

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL ADMINISTRATIVA

**ANTEPROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA
TZUNUNÁ DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

TESIS DE GRADO

FERNANDO ANTONIO CASTELLÓN CARDONA
CARNET 10292-08

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL ADMINISTRATIVA

**ANTEPROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA
TZUNUNÁ DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.**

TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA

POR

FERNANDO ANTONIO CASTELLÓN CARDONA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL ADMINISTRATIVO EN EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, OCTUBRE DE 2015
CAMPUS CENTRAL

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

DECANO: MGTR. JOSE CARLOS RICARDO VELA SCHIPPERS
VICEDECANO: MGTR. JORGE ANTONIO GUILLEN GALVAN
SECRETARIA: MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA
DIRECTORA DE CARRERA: MGTR. ELSA GUILLERMINA CABRERA ROMERO

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. MARIO ROBERTO HERNANDEZ MORAN

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. JORAM MATIAS GIL LAROJ
ING. JOSE ISMAEL VELIZ PADILLA
LIC. ADAN ERNESTO POCASANGRE COLLAZOS



Universidad
Rafael Landívar
Tradición Jesuita en Guatemala

FACULTAD DE INGENIERÍA
No. 0229-2015

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante FERNANDO ANTONIO CASTELLÓN CARDONA, Carnet 10292-08 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL ADMINISTRATIVA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 02202-2015 de fecha 23 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

ANTEPROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA TZUNUNÁ DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ.

Previo a conferírsele el título de INGENIERO CIVIL ADMINISTRATIVO en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 26 días del mes de octubre del año 2015.



MGTR. KAREN GABRIELA MORALES HERRERA, SECRETARIA
INGENIERÍA
Universidad Rafael Landívar

Guatemala, 15 de Junio de 2015

Ingeniera
Karen Morales
Secretaria de Facultad
Facultad de Ingeniería


Estimada Inga. Morales,

Por este medio me es grato saludarla y desearle toda clase de éxitos en sus labores diarias.

El motivo de la presente es para informarle que he revisado el informe final del trabajo de graduación titulado: **"ANTEPROYECTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO PARA LA ALDEA TZUNUNÁ DEL MUNICIPIO DE SANTA CRUZ LA LAGUNA, DEPARTAMENTO DE SOLOLÁ"**, realizada por el estudiante **Fernando Antonio Castellón Cardona**, quien se identifica con número de carné 10292-08. Después de haber revisado el informe final y de acuerdo con los requerimientos establecidos por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Rafael Landívar, doy como aprobado dicho trabajo.

Sin otro particular, me suscribo de Usted.

Atentamente,


MSc. Ing. Mario Hernández
Asesor de Tesis

Mario Roberto Hernández Morán
Ingeniero Civil
Master en Ingeniería Sanitaria
Colegiado No. 4,518

RESUMEN EJECUTIVO

En general toda comunidad genera una descarga de aguas residuales en cada vivienda, lo que hace necesario implementar un sistema que se encargue de su recolección y transporte para finalmente darle un tratamiento adecuado. El presente proyecto de graduación presenta un anteproyecto que servirá como estudio de prefactibilidad para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario de Tzununá, la cual es una aldea que pertenece al municipio de Santa Cruz La Laguna, del departamento de Sololá.

Según consta en la presente investigación es notoria y de suma importancia la introducción de un sistema de recolección y tratamiento de aguas residuales, esto debido a las condiciones en las que viven los habitantes de dicha aldea, especialmente por ser familias de escasos recursos, que viven en lugares que no fueron diseñados correctamente y que fueron poblados de una manera no técnica.

El objetivo principal del presente proyecto es diseñar una propuesta para el sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Tzununá, para que dicho sistema recolecte y transporte eficientemente las aguas residuales que la población produce, y que su vida útil sea de por lo menos 20 años a partir de la fecha en que se termine la ejecución física del proyecto. Cabe mencionar nuevamente que el diseño implícito en esta tesis está a nivel de anteproyecto por carecer de una topografía de primer orden, esto debido a los problemas sociales con la comunidad, quienes fueron los que se negaron rotundamente a aceptar equipos especializados de topografía que obtuvieran los datos necesarios.

El presente proyecto se diseñó bajo normas para diseño de alcantarillado sanitario del Instituto de Fomento Municipal –INFOM- y debido a que se desea ejecutar con la ayuda de recursos públicos está estructurado en base a las normas del Sistema Nacional de Inversión Pública –SNIP- como un proyecto que forma capital fijo.

El sistema propuesto para este proyecto por las condiciones socioeconómicas, se diseñó por gravedad, aprovechando la pendiente del terreno natural, con las tuberías funcionando como canales parcialmente llenos, siempre con el debido cuidado de mantener las velocidades máximas y mínimas dentro de los parámetros permisibles.

En base a la planta de conjunto general (ortofotografía) y el plano de curvas de nivel se trazó una línea central para colocar el colector principal (el cual será de PVC con un diámetro mínimo de 6") y se ubicaron los pozos de visita según las normas utilizadas para el diseño del presente anteproyecto.

Para el cálculo de la población futura se tomó como base el censo poblacional realizado por la Asociación Vivamos Mejor en el año 2013, y se utilizó el método de incremento geométrico o exponencial.

Para el cálculo hidráulico de la red se aplicó el método de área tributaria, en el que se tuvo que determinar primeramente el área total que influiría en el sistema para seguidamente poder calcular el diámetro y pendiente de las tuberías en los diferentes tramos. Simultáneamente se calcularon las alturas de los pozos de visita, optimizando las diferencias entre la pendiente del terreno natural y la de la tubería.

Se eligieron 2 puntos de descarga del sistema de alcantarillado, tomando en cuenta que era lo más favorable debido a las condiciones topográficas del lugar, esto con el fin de evitar tramos contra pendiente y así aumentar el volumen de excavaciones y por lo tanto un costo más elevado del proyecto, además que para poder unificar los caudales de las dos líneas de recolección era necesario atravesar el río, lo que generaba mucho riesgo al momento de existir una crecida en el caudal y pondría en riesgo el funcionamiento de la red.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Introducción	1
1.2 Lo escrito en Guatemala sobre el tema	3
1.3 Marco teórico	4
1.3.1 Aguas residuales	4
1.3.2 Sistema de alcantarillado sanitario	7
1.3.3 SEGEPLAN	8
2. DIAGNÓSTICO	10
2.1 Identificación del proyecto	10
2.2 Antecedentes	10
2.3 Identificación de la problemática a resolver	10
2.3.1 Análisis del problema	10
2.4 Caracterización del área de influencia	11
2.4.1 Descripción geográfica	11
2.4.2 Aspectos socioeconómicos	12
2.4.3 Servicios	13
2.5 Justificación del proyecto	14
2.5.1 Situación sin proyecto	14
2.5.2 Situación con proyecto	14
2.6 Análisis de alternativas	15
2.6.1 Alternativa seleccionada	15
2.7 Formulación del proyecto	15
2.7.1 Descripción del proyecto	15
2.7.2 Objetivos del proyecto	16
2.7.3 Metas o resultados	16
3. ESTUDIO DE MERCADO	17
3.1.1 Demanda	17
3.1.2 Oferta	19
3.1.3 Beneficiarios directos e indirectos	19
4. ESTUDIO TÉCNICO	20
4.1 Localización del proyecto	20
4.1.1 Terrenos y derechos de paso	22
4.1.2 Tamaño	22

4.1.3 Equidad _____	22
4.2 Tecnología _____	22
4.3 Ingeniería del proyecto _____	23
4.3.1 Diseño _____	23
4.3.2 Planos _____	37
4.3.3 Especificaciones técnicas _____	37
4.4 Presupuesto _____	38
4.5 Cronograma de ejecución físico y financiero _____	40
5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL _____	41
5.1 Aspectos administrativos _____	41
5.1.1 Operación, administración, mantenimiento y vida útil _____	41
5.2 Aspectos legales _____	41
6. ESTUDIO FINANCIERO _____	42
6.1 Estudio financiero _____	42
6.2 Evaluación financiera _____	43
6.2.1 Análisis costo/eficiencia _____	43
7. CONCLUSIONES _____	45
8. RECOMENDACIONES _____	46
9. BIBLIOGRAFÍA _____	47
10. ANEXOS _____	49
10.1 Abreviaturas _____	49
10.2 Planos _____	50
10.2.1 Plano 1: Planta General con Ortofotografía, Sector 1	
10.2.2 Plano 2: Planta General Sector 1	
10.2.3 Plano 3: Planta General con Ortofotografía, Sector 2	
10.2.4 Plano 4: Planta General Sector 2	
10.2.5 Plano 5: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 1 (PV01 – PV13)	
10.2.6 Plano 6: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 1 (PV14 – PV20)	
10.2.7 Plano 7: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 2 (PV21 – PV33)	
10.2.8 Plano 8: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 3 (PV37 – PV28) y Sector 1– Línea 4 (PV47 – PV18)	
10.2.9 Plano 9: Planta y Perfil Sector 2 – Línea 1 (PV01 – PV08)	
10.2.10 Plano 10: Planta y Perfil Sector 2 – Línea 1 (PV08 – PV16)	
10.2.11 Plano 11: Planta y Perfil Sector 2 – Línea 1 (PV01 – PV08)	
10.2.12 Plano 12: Planta de Distribución de Áreas y Ubicación de PTAR Sector 1	
10.2.13 Plano 13: Planta de Distribución de Áreas y Ubicación de PTAR Sector 2	

10.2.14 Plano 14: Detalles Constructivos de la Red de Alcantarillado Sanitario.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

El agua potable fue introducida en la aldea Tzununá entre 1985 y 1986 mediante el Programa de Sistemas Comunitarios de Salud y Nutrición del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de la República de Guatemala y de la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos por sus siglas en inglés USAID. Es importante mencionar que en dicho proyecto no fue considerado el drenaje sanitario, por lo que actualmente las aguas luego de ser utilizadas son descargadas a flor de tierra.

El agua es uno de los principales factores que influyen en el nivel de salubridad de una población y por consiguiente del sitio geográfico que esta ocupa, debido a que todas las personas que la habitan producen desechos, sólidos y líquidos, estos últimos constituyen las aguas residuales, que en su mayoría es el agua proveniente de la red de distribución de agua potable y luego de ser utilizada por las personas que la consumen (viviendas, comercios e industrias) es descargada al alcantarillado sanitario. Por ello es necesario que un sistema de abastecimiento de agua potable sea acompañado siempre de una red de recolección y transporte de aguas residuales y un sistema de tratamiento que se adecue a la contaminación que la actividad de la población impregna en dicho líquido.

Un sistema de drenaje sanitario es un elemento muy importante al momento de planificar el desarrollo urbanístico de una parcela de terreno. Por lo general este sistema está compuesto por una red de recolección y transporte, la cual consiste en tuberías instaladas de manera subterránea, las mismas son colocadas estratégicamente para que puedan recolectar y transportar todas las aguas residuales producidas por los distintos sectores; dicha red de tuberías cuenta con pozos de visita que son estructuras que proporcionan acceso para inspección y limpieza por cualquier situación que evidencie falla en el sistema y para posibles cambios de dirección de las tuberías; posteriormente a la recolección y transporte las aguas residuales son conducidas hacia una planta de tratamiento, en la que se realizan diferentes procesos, estos dependen de qué tipo de contaminación tenga el agua y de cuál será la disposición final del líquido ya tratado, la primera opción consiste en una descarga de las aguas tratadas hacia un cuerpo receptor (río, lago, mar, etc.) y la segunda opción es reutilización del recurso hídrico, de igual manera el tratamiento variará según el tipo de reutilización que se le desee dar.

La carencia, o la deficiencia de un sistema de drenaje sanitario repercute en un nivel alto de contaminación para el territorio que habitan los pobladores que la generan, y esto desencadena enfermedades gastrointestinales que afectan directamente al ser humano. Además dicha contaminación se esparce rápidamente hacia lugares aledaños, ya que contamina fuentes de agua que otras personas ocupan para consumo.

Por los argumentos antes mencionados, el presente trabajo propone el diseño de la Red de Drenaje Sanitario para la aldea Tzununá, perteneciente al municipio de Santa Cruz La Laguna, del departamento de Sololá.

Actualmente Tzununá no cuenta con ningún sistema de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales, y la única forma de disposición final de las excretas es a través de letrinas, las mismas no se encuentran construidas bajo ningún criterio técnico, y además sólo están instaladas en ciertas áreas de la población.

Ya son visibles algunas de las consecuencias que está sufriendo Tzununá y su entorno, las mismas son de tipo ambiental, se puede mencionar que existe bastante contaminación en el río que atraviesa la aldea, en el caso de salud existe un alto índice de enfermedades gastrointestinales; además gran parte de las aguas residuales se están descargando en el lago de Atitlán sin ningún tipo de tratamiento, y estas contienen una gran cantidad de nutrientes (nitrógeno y fósforo), por ello el lago está sufriendo una proliferación a gran escala de un alga denominada cianobacteria.

Un estudio reciente realizado en 2013, Unidos por el Lago, confirma la presencia de un tipo de alga llamada *microcystis*, que tiene algunas variantes que pueden ser altamente tóxicas porque producen endotoxinas, la cual además de disminuir el nivel de oxígeno en el lago, es dañina para el ser humano.

Con el fin de disminuir y tratar de erradicar los efectos negativos que se producen por la descarga de aguas residuales no tratadas por parte de los habitantes de la aldea Tzununá, se considera primordial proporcionar un Sistema de Drenaje Sanitario integral, que cumpla con el Acuerdo Gubernativo 12-2011, el cual es el que aplica para la cuenca del lago de Atitlán, y con las necesidades de recolección, transporte y tratamiento de aguas residuales producidas por la población de dicha aldea. Por lo que el presente trabajo contiene una solución que se adapta a las condiciones de la localización, tipo de suelos y nivel socioeconómico que caracterizan a toda la región de la cuenca de Atitlán a la cual pertenece Tzununá.

1.2 Lo escrito en Guatemala sobre el tema

A continuación se describe un poco sobre publicaciones realizadas por profesionales egresados de la Universidad Rafael Landívar en los últimos 15 años:

- ✚ **Ortíz (2012)**, propone un diseño de la red de agua potable, así como un sistema de drenaje sanitario para la lotificación hábitat-Usumatlán en el departamento de Zacapa. El drenaje sanitario fue calculado basándose en el número total de lotes, y se le asignó una densidad de habitantes por vivienda, dato obtenido de estudios realizados por el Instituto Nacional de Estadística –INE– (asumiendo que se construirá una vivienda por lote).

- ✚ **Alfaro (2006)**, propone el diseño de la red de drenajes sanitario para el sector comprendido entre la 32 y 35 Calle, y entre 6^a. hasta 10^a Avenida A de la Colonia Las Charcas, Zona 11 de la ciudad de Guatemala, con un período de diseño de 20 años, y utilizando las normas establecidas en el Reglamento Para el Diseño y Construcción de Drenajes de EMPAGUA.

- ✚ **Mendizábal (2005)**, propone el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la lotificación Vista al Valle II, ubicada en zona 18, municipio de Chinautla. El sistema propuesto funciona por gravedad ya que aprovecha la pendiente del terreno natural.

- ✚ **Castillo (2001)**, propone 2 diferentes diseños para la red de drenajes de aguas negras para la población Cojobal en el municipio de Patzún, tomando en cuenta un período de diseño de 20 años, y utilizando el método de incremento aritmético para el cálculo de la población futura, y el método de áreas tributarias para el determinar el caudal de aguas servidas. Además realiza un presupuesto aproximado del costo de construcción de cada opción propuesta.

1.3 Marco teórico

1.3.1 Aguas residuales

➤ Definición

El término agua residual define un tipo de agua que está contaminada con sustancias fecales y orina, procedentes de desechos orgánicos humanos o animales. Su importancia es tal que requiere sistemas de canalización, tratamiento y disposición final. Su tratamiento nulo o indebido genera graves problemas de contaminación. (Brigand, 2008)

(Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2015) define aguas residuales como: *Agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella. No obstante, las aguas residuales de un usuario pueden servir de suministro para otro usuario en otro lugar.*

➤ Tipos de Aguas Residuales

En general las aguas residuales se dividen en tres grandes grupos:

- ✚ **Domésticas:** proceden de las aguas de uso residencial, inodoros, lavamanos, regaderas o duchas, cocina y de la limpieza general de la casa.
- ✚ **Industriales:** estas son producto de los procesos realizados en fábricas y establecimientos industriales.
- ✚ **Especiales:** entre estas se encuentran las hospitalarias, las cuales incluyen varios residuos con químicos altamente tóxicos.

Es de suma importancia que el ingeniero que diseñe el sistema de drenaje sanitario, calcule el porcentaje de cada uno de los tipos de aguas residuales que es descargado en la red, con el fin de definir el tratamiento adecuado que estas deben de tener.

➤ Características de las Aguas Residuales

🚦 **Cantidad:** esta característica se refiere al caudal de aguas residuales que la red de alcantarillado tendrá que transportar y para el cual estará diseñada. Este caudal equivale a un 70% al 80% de la dotación de agua potable (Lt/hab/día) que se asigna para consumo.

➤ Composición de las Aguas Residuales

🚦 **Calidad:** Se refiere a los contaminantes presentes en las aguas residuales, elementos físicos, químicos y biológicos. Los elementos químicos pueden ser orgánicos o inorgánicos. A continuación se describen 3 diferentes tipos de aguas residuales:

1. Agua Residual Doméstica: en su gran mayoría contienen porcentajes elevados de materia orgánica y microorganismos patógenos, además restos de jabones, detergentes, lejía y grasas.

2. Agua Residual Industrial: su composición es bastante variable, ya que depende de la actividad industrial para la cual es utilizada, pero en general pueden contener aceites, detergentes, metales pesados, antibióticos, ácidos y grasas y otros productos y subproductos de origen mineral, químico, vegetal o animal.

3. Agua Residual Especial: entre estas se puede mencionar las aguas residuales hospitalarias, estas contienen una variedad de sustancias tóxicas y persistentes, como por ejemplo productos farmacéuticos, radionucleidos, disolventes y desinfectantes de uso médico en una alta concentración. Los desechos hospitalarios son sumamente peligrosos para el equilibrio ecológico y la salud pública, por lo que al momento de diseñar tratamiento para dichas aguas se debe de tomar en cuenta que muchos de los componentes de las aguas residuales hospitalarias contienen compuestos que pasan sin cambios a través de etapas de tratamiento biológico.

En la tabla 1.1 se muestra la composición típica del agua residual, y los parámetros para que esta sea considerada leve, media o fuertemente contaminada.

Tabla 1.1 Componentes del Agua Residual

Contaminantes	Unidades	Leve	Concentración Media	Fuerte
Sólidos totales	mg/lt	350	720	1,200
Sólidos disueltos totales	mg/lt	250	500	850
Sólidos en suspensión	mg/lt	100	220	350
Sólidos sedimentables	mg/lt	5	10	20
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/lt	250	500	1,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/lt	110	220	400
Cloruros	mg/lt	30	50	100
Alcalinidad	mg/lt	50	100	200
Grasa	mg/lt	50	100	150

Fuente: Metcalf y Eddy (1996)

➤ **¿Por qué tratar las Aguas Residuales?**

Acompañado del desarrollo urbanístico e industrial, se ha aumentado el caudal y el número de elementos químicos y cantidad de materia orgánica que es depositada en el líquido vital de los seres humanos, el agua residual, al no ser tratada antes de su descarga, se deposita en lagunas, lagos, ríos y mar, y el oxígeno que estos cuerpos contienen no es suficiente para dar lugar a una recuperación, por lo que la naturaleza por sí sola no es capaz de realizar el proceso de auto depuración del agua.

Cabe mencionar que uno de los efectos más importantes de la contaminación orgánica en el agua es la proliferación de microorganismos, virus, etc. que causan enfermedades como el cólera, la fiebre tifoidea y la hepatitis.

Por otra parte, los excrementos, fertilizantes y detergentes, que generalmente van incluidos en las aguas residuales, contienen un alto porcentaje de nutrientes como nitrógeno y fosforo, los cuales permiten un acelerado crecimiento de algas en cuerpos de agua. Al momento que las algas mueren, estas se depositan en el fondo del cuerpo de agua que las contiene, y empieza un proceso de descomposición y se crean bacterias. Un exceso de algas permite un aumento

de la población de bacterias en el agua, estas últimas consumen oxígeno, de este modo queda muy poco para los otros seres vivos que viven en el agua, principalmente peces. En casos extremos, en los que el nivel de oxígeno en un cuerpo de agua es considerablemente bajo, los seres que lo habitan comienzan a morir. Este proceso se llama eutrofización.

1.3.2 Sistema de alcantarillado sanitario

➤ Definición

Se denomina alcantarillado, red de alcantarillado, red de saneamiento o red de drenaje al sistema de estructuras y tuberías usado para la recolección y transporte de las aguas residuales de una población desde el lugar en que se generan hasta el sitio en que se vierten al medio natural o se tratan. (Hernández, 2007)

Las redes de alcantarillado sanitario son estructuras hidráulicas que generalmente funcionan por gravedad, esto quiere decir que trabajan bajo presión atmosférica. En general están constituidas por canales de sección circular, rara vez se utiliza una sección oval o compuesta; en la mayoría de las obras estos canales se instalan enterrados bajo las vías públicas.

➤ Composición de un Sistema de Drenaje Sanitario

Los Sistemas de Drenaje Sanitario están constituidos por:

- a. **Conexión domiciliar:** la conexión doméstica se hace por medio de una caja de inspección, esta puede estar construida de mampostería o con tubos de cemento, a estas últimas se les denomina candelas de conexión. En estas estructuras se descarga el agua residual producida por la vivienda, y luego tienen un tubo de salida que se conecta a 45° con el colector principal.
- b. **Sistema colector o red de colección:** constituido por las tuberías principales y secundarias, estas son destinadas a conducir las aguas residuales para ser de unificadas y descargadas en una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.
- c. **Pozos de Visita:** estructuras subterráneas que deben de ser colocadas al momento de un cambio de dirección o pendiente en el terreno natural en donde se instala

el sistema colector, también estos deben de construirse al inicio de un tramo de drenaje.

- d. **Estaciones de Bombeo:** en ciertos diseños, la topografía de la zona, obliga a instalar estaciones de bombeo para poder redirigir en una pendiente opuesta los líquidos recolectados.
- e. **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales:** es una estructura en la que se realizan diferentes tratamientos a las aguas residuales, de manera de disminuir sus porcentajes de contaminación, y así estas puedan ser descargadas hacia un cuerpo receptor, o ser reutilizadas.

1.3.3 SEGEPLAN

(Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN], 2015) es el órgano de planificación del Estado, establecida como una institución de apoyo a las atribuciones de la Presidencia de la República. A SEGEPLAN le corresponde coadyuvar a la formulación de la política general de desarrollo del Gobierno y evaluar su ejecución y efectos.

➤ **Gestión de Inversión Pública**

Apoya a la Secretaria en sus funciones de fortalecer, modernizar y actualizar el Sistema Nacional de Proyectos de Inversión Pública -SNIP-, en sus distintos niveles territoriales, sectoriales e institucionales.

Funciones específicas:

- Vela por el adecuado funcionamiento del Sistema Nacional de Proyectos de Inversión Pública, para la formulación del Programa de Inversión Pública del Presupuesto de Ingresos y Egresos del Estado.
- Orienta y coordina la formulación del Programa de Inversión Pública -PIP- anual y multianual que responda a las prioridades de desarrollo del país.
- Perfila, implementa, administra y monitorea el Sistema Nacional de Preinversión, para la formulación de iniciativas de inversión estratégicas del Estado a favor del desarrollo.

➤ Sistema Nacional de Inversión Pública -SNIP- Ejercicio Fiscal 2016

En el marco de la modernización del Estado y en la búsqueda de la transparencia en el uso de los recursos públicos, la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), ha implementado el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP), cuyo propósito es mejorar la calidad de la inversión propiciando la asignación de recursos a los proyectos de mayor rentabilidad social, acordes a las prioridades, metas, resultados y lineamientos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo.

En este proceso la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN), emite normas e instrucciones para el proceso de inversión pública, con el propósito de articular las demandas sectoriales, departamentales y municipales con la política y plan nacional de desarrollo por medio del Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP).

El Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) reconoce dos tipos de proyectos de inversión, los que forman capital fijo y los que no forman capital fijo.

Todo proyecto de inversión que se presente a la SEGEPLAN, deberá especificar la fase del ciclo de vida del proyecto que requiere financiamiento, que podrá ser: preinversión y/o ejecución.

Los proyectos de inversión que forman capital fijo que requieran recursos por primera vez para la etapa de ejecución, deben estar formulados y evaluados a nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad, dependiendo del tamaño, complejidad y costo del mismo. Posteriormente deberá presentar el documento de proyecto a la SEGEPLAN con los contenidos que se describen a continuación:

- 1. Diagnóstico**
- 2. Estudio de Mercado**
- 3. Estudio Técnico**
- 4. Estudio Administrativo y Legal**
- 5. Estudio Financiero**

2. DIAGNÓSTICO

2.1 Identificación del proyecto

Nombre del Proyecto:	Construcción sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Tzununá, del municipio Santa Cruz La Laguna, Sololá.
Proceso:	Construcción
Objeto:	Construcción de drenaje sanitario
Ubicación Específica:	Sectores Tzajomel, Schinimajuyu, Tzanjuyu, Xebaj, Patuyá, Xesuj Y Chirij Suj.

2.2 Antecedentes

Los pobladores de la aldea Tzununá no cuentan con el servicio de drenaje sanitario.

Fundación Castillo Córdova solicitará la solución a esta problemática, por lo tanto se realizarán los estudios, la planificación y trámites correspondientes para obtener financiamiento necesario para llevar a cabo la ejecución del proyecto de la construcción de drenaje sanitario.

2.3 Identificación de la problemática a resolver

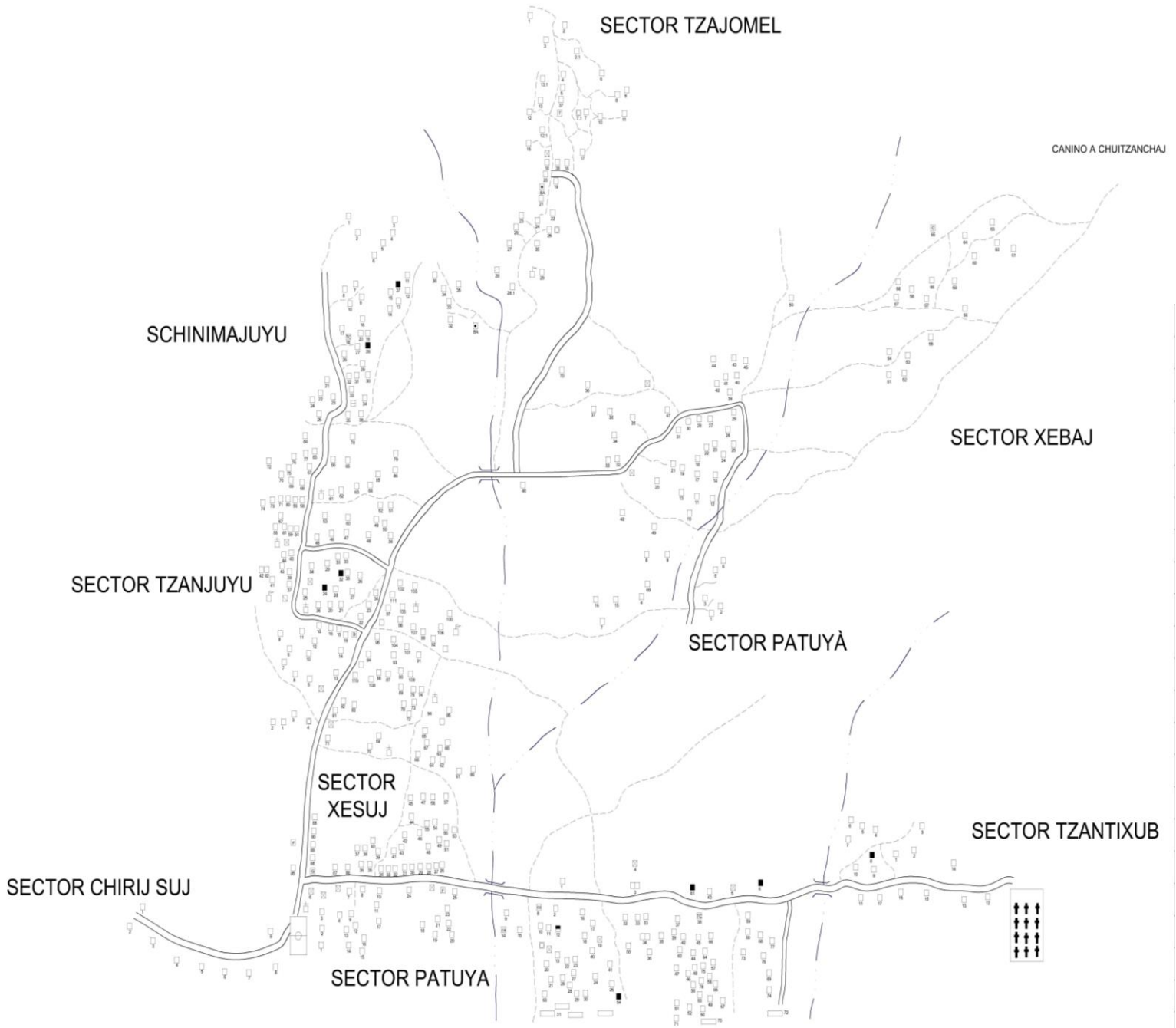
2.3.1 Análisis del problema

En la aldea Tzununá no existe un sistema de drenaje sanitario, razón por la cual la mayoría de la población, un 68% hace uso de letrinas de hoyo seco tradicional para la disposición final de las heces (Asociación Vivamos Mejor Guatemala, 2013). Este deficiente manejo de las heces y aguas servidas ha provocado molestia a los habitantes de la comunidad, principalmente por la incidencia de enfermedades de origen hídrico, generación de malos olores por la descomposición de la materia orgánica presente en las aguas residuales y proliferación de la materia orgánica presente en las aguas residuales, así como el deterioro del ornamento de la comunidad.

2.4 Caracterización del área de influencia

2.4.1 Descripción geográfica

Imagen 3. Croquis Aldea Tzununá.



Fuente: Asociación vivamos mejor Guatemala, 2013.

En el área geográfica de la aldea predomina un suelo con pendientes superiores a 55%, debido a esto el mismo tiene un riesgo de erosión alto. Dichas condiciones también dificultan que se instale un sistema integral de drenaje sanitario, y esto ha ido repercutiendo en que ciertas áreas de la población tengan un menor acceso a servicios básicos por la ubicación de su vivienda.

2.4.2 Aspectos socioeconómicos

Según el censo realizado en el año 2013 por la Asociación Vivamos Mejor Guatemala, la población actual de la Aldea Tzununá es de 2,089 habitantes, la cual se divide en un 51% de sexo masculino, y 49% de sexo femenino. El 100% de la población es indígena de la etnia Kaqchikel.

La población económicamente activa es del 71%, siendo la agricultura la actividad primaria de generación de ingresos.

La tasa de crecimiento poblacional oficializada por el Instituto Nacional de Estadística –INE– para el municipio de Santa Cruz la Laguna es de 4.30%.

Se considera que la propuesta cumple con los parámetros que inciden en la manifestación del problema y cumplirá con la demanda actual y una demanda futura.

Para calcular la demanda futura se utilizó el método de crecimiento geométrico o exponencial para estimar la población futura en un período de diseño de 22 años. Este método se describe a partir de la siguiente ecuación:

$$P_f = 2,089 \text{ hab } (0.0430 + 1)^{22}$$
$$**P_f = 5,275 habitanes**$$

Esta población correspondería al final del período de diseño, quiere decir en el año 2035.

2.4.3 Servicios

Tzununá cuenta con dos vías de acceso: terrestre y lacustre. En la vía de acceso terrestre las carreteras son de tipo terracería.

En el casco principal que abarca los sectores Xesuj, Tzanjuyu y Patuyá si se cuenta con servicio de energía eléctrica, los demás sectores carecen de esta. En todos los sectores actualmente existen conexiones prediales de agua potable.

El presente proyecto generará un beneficio a los habitantes del sector ya que se prestará el servicio de drenaje sanitario.

2.5 Justificación del proyecto

2.5.1 Situación sin proyecto

Actualmente no se cuenta con una red de drenaje sanitaria por lo que causa enfermedades a los pobladores y la contaminación del medio ambiente ya que personas conducen sus desechos hacia letrinas, en hogares donde se dispone de estas, en los demás existe una alta contaminación por excretas, la misma desencadena un gran riesgo de contagio de enfermedades infecciosas y parasitarias. Además en los hogares donde sí se utilizan letrinas, estas no reciben ningún tratamiento durante su vida útil, y cuando esta finaliza (evento que sucede cuando la letrina se llena) solamente las cierran con tierra, otro dato importante es que no existe conciencia de salubridad, por lo que se debe de concientizar a las personas sobre el lavado de manos luego del uso de letrinas.

Uno de los varios focos de contaminación lo conforma el agua utilizada en las pilas para el lavado de ropa, ya que las mismas son descargadas a flor de tierra.

2.5.2 Situación con proyecto

Al desarrollarse la construcción del sistema de drenaje sanitario de la aldea Tzununá, se identifican dos aportes claves a la sociedad: el primero disminuir el impacto negativo que produce actualmente la descarga directa de las aguas residuales en el lago de Atitlán; y el segundo aporte consiste en la plusvalía que tomarán las propiedades del lugar, por contar con servicios de saneamiento de los que se carecía anteriormente.

Además el aporte más evidente a la comunidad es la mejora en las condiciones de saneamiento de la comunidad, lo que repercute en elevar la calidad de vida de los habitantes de la aldea, ya que al desarrollar la red de alcantarillado sanitario se reducen las probabilidades de propagación de enfermedades gastrointestinales ocasionadas por bacterias, parásitos, virus, como las diarreas, debido a la mala disposición de aguas residuales.

2.6 Análisis de alternativas

2.6.1 Alternativa seleccionada

Se analizaron varios tipos de alcantarillado sanitario y el sistema propuesto es por gravedad y como un sistema convencional, de manera que se aproveche la pendiente del terreno natural, de este modo se diseña para que la tubería funcione como canal parcialmente lleno.

El diseño del sistema de drenaje sanitario se basó en las Normas Generales para Diseño de Alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal INFOM.

Las plantas de tratamiento de aguas residuales propuestas serán de tipo anaerobio, esto con el fin de reducir los costos de operación ya que no se necesitarán equipos electro-mecánicos.

2.7 Formulación del proyecto

2.7.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de la red de drenaje sanitario. Se utilizará para todo el colector tubería de PVC tipo NOVAFORT con un diámetro mínimo de 6 pulgadas, según las normas establecidas por el INFOM. Esta tubería tiene un coeficiente de rugosidad de Manning, $n=0.009$. (AMANCO, 2013)

Se tiene planificado la construcción de 72 pozos de visita a lo largo de toda la red de 2,982 metros.

2.7.2 Objetivos del proyecto

➤ Objetivo general

Realizar un anteproyecto de diseño a nivel de prefactibilidad para el sistema de drenaje sanitario, en la Aldea Tzununá del Municipio de Santa Cruz la Laguna, departamento de Sololá.

➤ Objetivos específicos o inmediatos

- Diseñar el alcantarillado sanitario para la aldea Tzununá, para conducir las aguas residuales a PTAR'S.
- Cumplir con las normas de Salud Pública, Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión Pública según Normas SNIP de Segeplan y cumplir con las Normas Generales para el Diseño de Alcantarillados de INFOM.
- Proponer ubicación y tecnología de la planta de tratamiento de aguas residuales.

2.7.3 Metas o resultados

Construir los 72 pozos de visita e instalación de los 2,982 metros de tubería que conforman el alcantarillado sanitario de Tzununá.

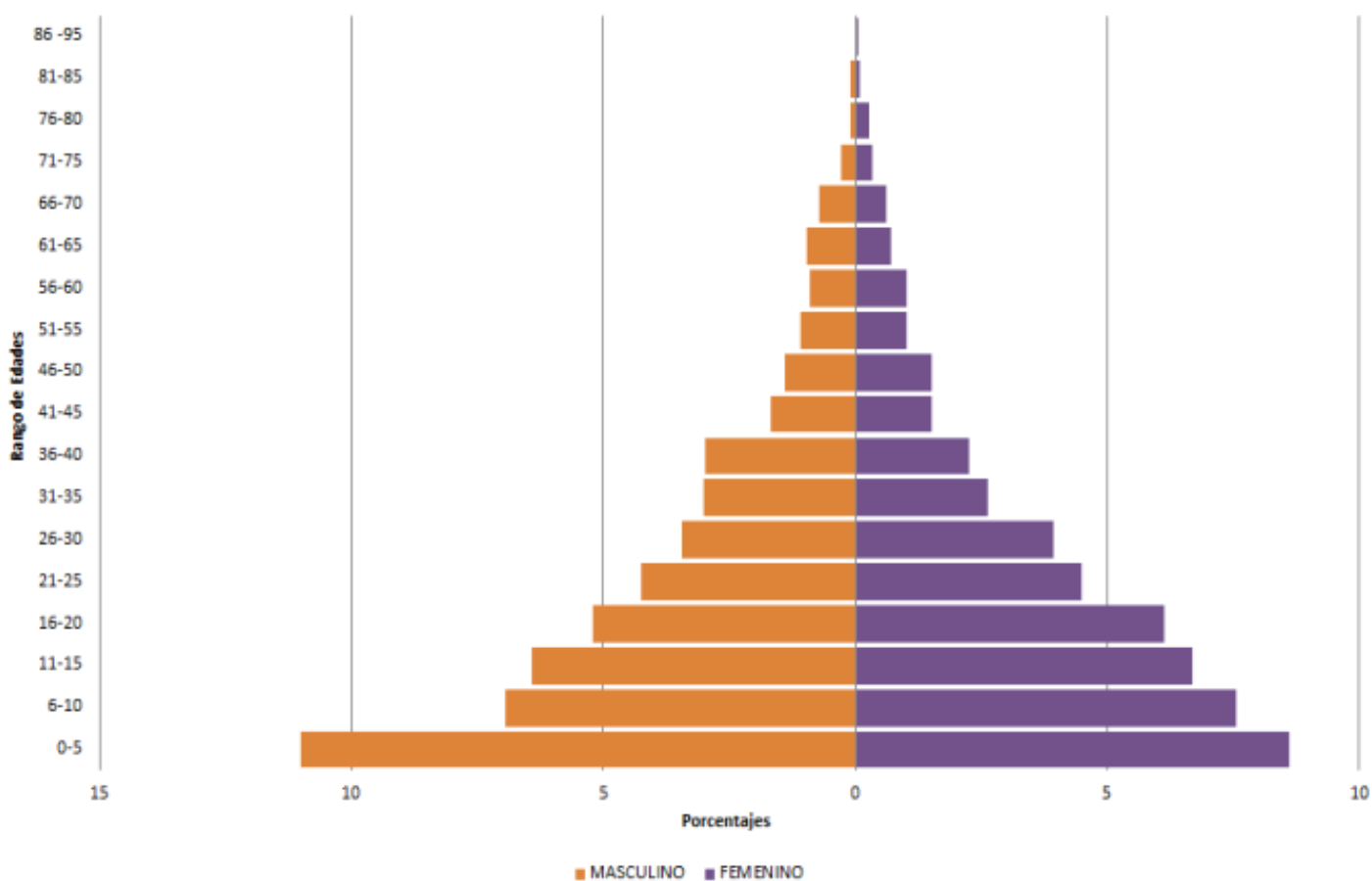
3. ESTUDIO DE MERCADO

3.1.1 Demanda

La demanda actual es de 2,089 habitantes, proyectándose a una vida útil de 20 años el proyecto tendrá una demanda futura de 5,275 habitantes según lo calculado en la sección 1.4.2 de este documento.

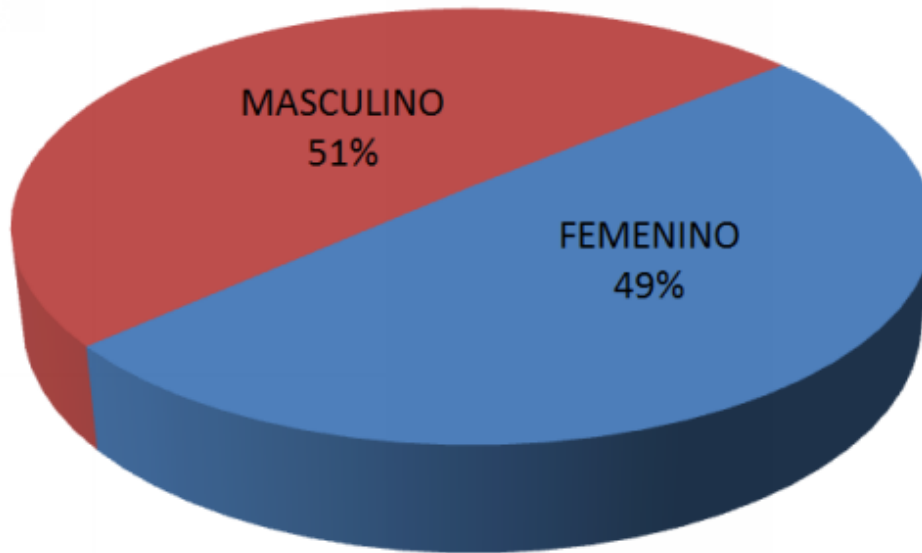
Las gráficas que se muestran a continuación presentan la identificación, caracterización y cuantificación de la demanda:

Gráfica 1. Pirámide poblacional.



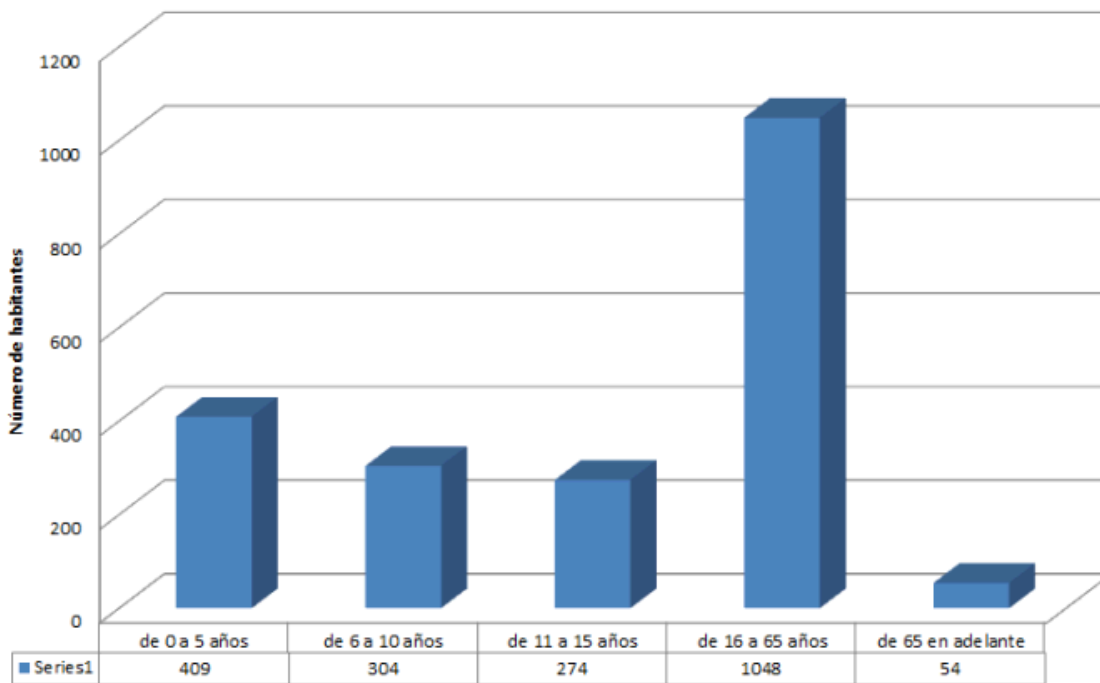
Fuente: Asociación vivamos mejor Guatemala, 2013.

Gráfica 2. Población total por género.



Fuente: Asociación vivamos mejor Guatemala, 2013.

Gráfica 3. Población comprendida en distintos rangos de edades.



Fuente: Asociación vivamos mejor Guatemala, 2013.

3.1.2 Oferta

Actualmente no existe oferta de alcantarillado sanitario en la aldea Tzununá.





El sistema de alcantarillado sanitario mejorará la calidad de vida, disminuyendo las enfermedades y la contaminación del medio ambiente, en especial del lago de Atitlán.

La institución que ofrecerá el servicio será la municipalidad de Tzununá.

3.1.3 Beneficiarios directos e indirectos

Los beneficiarios directos serán los 2,089 habitantes de la aldea Tzununá. Que se dividen en 1,065 habitantes de sexo masculino y 1,024 de sexo femenino.

Los beneficiarios indirectos serán sus colindantes:

-  Norte con Santa Lucía Utatlán
-  Sur con el Lago de Atitlán
-  Este con el caserío Jaibalito y
-  Oeste con San Marcos La Laguna

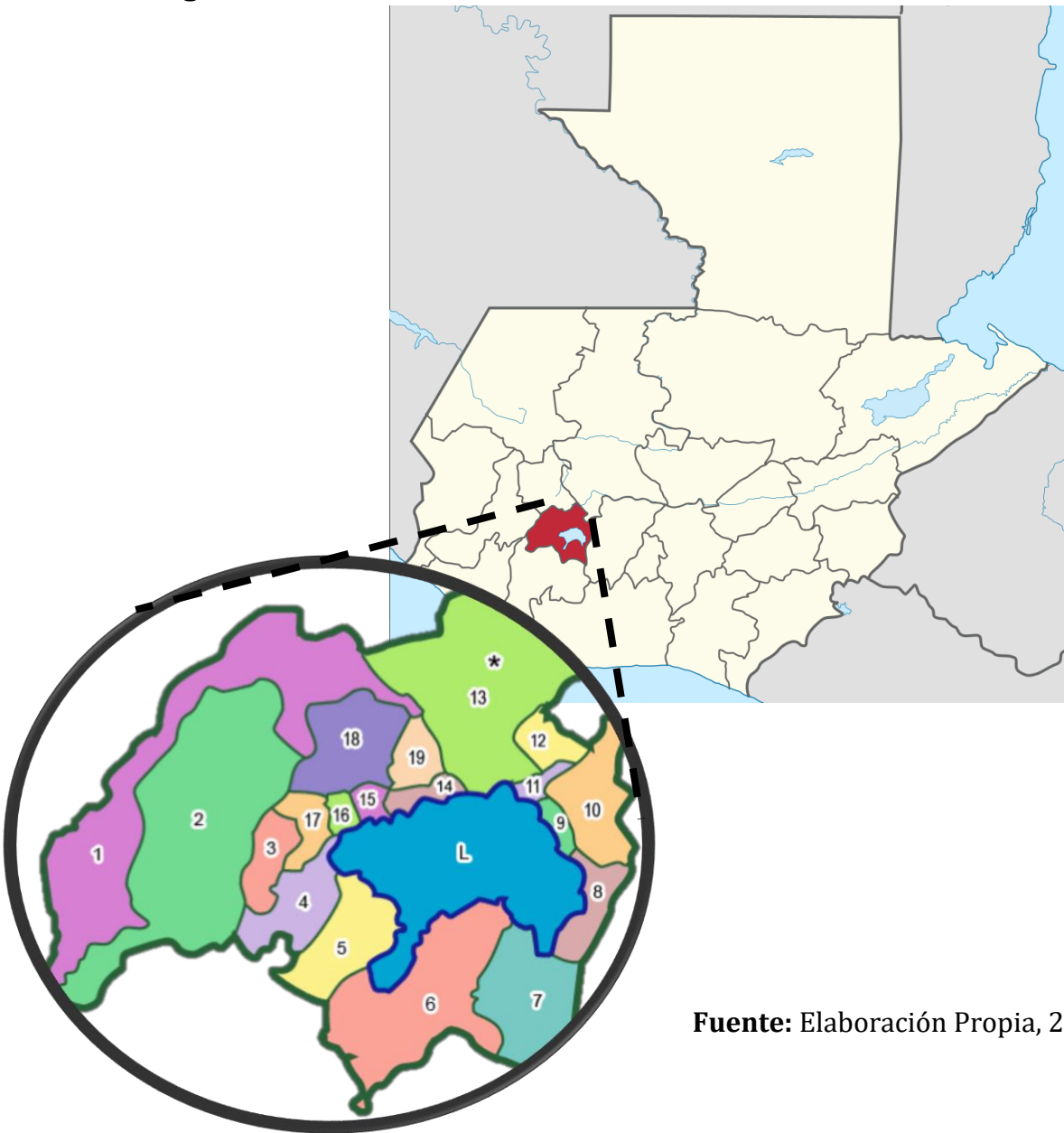
4. ESTUDIO TÉCNICO

4.1 Localización del proyecto

Macro localización

El proyecto se encuentra ubicado en la aldea Tzununá perteneciente a Santa Cruz La Laguna, del departamento de Sololá.

Imagen 2. Localización de la Aldea Tzununá.

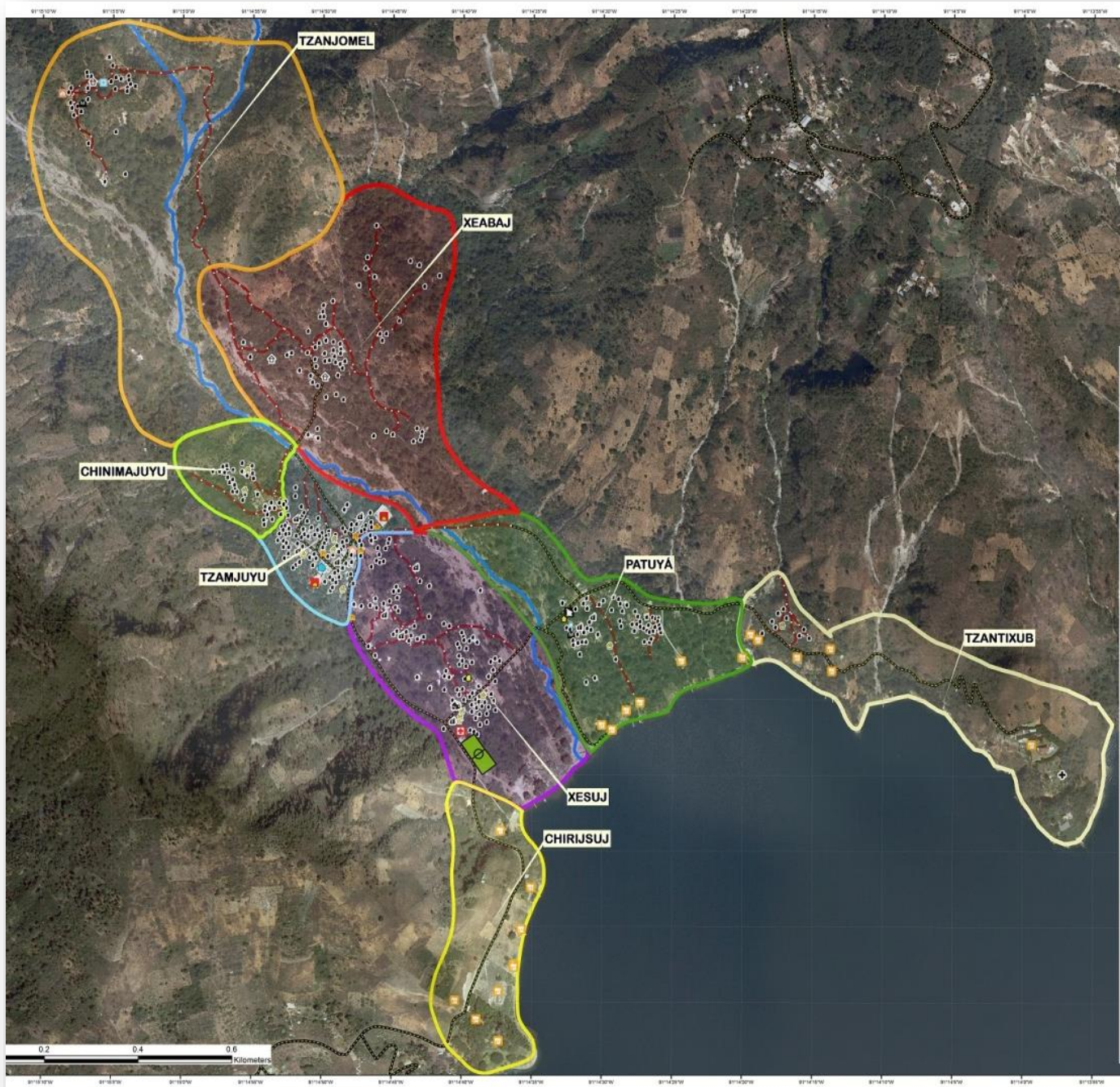


Fuente: Elaboración Propia, 2015.

Micro localización

Se encuentra ubicado en los sectores Tzajomel, Chinimajuyu, Tzamjuyu, Xebaj, Patuyá, Xesuj, Chirijusuj y Tzantixub.

Imagen 1. Mapa sectorizado de Tzununá.



Fuente: Asociación Vivamos Mejor Guatemala, 2013.

4.1.1 Terrenos y derechos de paso

La infraestructura se construirá en terrenos cuya propiedad es de la municipalidad ya que son vías públicas.

4.1.2 Tamaño

El proyecto consiste en la instalación de red de drenaje sanitaria, la cual se realizará por medio de tubería PVC de tipo NOVAFORT, por lo que se tiene planificado la construcción de 72 pozos de visita a lo largo de toda la red de 2,508 metros de tubería de diámetro de 6" y 474 metros de diámetro de 8".

4.1.3 Equidad

Las circunstancias y necesidades que cada grupo de la población objetivo enfrenta con relación al problema son de igual magnitud, ya que todos están siendo afectados por la carencia del sistema de drenaje sanitario.

4.2 Tecnología

Las materias primas serán de alta calidad y resistencia para garantizar la durabilidad del proyecto. Así como la mano de obra será calificada.

4.3 Ingeniería del proyecto

4.3.1 Diseño

➤ Cálculo de Caudales

Caudal Medio de Diseño de Aguas Residuales ($Q_{med\ AR}$)

- a. **Obtener el caudal medio de diseño de agua potable ($Q_{med\ dis\ AP}$).**
Elaborado por López (2014).

$$\bar{Q}_{AP} = 7.33 \text{ Lt/seg}$$

- b. **Calcular el caudal de retorno**, el cuál es un setenta al ochenta por ciento del caudal medio de diseño de agua potable (**70% – 80%**) \bar{Q}_{AP} esto dependiendo del proyecto para el cual se estará diseñando la red de alcantarillado.

Para este proyecto se utilizará un **75% de retorno**, debido a que existe bastante agua que se utiliza para riego de cultivos.

$$\bar{Q}_{AR} = 0.75 * \bar{Q}_{AP}$$

$$\bar{Q}_{AR} = 0.75 * 7.33 \text{ Lt/seg}$$

$$\bar{Q}_{AR} = 5.50 \frac{\text{Lt}}{\text{seg}}$$

- c. **Sumar Caudal por infiltración (Q_{inf}) y conexiones ilícitas (Q_{il}):**

Caudal por infiltración: este comprende la cantidad de agua que ingresa a la red de alcantarillado sanitario debido a la porosidad de la tubería, tubería rota, juntas mal realizadas y por obras accesorias que no estén completamente selladas.

El criterio utilizado para el cálculo de este caudal fue un 1% del caudal de aguas residuales calculado en el punto anterior.

$$Q_{inf} = 0.01 * \bar{Q}_{AR}$$

$$Q_{inf} = 5.50 \text{ Lt/seg} * 0.01 = 0.055 \text{ Lt/seg}$$

Caudal por conexiones ilícitas: este caudal se refiere a la cantidad de agua residual que ingresa a la red de alcantarillado a través de las conexiones de viviendas de forma ilegal. Se tomó el criterio de un 20% (24Lts/hab/día) de la dotación para el cálculo de este caudal.

$$Q_{il} = (24 \text{ Lts/hab/día}) * \left(\frac{5,275 \text{ hab}}{86,400 \text{ seg/día}} \right)$$

$$Q_{il} = 1.46 \text{ Lt/seg}$$

Suma de Caudales (Caudal medio de diseño de Aguas Residuales):

$$\bar{Q}_{\text{diseño AR}} = \bar{Q}_{AR+inf+il} = 7.02 \text{ Lt/seg}$$

➤ **Caudales Máximo y Mínimo de Aguas Residuales ($Q_{\text{máx}}$ y $Q_{\text{mín}}$ AR)**

Estos caudales lo que hacen es prever el gasto máximo y mínimo en las horas pico de consumo de agua potable, de esta cuenta se debe incrementar o disminuir el caudal medio de diseño de aguas residuales en un porcentaje que cubra las demandas máximas y mínimas.

a. Obtener el caudal medio de Aguas Residuales

$$\bar{Q}_{AR} = 5.50 \text{ Lt/seg}$$

b. Factores para caudales máximos y mínimos: Estos factores tienen el siguiente rango de valores según INFOM¹:

$$\text{Factor } Q_{\text{máx}} = 2.5$$

$$\text{Factor } Q_{\text{mín}} = 0.30 - 0.35$$

Para el presente anteproyecto de diseño se empleó un factor de $Q_{\text{máx}}=2.5$ y un factor de $Q_{\text{mín}}=0.30$.

c. Calculo del caudal máximo de aguas residuales: este caudal es igual a la suma del caudal doméstico maximizado por el factor de caudal máximo, más los caudales adicionales sin maximizar.

$$\bar{Q}_{\text{máx} AR} = \left[(5.50 \text{ Lt/seg}) * (2.5) \right] + (0.055 + 1.46)$$

$$\bar{Q}_{\text{máx} AR} = 15.27 \text{ Lt/seg}$$

d. Calculo del caudal mínimo de aguas residuales: El caudal mínimo se debe de calcular para poder verificar que las velocidades sean aceptables en verano. Dicho caudal es igual a la suma del caudal doméstico minimizado por el factor de caudal mínimo, más los caudales adicionales sin minimizar.

$$\bar{Q}_{\text{máx} AR} = \left[(5.50 \text{ Lt/seg}) * (0.30) \right] + (0.055 + 1.46)$$

$$\bar{Q}_{\text{máx} AR} = 3.16 \text{ Lt/seg}$$

¹ Fuente: Metcalf-Eddy, 1977.

➤ **Colector Principal**

Se utilizará para todo el colector tubería de PVC tipo NOVAFORT con un diámetro mínimo de 6 pulgadas, según las normas establecidas por el INFOM. Esta tubería tiene un coeficiente de rugosidad de Manning, $n=0.009$.²

➤ **Velocidades de diseño y profundidades mínimas de instalación de colector principal**

Antes de calcular las velocidades de diseño es necesario determinar la velocidad y el caudal a sección llena de la tubería, luego se calcula el caudal máximo y mínimo para realizar las relaciones hidráulicas correspondientes. Se utilizarán letras minúsculas para definir el comportamiento del flujo a sección parcial en condiciones reales, y letras mayúsculas para el comportamiento del flujo en el colector principal a sección llena, de los resultados antes mencionados se obtienen los valores de la velocidades de las tablas de relaciones hidráulicas contenidas en el anexo B de esta tesis.

$$\bar{Q}_{m\acute{a}x AR} = q_{m\acute{a}x}$$

$$v = \textit{Velocidad real}$$

$$d = \textit{Tirante del agua}$$

$$\bar{Q}_{min AR} = q_{min}$$

$$Q = \textit{Caudal a sección llena}$$

$$V = \textit{Velocidad a sección llena}$$

$$D = \textit{Diámetro del tubo}$$

$$\frac{q}{Q} = \frac{v}{V} = \frac{d}{D}$$

A continuación se detalla el procedimiento que se utilizó para los cálculos en la matriz de la red de alcantarillado, para fines de ejemplificación se calculará el tramo de la Estación 2 a la Estación 3, para todos los demás tramos se sigue el mismo procedimiento, esto se encuentra implícito en la hoja de cálculo hidráulico de la red de alcantarillado en la sección 4.2 Hoja de Cálculo Hidráulico de este trabajo.

a) Se ubica en el plano topográfico la cota de terreno natural de la estación inicial

² Fuente: Novafort y Novaloc. Manual de Diseño de Tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial.

CTN (i)

- b) Se ubica en el plano topográfico la cota de terreno natural de la estación final del tramo CTN (f)
- c) Se mide la longitud **LONG** entre ambas estaciones.
- d) Seguidamente se calcula el caudal que dicho tramo manejará.

$$q = \text{Caudal medio de diseño} * f_{max} * Hab$$

Donde,

$$\begin{aligned} \text{Caudal medio de diseño} &= \bar{Q}_{\text{diseño}} AR/P_f \\ &= (7.02/5,275) \\ &= 0.00133L/seg/hab \end{aligned}$$

$$f_{max} = 2.5 \text{ (Según sección 4.3.1.2)}$$

Hab = habitantes tributarios del tramo

Para esto se utiliza el área tributaria que se determinó mediante la distribución realizada en los planos 12 y 13 contenidos en la sección Anexos A. De la cual se hace una sumatoria de todas las áreas tributarias y seguidamente se calcula la densidad poblacional.

$$\text{Densidad poblacional} = \frac{Hab}{m^2} = \frac{5,275}{204,104.50} = 0.02584hab/m^2$$

Con esta densidad poblacional se procede a calcular los habitantes del tramo según el área tributaria.

$$Hab = (\text{Área tributaria} * \text{densidad poblacional})$$

$$Hab = (5,446.63 * 0.02584)$$

$$Hab = 141 \text{ habitantes}$$

Entonces, el cálculo del caudal quedaría de la siguiente manera:

$$q = 0.00133 * 2 * 141$$

$$q = 0.38Lts/seg$$

- e) Se procede al cálculo de la pendiente del terreno natural, este realiza de la siguiente manera:

$$\%TN = \frac{CTN(i) - CTN(f)}{LONG} * 100$$

$$\%TN = \frac{1,645.80 - 1,642.98}{41.26} * 100$$

$$\%TN = \mathbf{6.83\%}$$

- f) La velocidad y caudal a SECCIÓN LLENA se calculó haciendo uso de la fórmula de Manning, proponiendo un diámetro de 6 pulgadas (diámetro mínimo para alcantarillado sanitario con tubería PVC según normas INFOM) y una pendiente de 6.83%, equivalente a la pendiente del terreno natural, como primer valor para realizar el primer cálculo.

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

$$V = \frac{1}{0.009} \left(\frac{0.15}{2}\right)^{2/3} (0.0683)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{5.16 \text{ m/seg}}$$

$$Q = \pi R^2 V$$

$$Q = \pi \left(\frac{0.15}{2}\right)^2 * (3.65) * 1000 = \mathbf{91.26 \text{ Lts/seg}}$$

- g) Luego se procede a calcular la relación q/Q , (el valor de q es el obtenido en el inciso d) para seguidamente buscar en las tablas de relaciones hidráulicas contenidas en el anexo B, el valor más cercano y con este obtener la relación v/V y d/D que le corresponde.

La relación d/D se refiere al tirante, debe de ser menor o igual a 0.75 para que la sección funcione como canal abierto, según normas INFOM.

$$\frac{q}{Q} \text{ calculado} = \frac{0.38 \text{ L/seg}}{91.26 \text{ L/seg}} = 0.00416$$

$$\frac{q}{Q} = 0.004295$$

Entonces,

$$\frac{v}{V} = 0.248$$

$$\frac{d}{D} = 0.0475 = 4.75\%$$

Este valor representa la porción de la tubería que se mantendrá llena. Se puede chequear que si cumple con el rango de tirante mínimo y máximo.

- h) Luego se calcula la velocidad real a sección parcialmente llena, la cual es igual a multiplicar la relación v/V por el valor obtenido de la velocidad a sección llena. Esta velocidad debe de estar en un rango de 0.60m/seg - 3.0m/seg según normas INFOM para tuberías de PVC, para evitar acumulación de sedimento debido a un flujo muy lento o deterioro del tubo por abrasión por un exceso de velocidad. Cabe mencionar que para este diseño se decidió en los tramos iniciales del colector principal de la red de drenaje sanitario, diseñar con velocidades por encima de los rangos mínimos permisibles, ya que en estos tramos no se tiene un flujo constante.

$$v = V * \frac{v}{V}$$

$$v = 5.16 \text{ m/seg} * 0.248$$

$$v = 1.28 \text{ m/seg}$$

- i) La *Cota Invert Inicial* en este tramo, por ser un tramo intermedio es igual a la cota invert final del tramo anterior, menos 50cm. La *Cota Invert final* es la cota invert inicial menos el producto de la pendiente del ramal por la distancia horizontal, de lo cual se obtiene:

$$\text{Cota Invert de salida} = 1,644.05 - 0.5 = 1,643.55$$

$$\text{Cota Invert de entrada} = 1,643.55 * (0.0683 * 41.26) = 1,640.73$$

- j) La altura del pozo inicial es la diferencia de la cota inicial del terreno y la cota invert de inicio, y la altura de pozo final es la diferencia de la cota final del terreno y la cota invert final. La altura de los pozos no debe de ser menor a 1.0m más el diámetro de la tubería según normas INFOM.

$$\textit{Altura de Pozo Inicial} = 1,645.80 - 1,643.55 = 2.25\textit{mts}$$

$$\textit{Altura de Pozo Final} = 1,642.98 - 1,640.73 + 0.50 = 2.75\textit{mts}$$

- k) Los demás tramos se diseñan de la misma forma, ver cuadro de cálculo hidráulico a continuación.

➤ Hoja de Cálculo Hidráulico

SECTOR UNO - LINEA UNO																											
POZOS				TERRENO NATURAL				ÁREA (m ²) Y HABITANTES (m ²)				TUBERIA				SECCION LLENA				RELACIONES				COTA INVERT (m)		ALTURA POZOS (m)	
#	CAMIN INICIAL	CAMIN FINAL	CAMIN	PV(f)	PV(f)	PEND % TN	LONG (m)	Local	Acum	Hab (f)	Q MAX DIS ARI(L/seg)	D (in)	D (m)	MAT	COEF	PEND %	V (m/s)	Q (L/s)	q/Q Calculado	q/Q Aproximado	v/V	d/D	V DISEÑO (m/s)	INICIAL	FINAL	H (f)	H (f)
1	0+000.00	0+075.18	0+075.18	1652.00	1645.80	8.25%	75.18	3,975.48	3,975.48	103	0.27	6	0.15	PVC	0.009	8.58%	5.790	102.32	0.00264	0.002966	0.221	4.00%	1.28	1650.50	1644.05	1.50	2.25
2	0+075.18	0+116.44	0+116.44	1645.80	1642.98	6.83%	41.26	1,473.15	5,446.63	141	0.38	6	0.15	PVC	0.009	6.83%	5.16	91.18	0.00417	0.004295	0.2480	4.75%	1.28	1649.55	1640.73	2.25	2.75
3	0+116.44	0+175.72	0+175.72	1642.98	1631.54	19.30%	59.28	4,517.80	9,964.43	258	0.69	6	0.15	PVC	0.009	15.44%	7.760	137.13	0.00503	0.005306	0.264	5.25%	2.05	1638.94	1629.79	4.04	2.25
4	0+175.72	0+219.76	0+219.76	1631.54	1625.70	13.26%	44.04	4,022.35	70,997.23	1825	4.85	6	0.15	PVC	0.009	9.49%	6.090	107.62	0.04507	0.040616	0.490	13.75%	2.98	1629.29	1625.11	2.25	2.25
5	0+219.76	0+254.96	0+254.96	1625.70	1622.44	9.26%	35.20	7,860.11	78,457.34	2028	5.39	6	0.15	PVC	0.009	7.84%	5.530	97.72	0.05516	0.055565	0.538	16.00%	2.98	1623.45	1620.69	2.25	2.25
6	0+254.96	0+278.39	0+278.39	1622.44	1619.35	13.19%	23.43	5,627.94	84,085.28	2173	5.78	6	0.15	PVC	0.009	7.21%	5.310	93.84	0.06160	0.063594	0.560	17.00%	2.97	1620.19	1618.50	2.25	2.25
7	0+278.39	0+306.57	0+306.57	1619.35	1616.52	10.04%	28.18	9,463.56	93,548.84	2418	6.43	6	0.15	PVC	0.009	6.99%	5.220	92.25	0.06971	0.066763	0.568	17.50%	2.96	1617.10	1615.13	2.25	2.89
8	0+306.57	0+324.99	0+324.99	1616.52	1613.09	18.62%	18.42	5,312.37	98,861.21	2555	6.80	6	0.15	PVC	0.009	6.41%	5.000	88.36	0.07696	0.078840	0.596	19.00%	2.98	1613.69	1612.51	2.89	2.25
9	0+324.99	0+351.78	0+351.78	1613.09	1607.35	21.43%	26.79	6,684.00	105,545.21	2728	7.26	8	0.20	PVC	0.009	6.49%	6.100	191.64	0.03788	0.039064	0.484	13.60%	2.95	1610.84	1609.10	2.25	2.25
10	0+351.78	0+375.27	0+375.27	1607.35	1602.98	18.60%	23.49	5,895.51	111,441.72	2880	7.66	8	0.20	PVC	0.009	6.22%	5.970	187.55	0.04084	0.042120	0.495	14.00%	2.96	1606.19	1604.73	2.25	2.25
11	0+375.27	0+398.98	0+398.98	1602.98	1605.23	-9.49%	23.71	3,990.49	115,432.21	2983	7.93	8	0.20	PVC	0.009	2.53%	3.810	119.69	0.06625	0.066763	0.568	17.50%	2.16	1602.69	1602.09	2.25	3.63
12	0+398.98	0+422.20	0+422.20	1605.23	1601.98	14.00%	23.22	3,226.51	118,658.72	3067	8.16	8	0.20	PVC	0.009	6.03%	5.880	184.73	0.04417	0.045397	0.507	14.50%	2.98	1601.59	1600.19	3.63	3.51
13	0+422.20	0+504.55	0+504.55	1601.98	1595.65	7.69%	82.35	15,925.43	134,584.15	3478	9.25	8	0.20	PVC	0.009	5.50%	5.610	176.24	0.05248	0.053806	0.533	15.75%	2.99	1598.43	1593.90	3.51	2.25
14	0+504.55	0+543.20	0+543.20	1595.65	1591.37	11.07%	38.65	10,996.07	145,580.22	3762	10.01	8	0.20	PVC	0.009	3.00%	4.150	130.38	0.07678	0.078840	0.596	19.00%	2.47	1598.78	1588.62	2.25	3.25
15	0+543.20	0+579.38	0+579.38	1591.37	1589.33	5.64%	36.18	10,249.11	155,829.33	4027	10.71	8	0.20	PVC	0.009	3.01%	4.150	130.38	0.08215	0.083656	0.605	19.30%	2.51	1588.12	1587.03	3.25	2.79
16	0+579.38	0+612.90	0+612.90	1589.33	1586.77	7.64%	33.52	8,701.59	164,530.92	4252	11.31	8	0.20	PVC	0.009	4.50%	5.080	159.59	0.07087	0.074743	0.587	18.50%	2.98	1586.53	1585.02	2.79	3.33
17	0+612.90	0+683.60	0+683.60	1586.77	1585.25	17.95%	80.1%	5,035.40	184,574.66	4770	12.69	8	0.20	PVC	0.009	4.24%	4.930	154.88	0.08193	0.083656	0.605	19.30%	2.98	1581.43	1578.43	3.33	5.93
18	0+683.60	0+806.02	0+806.02	1585.25	1579.59	8.01%	70.70	5,035.40	198,451.15	5129	13.64	8	0.20	PVC	0.009	2.67%	3.910	122.84	0.11104	0.116112	0.669	23.00%	2.62	1569.92	1566.65	5.93	2.25
19	0+806.02	0+848.90	0+848.90	1584.00	1566.05	5.48%	42.88	5,145.20	203,596.35	5262	14.00	8	0.20	PVC	0.009	3.71%	4.610	144.83	0.09667	0.101662	0.644	21.50%	2.97	1566.15	1564.56	2.25	2.75

Fuente: Elaboración Propia (2015).

SECTOR UNO - LINEA DOS

POZOS		TERRENO NATURAL			ÁREA (m ²) y HABITANTES (m ²)			TUBERIA				SECCION LLENA			RELACIONES				COTA INVERT (m)		ALTURA POZOS (m)					
# INICIAL	# FINAL	CAMIN INICIAL	CAMIN FINAL	PV(f)	PV(f)	PEND % TN	LONG (m)	Local	Acum	Hob (f)	Q MAX DIS ARLI/seg	D (m)	D (m)	MAT	COEF	PEND. %	V (m/s)	Q (l/s)	q/Q Calculado	q/Q Aproximado	v/V	d/D	INICIAL	FINAL	H (f)	H (f)
21	22	0-039.50	0-039.50	1686.79	1682.54	10.76%	39.50	11,472.74	11,472.74	297	0.79	6	0.15	PVC	0.009	10.76%	6.482	114.55	0.00690	0.007078	0.289	6.00%	1685.29	1681.04	1.50	2.00
22	23	0-039.50	0-062.41	1682.54	1679.46	13.44%	22.91	7,248.10	18,720.84	484	1.29	6	0.15	PVC	0.009	11.26%	6.631	117.18	0.01101	0.011379	0.334	7.50%	1680.54	1677.96	2.00	2.00
23	24	0-062.41	0-089.14	1679.46	1675.22	15.86%	26.73	2,992.75	21,713.59	561	1.49	6	0.15	PVC	0.009	13.99%	7.391	130.61	0.01141	0.012194	0.341	7.75%	1677.46	1673.72	2.00	2.00
24	25	0-089.14	0-114.55	1675.22	1671.19	15.86%	25.41	2,918.53	24,632.12	637	1.69	6	0.15	PVC	0.009	13.89%	7.365	130.14	0.01299	0.013040	0.348	7.90%	1673.22	1669.69	2.00	2.00
25	26	0-114.55	0-146.27	1671.19	1666.16	15.86%	31.72	3,491.59	28,123.71	727	1.93	6	0.15	PVC	0.009	14.28%	7.467	131.96	0.01463	0.014794	0.351	8.50%	1669.19	1664.66	2.00	2.00
26	27	0-146.27	0-153.26	1666.16	1665.05	15.88%	6.99	567.69	28,691.40	742	1.97	6	0.15	PVC	0.009	8.73%	5.839	103.18	0.01909	0.019693	0.393	9.75%	1664.16	1663.55	2.00	2.00
27	28	0-153.26	0-187.02	1665.05	1659.64	16.02%	33.76	2,047.57	37,621.81	972	2.59	6	0.15	PVC	0.009	14.40%	7.499	132.51	0.01955	0.019693	0.393	9.75%	1663.05	1658.19	2.00	4.06
28	29	0-187.02	0-225.19	1659.64	1653.87	15.12%	38.17	2,236.85	39,858.66	1080	2.74	6	0.15	PVC	0.009	13.49%	7.258	128.26	0.02136	0.022016	0.408	10.25%	1657.69	1652.54	4.06	2.00
29	30	0-225.19	0-234.14	1653.87	1652.54	14.86%	8.95	964.68	40,823.34	1055	2.81	6	0.15	PVC	0.009	9.27%	6.016	106.32	0.02643	0.026724	0.432	11.25%	1651.87	1651.04	2.00	2.00
30	31	0-234.14	0-241.37	1652.54	1651.46	14.94%	7.23	1,839.61	42,662.95	1103	2.93	6	0.15	PVC	0.009	8.02%	5.596	98.89	0.02963	0.030687	0.450	12.00%	1650.54	1649.96	2.00	2.00
31	32	0-241.37	0-251.99	1651.46	1649.88	14.88%	10.62	1,010.57	43,673.52	1129	3.00	6	0.15	PVC	0.009	12.52%	6.992	123.56	0.02428	0.024289	0.420	10.75%	1649.46	1648.13	2.00	2.32
32	33	0-251.99	0-291.20	1649.88	1644.04	14.88%	39.21	4,898.37	48,571.89	1255	3.34	6	0.15	PVC	0.009	11.71%	6.762	119.49	0.02795	0.028043	0.439	11.50%	1647.56	1642.97	2.32	3.13
33	34	0-291.20	0-355.17	1644.04	1632.91	17.40%	63.97	3,294.63	51,866.52	1340	3.56	6	0.15	PVC	0.009	11.19%	6.610	116.81	0.03048	0.030687	0.450	12.00%	1641.17	1634.01	3.13	2.00
34	35	0-355.17	0-392.69	1632.91	1632.00	2.43%	37.52	2,548.22	54,414.74	1406	3.74	6	0.15	PVC	0.009	4.10%	4.001	70.71	0.05289	0.053806	0.533	15.75%	1630.91	1629.37	2.00	3.13
35	36	0-392.69	0-412.89	1632.00	1629.18	13.96%	20.20	1,178.76	55,593.50	1437	3.82	6	0.15	PVC	0.009	5.85%	4.796	84.75	0.04507	0.045397	0.507	14.50%	1628.87	1627.68	3.13	2.57
36	5	0-412.89	0-428.62	1629.18	1625.70	22.12%	15.73	1,016.95	56,610.45	1463	3.89	6	0.15	PVC	0.009	10.62%	6.440	113.80	0.03418	0.033401	0.463	12.50%	1626.61	1624.94	2.57	2.25

Fuente: Elaboración Propia (2015).

SECTOR UNO - LINEA TRES

POZOS		TERRENO NATURAL			ÁREA (m ²) y HABITANTES (m ²)			TUBERIA				SECCION LLENA		RELACIONES				COTA INVERT (m)		ALTURA POZOS (m)							
# INICIAL	# FINAL	CAMIN INICIAL	CAMIN FINAL	PV(i)	PV(f)	PEND % TN	LONG (m)	Local	Acum	Hab (f)	Q MAX DIS AR(L/seg)	D (m)	D (m)	IMAT	COEF	PEND. %	V (m/s)	Q (L/s)	q/Q Calculado	q/Q Aproximado	v/V	d/D	VDISEÑO (m/s)	INICIAL	FINAL	H (f)	H (f)
37	38	0+000.00	0+026.11	1674.76	1668.84	22.67%	26.11	1,879.44	1,879.44	49	0.13	6	0.15	PVC	0.009	14.94%	7.638	134.97	0.00096	0.001084	0.163	2.50%	1.245	1671.24	1667.34	3.52	2.00
38	39	0+026.11	0+041.33	1668.84	1666.91	12.68%	15.22	994.63	2,874.07	74	0.20	6	0.15	PVC	0.009	9.40%	6.058	107.06	0.00187	0.001911	0.194	3.25%	1.175	1666.84	1665.41	2.00	3.04
39	40	0+041.33	0+065.92	1666.91	1661.57	21.72%	24.59	959.35	3,833.42	99	0.26	6	0.15	PVC	0.009	15.45%	7.767	137.26	0.00189	0.001911	0.194	3.25%	1.507	1663.87	1660.07	3.04	2.00
40	41	0+065.92	0+079.45	1661.57	1660.17	10.35%	13.53	623.36	4,456.78	115	0.31	6	0.15	PVC	0.009	6.65%	5.096	90.05	0.00844	0.003822	0.239	4.50%	1.218	1659.57	1658.67	2.00	2.00
41	42	0+079.45	0+093.17	1660.17	1659.98	1.38%	13.72	584.67	5,041.45	130	0.35	6	0.15	PVC	0.009	2.84%	3.330	58.85	0.00595	0.006463	0.281	5.75%	0.936	1658.17	1657.78	2.00	2.70
42	43	0+093.17	0+105.26	1659.98	1659.82	1.32%	12.09	600.23	5,641.68	146	0.39	6	0.15	PVC	0.009	3.06%	3.457	61.08	0.00638	0.006463	0.281	5.75%	0.971	1657.28	1656.91	2.70	3.41
43	28	0+105.26	0+114.68	1659.82	1659.69	1.38%	9.42	1,241.16	6,882.84	178	0.47	6	0.15	PVC	0.009	2.97%	3.405	60.18	0.00781	0.008412	0.305	6.50%	1.039	1656.41	1656.13	3.41	4.06

Fuente: Elaboración Propia (2015).

SECTOR UNO - LINEA CUATRO

POZOS		TERRENO NATURAL			ÁREA (m ²) y HABITANTES (m ²)			TUBERIA				SECCION LLENA		RELACIONES				COTA INVERT (m)		ALTURA POZOS (m)							
# INICIAL	# FINAL	CAMIN INICIAL	CAMIN FINAL	PV(i)	PV(f)	PEND % TN	LONG (m)	Local	Acum	Hab (f)	Q MAX DIS AR(L/seg)	D (m)	D (m)	IMAT	COEF	PEND. %	V (m/s)	Q (L/s)	q/Q Calculado	q/Q Aproximado	v/V	d/D	VDISEÑO (m/s)	INICIAL	FINAL	H (f)	H (f)
47	46	0+000.00	0+072.08	1577.49	1577.01	0.67%	72.08	4,269.14	4,269.14	110	0.29	6	0.15	PVC	0.009	2.50%	3.124	55.21	0.00525	0.005306	0.264	5.25%	0.825	1575.99	1574.19	1.50	3.32
46	45	0+072.08	0+116.99	1577.01	1576.34	1.49%	44.91	2,838.52	7,107.66	184	0.49	6	0.15	PVC	0.009	2.52%	3.137	55.43	0.00884	0.009098	0.312	6.75%	0.979	1573.69	1572.56	3.32	4.28
45	44	0+116.99	0+172.52	1576.34	1576.13	0.38%	55.53	4,730.75	11,838.41	306	0.81	6	0.15	PVC	0.009	2.52%	3.137	55.43	0.01461	0.014794	0.351	8.50%	1.101	1572.06	1570.66	4.28	5.97
44	18	0+172.52	0+224.47	1576.13	1570.42	10.99%	51.95	3,169.93	15,008.34	388	1.03	6	0.15	PVC	0.009	2.50%	3.124	55.21	0.01866	0.018729	0.388	9.50%	1.212	1570.16	1568.86	5.97	5.93

Fuente: Elaboración Propia (2015).

SECTOR DOS - LINEA UNO

POZOS		TERRENO NATURAL			ÁREA (m ²) y HABITANTES (m ²)			TUBERIA				SECCION LLENA		RELACIONES				COTA INVERT (m)		ALTURA POZOS (m)							
# INICIAL	# FINAL	CAMIN INICIAL	CAMIN FINAL	PV(i)	PV(f)	PEND % TN	LONG (m)	Local	Acum	Hab (f)	Q MAX DIS AR(L/seg)	D (in)	D (m)	MAT	COEF	PEND. %	V (m/s)	Q (L/s)	q/Q Calculado	q/Q Aproximado	v/V	d/D	V DISEÑO (m/s)	INICIAL	FINAL	H (i)	H (f)
1	2	0-000.00	0-055.03	1683.11	1676.22	12.52%	55.03	10,200.00	10,200.00	264	0.70	6	0.15	PVC	0.009	12.52%	6.992	123.56	0.00567	0.003880	0.273	5.50%	1.909	1681.61	1674.72	1.50	2.80
2	3	0-055.03	0-100.68	1676.22	1668.32	17.31%	45.65	5,481.47	15,681.47	405	1.08	6	0.15	PVC	0.009	14.02%	7.399	130.75	0.00826	0.009412	0.305	6.50%	2.257	1673.22	1666.82	2.80	2.00
3	4	0-100.68	0-171.22	1668.32	1661.65	9.46%	70.54	7,953.86	23,635.33	611	1.63	6	0.15	PVC	0.009	8.75%	5.845	103.29	0.01578	0.016721	0.375	9.00%	2.192	1666.32	1660.15	2.00	2.00
4	5	0-171.22	0-241.76	1661.65	1654.59	10.01%	70.54	6,795.72	30,431.05	786	2.09	6	0.15	PVC	0.009	9.30%	6.016	106.49	0.01963	0.002233	0.203	3.50%	1.223	1659.65	1653.09	2.00	2.00
5	6	0-241.76	0-298.01	1654.59	1648.94	10.04%	56.25	3,440.62	62,914.34	1626	4.33	6	0.15	PVC	0.009	9.16%	5.981	105.69	0.04097	0.004295	0.248	4.75%	1.483	1652.59	1647.44	2.00	1.86
6	7	0-298.01	0-374.99	1648.94	1636.63	15.99%	76.98	13,373.18	76,287.52	1972	5.25	6	0.15	PVC	0.009	9.60%	6.123	108.19	0.04852	0.039064	0.484	13.60%	2.963	1647.08	1639.69	1.86	2.00
7	8	0-374.99	0-451.97	1636.63	1631.17	7.09%	76.98	10,516.65	86,804.17	2243	5.97	6	0.15	PVC	0.009	6.44%	5.015	88.62	0.06737	0.070630	0.577	18.00%	2.893	1634.63	1629.67	2.00	3.50
8	9	0-451.97	0-568.10	1631.17	1613.51	15.21%	116.13	13,935.54	100,739.71	2604	6.93	6	0.15	PVC	0.009	6.50%	5.088	89.03	0.07784	0.074743	0.587	18.50%	2.957	1627.67	1620.12	3.50	2.00
9	10	0-568.10	0-655.29	1613.51	1605.31	9.40%	87.19	10,462.23	111,201.94	2874	7.64	6	0.15	PVC	0.009	6.50%	5.088	89.03	0.08582	0.074743	0.587	18.50%	2.957	1611.51	1605.84	2.00	2.00
10	11	0-655.29	0-742.48	1605.31	1596.71	9.86%	87.19	10,462.23	121,664.17	3144	8.36	6	0.15	PVC	0.009	5.51%	4.638	81.97	0.10199	0.101662	0.644	21.50%	2.987	1602.31	1597.51	2.00	2.00
11	12	0-742.48	0-798.73	1596.71	1592.36	7.73%	56.25	6,750.12	128,414.29	3319	8.83	6	0.15	PVC	0.009	5.40%	4.592	81.15	0.10882	0.106191	0.651	22.00%	2.989	1594.71	1591.67	2.00	2.00
12	13	0-798.73	0-838.42	1592.36	1591.29	2.70%	39.69	5,669.63	134,083.92	3465	9.22	8	0.20	PVC	0.009	2.52%	3.800	119.38	0.07723	0.078840	0.596	19.00%	2.265	1590.36	1589.36	2.00	2.43
13	14	0-838.42	0-894.03	1591.29	1586.07	9.39%	55.61	6,962.95	141,046.87	3645	9.70	8	0.20	PVC	0.009	5.39%	5.558	174.60	0.05556	0.055565	0.538	16.00%	2.990	1588.86	1585.86	2.43	2.00
14	15	0-894.03	0-957.65	1586.07	1581.44	7.28%	63.62	7,116.79	148,163.66	3829	10.19	8	0.20	PVC	0.009	5.20%	5.459	171.49	0.05942	0.059162	0.548	16.50%	2.991	1584.07	1580.76	2.00	2.00
15	16	0-957.65	0-973.19	1581.44	1581.57	-0.84%	15.54	4,976.37	153,140.03	3958	10.53	8	0.20	PVC	0.009	2.57%	3.888	120.56	0.08734	0.009098	0.312	6.75%	1.197	1579.44	1579.04	2.00	3.00
16	17	0-973.19	1-033.43	1581.57	1577.48	6.79%	60.24	6,174.91	159,314.94	4117	10.95	8	0.20	PVC	0.009	4.25%	4.935	155.04	0.07063	0.070630	0.577	18.00%	2.847	1578.54	1575.98	3.00	2.00
17	18	1-033.43	1-092.71	1577.48	1573.70	6.38%	59.28	8,831.49	168,146.43	4346	11.56	8	0.20	PVC	0.009	4.50%	5.078	159.53	0.07246	0.074743	0.587	18.50%	2.981	1575.48	1572.81	2.00	2.00
18	19	1-092.71	1-116.54	1573.70	1572.99	2.98%	23.83	3,892.88	172,039.31	4446	11.88	8	0.20	PVC	0.009	2.52%	3.800	119.38	0.09909	0.159020	0.730	27.00%	2.774	1571.70	1571.10	2.00	2.50
19	20	1-116.54	1-153.16	1572.99	1570.92	5.65%	36.62	5,278.20	177,317.51	4583	12.19	8	0.20	PVC	0.009	4.29%	4.958	155.76	0.07826	0.078840	0.596	19.00%	2.955	1570.60	1569.03	2.50	2.39
20	21	1-153.16	1-204.21	1570.92	1570.19	1.43%	51.05	7,428.99	184,746.50	4775	12.70	8	0.20	PVC	0.009	3.49%	4.472	140.49	0.09040	0.091140	0.624	20.50%	2.791	1568.53	1566.75	2.39	3.44

Fuente: Elaboración Propia (2015).

SECTOR DOS - LINEA DOS																											
POZOS			TERRENO NATURAL				ÁREA (m ²) y HABITANTES (m ²)			TUBERIA				SECCION LLENA		RELACIONES			COTA INVERT (m)		ALTURA POZOS (m)						
# INICIAL	# FINAL	CAMIN INICIAL	CAMIN FINAL	PV(i)	PV(f)	PEND % TN	LONG (m)	Local	Acum	Hob (f)	Q MAX DIS ARI (/seg)	D (in)	D (m)	MAT	COEF	PEND. %	V (m/s)	Q (l/s)	q/Q Calculado	q/Q Aproximado	v/V	d/D	V DISEÑO (m/s)	INICIAL	FINAL	H (f)	H (f)
22	23	0+000.00	0+044.27	1670.99	1665.19	13.10%	44.27	11,623.29	11,623.29	300	0.80	6	0.15	PVC	0.009	13.10%	7.152	126.39	0.00633	0.006463	0.281	5.75%	2.010	1669.49	1663.69	1.50	2.00
23	24	0+044.27	0+082.28	1665.19	1661.36	10.08%	38.01	8,154.25	19,777.54	511	1.36	6	0.15	PVC	0.009	8.71%	5.832	103.06	0.01320	0.013923	0.355	8.23%	2.070	1663.19	1659.88	2.00	3.04
24	25	0+082.28	0+119.82	1661.36	1654.51	18.25%	37.54	5,302.61	25,080.15	648	1.72	6	0.15	PVC	0.009	14.17%	7.438	131.45	0.01308	0.013923	0.355	8.23%	2.641	1658.33	1653.01	3.04	2.00
25	6	0+119.82	0+160.91	1654.51	1648.94	13.56%	41.09	3,962.52	29,042.67	751	2.00	6	0.15	PVC	0.009	12.34%	6.942	122.67	0.01630	0.016721	0.375	9.00%	2.603	1652.51	1647.44	2.00	2.00

Fuente: Elaboración Propia (2015).

➤ **Desfogue**

El desfogue se hará en dos lugares, ya que el sistema contará con 2 plantas de tratamiento de aguas residuales, esto fue lo indicado para red de drenaje sanitario debido a las condiciones y topografía de la aldea.

➤ **Planta de Tratamiento**

Se recomienda construir 2 plantas de tratamiento, estratégicamente ubicadas según planos 12 y 13, PTAR 1 (estación PV 20) y PTAR 2 (estación PV 21) cada una de ellas funcionará de manera anaerobia, y debe de contar con un área no menor a 20x50 mts los terrenos en donde se ubicarán, además de contar con los siguientes tratamientos:

- **Tratamiento preliminar:**
 - **Desaneradores:** unidades encargadas de retener arenas, tierra y otros elementos vegetales o minerales que traigan las aguas.
- **Tratamiento primario:**
 - **Fosas sépticas:** estas realizan la separación y transformación físico-química de la materia orgánica contenida en las aguas residuales.
- **Tratamiento secundario:**
 - **Filtros de flujo ascendente:** para reducir la carga contaminante de las aguas servidas.
- **Tratamiento terciario:**
 - **Patios de secado:** proporciona sedimentación y mejora biológica adicional por almacenaje en charcos o lagunas artificiales.
- **Desinfección:**
 - **Clorificación:** utilizar cloro líquido.

Nota: Realizar un estudio a detalle similar al presente para evaluar no sólo estas tecnologías propuestas, sino distintas alternativas que generen una mayor rentabilidad social del proyecto.

4.3.2 Planos

Contenidos en la sección de anexos A de este documento.

4.3.3 Especificaciones técnicas

Todo el diseño está basado en las Normas Generales para el diseño de alcantarillados del Instituto de Fomento Municipal INFOM.

El proyecto será construido bajo especificaciones técnicas de obras similares desarrolladas por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.



4.4 Presupuesto

CATALOGO DE RENGLONES						
Ubicación:		ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA.				
Nombre de Proyecto:		INTRODUCCIÓN DRENAJE SANITARIO				
No.	RENGLONES DE TRABAJO - CONCEPTO	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	SUBTOTAL	
1	Obras Preliminares	1.00	Global	Q 28,525.35	Q	28,525.35
2	Trazo y Replanteo topográfico	2,981.79	ml	Q 24.30	Q	72,457.50
3	Movimiento de tierras (Excavación+relleno)	5,814.49	M3	Q 85.25	Q	495,685.32
4	Suministro e instalación de tubería y accesorios de 6"	2,508.16	MI	Q 134.52	Q	337,407.24
5	Suministro e instalación de tubería y accesorios de 8"	473.63	MI	Q 231.43	Q	109,611.51
6	Pozos de Visita H=variable	72.00	Unidad	Q 7,200.00	Q	518,400.00
7	Conexiones Domiciliares	761.60	Unidad	Q 783.40	Q	596,637.44
8	Demolición y reparación de empedrado	203.97	M2	Q 375.00	Q	76,488.00
9	Medidas de Mitigación Ambiental (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR)	2.00	Global	Q 795,000.00	Q	1,590,000.00
TOTAL COSTO DIRECTO				Q	3,825,212.36	
1	Dirección Técnica	15.00	%	Q 3,825,212.36	Q	573,781.85
2	Administrativos	12.00	%	Q 3,825,212.36	Q	459,025.48
3	Utilidades	10.00	%	Q 3,825,212.36	Q	382,521.24
4	Imprevistos	5.00	%	Q 3,825,212.36	Q	191,260.62
TOTAL COSTO INDIRECTO				Q	1,606,589.19	
IVA				Q	651,816.19	
TOTAL PROYECTO				Q	6,083,617.74	

Nota:

- a. Los precios de materiales fueron obtenidos de cotizaciones realizadas en distribuidores como Construfácil, Ffacsa y Amanco, estos pueden variar según la inflación que se presente en los precios del petróleo.
- b. Los precios de mano de obra fueron obtenidos de los índices establecidos por la Cámara de la Construcción de Guatemala.

4.5 Cronograma de ejecución físico y financiero

 		PROGRAMA DE EJECUCION E INVERSION																								
		INTRODUCCIÓN DRENAJE SANITARIO																								
		ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLÁ, GUATEMALA.																								
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDIVAR																										
		TIEMPO DE EJECUCIÓN: 6 MESES																								
No.	DESCRIPCION	COSTO TOTAL	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6													
			SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA	SEMANA		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1.00	Obras Preliminares	Q 45,366.72	Q	45,366.72																						
				100.00%																						
2.00	Trazo y Replanteo topográfico	Q 115,236.41	Q	57,618.20	Q	28,809.10	Q	28,809.10																		
				50.00%		25.00%		25.00%																		
3.00	Movimiento de tierras (Excavación+relleno)	Q 788,337.93	Q		Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59	Q	157,667.59
						20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%		20.00%
4.00	Suministro e instalación de tubería y accesorios de 6"	Q 536,612.47	Q																							
5.00	Suministro e instalación de tubería y accesorios de 8"	Q 174,326.15	Q																							
6.00	Pozos de Visita H=variable	Q 824,463.36	Q																							
7.00	Conexiones Domiciliares	Q 948,892.18	Q																							
8.00	Demolición y reparación de empredrado	Q 121,646.52	Q																							
9.00	Medidas de Mitigación Ambiental (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales PTAR)	Q 2,528,736.00	Q																							
	TOTAL POR PERÍODO		Q	102,984.92	Q	565,787.09	Q	1,021,272.38	Q	1,403,567.73	Q	1,530,004.53	Q	1,460,001.08	Q	1,460,001.08	Q	1,460,001.08	Q	1,460,001.08	Q	1,460,001.08	Q	1,460,001.08	Q	1,460,001.08
				1.69%		9.30%		16.79%		23.07%		25.15%		24.00%		24.00%		24.00%		24.00%		24.00%		24.00%		24.00%
	TOTAL ACUMULADO		Q	102,984.92	Q	668,772.01	Q	1,690,044.39	Q	3,093,612.12	Q	4,623,616.66	Q	6,083,617.74	Q	6,083,617.74	Q	6,083,617.74	Q	6,083,617.74	Q	6,083,617.74	Q	6,083,617.74	Q	6,083,617.74
				1.69%		10.99%		27.78%		50.85%		76.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%		100.00%

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO Y LEGAL

5.1 Aspectos administrativos

5.1.1 Operación, administración, mantenimiento y vida útil

La operación, administración y mantenimiento del proyecto estará a cargo de la municipalidad de Tzununá.

Se ha realizado una estimación de los costos mensuales en los que pudiera incurrir la municipalidad de Tzununá por la operación y mantenimiento de este servicio, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 5.1 Costos de Operación y Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario de Tzununá.

	Cantidad	Unidad	Costo Unitario	Subtotal
Operador PTAR 1	1.00	operario	Q 2,700.00	Q 2,700.00
Operador PTAR 2	1.00	operario	Q 2,700.00	Q 2,700.00
Supervisor de OyM	1.00	operario	Q 3,500.00	Q 3,500.00
Insumos de OyM*	1.00	global	Q 2,500.00	Q 2,500.00
TOTAL MENSUAL			Q	11,400.00

* Dado que los alcances de este estudio no contemplan el diseño final de la PTAR, el renglón de insumos de OyM para este servicio está presupuestado como una contingencia para posibles compras en las que se deba de incurrir.

5.2 Aspectos legales

El proyecto está catalogado de función social, por lo que no hay ningún impedimento legal para su ejecución, en cuanto a la legalidad de los derechos de la tenencia de la tierra donde se construirá, estos en su mayoría son de tenencia municipal.

Existen tramos en los que será necesario realizar negociaciones para los derechos de paso de la tubería del sistema de drenaje sanitario.

6. ESTUDIO FINANCIERO

6.1 Estudio financiero

Según la sección 5.1.1 de este documento, la cual corresponde a los costos de operación y mantenimiento del proyecto, se realizó una proyección de los costos anuales para los 20 años de operación, en el que el año 0 se refiere al final de los 2 años de planificación y construcción (costo de inversión obtenido de la sección 4.4 Presupuesto), y el año 1 el primer año en que empieza a operar el sistema de alcantarillado sanitario de Tzununá.

A los costos anuales se aplicó la tasa de inflación del país que proporciona el Instituto Nacional de Estadística (INE), la cual es de un 3.50%.

Tabla 6.1 Proyección de los costos de inversión inicial, operación y mantenimiento del proyecto sistema de alcantarillado sanitario de Tzununá.

Año 0	Q 6,083,617.74
Año 1	Q 136,800.00
Año 2	Q 141,588.00
Año 3	Q 146,543.58
Año 4	Q 151,672.61
Año 5	Q 156,981.15
Año 6	Q 162,475.49
Año 7	Q 168,162.13
Año 8	Q 174,047.80
Año 9	Q 180,139.48
Año 10	Q 186,444.36
Año 11	Q 192,969.91
Año 12	Q 199,723.86
Año 13	Q 206,714.19
Año 14	Q 213,949.19
Año 15	Q 221,437.41
Año 16	Q 229,187.72
Año 17	Q 237,209.29
Año 18	Q 245,511.62
Año 19	Q 254,104.52
Año 20	Q 262,998.18

6.2 Evaluación financiera

6.2.1 Análisis costo/eficiencia

Debido a que el proyecto es de índole social, no productivo, la Secretaria de Planificación y Programación de la Presidencia (SEGEPLAN) indica que se debe de realizar un análisis en el que se involucre la eficiencia de dicho proyecto. Para el presente estudio se consideró un análisis de costo eficiencia, en el que se toma en cuenta la inversión inicial y la cantidad de personas beneficiadas por la implementación del sistema de alcantarillado sanitario de Tzununá.

$$\text{Análisis Costo/Eficiencia} = \frac{\text{Costo inicial del proyecto}}{\text{Personas beneficiadas}}$$

$$\text{Análisis Costo/Eficiencia} = \text{Q} \frac{6,083,617.74}{5,275 \text{ habitantes}}$$

$$\text{Análisis Costo/Eficiencia} = \text{Q} \quad 1,153.29 / \text{habitante}$$

A continuación se presenta un análisis en base a 4 proyectos publicados en el portal de Contrataciones de proyectos del estado, Guatecompras, en el que se detallan proyectos similares al presente:

NOMBRE PROYECTO	BENEFICIARIOS (HABITANTES)	COSTO DEL PROYECTO	COSTO/EFICIENCIA (Q/HABITANTE)	COMENTARIOS
0154286 - CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO INICIANDO DESDE LA PLANTA DE TRATAMIENTO, CASERIO SAMALA II, SAN SEBASTIAN, RETALHULEU.	1,024.00	Q 210,016.00	Q 205.09	No incluye PTAR
CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO I FASE ALDEA SAN NICOLAS, SAN MANUEL CHAPARRON, JALAPA.	755.00	Q 1,700,000.00	Q 2,251.66	Incluye 1 PTAR
AMPLIACIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO (FASE II) CANTÓN LOS COYOTES ALDEA PIEDRA GRANDE, SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	413.00	Q 844,000.00	Q 2,043.58	No incluye PTAR
AMPLIACIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO CASERÍO LOS LÓPEZ, ALDEA LA EMBOSCADA, SAN MIGUEL SIGÜILÁ, QUETZALTENANGO	212.00	Q 184,971.64	Q 872.51	No incluye PTAR
PROMEDIO			Q 1,500.11	

Fuente: Portal de Guatecompras (2015).

Según nuestro análisis Costo/Eficiencia del proyecto de Alcantarillado Sanitario para la aldea Tzununá, el índice se encuentra abajo del promedio investigado en base a sistemas ya adjudicados y considerados económicamente factibles, por lo que se considera que el proyecto es viable.

7. CONCLUSIONES

1. Esta tesis es una herramienta basada en especificaciones INFOM, en la que se presentan las normas y pasos a seguir para el diseño eficiente de una red de drenaje sanitario.
2. Los resultados obtenidos para la población de diseño (población futura), reflejan con una gran aproximación el crecimiento de la población, sin embargo si se desea obtener un dato mucho más exacto existen varios factores que deben de tomarse en cuenta para realizar un estudio más a detalle del índice de crecimiento, entre estos:
 - Tasa de inmigración por incremento en la plusvalía de los terrenos debido al turismo.
3. La carencia de un sistema de alcantarillado sanitario en la aldea Tzununá provoca contaminación ambiental y la proliferación de enfermedades gastrointestinales en la población que la habita.
4. Los diámetros obtenidos para el colector principal de la red de alcantarillado sanitario diseñada en esta tesis están entre 6 a 8 pulgadas, dichos diámetros fueron seleccionados tomando en cuenta la capacidad necesaria del conducto.
5. En algunos tramos se diseñaron los pozos de visita con una separación mayor a 100.00 metros (distancia máxima regida por normas INFOM), esto se realizó para poder reducir los costos de ejecución del proyecto, y tomando conciencia de que estas longitudes no representan riesgo al sistema de alcantarillado sanitario.
6. Debido a la topografía de la aldea, se optó por ubicar 2 puntos de desfogue, esto para evitar los tramos contrapendiente, y también el cruce del río para lograr unificar los caudales de los dos sectores en los que se dividió la red de recolección.
7. El costo total del proyecto asciende a Q6,083,617.74
8. El análisis Costo/Eficiencia del proyecto es de Q1,153.29/habitante, lo que se encuentra debajo de la media, por lo que el proyecto es viable.
9. Si la población de Tzununá no comienza a tener conciencia y actuar con respecto a la descarga de las aguas residuales, las consecuencias para ellos mismos, poblaciones aledañas y toda la cuenca del lago de Atitlán serán sumamente desastrosas debido a la contaminación que se está produciendo.

8. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda a Fundación Castillo Córdoba realizar charlas con los líderes de la aldea para concientizar sobre la importancia de la construcción del drenaje sanitario, y que para que esto se haga realidad deben de aceptar que equipos de topografía entren a realizar estudios en los terrenos.
- 2.** De manera que la aldea acepte hacer levantamientos topográficos, se recomienda realizar un estudio topográfico de primer orden de la aldea Tzununá, para luego verificar el diseño efectuado en este documento a nivel de prefactibilidad.
- 3.** Al tener el chequeo del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, se recomienda realizar un estudio a nivel de factibilidad para reducir el riesgo del proyecto.
- 4.** Al momento de realizar la construcción se recomienda utilizar materiales que cumplan con las normas de calidad vigentes.
- 5.** Realizar una programación previa a la construcción, de manera que se optimice el tiempo de ejecución.
- 6.** Que a partir de 2.00mts de profundidad de la zanja, independientemente de la estabilidad del suelo y la forma de la zanja, utilizar ademes de tipo abierto o cerrado.
- 7.** Realizar un manual para mantenimiento y limpieza de la red de recolección y transporte, de manera que esta funcione eficientemente todo el tiempo de su vida útil.
- 8.** Al momento de ser construida la red de drenaje sanitario de la aldea Tzununá, se recomienda hacer buen uso de este sistema. La tubería está diseñada para recolectar y transportar solamente aguas residuales, por lo tanto su capacidad no es suficiente para introducir otro tipo de descarga.
- 9.** Al momento de realizar el estudio para el diseño y construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales, poner énfasis en la elección de las tecnologías específicas para cada fase del tratado de las aguas, para poder cumplir con los parámetros de descarga del Acuerdo Gubernativo 12-2011.
- 10.** Se recomienda no descargar las aguas luego de ser tratadas en las PTAR's a ríos o riachuelos que atraviesen Tzununá, ni al lago de Atitlán, sino que estas deben de ser reutilizadas para riego de cultivos.
- 11.** El presente anteproyecto es una alternativa en la cual se presenta un diseño de la red de alcantarillado sanitario óptimo, utilizando las pendientes naturales del terreno para reducir costos, y alcanzando todas las áreas con mayor desarrollo de la aldea Tzununá.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, J. (2006). Diseño de red de drenaje de aguas residuales en las charcas zona 11, ciudad de Guatemala. Tesis inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
2. AMANCO (2013). Manual de Diseño de Tubosistemas AMANCO para alcantarillado sanitario y pluvial. Guatemala.
3. Asociación Vivamos Mejor Guatemala (2013). Censo Poblacional Aldea Tzununá. (1ª. ed.) Guatemala.
4. Caballeros, H. y Ahaerandio, L., (2001). Guía General para Realizar Trabajos de Investigación en la URL. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
5. Castillo, J. (2001). Diseño de la red de alcantarillados para la población de Cojobal, en el municipio de Patzún, departamento de Chimaltenango. Tesis inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
6. FAO. 2015. Sitio web AQUASTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
7. GUAATECOMPRAS (2015). Sistema de Adquisiciones y Contrataciones del Estado de Guatemala. Sitio web www.guatecompras.gt
8. Hernández, A. (2007). Saneamiento y alcantarillado, vertidos residuales (7ª. ed.) Colegio de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos. España.
9. Instituto Nacional de Estadística [INE] (2002). XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002. Guatemala.
10. Instituto de Fomento Municipal [INFOM] (2001). Normas Generales Para el Diseño de Alcantarillados, Guatemala.
11. López, C. (2014). Anteproyecto de Diseño de Mejoramiento de Introducción de Agua Potable, Aldea Tzununá, Municipio de Santa Cruz La Laguna, Sololá. Tesis inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
12. Mendizábal, M. (2005). Diseño para el sistema de alcantarillado sanitario para la lotificación Vista al Valle II. Tesis inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
13. Metcalf & Eddy, (1997), Tratamiento y Depuración de Las Aguas Residuales, (1ª. ed.) Editorial Labor S.A, España.

- 14.**Ortíz, J. (2012). Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y drenaje sanitario para la lotificación Hábitat-Usumatlán en el departamento de Zacapa. Tesis inédita. Universidad Rafael Landívar. Guatemala.
- 15.**Sandoval, O. (2004). Estudio y Diseño de la Red de Recolección de Aguas Negras del Parcelamiento Arizona, del Puerto de San José, Departamento de Escuintla. Tesis inédita. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- 16.**Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia [SEGEPLAN] (2015). Normas del Sistema Nacional de Inversión Pública para el Ejercicio Fiscal 2016. (13^a. Ed.) Guatemala.

10. ANEXOS

10.1 Abreviaturas

Abreviatura	Definición
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	Demanda Química de Oxígeno
gal	Galón
gpd	Galones por día
glb	Global
hab	Habitantes
Km	Kilómetro
Lt	Litro
Lts/hab/día	Litros por habitante por día
ml	Metro lineal
m ²	Metro cuadrado
m ³	Metro cúbico
mg/lt	Miligramos por litro
m/seg	Metros por segundo
n	Coficiente de Rugosidad de Manning
PV	Pozo de Visita
PVC	Cloruro de Polivinilo
Q	Caudal a sección llena
q	Caudal máximo acumulativo
v	Velocidad del caudal de aguas residuales
V	Velocidad a sección llena

Fuente: Elaboración propia, 2015.

10.2 Planos

10.2.1 Plano 1: Planta General con Ortofotografía, Sector 1

10.2.2 Plano 2: Planta General Sector 1

10.2.3 Plano 3: Planta General con Ortofotografía, Sector 2

10.2.4 Plano 4: Planta General Sector 2

10.2.5 Plano 5: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 1 (PV01 – PV13)

10.2.6 Plano 6: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 1 (PV14 – PV20)

10.2.7 Plano 7: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 2 (PV21 – PV33)

10.2.8 Plano 8: Planta y Perfil Sector 1 – Línea 3 (PV37 – PV28) y Sector 1– Línea 4 (PV47 – PV18)

10.2.9 Plano 9: Planta y Perfil Sector 2 – Línea 1 (PV01 – PV08)

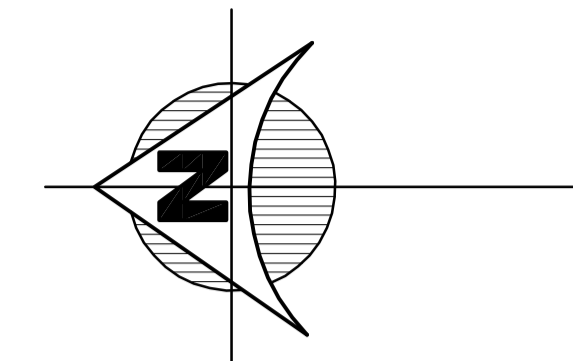
10.2.10 Plano 10: Planta y Perfil Sector 2 – Línea 1 (PV08 – PV16)

10.2.11 Plano 11: Planta y Perfil Sector 2 – Línea 1 (PV01 – PV08)

10.2.12 Plano 12: Planta de Distribución de Áreas y Ubicación de PTAR Sector 1

10.2.13 Plano 13: Planta de Distribución de Áreas y Ubicación de PTAR Sector 2

10.2.14 Plano 14: Detalles Constructivos de la Red de Alcantarillado Sanitario.



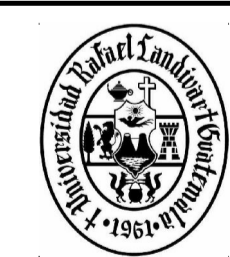
SIMBOLOGIA

○ PV1	Pozo De Visita
—	Tuberia
PVC	Tipo De Tuberia
∅ 8"	Diametro De Tuberia
----->	Direccion De Pendiente
▨	Planta De Tratamiento

Planta General Sector Uno

Escala 1:1250

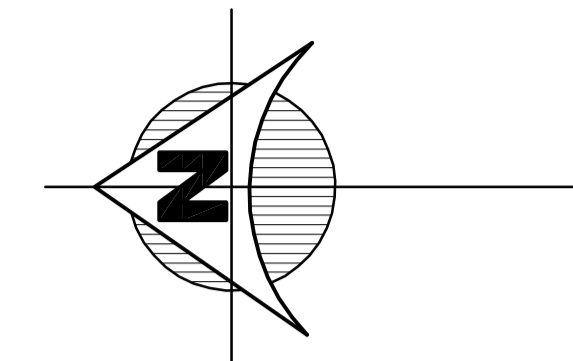
Fundación Castillo Córdoba
Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.



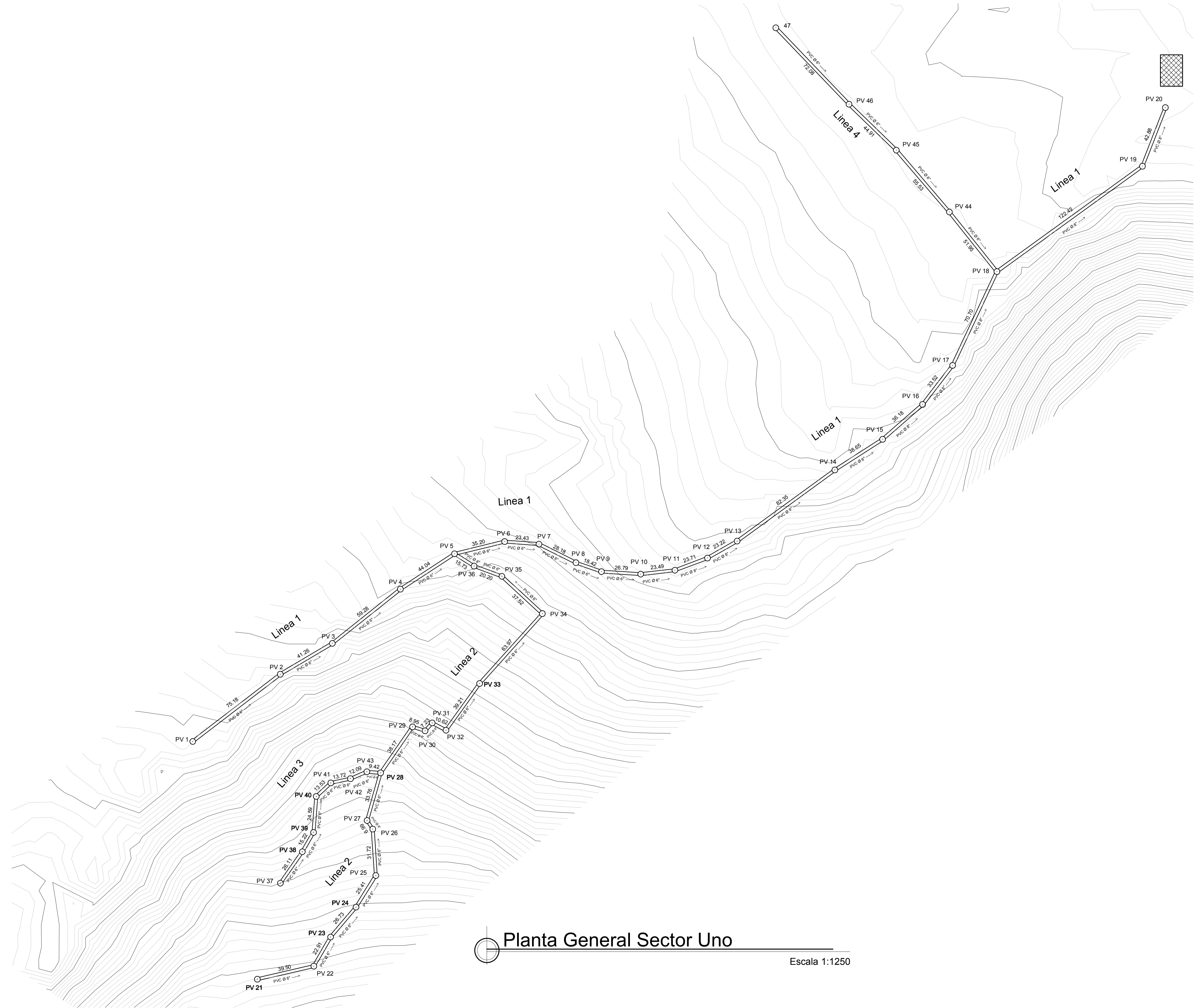
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA

CONTIENE
Planta
General Sector Uno

ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015	HOJA 1 / 14
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón	
FIRMA		FIRMA

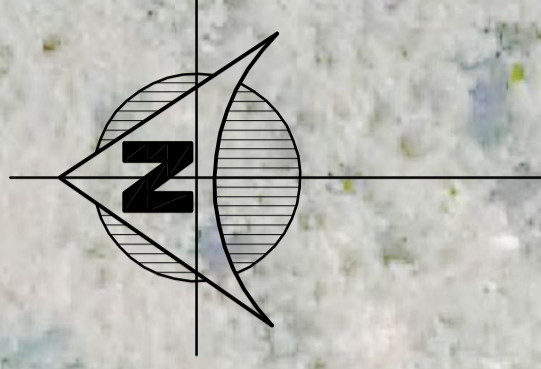


SIMBOLOGIA	
○ PV1	Pozo De Visita
—	Tuberia
PVC	Tipo De Tuberia
∅ 8"	Diametro De Tuberia
----->	Direccion De Pendiente
▨	Planta De Tratamiento



Planta General Sector Uno
Escala 1:1250

 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
CONTIENE Planta General Sector Uno	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón
HOJA 2 / 14	
FIRMA _____	

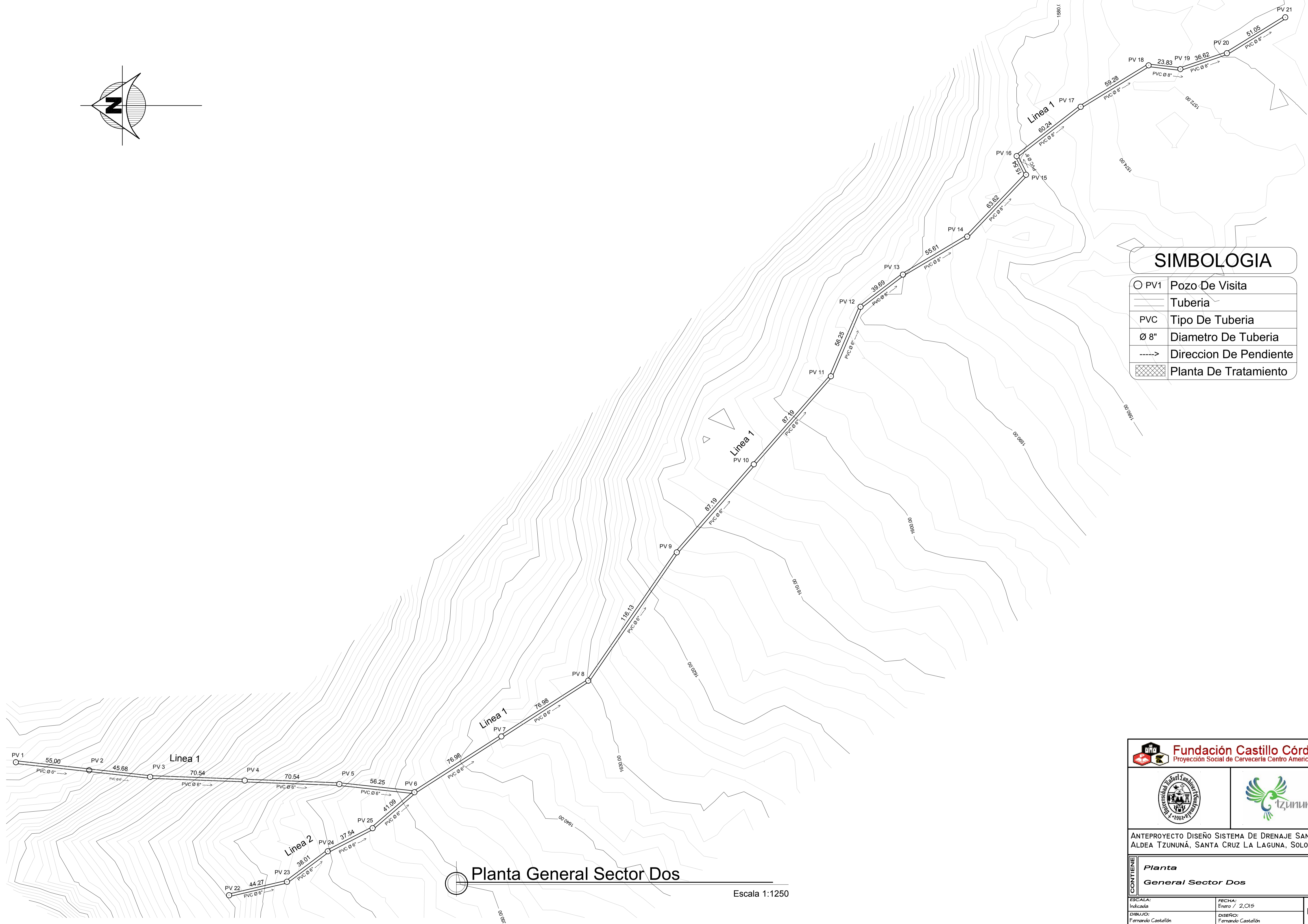
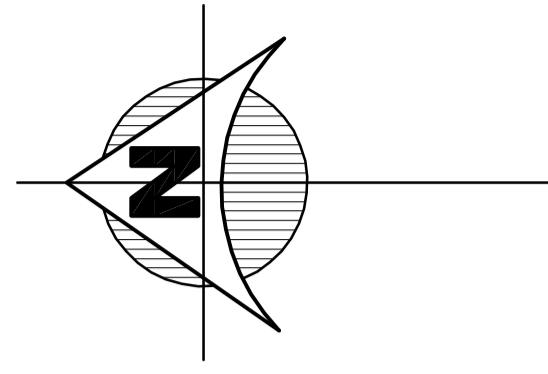


SIMBOLOGIA	
○ PV 1	Pozo De Visita
—	Tuberia
PVC	Tipo De Tuberia
Ø 8"	Diametro De Tuberia
→	Direccion De Pendiente
▨	Planta De Tratamiento

Planta General Sector Dos

Escala 1:1250

 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
Planta General Sector Dos	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón
FIRMA _____	FIRMA _____

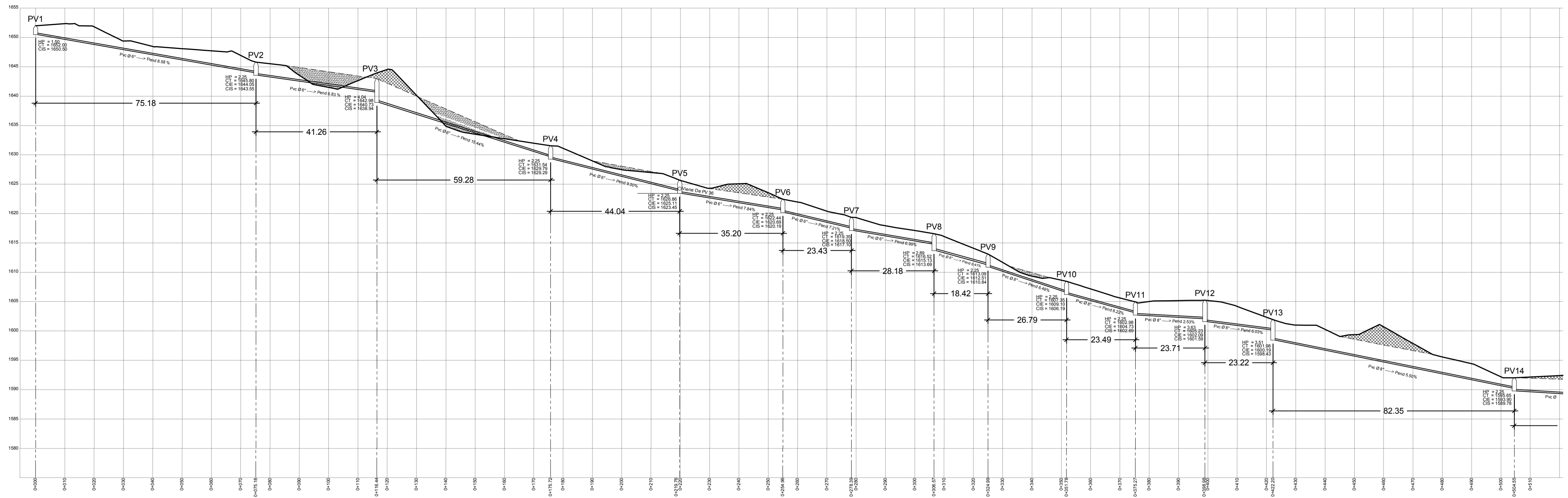


SIMBOLOGIA	
○ PV1	Pozo De Visita
—	Tuberia
PVC	Tipo De Tuberia
Ø 8"	Diametro De Tuberia
----->	Direccion De Pendiente
▨	Planta De Tratamiento

Planta General Sector Dos

Escala 1:1250

 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
Planta General Sector Dos	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón
HOJA 4 / 14	
FIRMA _____	



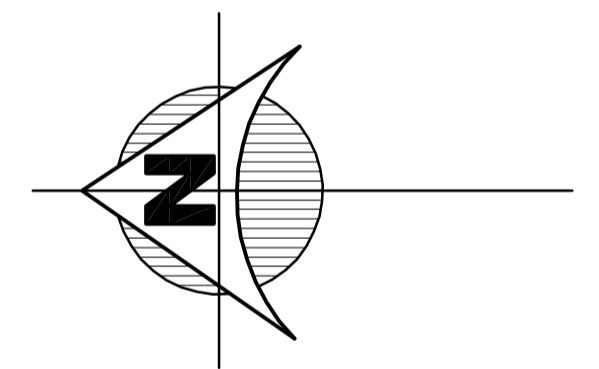
Perfil Sector 1 - Linea 1 (PV1 - PV14)

Escala H. 1:750
Escala V. 1:1500

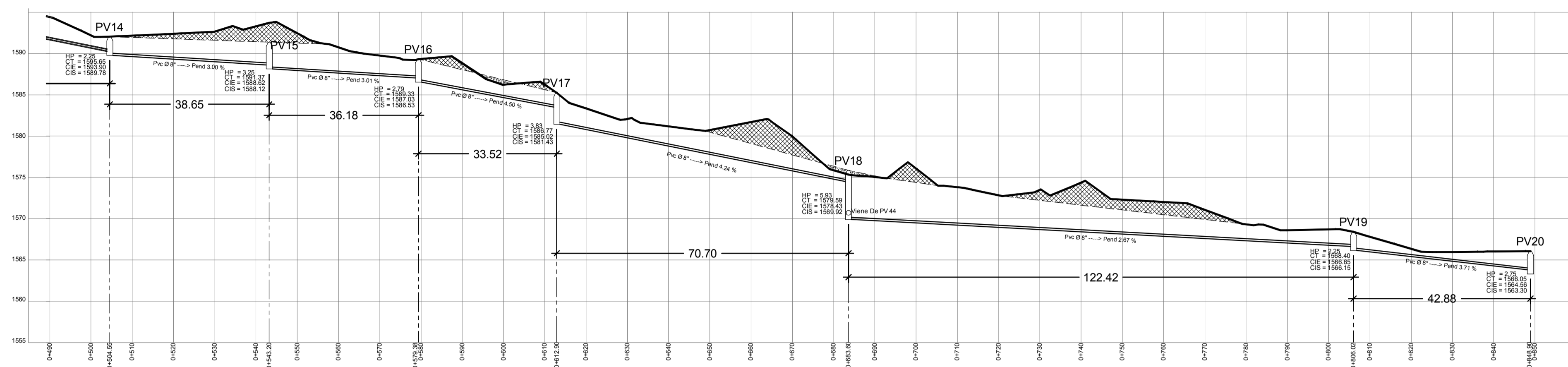


Planta Sector 1 - Linea 1 (PV1 - PV14)

Escala 1:750

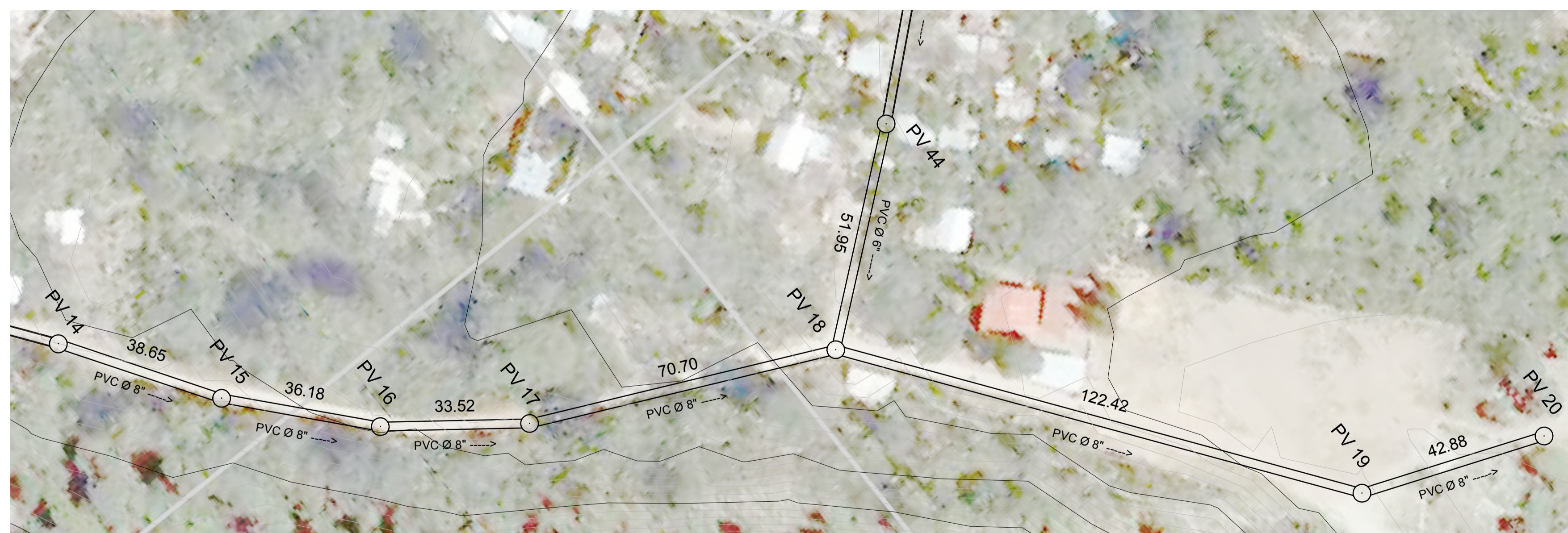


 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
Planta y Perfil Sector 1 - Linea 1 (PV1 - PV13)	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón
HOJA 5 14	
FIRMA _____	



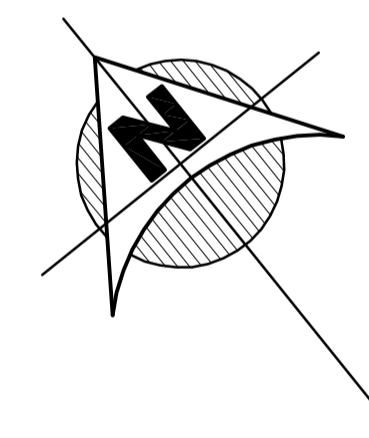
Perfil Sector 1 - Linea 1 (PV14 - PV20)

Escala H. 1:750
Escala V. 1:1500

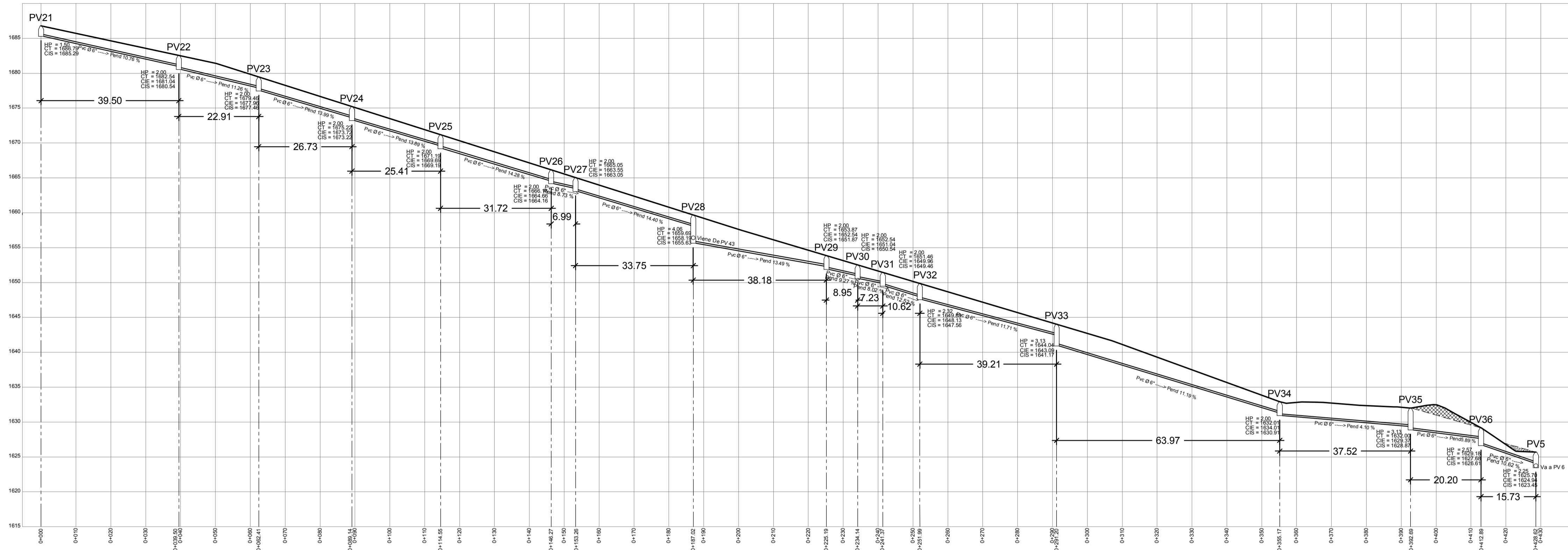


Planta Sector 1 - Linea 1 (PV14 - PV20)

Escala 1:750



 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.		
		
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA		
CONTIENE Sector 1 - Linea 1 (PV14 - PV20)		
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015	HOJA 6 14
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón	
FIRMA _____		FIRMA _____



Perfil Sector 1 - Linea 2 (PV21 - PV33)

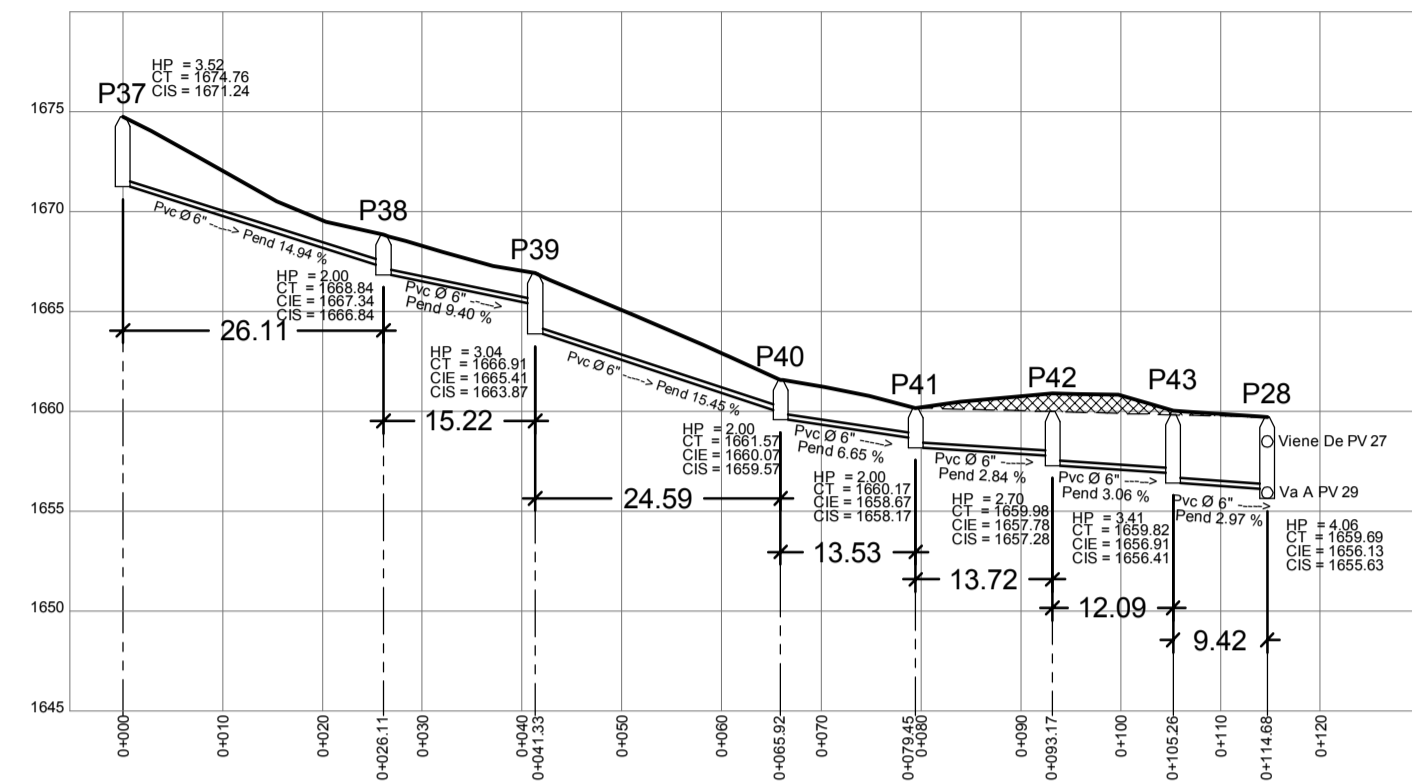
Escala H. 1:750
Escala V. 1:1500



Planta Sector 1 - Linea 2 (PV21 - PV33)

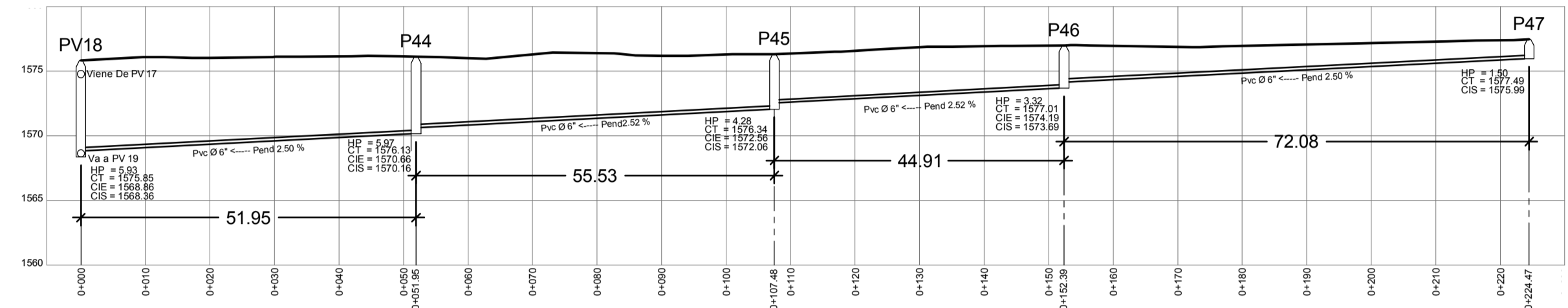
Escala 1:750

 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.		
		
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA		
CONTIENE Planta y Perfil Sector 1 - Linea 2 (PV21 - PV33)		
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015	HOJA 7 / 14
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón	
FIRMA _____		FIRMA _____



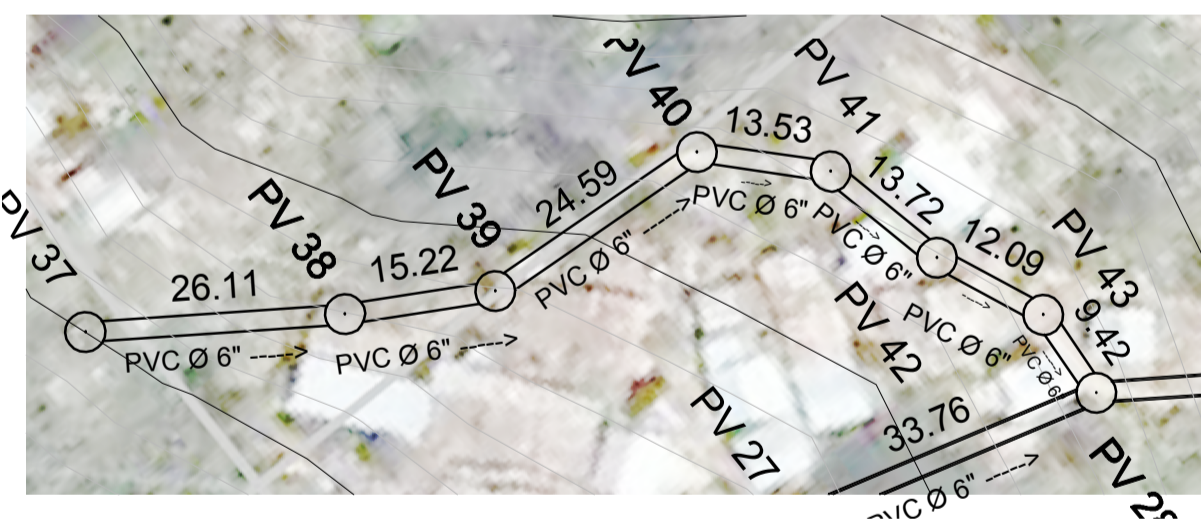
Perfil Sector 1 - Línea 3 (PV37 - PV28)

Escala H. 1:750
Escala V. 1:1500



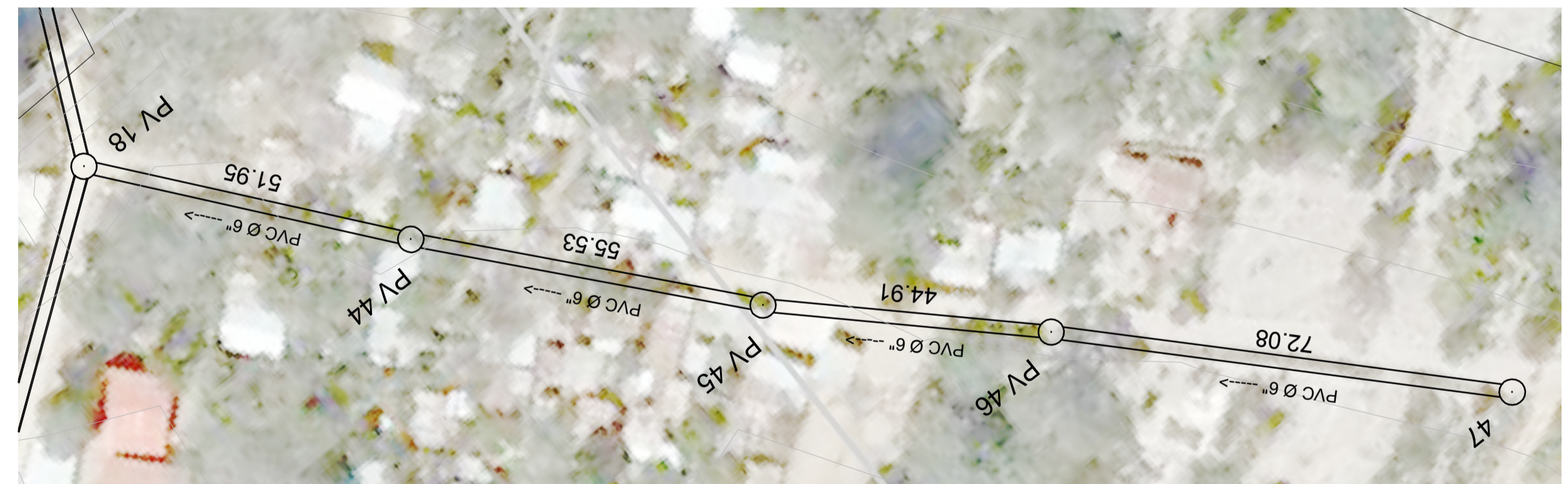
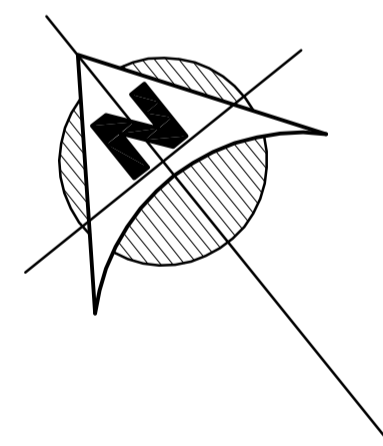
Perfil Sector 1 - Línea 4 (PV47 - PV18)

Escala H. 1:750
Escala V. 1:1500



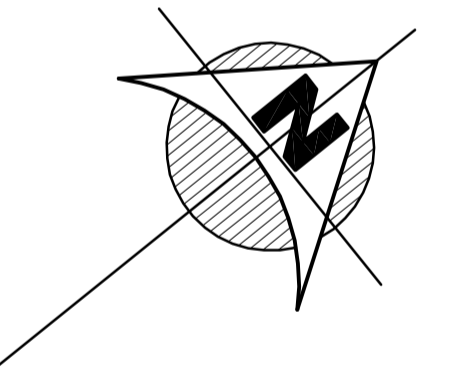
Planta Sector 1 - Línea 3 (PV37 - PV28)

Escala 1:750

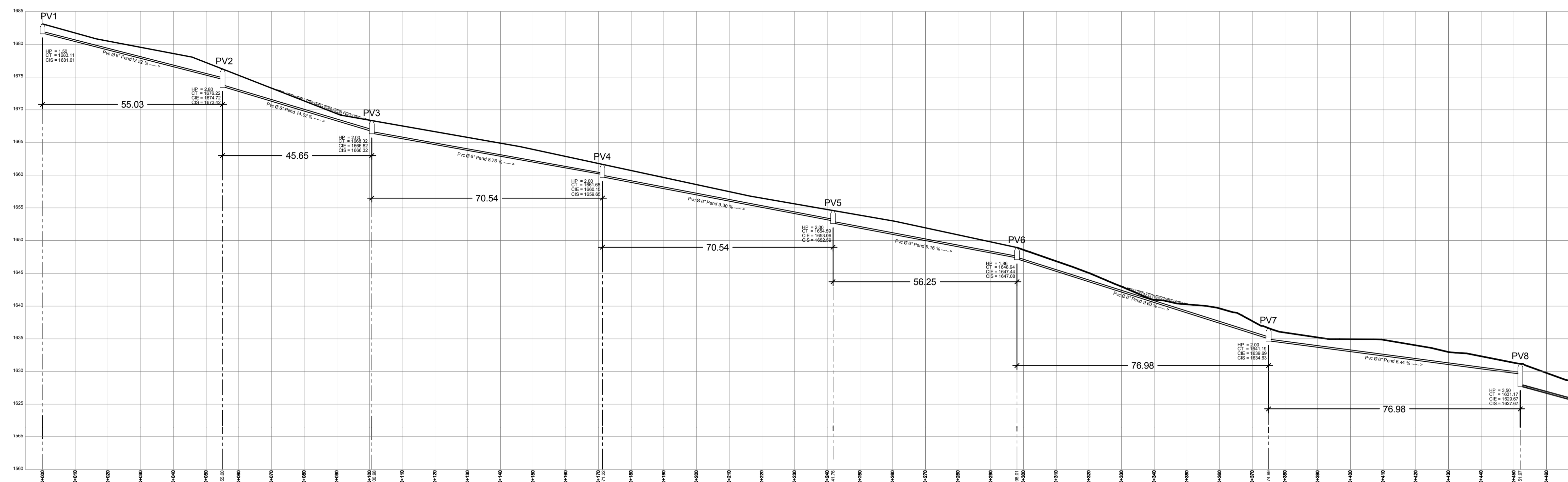


Planta Sector 1 - Línea 4 (PV47 - PV18)

Escala 1:750

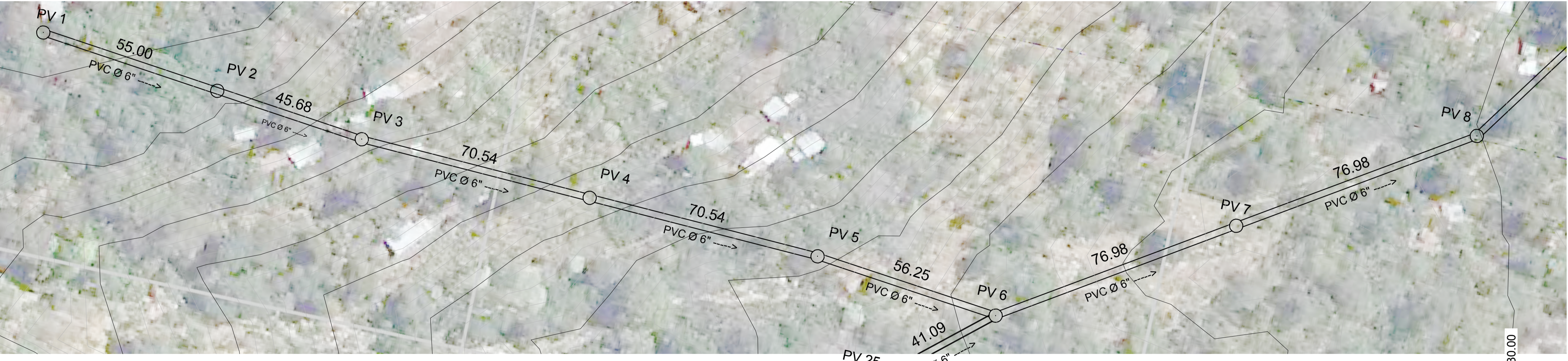


 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervicería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
CONTIENE Planta y Perfil Sector 1 - Línea 3 (PV37 - PV28) y Sector 1 - Línea 4 (PV47 - PV18)	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DISEÑO: Fernando Castellón	HOJA 8 / 14
FIRMA _____	



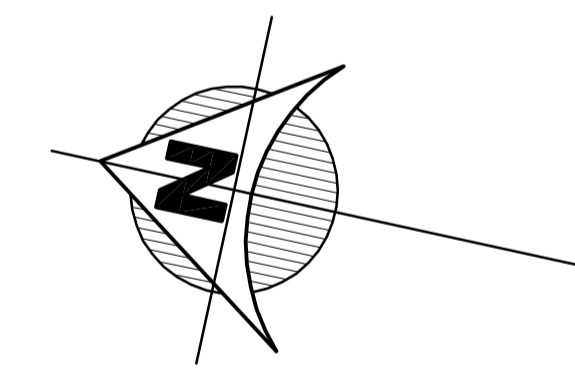
Perfil Sector 2 - Linea 1 (PV1 - PV8)


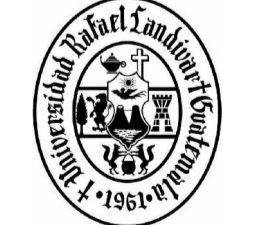

Escala H. 1:750
Escala V. 1:1500

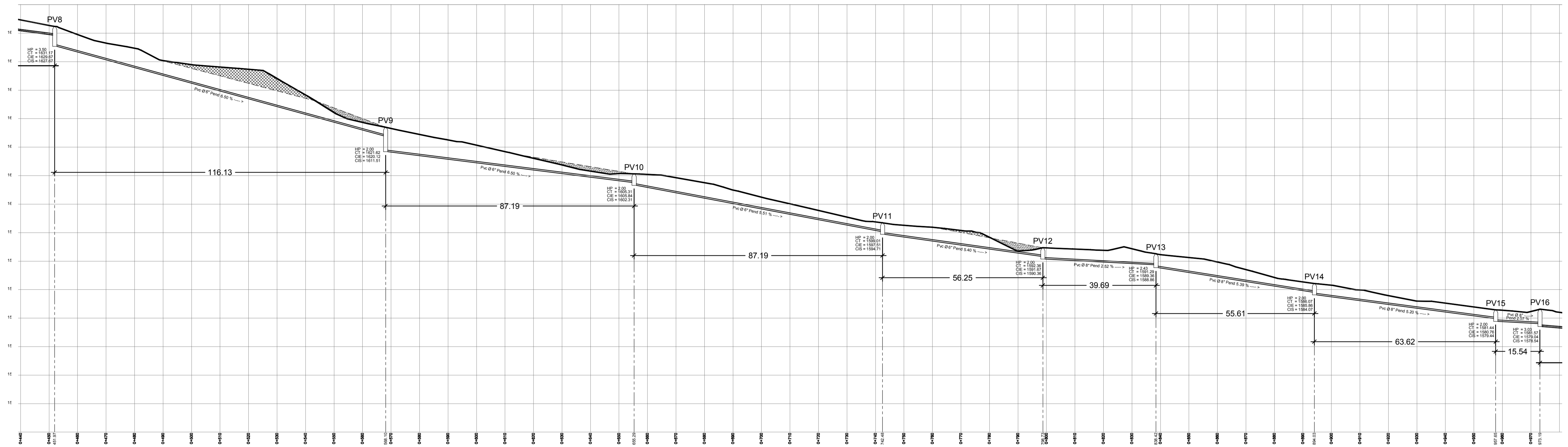


Planta Sector 2 - Linea 1 (PV1 - PV8)

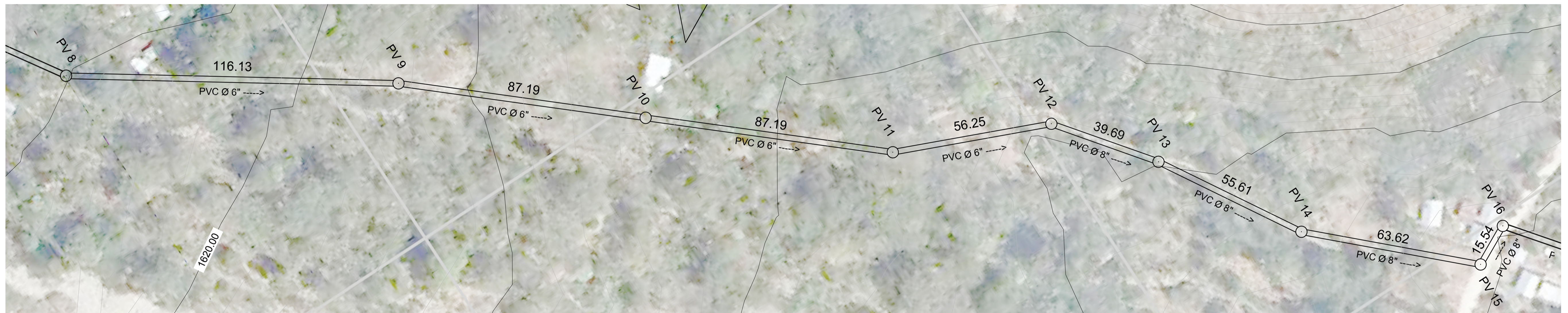
Escala 1:750



 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
CONTIENE Planta y Perfil Sector 2 - Linea 1 (PV1 - PV8)	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón
HOJA 9 / 14	
FIRMA _____	



Perfil Sector 2 - Línea 1 (PV8 - PV16)
 Escala H. 1:750
 Escala V. 1:1500



Planta Sector 2 - Línea 1 (PV8 - PV16)
 Escala 1:750

Fundación Castillo Córdoba
 Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.

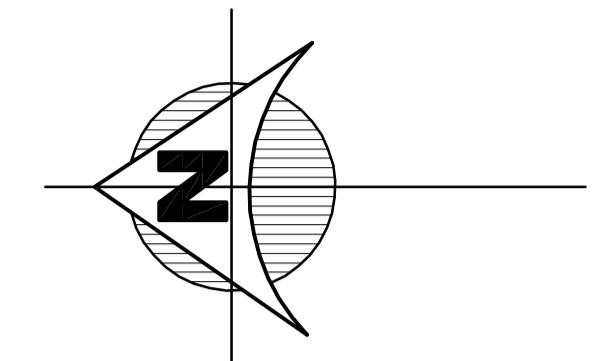
tzununá

ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
 ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA

CONTIENE
 Planta y Perfil
 Sector 2 - Línea 1 (PV8 - PV16)

ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015	HOJA 10 14
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón	

FIRMA



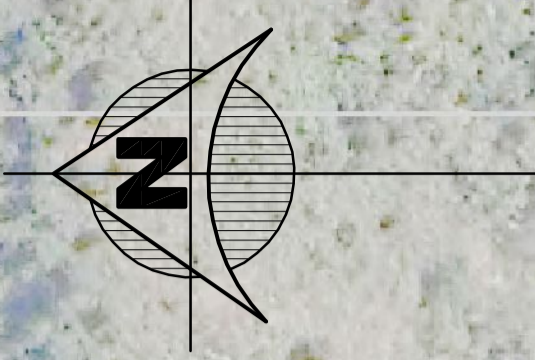
SIMBOLOGIA

○ PV1	Pozo De Visita
—	Tuberia
PVC	Tipo De Tuberia
∅ 8"	Diametro De Tuberia
----->	Direccion De Pendiente
▨	Planta De Tratamiento

Distribucion De Areas Por Pozo Sector Uno

Escala 1:1250

 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.	
	
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZ'UNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA	
Planta De Distribucion De Areas Por Pozo Sector Uno	
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón
HOJA 12 / 14	
FIRMA _____	



SIMBOLOGIA

- PV1 Pozo De Visita
- Tuberia
- PVC Tipo De Tuberia
- ∅ 8" Diametro De Tuberia
- > Direccion De Pendiente
- ▨ Planta De Tratamiento



○ Distribucion De Areas Por Pozo Sector Dos

Escala 1:1250

Fundación Castillo Córdoba
Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.

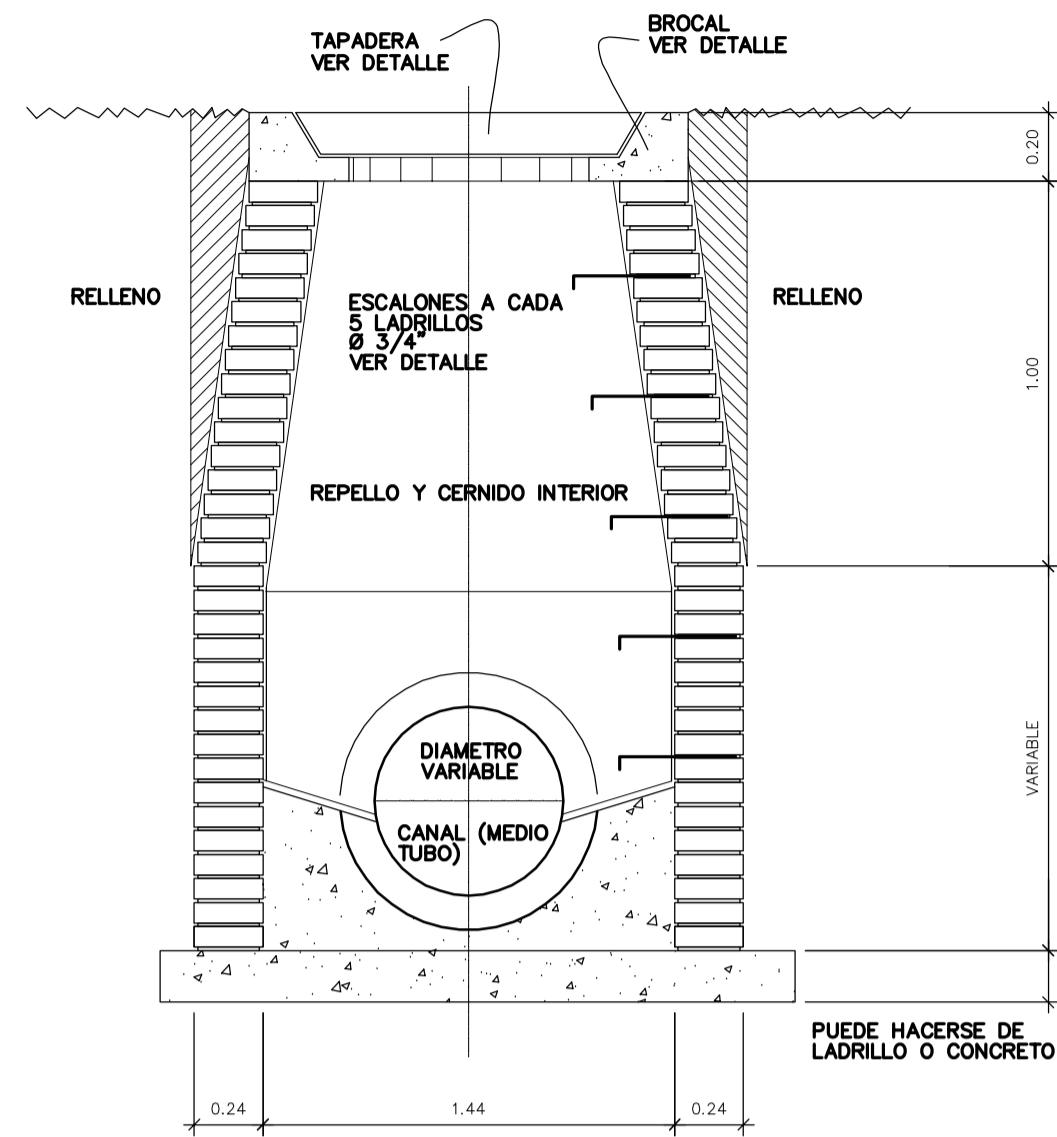


ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO
ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA

CONTIENE
Planta De Distribucion
De Areas Por Pozo Sector Dos

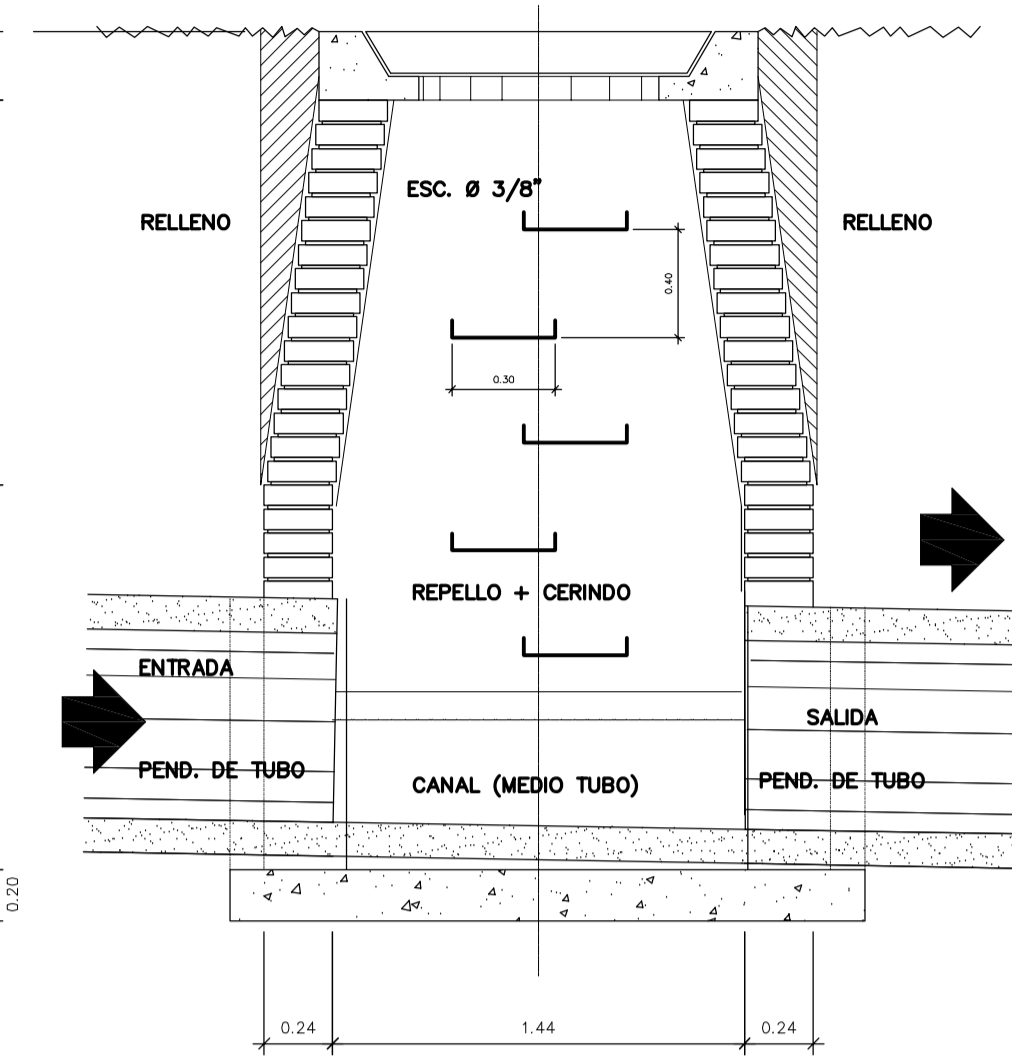
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015	HOJA 13 14
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón	
FIRMA	FIRMA	

POZO DE VISITA TIPICO



SECCION A-A'

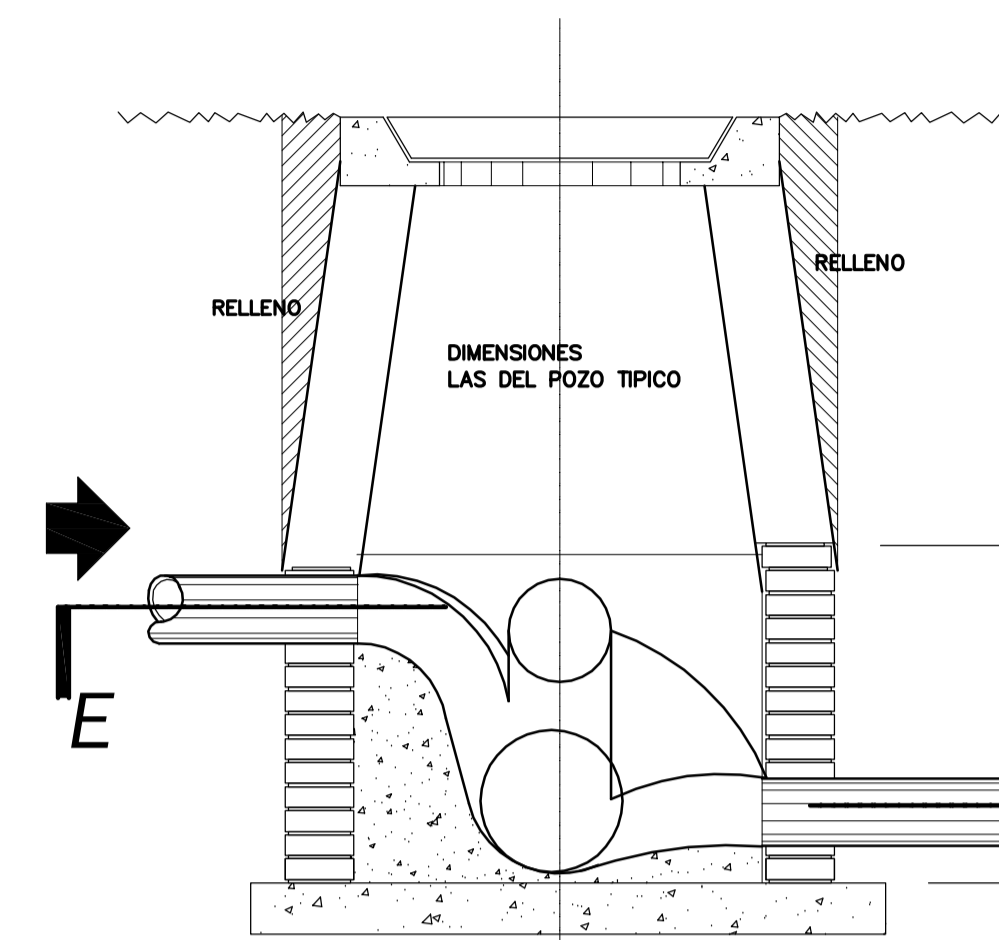
ESCALA 1/20.



SECCION B-B'

ESCALA 1/20.

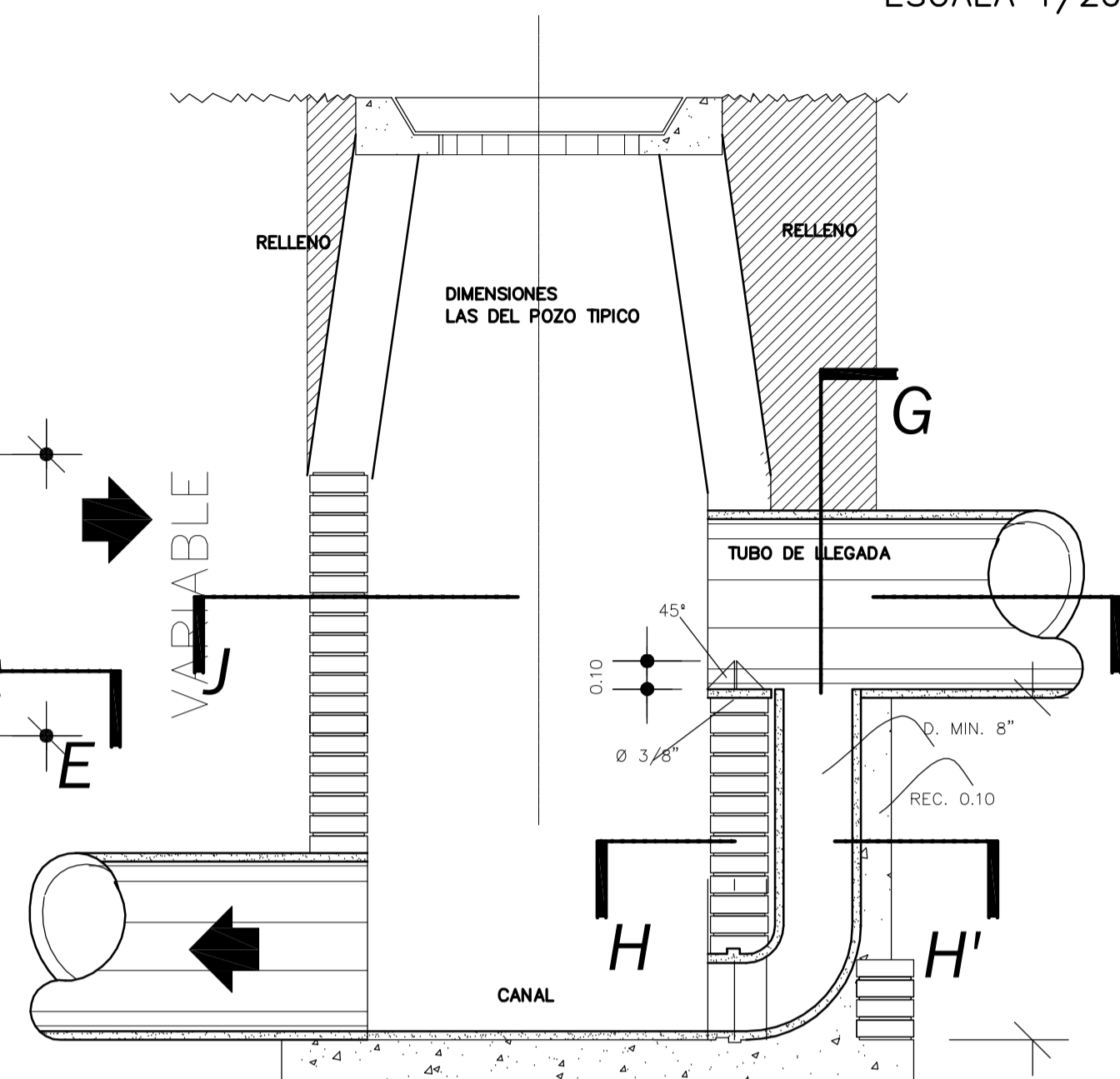
DETALLE DE POZO CON 3 ENTRADAS



SECCION D-D'

ESCALA 1/20.

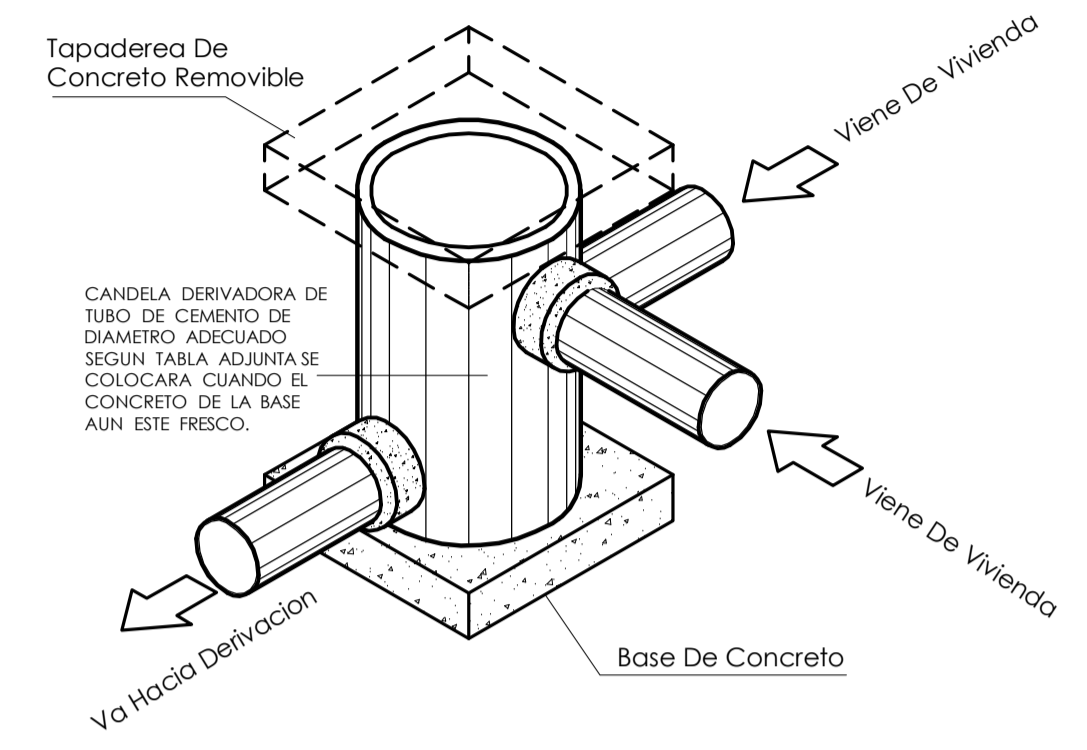
DETALLE DE POZO CON CAIDA MAYOR DE 0.70m.



SECCION F-F'

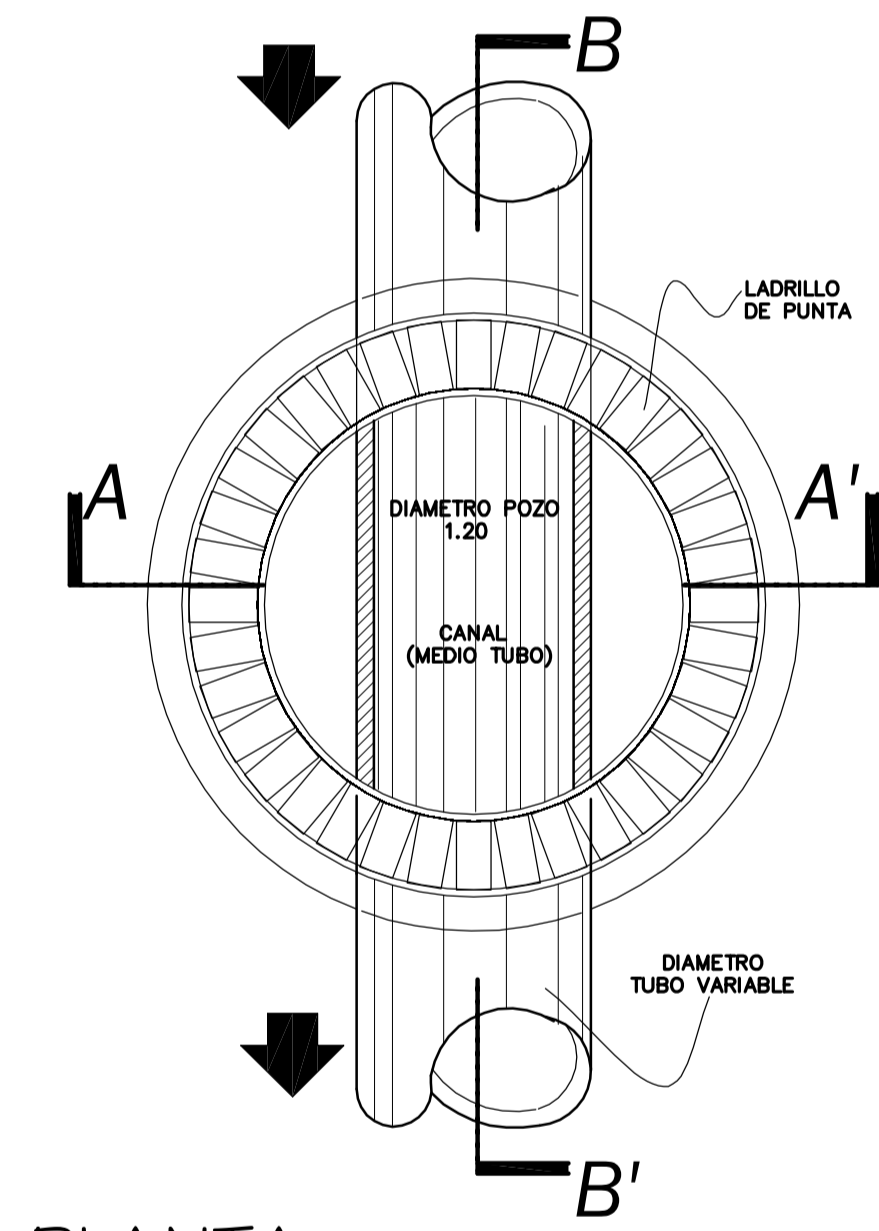
ESCALA 1/20.

VARIABLE (0.70 MIN.)



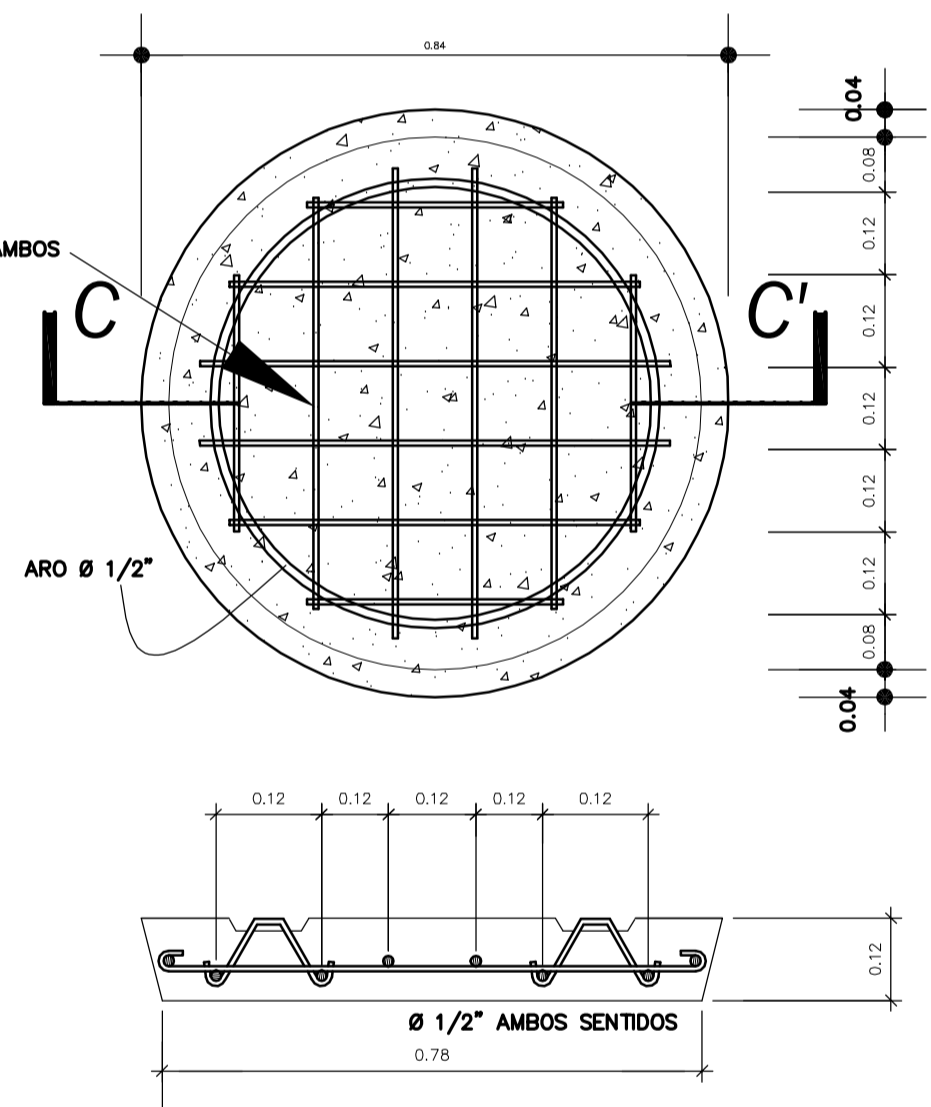
DETALLE DE CONEXION DOMICILIAR

SIN ESCALA



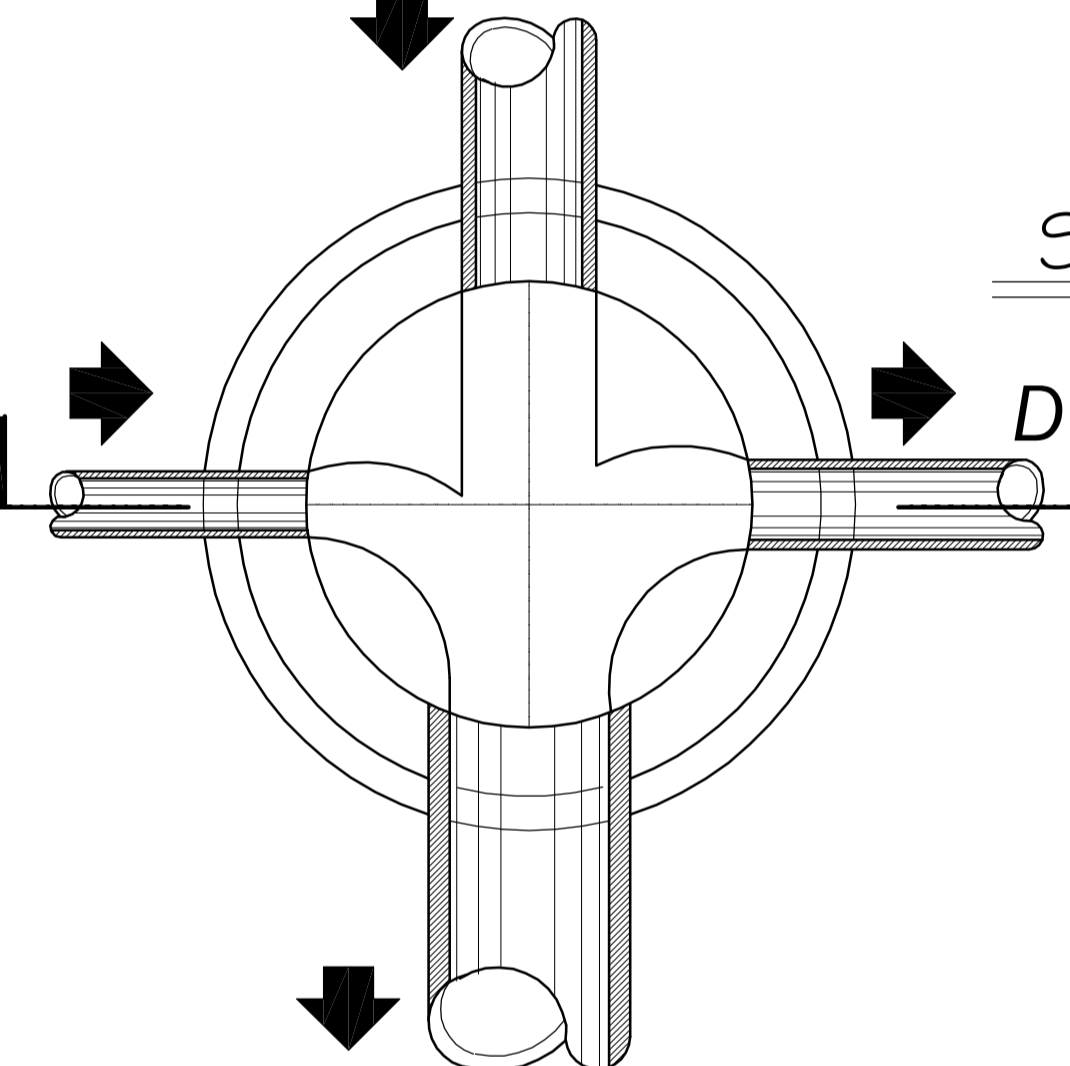
PLANTA

ESCALA 1/20.



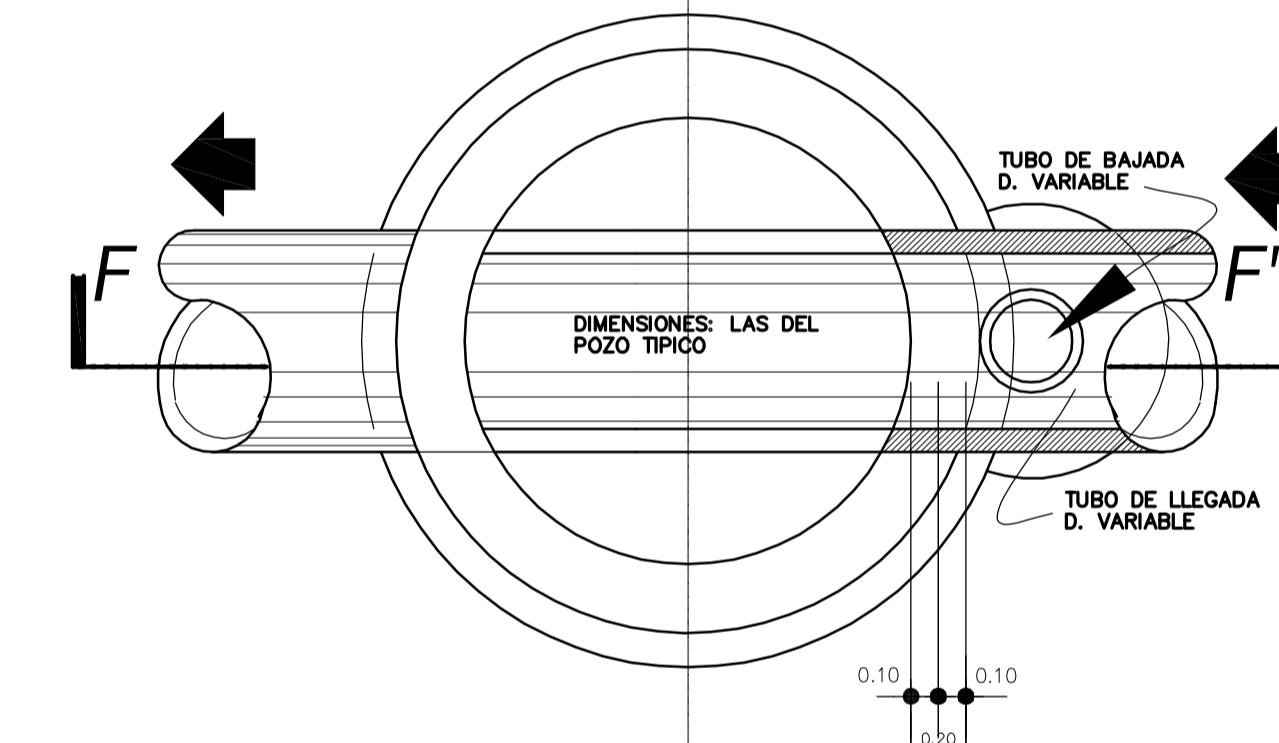
TAPADERA POZO, PLANTA + SECCION C-C'

ESCALA 1/10.



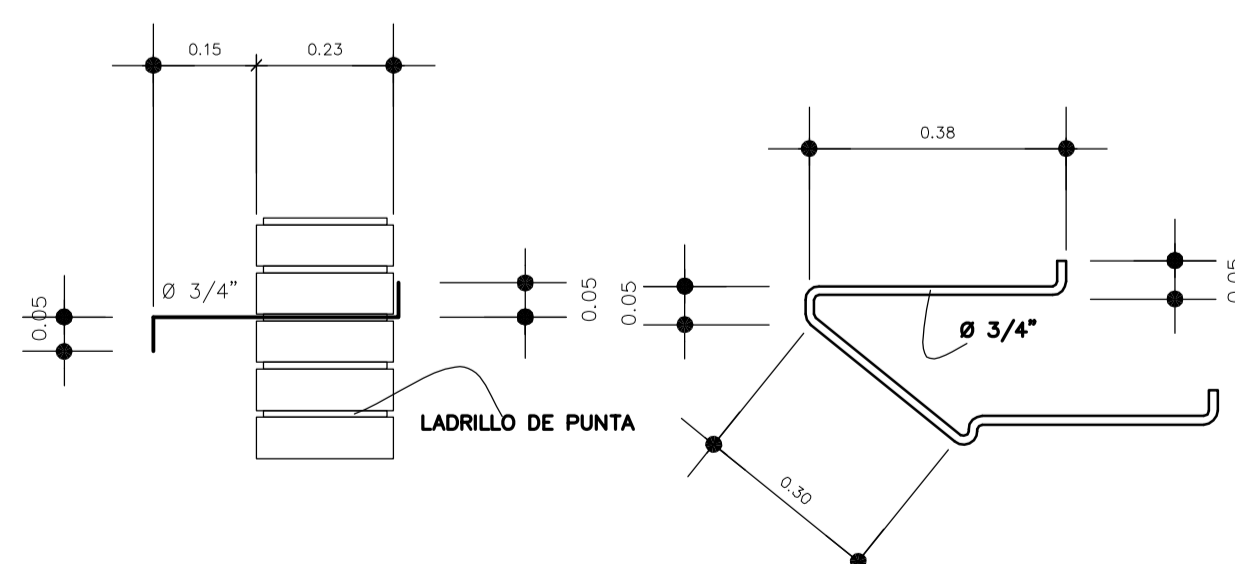
PLANTA E-E'

ESCALA 1/20.



PLANTA J-J'

ESCALA 1/20.

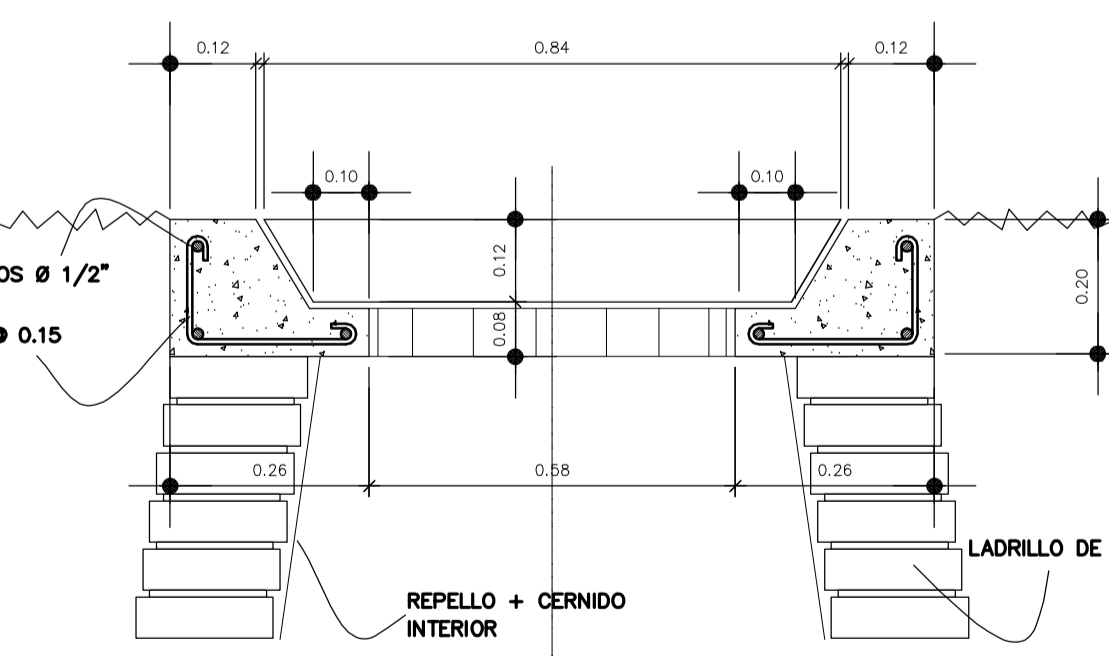


DETALLE DE ESCALON

ESCALA 1/10.

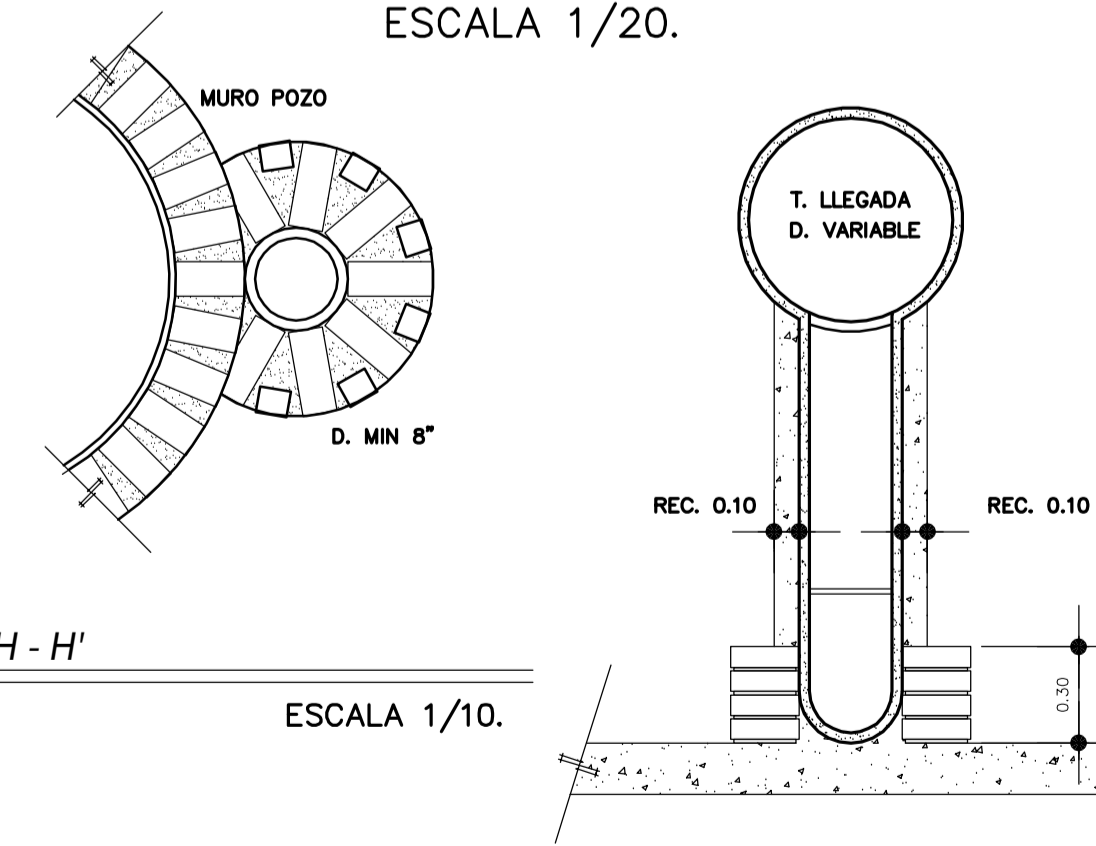
ESPECIFICACIONES

1. LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DE VISITA DEBERAN IDENTIFICARSE CON LA NOMENCLATURA DEL PLANO DE RED GENERAL.
2. EL CONCRETO DEBERA TENER UN Fc' = 210 Kg/cm² PROPORCION 1:2:3:5.
3. EL MORTERO DEBERA SER DE CEMENTO Y ARENA DE RIO CON PROPORCION 1:3.
4. LOS BROCALES Y LAS TAPADERAS DE LOS POZOS DEBERAN USARSE SEGUN ESPECIFICACIONES A.C.I. ANTES DE SU INSTALACION.
5. EL ACERO A UTILIZAR SERA Fy = 2810 Kg/cm².
6. LA TUBERIA DE CAIDA EN POZOS PARA COLECTORES HASTA DE 24" SERA DE 8", PARA COLECTORES MAYORES DE 24" SERA DE 12".



DETALLE DE BROCAL POZO

ESCALA 1/10.



SECCION H-H'

ESCALA 1/10.

SECCION G-G'

ESCALA 1/20.



DETALLE DE DERIVACION DE DOMICILIAR

SIN ESCALA

 Fundación Castillo Córdoba Proyección Social de Cervecería Centro Americana S.A.		
		
ANTEPROYECTO DISEÑO SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO ALDEA TZUNUNÁ, SANTA CRUZ LA LAGUNA, SOLOLA		
Contiene Detalles De Pozo De Visita, Conexion Domiciliar y Derivacion		
ESCALA: Indicada	FECHA: Enero / 2015	HOJA 14 / 14
DIBUJO: Fernando Castellón	DISEÑO: Fernando Castellón	
FIRMA	FIRMA	