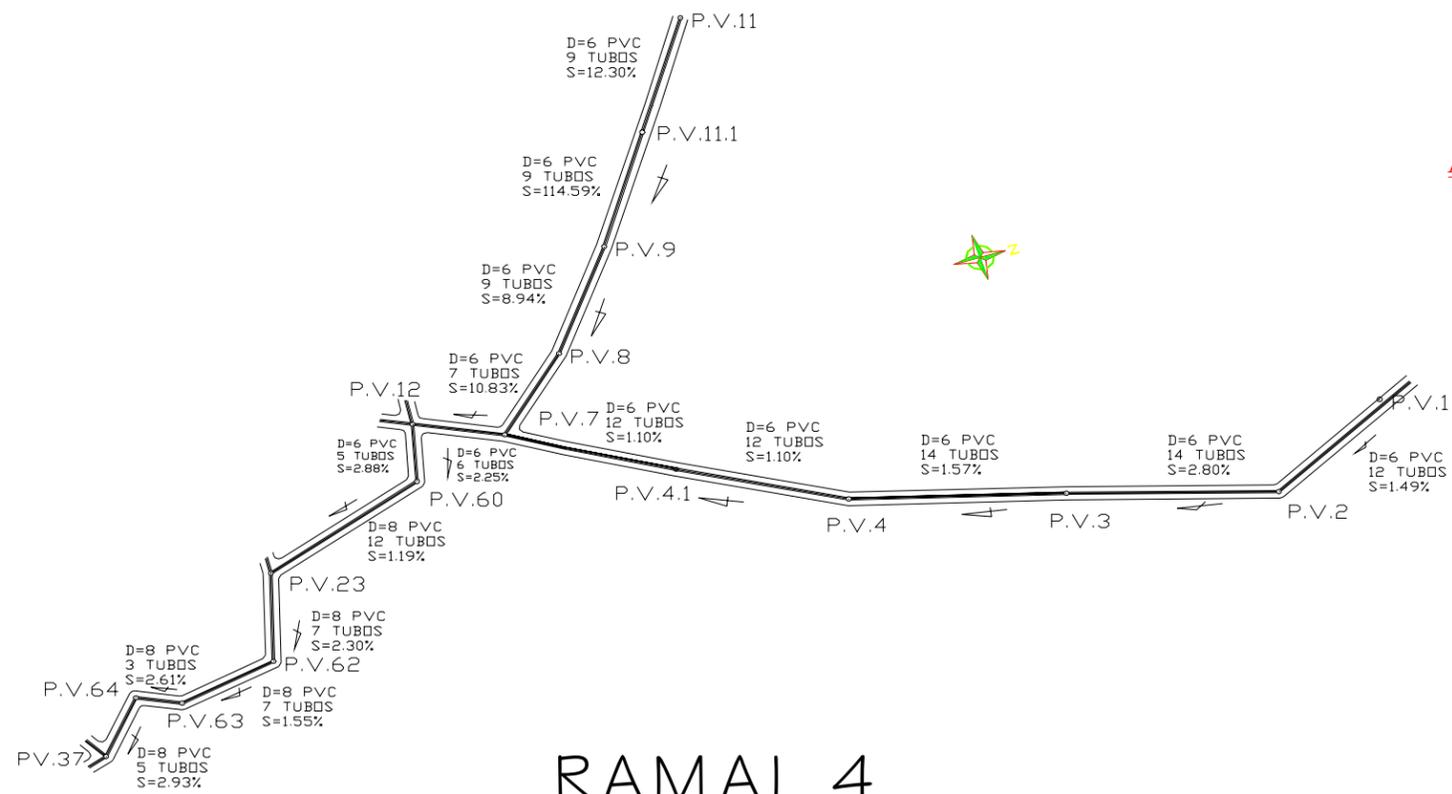
ESTUDIANTE: **CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ** CARNET: 99-10868

Vo.Bo. HOJA

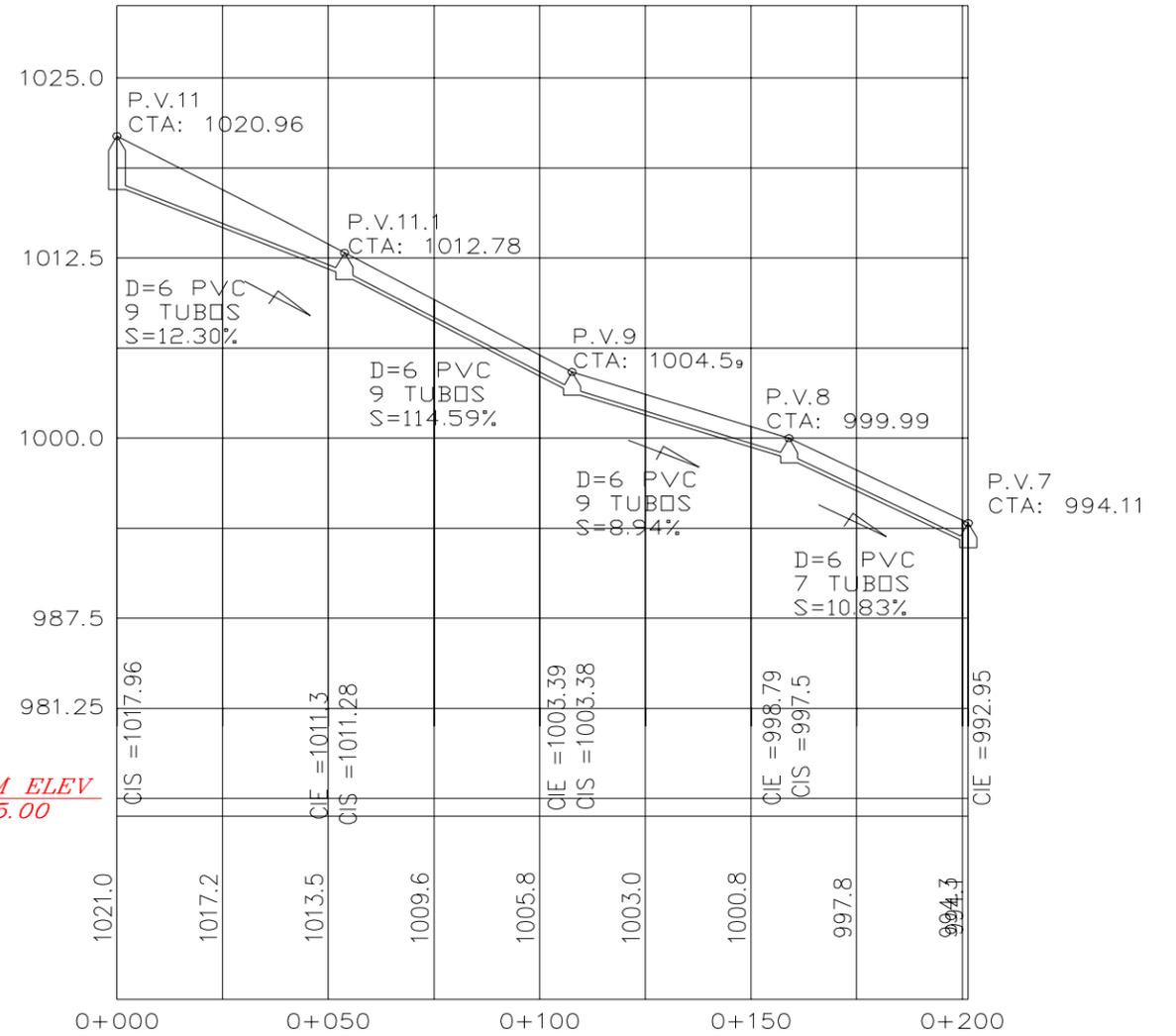
7

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELZ ASesor Y SUPERVISOR DE E.P.S. NOE GONZALEZ AMÉZQUITA ALCALDE MUNICIPAL 13

DISEÑO: C.A.A.G.
CÁLCULO: C.A.A.G..
DIBUJO: C.A.A.G.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2006



DATUM ELEV
975.00



PERFIL PV 11 A 7

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500

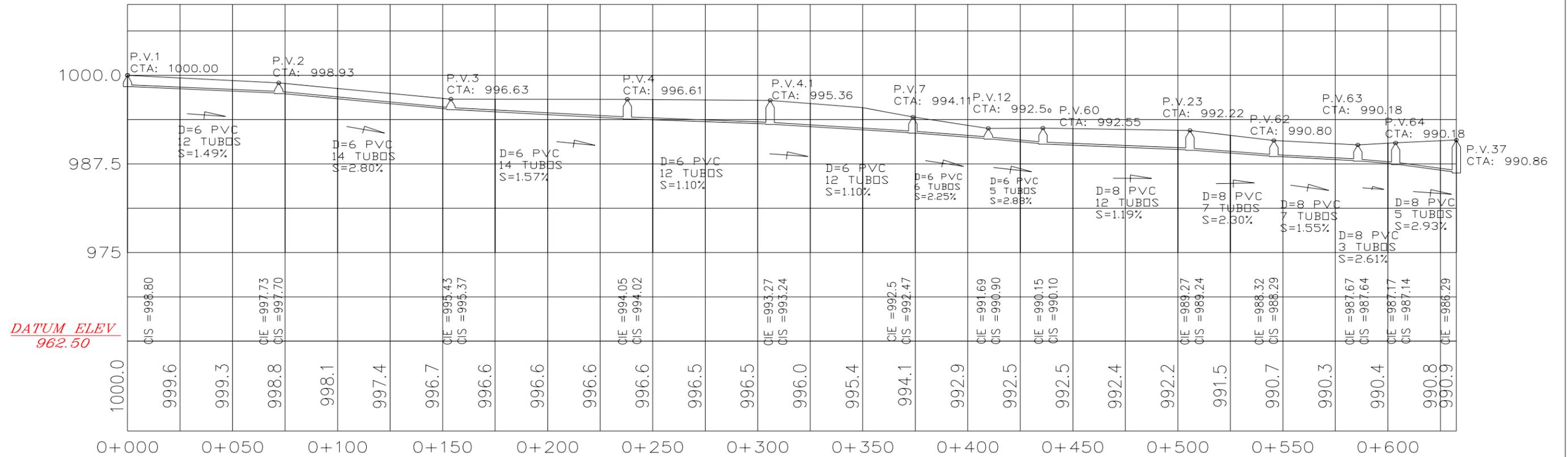


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN
PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO
TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

DISEÑO: C.A.A.G.
CÁLCULO: C.A.A.G..
DIBUJO: C.A.A.G.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2006

CONTENIDO: **PERFIL RAMAL 4**
ESTUDIANTE: CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ CARNET: 99-10868
Vc.Bo. HOJA
8
13



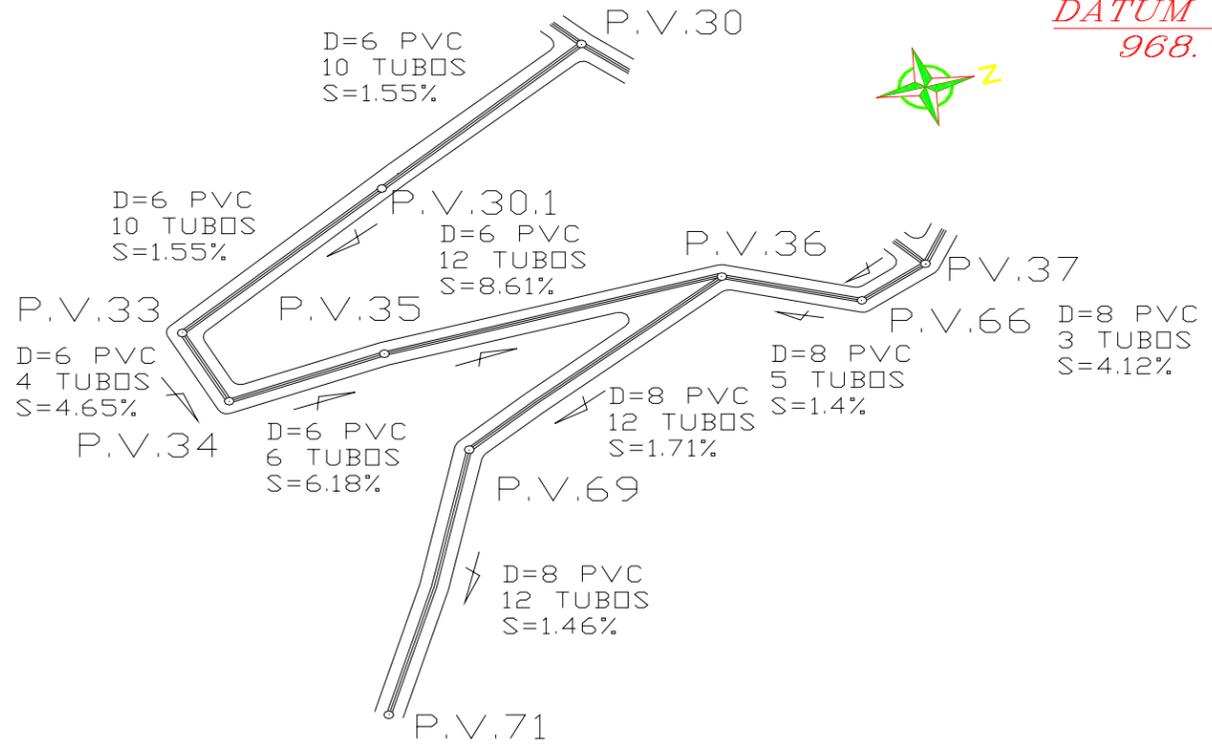
PERFIL PV 1 A 37

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500

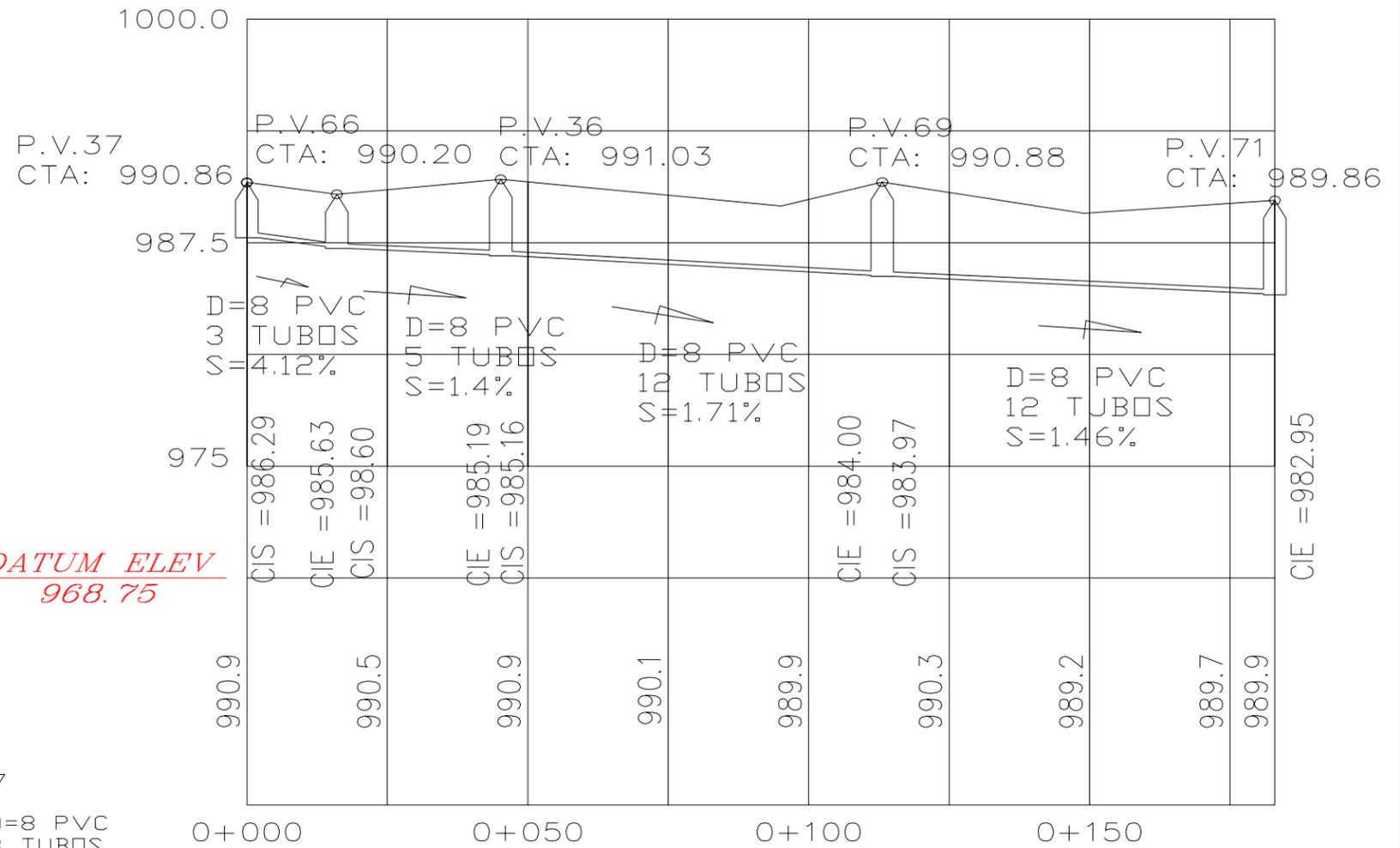


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN	
PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.	
CONTENIDO: PERFIL RAMAL 4	
ESTUDIANTE: CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ	CARNET: 99-10868
Vo.Bo.	HOJA
9	
13	

DISEÑO: C.A.A.G.
 CÁLCULO: C.A.A.G.
 DIBUJO: C.A.A.G.
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: FEB. 2006



DATUM ELEV
968.75



PERFIL PV 37 A 71

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500

RAMAL 5



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

CONTENIDO: PERFIL RAMAL 5

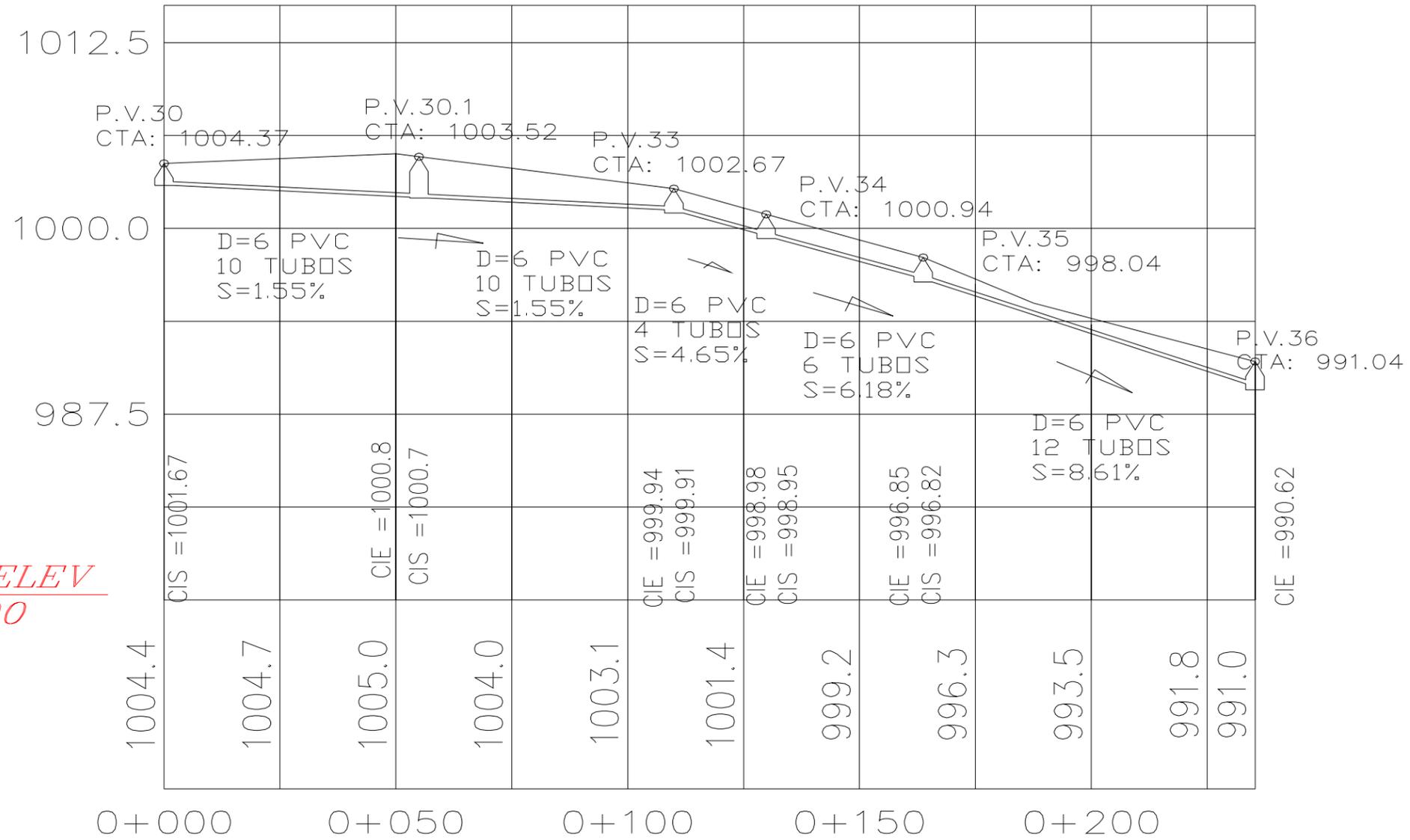
ESTUDIANTE: CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ CARNET: 99-10868

Vo.Bo. HOJA 10

DISEÑO: C.A.A.G.
 CÁLCULO: C.A.A.G..
 DIBUJO: C.A.A.G.
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: FEB. 2006

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
 ASESOR Y SUPERVISOR DE E.P.S.
 NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA
 ALCALDE MUNICIPAL

13



DATUM ELEV
975.00

PERFIL PV 30 A 36

ESCALA HORIZONTAL: 1:2000
ESCALA VERTICAL: 1:500



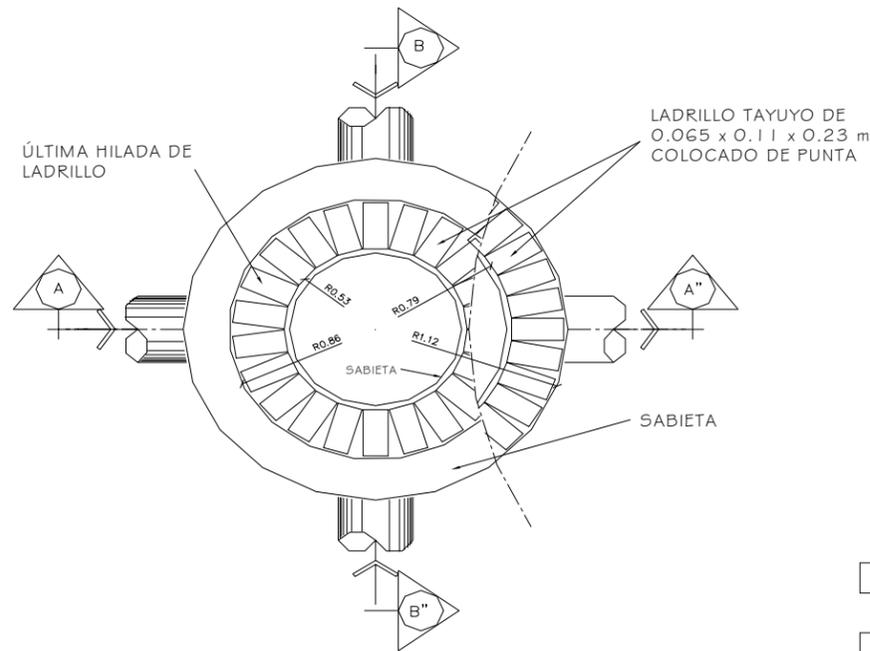
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS, PETÉN
PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO
TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

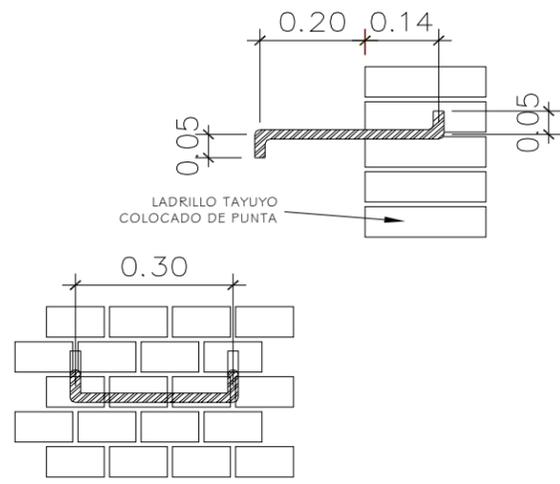
CONTENIDO: **PERFIL RAMAL 5**
ESTUDIANTE: **CÁSTULO AMÉZQUITA GODÍNEZ** CARNET: **99-10868**

DISEÑO: **C.A.A.G.**
CÁLCULO: **C.A.A.G.**
DIBUJO: **C.A.A.G.**
ESCALA: **INDICADA**
FECHA: **FEB. 2006**

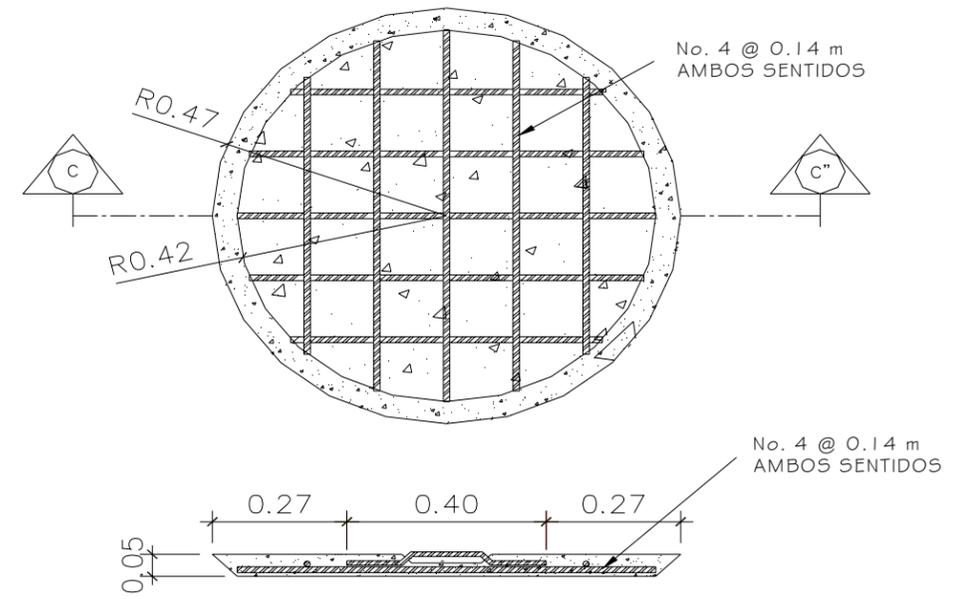
Vo.Bo. HOJA
11
13
ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ
ASESOR Y SUPERVISOR DE E.P.S. NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA
ALCALDE MUNICIPAL



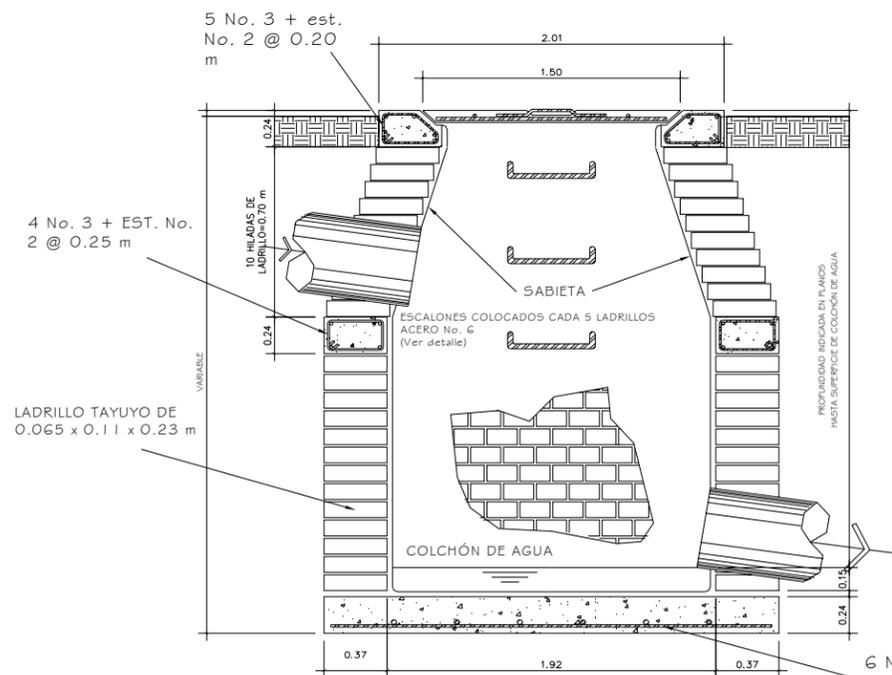
PLANTA TÍPICA POZO DE VISITA ESC 1:20



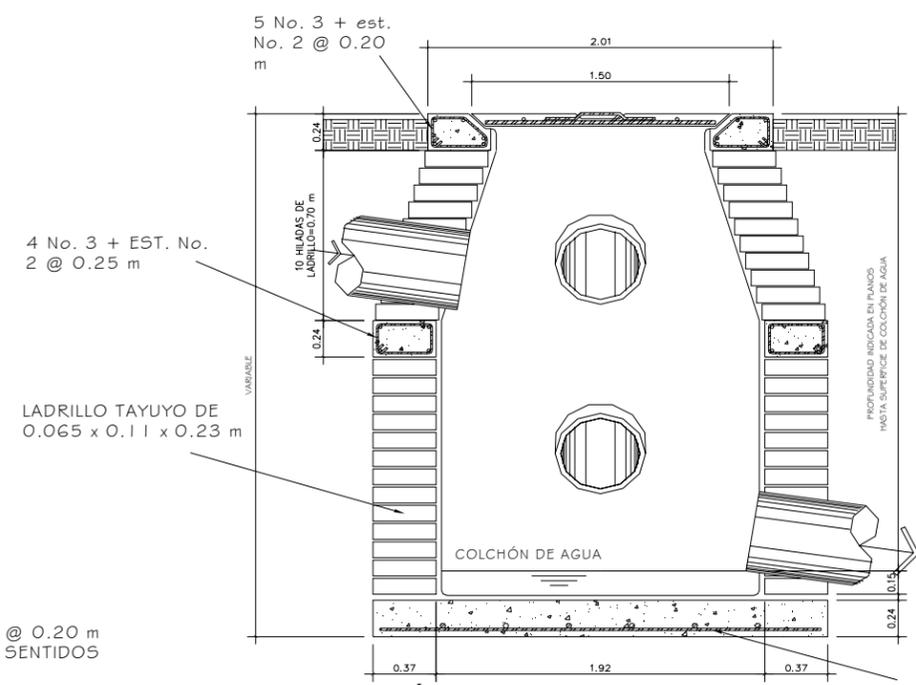
DETALLE DE ESCALÓN ESC 1:10



PLANTA Y SECCIÓN C-C" ESC 1:10



SECCIÓN B-B" POZO DE VISITA (P.V-2) ESC 1:20



SECCIÓN A-A" POZO DE VISITA (P.V-2) ESC 1:20

- ESPECIFICACIONES**
1. LAS TAPADERAS DE LAS POZOS DE VISITA DEBEN IDENTIFICARSE DE ACUERDO A LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
 2. EL CONCRETO A UTILIZAR EN TAPA, BROCALES Y BASE DEBE TENER UN FACTOR $F_c = 217 \text{ Kg/cm}^2$ EN PROPORCIÓN 1:2:2; EQUIVALENTE A 1 SACO DE CEMENTO + 1 CARRETADA DE ARENA + 1 CARRETADA DE PIEDRIN.
 3. LA SABIETA DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:2; EQUIVALENTE A 1 BOLSA DE CAL + 1 1/2 CARRETADAS DE ARENA.
 4. LA MEZCLA A UTILIZAR PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:3; EQUIVALENTE A 1 BOLSA DE CAL + 2 1/2 CARRETADAS DE ARENA.
- EL ACERO DE REFUERZO DEBE POSEER UN FACTOR $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
- LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE PVC Y DIAM. 4" PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA 3034.
- LA CAJA DE REGISTRO DEBE SER UN TUBO DE CONCRETO DE DIAM. 12" CON SU RESPECTIVA BASE Y TAPADERA, ASÍ MISMO DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.90 m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS PETÉN

PROYECTO: SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

CONTENIDO: POZOS DE VISITA

ESTUDIANTE: CÁSTULO AROLDÓ AMÉZQUITA GODÍNEZ CARNET: 99-10868

DISEÑO: C.A.A.G
CALCULO: C.A.A.G
DIBUJO: C.A.A.G
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2, 006

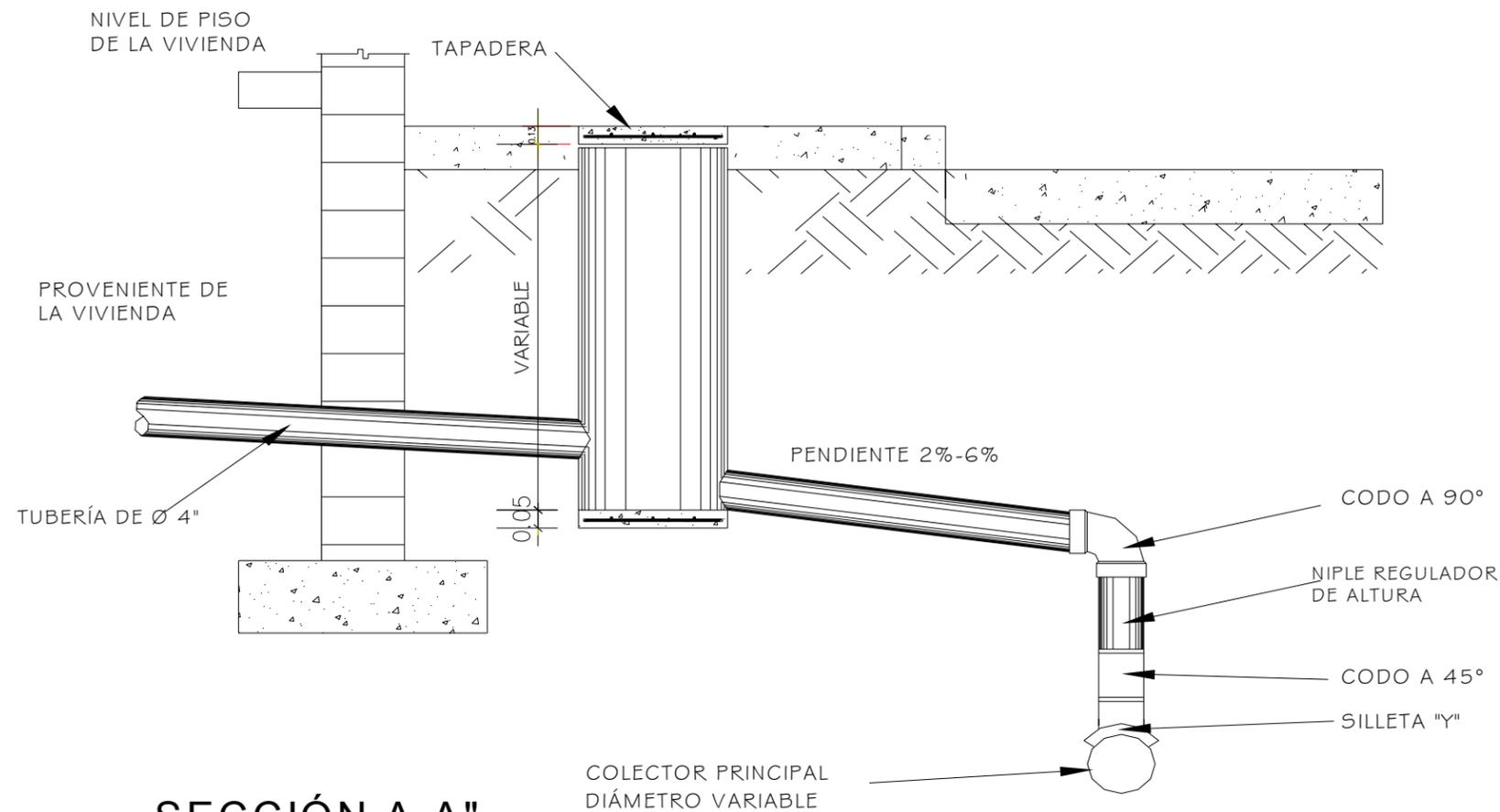
ING. LUIS GREGORIO ALVARO VÉLEZ ASESOR

ING. GONZÁLEZ AMÉZQUITA ALCALDE MUNICIPAL

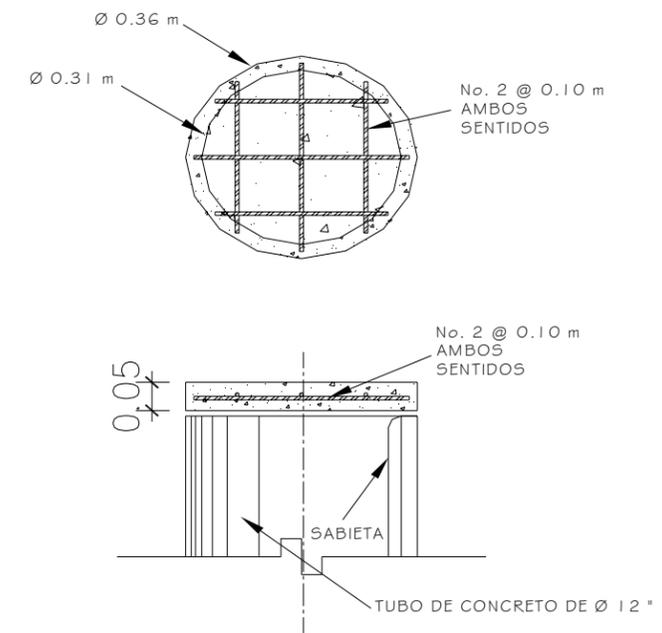
HOJA

12

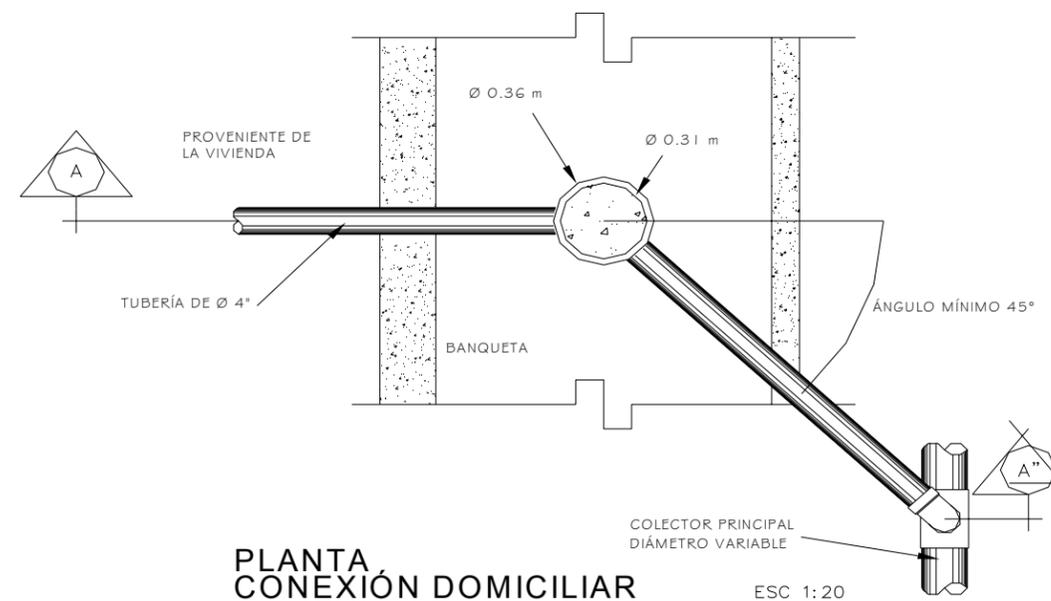
13



SECCIÓN A-A"
CONEXIÓN DOMICILIAR ESC 1:20



CAJA DE REGISTRO ESC 1:10



PLANTA CONEXIÓN DOMICILIAR ESC 1:20

ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LAS POZOS DE VISITA DEBEN IDENTIFICARSE DE ACUERDO A LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO A UTILIZAR EN TAPA, BROCALES Y BASE DEBE TENER UN FACTOR $F_c' = 217 \text{ Kg/cm}^2$ EN PROPORCIÓN 1:2:2; EQUIVALENTE A 1 SACO DE CEMENTO + 1 CARRETADA DE ARENA + 1 CARRETADA DE PIEDRÍN.
3. LA SABIETA DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:2; EQUIVALENTE A 1 BOLSA DE CAL + 1 ½ CARRETADAS DE ARENA.
4. LA MEZCLA A UTILIZAR PARA EL PEGADO DE LADRILLOS DEBE SER FORMADA DE CAL Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:3; EQUIVALENTE A 1 BOLSA DE CAL + 2 ½ CARRETADA DE ARENA.
5. EL ACERO DE REFUERZO DEBE POSEER UN FACTOR $F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$.
6. LA TUBERÍA PARA LA CONEXIÓN DOMICILIAR DEBE SER DE PVC Y DIÁM. 4" PARA ALCANTARILLADO SANITARIO SEGÚN NORMA 3034.
7. LA CAJA DE REGISTRO DEBE SER UN TUBO DE CONCRETO DE DIÁM. 12" CON SU RESPECTIVA BASE Y TAPADERA, ASÍ MISMO DEBE TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 0.90 m.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

MUNICIPALIDAD DE SAN LUIS PETÉN

PROYECTO:
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DEL BARRIO TIKAJAL, SAN LUIS, PETÉN.

CONTENIDO:
CONEXIONES DOMICILIARES

ESTUDIANTE:
CÁSTULO AROLDÓ AMÉZQUITA GODÍNEZ CARNET: **99-10868**

Ho.Bo. HOJA

13

ING. LUIS GREGORIO ALFARO VELIZ ASESOR

ING. NOE GONZÁLEZ AMÉZQUITA ALCALDE MUNICIPAL

DISEÑO: C.A.A.G.
CALCULO: C.A.A.G.
DIBUJO: C.A.A.G.
ESCALA: INDICADA
FECHA: FEB. 2, 006