



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

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS
ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

Héctor David Coy Poou

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, agosto de 2009

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA
POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS
ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN
PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR:

HÉCTOR DAVID COY POOU

ASESORADO POR EL ING. SILVIO JOSÉ RODRÍGUEZ SERRANO
AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, AGOSTO DE 2009

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA,

tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de octubre de 2007.

HÉCTOR DAVID COY POOU



Guatemala 27 de julio de 2009.
Ref.EPS.DOC.1014.07.09.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Héctor David Coy Poou** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **9919399**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA”**.

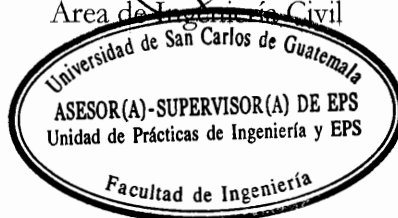
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
SJRS/ra



Guatemala, 27 de julio de 2009.
Ref.EPS.D.437.07.09

Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Samuels Milson.


Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Héctor David Coy Poou**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el **Ing. Silvio José Rodríguez Serrano**.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





Guatemala,
5 de agosto de 2009

FACULTAD DE INGENIERIA

Ingeniero
Sydney Alexander Samuels Milson
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Samuels.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Héctor David Coy Poou, quien contó con la asesoría de la Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



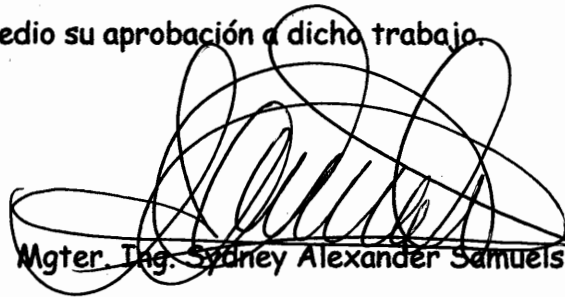
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



FACULTAD DE INGENIERIA

El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Héctor David Coy Poo, titulado DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Mgter. Ing. Sydney Alexander Samuels M.



Guatemala, agosto 2009.

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA**, presentado por el estudiante universitario **Héctor David Coy Poou**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

A large, stylized handwritten signature in black ink, consisting of a large loop at the top and a vertical line extending downwards.



Guatemala, agosto de 2009

/cc

AGRADECIMIENTOS A:

El Ing. Silvio Rodríguez

Por su amistad, sus conocimientos y tiempo dedicado durante el desarrollo del presente trabajo.

La Municipalidad de Teculután, Zacapa

En especial a la corporación municipal y a la unidad técnica, por la amistad y colaboración prestada en la realización del siguiente trabajo.

La Universidad de San Carlos de Guatemala

Por llenarme de conocimientos durante los años de estudio.

La Facultad de Ingeniería

Por haberme formado académicamente como profesional.

Los catedráticos

Por sus enseñanzas en cada una de las etapas de mi estudio profesional.

ACTO QUE DEDICO A:

Mi padre	Alberto Coy Reyes. Por la confianza brindada y sus sabios consejos en todas las etapas de mi vida.
Mi madre	Juana Poou. Por su amor y paciencia en las diferentes etapas de mi vida de estudiante, gracias por todas las enseñanzas sobre la vida y la orientación al buen camino.
Mis hermanos	Aída, Claudia, Silvia, Carlos, Mynor, Nelson, con mucho amor y aprecio, por todo el apoyo incondicional y un buen ejemplo a seguir durante toda la etapa estudiantil.
Mi familia	Abuelos, tíos y primos, con mucho cariño a cada uno de ellos, por el apoyo y sabios consejos para seguir adelante y así poder alcanzar todas y cada una de mis metas propuestas.
Mis amigos	De la Facultad, y todos aquellos que estuvieron durante el curso de la carrera, gracias por su apoyo y amistad sincera.
Cobán	Mi tierra natal, a quien le debo tanto y siempre llevo conmigo en el corazón.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

1.1. Generalidades	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Características de la población	4
1.1.2.1. Localización	4
1.1.2.2. Extensión	4
1.1.2.3. Colindancias	4
1.1.3. Identificación y descripción de cuencas	5
1.1.3.1. Cuenca del río de Teculután	5
1.1.3.2. Cuenca del río de Motagua	5
1.1.4. Condiciones geofísicas	5
1.1.4.1. Flora	6
1.1.4.2. Fauna	6
1.1.4.3. Agua	6
1.1.4.4. Clima, temperatura y precipitación pluvial	7

1.1.5. Recursos naturales	10
1.1.5.1 Suelo	10
1.1.5.2 Agua	12
1.1.6. Economía	13
1.1.6.1. Agrícola	13
1.1.6.2. Pecuaria	14
1.1.6.3. Forestal	14
1.1.6.4. Industria y maquila	14
1.1.6.5. Agroindustria	15
1.1.6.6. Minería y actividades extractivas	15
1.1.6.7. Artesanías	15
1.1.6.8. Turismo	15
1.1.6.9. Hotelería	16
1.1.6.10. Servicios financieros	16
1.1.6.11. Índice de pobreza	16
1.1.7. Organización y participación comunitaria	19
1.1.8. Demografía	19
1.1.9. Indicadores básicos	20
1.1.9.1. Salud	20
1.1.9.2. Mortalidad	20
1.1.9.3. Fecundidad	20
1.1.10. Educación	22
1.1.10.1. Tasa neta de escolarización	22
1.1.10.2. Tasa bruta de escolarización	22
1.1.10.3. Tasa de promoción	22
1.1.10.4. Tasa de deserción	23
1.1.10.5. Tasa de repitencia	23
1.1.10.6. Tasa de analfabetismo	23
1.1.10.7. Número de maestros por nivel	23

1.2. Conceptos y definiciones para el diseño de un sistema de agua potable	27
1.2.1. Calidad y tratamiento para el agua de consumo	27
1.2.1.1. Calidad del agua	27
1.2.1.2. Tratamiento del agua	29
1.2.2. Línea de conducción por gravedad	29
1.2.2.1. Componentes	29
1.2.2.2. Criterios para el diseño	30
1.2.2.3. Obras complementarias en la línea de conducción	32

2.1 Diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable, fase II de los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas, municipio de Teculután, departamento de Zacapa

2.1.1. Descripción del proyecto	34
2.1.2. Levantamiento topográfico	35
2.1.2.1. Planimetría	36
2.1.2.2. Altimetría	36
2.1.3. Diseño del sistema	37
2.1.3.1. Criterios y bases de diseño	37
2.1.3.2. Bases de diseño	38
2.1.3.3. Dotación y tipos de servicio	38
2.1.3.4. Tasa de crecimiento poblacional	39
2.1.3.5. Período de diseño y población futura	40
2.1.3.6. Factor de hora máxima (FHM)	41
2.1.3.7. Factor de día máximo (FDM)	42
2.1.3.8. Presión máxima de diseño	42
2.1.3.9. Presión mínima de diseño	42

2.1.3.10. Longitud de diseño	43
2.1.4. Diseño hidráulico de la línea de conducción	43
2.1.4.1. Descripción del proyecto a diseñar	43
2.1.4.2. Determinación de caudales	44
2.1.4.2.1. Caudal medio diario	44
2.1.4.2.2. Caudal máximo diario	45
2.1.4.2.3. Caudal máximo horario	46
2.1.4.3. Tipos de tuberías	47
2.1.4.4. Coeficiente de fricción	47
2.1.4.5. Presiones y velocidades	47
2.1.4.6. Almacenamiento del agua	47
2.1.4.7. Volumen de almacenamiento del agua	50
2.1.4.8. Diseño del tanque proyectado	52
2.1.4.9. Desinfección del agua	63
2.1.5. Red de distribución	65
2.1.5.1. Caudal de diseño	66
2.1.5.2. Presión estática en la tubería	66
2.1.5.3. Presión dinámica en la tubería	67
2.1.5.4. Línea piezométrica	67
2.1.5.5. Verificación de velocidades	68
2.1.5.6. Descripción de la conexión predial	69
2.1.5.7. Cálculo hidráulico	70
2.1.5.8. Red de distribución	70
2.1.6. Programa de operación y mantenimiento	72
2.1.6.1. Propuesta de tarifa	76
2.1.7. Evaluación de impacto ambiental	80

2.1.8. Evaluación socio económica	84
2.1.8.1. Valor presente neto	86
2.1.8.2. Tasa interna de retorno	87
2.1.9. Integración de costos	89
CONCLUSIONES	91
RECOMENDACIONES	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXO 1 NORMAS COGUANOR 29001	97
ANEXO 2 ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y FISICOQUÍMICO	107
APÉNDICE 1 CÁLCULOS HIDRÁULICOS	111
APÉNDICE 2 PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA	115
APÉNDICE 3 PLANOS CONDUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Mapa del casco urbano	25
2. Mapa del municipio	26
3. Diagrama de momentos	55
4. Armado de la losa	57
5. Diagrama de fuerzas sobre las paredes tanque	60

TABLAS

I. Uso de la tierra	7
II. Especies representativas de flora y fauna	12
III. Población económicamente activa por área y sexo	17
IV. Sistema financiero por institución y servicio, según lugar poblado	18
V. Organización comunitaria por tipo y actividad según categoría	19
VI. Situación de salud, según indicadores principales	21
VII. Personal profesional y técnico por institución	22
VIII. Principales indicadores de educación	24
IX. Dotaciones para cada habitante por día	39
X. Impacto ambiental, etapa de operación	81
XI. Costo de la red de distribución de agua potable	86
XII. Características físicas que debe tener el agua potable	98
XIII. Características químicas que debe tener el agua potable	99
XIV. Límites máximos y mínimos permisibles	100

XV. Límite de toxicidad	101
XVI. Límites en compuestos biocidas	102
XVII. Calidad bacteriológica del agua	105
XVIII. Frecuencia mínima de la toma de muestras	106

LISTA DE SÍMBOLOS

C	Coeficiente de rugosidad
Cm	Centímetro
Psi	Libra sobre pulgada cuadrada
Dot	Dotación
FHM	Factor de hora máxima
FDH	Factor de día máximo
Hab	Habitante
Mca	Metro columna de agua
L	Longitud
Hf	Pérdida de carga
Pvc	Cloruro de polivinilo
Qm	Caudal medio
QDM	Caudal de día máximo
QHM	Caudal de hora máxima
Vol	Volumen
ASSHHTO	American Association of State Highway and Transportation Official
As mín	Área de acero mínimo
S	Espaciamiento
f_y	Resistencia del acero
f_c	Resistencia del concreto
W_m	Carga muerta
W_v	Carga viva
As máx	Área de acero máxima
Mu	Momento último
t	Espesor

GLOSARIO

Caudal	Es la cantidad de agua que circula en un conductor en una unidad de tiempo.
Aforo	Es el promedio de llenado de un recipiente con un volumen constante, sus dimensiones están dadas por litros sobre segundo.
Agua potable	Es el agua sanitariamente segura para el consumo humano.
Cota piezométrica	Es la altura de presión del agua que se tiene en un punto dado.
Cota de terreno	Elevación del terreno sobre un nivel de referencia.
Tubería	Es el conducto formado por tubos, en los cuales se desplazará el fluido.
Carga estática	Llamada también presión estática. Es la diferencia de alturas que existe entre la superficie libre de una fuente de abastecimiento y un punto determinado del acueducto, no más allá de su carga libre, se mide en metros columna de agua (mca).
Contaminación	Es la introducción de microorganismos o químicos al agua, que la hacen impropia para el consumo humano.

Topografía	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
Acueducto	Obra para conducir agua. También denominada a un conjunto de obras de abastecimiento de agua.
Agua pluvial	Agua proveniente de la atmósfera.
Agua Sanitariamente segura	Agua incapaz de transferir enfermedades, libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas y libres de toxicidad.
Bacterias	Microorganismos sencillos reproducibles por división.
Cloración	Aplicación de cloro con fines de desinfección.
Depósito	Reservorio para almacenar, regular y/o controlar el agua.
Dureza	Características del agua debida a la concentración de carbonatos, sulfatos, nitratos y cloruros, haciendo el agua incrustante y de difícil solución del jabón.
Turbiedad	Interferencia óptica causada por material finamente dividido y en suspensión.

RESUMEN

A través del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), se estuvo realizando la supervisión de la construcción de casas unifamiliares a cargo de la Fundación Hábitat para la Humanidad Guatemala del afiliado de Zacapa específicamente en la colonia El Palmar Teculután Zacapa; y también se atendieron las necesidades de la población del mismo municipio, en materia de infraestructura.

Dentro de las actividades realizadas en la Fundación estuvieron el diseño de planos de ubicación y localización de las diferentes casas en la colonia El Palmar, así como también el cálculo del presupuesto de uno de los diseños de viviendas que tiene el afiliado para la comunidad a quien le sirve ya que no solamente apoya a la comunidad del municipio de Teculután si no también a los demás municipios del departamento de Zacapa.

Paralelo a la supervisión de la construcción de las diferentes viviendas dentro del Afiliado de la Fundación Hábitat para la Humanidad, se priorizó dentro de los proyectos de mayor envergadura en la Municipalidad de Teculután el diseño de **AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, FASE II DE LOS CASERÍOS EL ARCO, EL ASTILLERO Y LAS ANONAS, MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA.** Y con ello poder prestarles un mejor servicio a los habitantes de los diferentes caseríos, ya que por el momento están siendo abastecidos del vital líquido por medio de un proyecto anteriormente realizado el cual ya no se da abasto para atender a la población actual.

Para la realización del diseño de dicho proyecto se tomaron como base primordial las Normas ya establecidas por el Instituto de Fomento Municipal INFOM, específicamente la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR, paralelo se tomaron los datos de los censos poblacionales actuales del Instituto Nacional de Estadística INE; correspondientes para el cálculo de los habitantes a servir tanto población actual como futura con respecto a tasa de crecimiento que es de 3.2% y el período de diseño de 21 años.

En el diseño se utilizó el sistema de medición topográfica de segundo orden, el cual consiste en el levantamiento planimétrico que se referirá al meridiano magnético el cual se efectúa con teodolito de precisión y también el levantamiento altimétrico, que se hará por nivelación trigonométrica con teodolito con doble lectura adelante y atrás. Con la realización de la medición topográfica se pudo definir la longitud del proyecto el cual es de 3,535.67 ml, correspondientes a la línea de conducción y 7,963.06 ml, de línea de distribución.

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura.

Los límites sobre calidad son de carácter general y se proporcionan como aptas para consumo humano. Dichos límites sobre calidad a observarse serán los contenidos en las normas COGUANOR. NGO 29-001.

Posteriormente se tomaron parámetros de diseño como: período de diseño, tasa de crecimiento de la población, la dotación de agua potable que percibe la población, la cantidad de habitantes por vivienda, número de viviendas. Finalmente, se propuso un sistema de tubería PVC con respecto a las normas COGUANOR Y ASTM; y un tanque de abastecimiento de 60 m³ construido de mampostería de piedra; se tiene la certeza que con éstos proyectos la población continúe con su proceso de desarrollo y mejore su calidad de vida.

OBJETIVOS

General

1. Realizar el diseño de la línea de conducción y de distribución de agua potable para los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas.

Específicos

1. Ayudar a las poblaciones del área rural, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y así evitar la mortandad debido a la forma de cubrir sus necesidades básicas.
2. Restablecer el servicio regular de agua potable de los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas del municipio de Teculután, departamento de Zacapa con las siguientes características:
 - ✓ Calidad (en el servicio y en el agua que se distribuye).
 - ✓ Continuidad en el servicio
 - ✓ Sostenibilidad a largo plazo
 - ✓ Sencillez de operación.
 - ✓ Bajo costo de operación.
3. Que los habitantes reciban el servicio del vital líquido durante las 24 horas del día.

INTRODUCCIÓN

Elaborando un diagnóstico del municipio se realizó un estudio de priorización de proyectos y se determinó hacer el estudio, diseño y planificación del proyecto de la línea de conducción y distribución de agua potable para el municipio de Teculután; específicamente para los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas, del departamento de Zacapa.

El adecuado abastecimiento de agua potable es una de las grandes carencias de las comunidades rurales de Guatemala, la falta de este vital elemento provoca problemas sanitarios, incrementa la morbilidad y mortalidad, tanto infantil como de la población adulta, lo anterior conlleva a problemas de degradación de las condiciones de vida de la población, atraso sociocultural, etc.

En los últimos años, los seres humanos se han visto en la necesidad de crear conciencia acerca del cuidado de los recursos naturales de la tierra, juegan un papel importante los métodos y sistemas adecuados para la evacuación de los desechos provenientes de viviendas, comercios e industrias, evitando de éste modo el daño al medio ambiente, ya que es de beneficio a los habitantes de las poblaciones a servir y para las circunvecinas. Por medio de los principios que dicta la Ingeniería Sanitaria, respecto a la evacuación de desechos, se han ensayado varios métodos para llevar a cabo su eliminación en poblaciones; demostrando que el agua puede ser utilizada como medio de transporte de dichos desechos, siendo este método más ventajoso, exceptuándolo en casos particulares.

La Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, por medio de su unidad de Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), ha brindado, hasta donde sus recursos se lo han permitido, apoyo técnico a quien lo solicite.

1 MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE TECULUTÁN, DEPARTAMENTO DE ZACAPA

1.1 Generalidades

1.1.1 Reseña histórica

El nombre del municipio de Teculután se origina de voces Nahoas que quiere decir: **LUGAR DE TECOLOTES**, esta ave de actitud señorial y pensadora ha sido consagrada como símbolo del municipio. La escritora teculuteca EVA AIDA CORDON DE FRANCO, en su libro MEDIO SIGLO Y UN POCO MAS (1975), agrega que: “el paraje era el nombre de Teculután desde muchos años antes de ser municipio, puesto que datos históricos anteriores ya hablan de él con ese nombre. Parece que en un principio se llamo EL PARAISO puesto que así quedo nombrado un barrio del pueblo que se localiza en el inicio del camino a la aldea San Antonio”.

Según datos históricos de la época colonial indican que debido al espíritu emprendedor y progresista de algunos vecinos encabezados por el presbítero José Inocente Córdón, decidieron separarse de la jurisdicción de Usumatlán por haberse extinguido esa cabecera y por aumentado considerablemente la población, según consta en el acta de fundación del 2 de abril de 1875 encontrada en el archivo nacional.

Los vecinos de ese entonces decidieron enviar al gobierno de Guatemala presidido por el general Justo Rufino Barrios, un memorial en el cual explicaban sus deseos de separarse de Usumatlán y formar un pueblo aparte, explicando las razones que los movían a solicitarlo. Esta petición fue a través del jefe político departamental de Zacapa. No oponiéndose los vecinos de Usumatlán se acordó acceder a aquella solicitud, ordenando al mismo tiempo, que conforme a la ley procedieran los habitantes de Teculután, a elegir una municipalidad que ejerciera sus funciones con independencia de Usumatlán.

La tradicional feria se celebra en las fechas comprendidas del 2 al 7 de febrero en honor a la patrona del municipio, la Virgen de Candelaria. El día oficial es el 2 de febrero, fecha en la que se lleva a cabo una procesión alrededor del parque central en la que cada participante lleva una candela por ello se le llama procesión de candelas y como acontecimiento especial el día 5 se realiza el recorrido por las principales calles y avenidas con la imagen de la Virgen. Dentro de las actividades especiales se encuentran las sociales, destacando en ellas una noche con marimba pura; las culturales, dentro de las cuales destaca el certamen literario Mario Morales Monroy; las agropecuarias y ganaderas en las que sobresalen exposiciones y jaripeos; las deportivas y religiosas, reuniéndose en estas últimas la mayor parte de la población y lugares vecinos.

Antes de los años 70, la zona de Teculután era eminentemente agrícola con cultivos de caña de azúcar, maíz, frijol, chile y tomate. En cuanto al tomate se refiere, Teculután fue el primer lugar donde se empezó a cultivar este producto en territorio guatemalteco, constituyéndose con el paso del tiempo en el máximo abastecedor para las fábricas derivadas del mismo en la capital del país.

Posteriormente llegaron nuevos cultivos como el melón, pepino, sandía, chile dulce, y productos de exportación como la okra, tabaco y pepinillo. Con el paso de los años la industria se hizo presente en este sector de oriente de nuestra patria, pasando esta a primer plano dejando en segundo lugar la agricultura. Dicho en otras palabras en zona agroindustrial.

En las ultimas tres décadas, Guatemala a sufrido dos fenómenos naturales, que han dejado como saldo destrucción, luto y dolor. Teculután a sufrido las consecuencias de estos dos fenómenos, el primero el 4 de febrero de 1976 cuando un sismo de 7.5 grados en la escala de RICHTER sacudió a todo el territorio, teniendo su epicentro en jurisdicción de Estánzuela del Departamento de Zacapa, en la denominada falla del Motagua, en ese entonces sufrió sus mayores consecuencias la infraestructura.

El otro fenómeno fue el huracán Mitch que azotó todo el istmo centroamericano el 31 de octubre y 01 de noviembre de 1998. Este fenómeno es el que más daño a causado al municipio, la agricultura fue duramente afectada, la infraestructura, el riachuelo cambio su cauce destrozando las 22 bocatomas, con destrozo aproximadamente en un área de 4,000 manzanas cultivables y otro número similar con potenciales para la agricultura, damnificando un total de 16,440 personas.

1.1.2 Características de la población

1.1.2.1 Localización

Se encuentra a 121 Km. de la ciudad capital y a 28 Km. de la cabecera departamental, localizado exactamente en el valle formado entre el río Motagua y la cordillera de las minas.

1.1.2.2 Extensión

El municipio de Teculután cuenta con un pueblo, tres aldeas y veintidós caseríos con una extensión territorial de 273 kilómetros cuadrados.

1.1.2.3 Colindancias

El municipio de Teculután colinda así:

Al Norte:	Panzos, La Tinta y El Estor.
Al Este:	Río Hondo y Estanzuela.
Al Sur:	Huité y Estanzuela.
Al Oeste:	Usumatlán.

1.1.3 Identificación y descripción de cuencas

1.1.3.1 Cuenca del río de Teculután

Se encuentra ubicada en la sierra de las minas, de ella dependen once sistemas de agua potable como también se le extrae agua para 19 tomas de riego para todo el municipio.

1.1.3.2 Cuenca del río Motagua

Se encuentra en la parte sur del municipio, de ella extraen agua para riego, como también lo usan para dar agua al ganado. Ésta no es apta para el consumo humano.

1.1.4 Condiciones geofísicas

Su cabecera se encuentra a 245 metros sobre el nivel del mar. La posición geográfica del municipio de Teculután fue un factor determinante en el desarrollo alcanzado, debido a que se encuentra en un punto equidistante con los departamentos de Alta y Baja Verapaz, Jalapa, la Ciudad Capital, El Progreso, El Petén, Chiquimula y Puerto Barrios.

Su desarrollo tiene como soporte brindar condiciones de tipo hotelero, banca y comunicaciones, destacando en esto último, en la parte atlántica se encuentra parte del canal de fibra óptica.

1.1.4.1 Flora

Se encuentra muy deteriorada a causa de las deforestaciones que se realizan en el municipio. (Agricultura comercial, leña, y otros).

1.1.4.2 Fauna

Es muy escasa a causa que se les ha perseguido para matarlas, (Tocolotes, venados, tepezcuintle, jaguar, jabalí, conejos y diferentes clases de pájaros como los gorriones y otras especies en extinción).

1.1.4.3 Agua

El agua del río de Teculután es pura y cristalina, por lo que hace que en la parte alta y mediana de la sierra de las minas mantengan su pureza no así en la parte baja en donde se contamina un poco, ésta por los poblados cercanos a la cuenca. Conforme al análisis que se llevó a cabo en el laboratorio de química y microbiología sanitaria; se obtuvo que bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación 1, esto quiere decir que la calidad bacteriológica no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

El río Motagua se encuentra con una contaminación total, esta por ser usado para la desembocadura de aguas negras de varios municipios.

Así también el suelo de nuestro municipio se encuentra muy contaminado por el uso irracional de insecticidas y aguas extraídas del Motagua.

1.1.4.4 Clima, temperatura y precipitación pluvial

La temperatura aproximada se sitúa entre los 16 y 36 grados centígrados a la sombra, según la época del año. En los meses de marzo, abril la temperatura asciende por encima de los 36 grados.

El territorio cuenta con una precipitación pluvial de 600 a 900 mm, teniendo un máximo por lo general de 700 mm. El sistema de riego de la zona cubre aproximadamente 4,000 hectáreas sobre el margen del río Motagua, combinado gravedad y bombeo por medio de bocatomas, en las cuales existen tres canales principales de conducción.

El municipio esta situado en un terreno generalmente plano, fértil, atravesado por el río Teculután, abundante y caudaloso, del cual se han podido extraer un número considerable de ramales o acequias de agua que sirven para irrigar las diversas plantaciones agrícolas como maíz, frijol, chile, tomate, caña de azúcar. En los últimos años se han agregado productos de exportación como melón, okra, sandía, pepinillo y tabaco.

Tabla I. Uso de la tierra, en el municipio de Teculután, departamento de Zacapa

ACTIVIDAD	USO ACTUAL		USO POTENCIAL	
	SUPERFICIE (HAS)	%	SUPERFICIE (HAS)	%
AGRICOLA	5,540.00	33.78%	5,000.00	7.14%
PECUARIO	2,500.00	15.24%	2,000.00	2.86%
FORESTAL	3,000.00	18.29%	60,000.00	85.71%
EN PROTECCIÓN	5,359.00	32.68%	3,000.00	4.29%
TOTAL	16,399.00	100.00%	70,000.00	100.00%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, Año 2000

Estación Teculután

Temperatura máxima promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	32.0	33.2	34.3	35.5	36.6	33.9	33.9	34.3	33.0	32.9	31.4	30.9	33.5
1991	32.9	32.5	36.9	37.2	36.2	35.3	33.4	34.1	33.5	33.3	31.7	31.0	34.0
1992	32.5	33.3	35.0	36.0	34.4	34.6	32.8	33.7	34.0	32.7	32.6	31.7	33.6
1993	32.3	33.7	34.5	35.7	35.7	34.8	33.1	33.1	32.8	32.8	31.8	31.2	33.4
1994	31.9	33.3	35.1	36.3	36.6	34.4	34.2	33.8	32.6	33.0	31.8	30.6	33.6
1995	32.1	32.4	35.5	35.8	36.7	35.5	33.8	34.0	32.7	32.1	32.6	30.4	33.6
1996	31.3	32.1	34.0	35.4	34.3	34.6	33.0	32.8	34.6	32.9	30.2	30.6	33.0
1997	32.0	32.8	35.2	36.9	35.8	34.2	33.6	34.1	34.6	33.2	32.9	31.9	33.9
1998	33.3	35.8	35.2	36.4	36.9	35.7	33.9	34.8	35.2	32.0	30.5	30.6	34.2
1999	31.2	32.4	33.9	36.3	36.6	34.6	32.9	34.1	33.1	31.4	29.8	30.1	33.0
2000	30.7	31.5	34.9	35.5	34.1	32.6	33.6	33.3	33.8	31.2	32.3	****	****
2001	30.6	32.7	****	35.2	35.1	34.1	34.7	34.4	33.5	31.7	30.6	31.3	****
2002	31.4	33.0	34.7	35.9	35.0	35.0	33.9	34.3	34.0	33.3	****	****	****
2003	29.1	****	29.5	35.9	36.6	35.3	33.8	35.1	34.9	33.2	32.0	30.2	33.2
2004	31.4	33.7	33.2	35.5	35.6	34.8	34.3	35.6	35.4	33.0	31.2	30.5	33.7
2005	30.7	32.5	36.1	36.1	29.4	34.1	34.1	33.7	33.5	31.8	31.2	32.3	33.0
2006	31.2	32.0	34.1	35.7	35.4	33.0	33.3	34.8	35.1	33.8	31.2	31.0	33.4
2007	31.8	34.1	33.6	36.0	34.9	34.2	33.9	32.9	32.9	31.6	30.7	31.1	33.1
2008	31.7	33.9	34.7	35.3	38.8	33.7	33.0	34.1	33.5	30.4	30.0	30.1	33.3

Temperatura media en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	25.5	26.3	27.6	29.2	29.9	28.2	28.0	28.2	27.3	27.0	25.6	24.8	26.0
1991	26.2	25.7	29.1	30.8	29.6	29.0	27.8	28.2	27.6	27.2	25.8	24.8	26.3
1992	25.6	26.5	28.4	29.0	28.5	28.6	27.3	27.9	28.0	27.1	26.9	25.3	26.5
1993	25.7	26.8	27.8	29.6	30.0	28.8	27.7	28.3	27.2	27.1	26.0	24.9	26.2
1994	25.4	26.5	28.2	29.7	29.5	28.5	28.4	27.7	27.4	27.4	26.1	24.9	26.2
1995	25.4	25.5	28.3	29.5	30.2	29.3	27.8	27.8	27.4	26.8	25.4	25.3	26.0
1996	24.4	25.7	27.0	29.0	28.1	28.6	26.5	27.0	28.4	27.1	24.5	24.5	25.2
1997	25.2	26.1	28.1	29.6	29.3	28.2	27.8	28.2	28.4	26.7	27.1	25.5	26.4
1998	26.6	28.1	28.2	30.0	30.4	29.7	28.3	28.6	29.1	26.9	25.4	24.2	26.5
1999	24.4	25.4	27.4	29.7	31.1	28.1	27.1	27.9	27.2	25.9	24.1	23.8	25.0
2000	24.1	25.1	28.2	28.8	28.3	27.1	27.8	27.2	26.6	25.6	26.3	****	25.9
2002	25.1	25.6	27.8	29.0	29.4	28.8	28.0	28.4	28.0	27.5	****	****	27.8
2003	23.4	***	29.5	29.1	30.4	29.2	28.1	28.8	28.6	27.6	25.7	23.7	27.6
2004	26.5	26.8	27.0	28.8	28.2	28.4	28.9	29.4	29.4	27.6	25.5	24.5	27.6
2005	23.7	26.1	29.5	29.7	29.4	28.8	28.2	27.7	27.7	26.3	25.1	25.8	27.3
2006	24.7	25.2	27.1	29.0	29.4	27.5	27.6	28.5	28.8	28.0	25.2	25.5	27.2
2007	25.8	26.9	26.3	29.7	29.5	28.5	28.2	27.3	27.3	26.5	24.7	25.0	27.1
2008	25.1	27.1	27.9	28.9	29.7	27.4	26.9	28.0	27.7	26.0	23.8	23.7	26.9

Temperatura mínima promedio en °C

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	18.8	18.5	19.9	21.9	22.8	22.6	22.0	22.0	21.5	20.6	20.0	18.9	19.2
1991	19.3	17.8	20.6	22.7	22.9	23.2	21.8	22.0	22.1	21.2	18.3	18.6	19.2
1992	18.4	18.8	20.2	21.9	21.6	22.4	21.7	21.6	21.9	21.4	20.6	18.9	19.5
1993	18.1	18.4	19.6	22.0	22.9	23.1	21.7	21.6	21.7	21.6	19.6	18.2	19.0
1994	18.1	18.6	19.4	21.3	22.0	21.5	21.4	21.2	21.7	20.9	19.7	18.8	19.0
1995	18.2	17.6	19.2	22.0	22.0	22.5	21.6	21.5	21.6	21.7	19.7	19.7	18.4
1996	15.7	17.2	17.8	19.7	20.1	19.6	18.7	18.1	18.2	18.6	17.7	17.0	17.5
1997	17.2	17.8	18.8	19.8	19.7	19.9	19.3	19.9	19.7	19.3	19.4	18.0	18.3
1998	18.4	18.2	19.7	20.6	20.4	20.6	19.7	20.8	18.9	20.5	19.9	17.3	19.0
1999	16.7	14.9	19.3	22.7	22.8	22.9	21.5	22.0	22.3	21.0	18.4	17.2	17.1
2000	16.9	17.8	20.6	21.9	22.4	21.9	21.3	21.9	21.9	20.9	20.5	****	19.2
2001	17.3	19.3	19.2	21.8	22.8	22.2	22.6	22.6	22.3	21.8	19.0	19.5	19.3
2002	18.7	19.1	20.5	21.5	22.8	22.8	22.3	21.8	22.0	21.5	****	****	21.6
2003	18.0	***	21.6	21.4	23.9	23.2	22.0	22.4	22.3	21.1	19.7	17.6	21.2
2004	18.2	19.4	20.7	21.5	23.2	22.5	21.8	22.7	22.7	21.9	19.2	18.0	21.0
2005	16.5	19.2	22.1	22.4	23.1	23.0	22.4	22.5	22.5	21.8	19.4	19.2	21.2
2006	18.7	18.5	20.2	22.0	23.0	22.5	22.4	22.3	22.5	22.2	19.5	20.9	21.2
2007	19.8	18.8	20.6	22.7	23.0	22.8	22.5	22.2	22.2	21.5	19.1	18.0	21.1
2008	18.6	19.9	20.7	21.8	23.1	22.6	21.4	22.1	21.9	20.6	16.7	17.7	20.6

Lluvia en milímetros

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
1990	10.5	1.0	1.3	8.9	160.5	64.0	68.9	135.9	103.6	34.3	50.4	14.0	653.3
1991	0.0	0.0	0.0	16.0	134.9	113.3	72.7	78.0	95.7	135.2	17.0	41.3	704.3
1992	0.0	0.0	1.5	29.5	66.5	355.9	75.1	67.1	58.1	85.0	18.5	5.0	762.2
1993	3.3	0.0	0.0	14.5	47.1	292.1	82.8	160.8	130.0	46.6	6.5	2.0	785.7
1994	2.5	0.0	0.0	13.7	95.6	204.5	24.0	148.5	107.5	104.0	13.5	0.0	713.8
1995	0.0	1.5	2.2	182.0	21.0	214.5	63.8	463.9	333.0	51.5	3.0	1.7	1338.1
1996	0.0	0.0	4.5	186.5	76.0	134.7	220.9	131.5	130.7	28.5	113.0	0.0	1026.3
1997	9.0	1.0	44.5	28.0	43.8	384.0	57.0	59.6	112.3	68.6	11.5	0.0	819.3
1998	0.0	0.0	0.0	0.5	63.5	110.9	81.9	74.9	117.9	267.0	37.4	1.5	754.6
1999	0.0	1.0	4.0	1.0	43.6	234.5	139.4	215.9	350.0	195.0	0.0	0.0	1184.4
2000	0.0	0.0	0.0	0.0	325.8	101.4	20.5	129.4	341.5	37.5	6.0	2.0	964.1
2001	0.0	6.0	11.2	0.0	118.2	122.5	83.0	180.0	174.8	135.5	3.0	17.0	851.2
2002	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	135.0	75.1	169.4	87.0	****	****	****	****
2003	0.0	***	14.0	11.0	26.0	367	35.5	41.5	132.0	75.7	32.0	1.6	851.2
2004	0.0	0.0	0.5	3.0	57	153.5	148	26.8	171.2	195.3	63.4	2.1	851.2
2005	5.0	0.5	24.5	2.0	58.5	273	148	108.7	123.6	119	10.5	0.0	851.2
2006	1.0	1.5	4.0	14.6	87.7	266.8	63.6	40.0	86.4	85.1	11.5	8.8	671.0
2007	1.0	0.0	2.5	1.5	126.5	177.0	86.5	115.9	*****	159.0	4.0	0.5	902.9
2008	1.5	3.5	4.0	39.3	87.1	10.0	398.1	180.6	256.0	137.2	0.3	2.6	1210.2

1.1.5 Recursos naturales

1.1.5.1 Suelo

a) Tenencias de la tierra

En el municipio de Teculután, la tenencia de la tierra es privada en un 60%, el 40% restante es municipal, el cual comprende la sierra de las minas.

b) Concentración de la tierra

La mayoría de la tierra del municipio de Teculután es de vocación forestal con una extensión aproximada de 3,000 Has. Le sigue la vocación agrícola con 5,540 Has, y pecuaria en 2,500 Has.

Como también existen tierras con uso potencial pero las cuales aun no se han intensificado por carecer de recursos económicos y la poca importancia de la realización de proyectos de instituciones competentes. Entre lo potencial podemos encontrar tierras con vocación forestal 60,000 Has. Agrícola 5,000 Has. Y pecuaria 2,000 Has.

c) Formas individuales o asociativas de producción

La agricultura en el municipio es individual, careciendo de la misma asociativas de producción.

d) Clasificación de suelos

Clasificación N°1

- Suelos zonales: Suelos que reflejan la influencia del clima y la vegetación como los controles más importantes.
- Suelos azonales: Son aquellos que no tienen límites claramente definidos y no están mayormente influenciados por el clima.
- Suelos intrazonales: Son aquellos que reflejan la influencia dominante de un factor local sobre el efecto normal del clima y la vegetación. Ej.: los suelos hidromórficos (pantanos) o calcimórficos formados por calcificación.

Clasificación N°2

- Suelos exodinamórficos: Son aquellos suelos que reflejan la influencia del clima y la vegetación.
- Suelos exodinamórficos: Son aquellos suelos influenciados por el material parental.

Clasificación N°3

- Pedocales: Suelos con acumulación de carbonatos de calcio, generalmente están en ambientes áridos y semiáridos.
- Pedalfers: Suelos con alta lixiviación y segregación de Al y Fe, generalmente están en ambientes húmedos.

1.1.5.2 Agua

a) Recursos marítimos

No existen

b) Recursos fluviales

Existen dos ríos:

1. Río Teculután
2. Río Motagua – atraviesa en su lado sur al municipio.

c) Recursos lacustres

Comprendido por 8 nacimientos y 18 pozos.

d) Yacimientos mineros

No existen.

Tabla II. Especies representativas de flora y fauna

ESPECIES DE FLORA			ESPECIES DE FAUNA		
NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	DEFORESTACION (AREA)	NOMBRE COMUN	NOMBRE CIENTIFICO	EN EXTINCCION SI O NO
Pino		3,000 Has.	Venado		X
Encino		400 Has.	Tepezcuintle		X
Roble		400 Has.	Jaguar		X
			Jabali		X
			Conejos		X
			Palomas		X
			Patos (silvestres)		X
			Culebras		X
			Otros		

Fuente: CONAP – MAGA, Elaboración propia, año 2002

Fuente Municipalidad Teculután

1.1.6 Economía

- ✓ Agrícola
- ✓ Pecuaria
- ✓ Forestal
- ✓ Industria y maquila
- ✓ Agroindustria
- ✓ Minería y actividades extractivas
- ✓ Artesanías
- ✓ Turismo
- ✓ Hotelería
- ✓ Servicios financieros
- ✓ Índice de pobreza

Los puntos anteriores se analizarán en forma descriptiva de acuerdo con la actividad predominante, tomando en cuenta lo producido y valor de mercado; así como la mano de obra empleada.

1.1.6.1 Agrícola

La agricultura en el municipio de Teculután es muy amplia, existe una gama de cultivos que se siembran en la zona, estando entre estos como principales el melón con una extensión aproximada de 1,500 Has, el valor de arrendamiento por Has, es entre Q.1, 500.00 y Q.2, 300.00, su producción es exclusivamente para exportación quedando una mínima parte para mercado local. El cultivo de melón requiere de mucha mano de obra, la cual se consigue con personas de las comunidades vecinas.

Seguidamente se establecen cultivos como el maíz, papaya, pepino, tomate, chile, y otros no representativos con una extensión aproximada de 1000 Has, practicándose mercado solo nacional, utilizándose mano de obra de las personas que se encuentran dentro de la comunidad donde se desarrolla el cultivo, el precio de arrendamiento para estos cultivos oscila Q.1,000.00 por Has, al año, también podemos contar con cultivos de exportación en menor escala del melón, tales como tabaco y mango teniendo una extensión de 700 Has, su mano de obra es comunitaria y el precio de arrendamiento por Has, es de Q.800.00 a Q.1,500.00 al año.

1.1.6.2 Pecuaria

Dentro del municipio de Teculután está la crianza de ganado mayor, la crianza de ganado lechero como también la de engorde, estos dos en una cantidad de 1,100 lecheras y 1,500 de engorde, esto dividido 120 beneficiarios, así también a la crianza de ganado menor tales como gallinas, con cantidad aproximada de 9,000 como también crianza de patos, cabras y otros no cuantificables.

1.1.6.3 Forestal

El aspecto forestal se encuentra muy deteriorado, debido a las deforestaciones que se realizan en el municipio (agricultura, leña y otros).

1.1.6.4 Industria y maquila

Teculután es un municipio muy industrializado, dando un paso a esto un desarrollo más predominante a otros municipios del departamento de Zacapa. Cuenta con 22 industrias o empresas que absorben mano de obra del municipio

y de otros municipios vecinos. Entre las industrias que absorben más personal están: Industrias del Atlántico, y Cervecería Gallo, maquilas aun no existen en el municipio.

1.1.6.5 Agroindustria

La proliferación de esta actividad económica es poca, pero se tienen algunas industrias que generan movimiento económico, gracias a la agricultura, y este tipo de industria comienza a tomar auge gracias al cultivo de okra, melón etc.

1.1.6.6 Minería y actividades extractivas

En el municipio de Teculután no se cuenta con esta clase de actividades.

1.1.6.7 Artesanías

En Teculután este tipo de producción es muy escasa por ende no colabora mucho en las actividades económicas del municipio.

1.1.6.8 Turismo

El balneario Barranco Colorado siempre ha sido un centro turístico muy visitado a pesar del daño causado por la tormenta tropical Mitch, sin embargo el río Teculután posee otros parajes de gran belleza.- El balneario se encuentra ubicado sobre la carretera al Atlántico en el Km. 120.

1.1.6.9 Hotelería

Se cuenta con el servicio de 5 hoteles:

- TURICENTRO ESSO TECULUTÁN
- HOTEL CALIFORNIA
- HOTEL CASA GRANDE
- HOTEL LETTYS
- HOTEL EL VIAJERO

1.1.6.10 Servicios financieros

- CORPORACIÓN GYT CONTINENTAL
- BANCO INDUSTRIAL
- BANCO REFORMADOR
- BANCO DE ANTIGUA
- BANCO DEL DESARROLLO RURAL
- COOPERATIVA DE AHORRO Y CRÉDITO R.L.
- COOPERTIVA AGRÍCOLA CARSVO R.L.

1.1.6.11 Índice de pobreza

El índice de pobreza que existe en el municipio se figura en un 75 %

Tabla III. Población económicamente activa por área y sexo, según rama de actividad económica

ACTIVIDAD ECONOMICA	URBANA				RURAL				TOTAL	%
	HOMBRES	%	MUJERES	%	HOMBRES	%	MUJERES	%		
AGRICULTURA	324	10	28	0.97	854	20	450	10	1,656	11.1
COMERCIO	162	5	202	6.23	170	7	270	6	804	5.39
INDUSTRIA MANUFACTURERA										
CONSTRUCCION	129	4	0	0	213	5	0	0	342	2.29
SERVICIOS COMUNALES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ADMINISTRACION PUBLICA Y DEFENSA	84	2	50	1.75	0	0	0	0	114	0.76
TRANSPORTE	16	5	0	0	8	0.25	0	0	24	0.16
FINANCIERAS, SEGUROS, ETC.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENSEÑANZA	97	3	86	3	213	5	135	3	531	3.56
MINAS Y CANTERAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
OTROS	2,448	75	2,526	87	2,814	65	3,648	81	11,436	76.7
TOTAL	3,240		2,892		4,272		4,503		14,907	100

Fuente: Municipalidad de Teculután

Tabla IV. Sistema financiero por institución y servicio, según lugar poblado

LUGAR POBLADO	BANCOS COMERCIALES		COOPERATIVAS DE AHORRO Y CREDITO	
	INSTITUCION	SERVICIO QUE REPRESENTA O DESTINO FINANCIERO	INSTITUCIÓN	SERVICIO QUE REPRESENTA O DESTINO FINANCIERO
Teculután	Reformador	Financiera	Coop. De Ahorro y Crédito R. L.	Financiera
Teculután	Industrial	Financiera	Coop. Agrícola Corsvo R.L.	Financ/Agricultores
Teculután	De Antigua	Financiera		
Teculután	G & T Continental	Financiera		
Teculután	Barrural	Financiera		

Fuente: Bancos del sistema, investigación propia año 2,007

1.1.7 Organización y participación comunitaria

- A. Organizaciones territoriales
- B. Organizaciones tradicionales
- C. Organizaciones sectoriales
- D. Consejos de desarrollo
- E. Municipales

Tabla V. Organización comunitaria por tipo y actividad, según categoría

CATEGORIA	TIPO DE ORGANIZACIÓN	ACTIVIDAD PRINCIPAL QUE DESEMPEÑA
Comités	Comunitaria	Desarrollo
Compañeros de las Américas	Asociación	Desarrollo
Damas Teculutecas	Asociación	Desarrollo
Deporte	Asociación	Foot-Boll
De Festejos	Comité	Feria
Comité	Corred	Emergencias
O.N.G.	Comunitaria	Desarrollo
Cuna del Sol	Comunitaria	Desarrollo

Fuente: Municipalidad, investigación propia

1.1.8 Demografía

Aspectos sociales: se celebra la fiesta patronal en honor a la Santísima Virgen de Candelaria.

1.1.9 Indicadores básicos

1.1.9.1 Salud: la población de Teculután en un 50% se puede decir que gozan de buena salud, y el otro 50% en enfermedades provocadas por zancudos, mosquitos, moscas, mala alimentación entre otros.

1.1.9.2 Mortalidad

Tasa bruta de mortalidad: la mayoría de muertes es por muerte natural.

Tasa de mortalidad infantil: la mayoría de niños mueren por malos cuidados por parte de los padres, negligencia médica, enfermedades comunes.

Tasa de mortalidad materna: las madres mueren muchas veces por no llevar un control médico desde el momento en que salen embarazadas.

Esperanza de vida: 70 años.

Principales causas de morbilidad: falta de higiene, incremento de plagas.

Principales causas de mortalidad: contaminación, armas de fuego, enfermedades, edad avanzada.

1.1.9.3 Fecundidad

Tasa bruta de fecundidad en un 60 %

Tasa global de fecundidad en un 90 %

Tabla VI. Situación de salud, según indicadores principales

MORTALIDAD					FECUNDIDAD		
TASA BRUTA DE MORTALIDAD	TASA MORTALIDAD INFANTIL	TASA MORTALIDAD MATERNA	ESPERANZA DE VIDA	PRINCIPALES CAUSAS DE:		TASA BRUTA DE FECUNDIDAD	TASA GLOBAL DE FECUNDIDAD
2.5 X C/1 000 Habitantes	9.9 x C/1 000 Habitantes	0	65%	MORBILIDAD	MORTALIDAD		11.23 x C/1000 Habitantes
				Amigdalitis	Neumonía		
				Broquitis	Diarrea		
				Diarrega Aguada	Infarto		

Fuente: Municipalidad de Teculután

Número de camas disponibles: no hay camas disponibles en el centro de salud.

Recursos humanos en servicios de salud: diez personas que laboran en el centro de salud.

Médicos: una doctora que labora en el centro de salud.

Enfermeras profesionales: una enfermera profesional que labora en el centro de salud.

Enfermeras auxiliares: cinco enfermeras auxiliares que laboran en el centro de salud.

Comadronas: en cada comunidad hay una comadrona.

Tabla VII. Personal profesional y técnico por institución, según lugar poblado

MEDICOS					ENFERMERAS GRADUADAS		
LUGAR POBLADO	PRIVADOS	MSPAS	IGSS	TOTAL	MSPAS	IGSS	SANATORIO
Teculután	7	1	0	8	1	0	1
ENFERMERAS AUXILIARES					TRABAJADORES SOCIALES		
LUGAR POBLADO	SANATORIO	MSPAS	IGSS	TOTAL	MSPAS	IGSS	SANATORIO
Teculután	1	6	0	7	1	0	1

Fuente: Municipalidad de Teculután

1.1.10 Educación

1.1.10.1 Tasa neta de escolarización

En la institución competente no se obtuvieron datos, por lo que se optó por incluir la cantidad de 5,493 educandos como tasa neta de escolarización.

1.1.10.2 Tasa bruta de escolarización

En la institución competente no se obtuvieron datos, por lo que se optó por incluir la cantidad de 3,444 educandos como tasa bruta de escolarización.

1.1.10.3 Tasa de promoción

En la institución competente no se obtuvieron datos, por lo que se optó por incluir la cantidad de 2,650 educandos como tasa de promoción de escolarización.

1.1.10.4 Tasa de deserción

En la institución competente no se obtuvieron datos, por lo que se optó por incluir la cantidad de 222 educandos que desertan anualmente.

1.1.10.5 Tasa de repitencia

En la institución competente no se obtuvieron datos, por lo se optó por incluir la cantidad de 441 educandos como índice de repitencia.

1.1.10.6 Tasa de analfabetismo

En la institución correspondiente no se obtuvieron datos.

1.1.10.7 Número de maestros por nivel

Sector público	88
Sector privado	41
Sector Cooperativa	No existe.

Tabla VIII. Principales indicadores de educación y número de maestros por nivel y área

INDICADORES	TOTAL	PRE - PRIMARIA		TOTAL	PRIMARIA	
		URBANA	RURAL		URBANA	RURAL
Tasa Neta de Escolarización	495	155	340	2998	770	2228
Tasa Bruta de Escolarización	405	120	285	2475	650	1825
Tasa de Promoción	310	80	230	1905	148	422
Tasa de Deserción	20	5	15	150	38	112
Tasa de Repitencia	75	35	40	270	70	200
Número de Maestros	16	6	10	74	24	50
Sector Público	14	4	10	62	12	50
Sector Privado	2	2	0	12	12	0
Sector Cooperativa	0	0	0	0	0	0

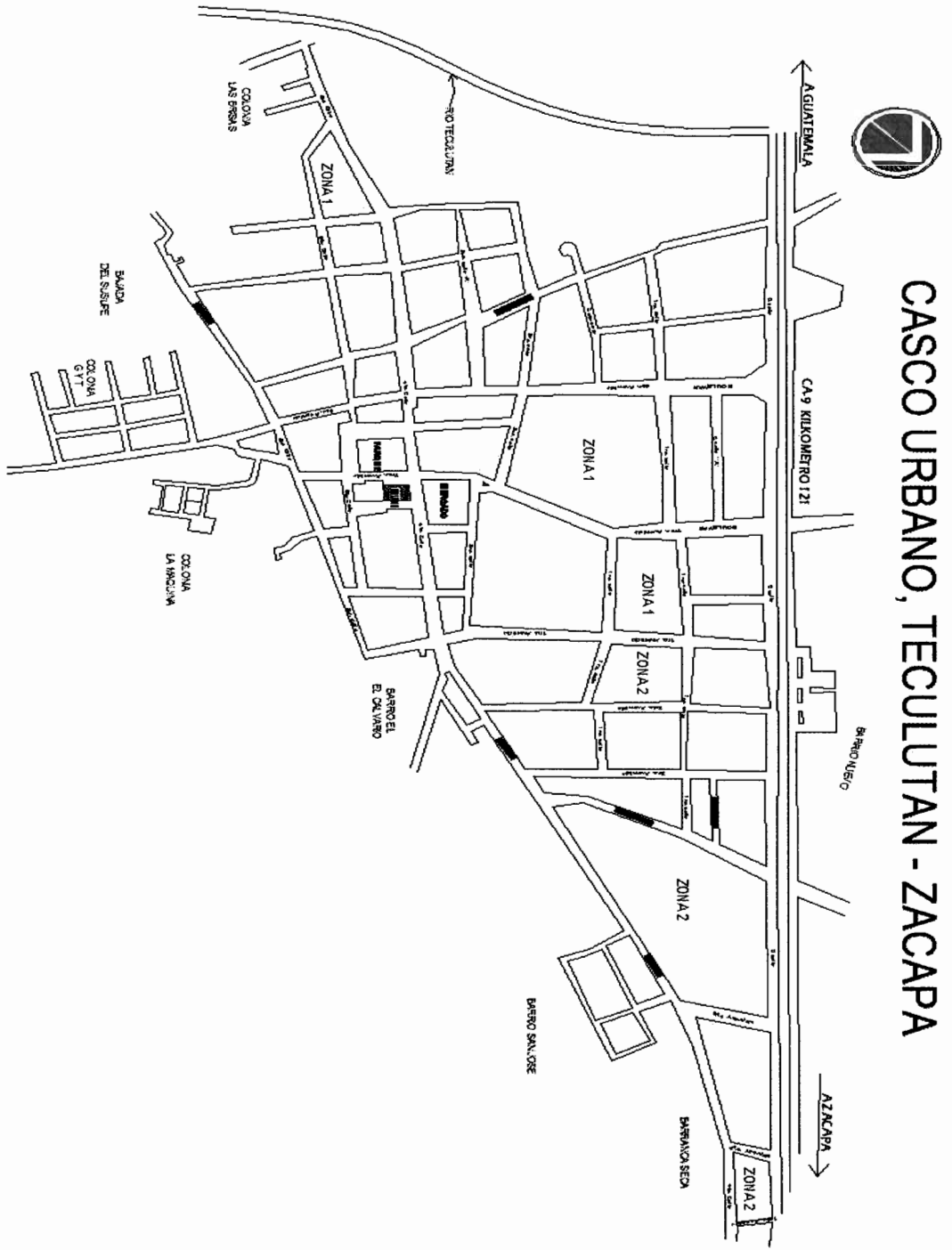
Continuación

INDICADORES	TOTAL	BASICO		TOTAL	DIVERSIFICADO	
		URBANA	RURAL		URBANA	RURAL
Tasa Neta de Escolarización	1700	800	900	300	150	150
Tasa Bruta de Escolarización	473	473	0	91	91	0
Tasa de Promoción	350	350	0	85	85	0
Tasa de Deserción	42	42	0	10	10	0
Tasa de Repitencia	81	81	0	15	15	0
Número de Maestros	21	21	0	6	6	0
Sector Público	12	12	0	0	0	0
Sector Privado	21	11	0	6	6	0
Sector Cooperativa	0	0	0	0	0	0

Fuente: Municipalidad de Teculután

OBSERVACIÓN: La mayoría de alumnos viajan a la Cabecera de Zacapa

Figura 1. Mapa del casco urbano



Municipio de Teculután, Zacapa

OMP

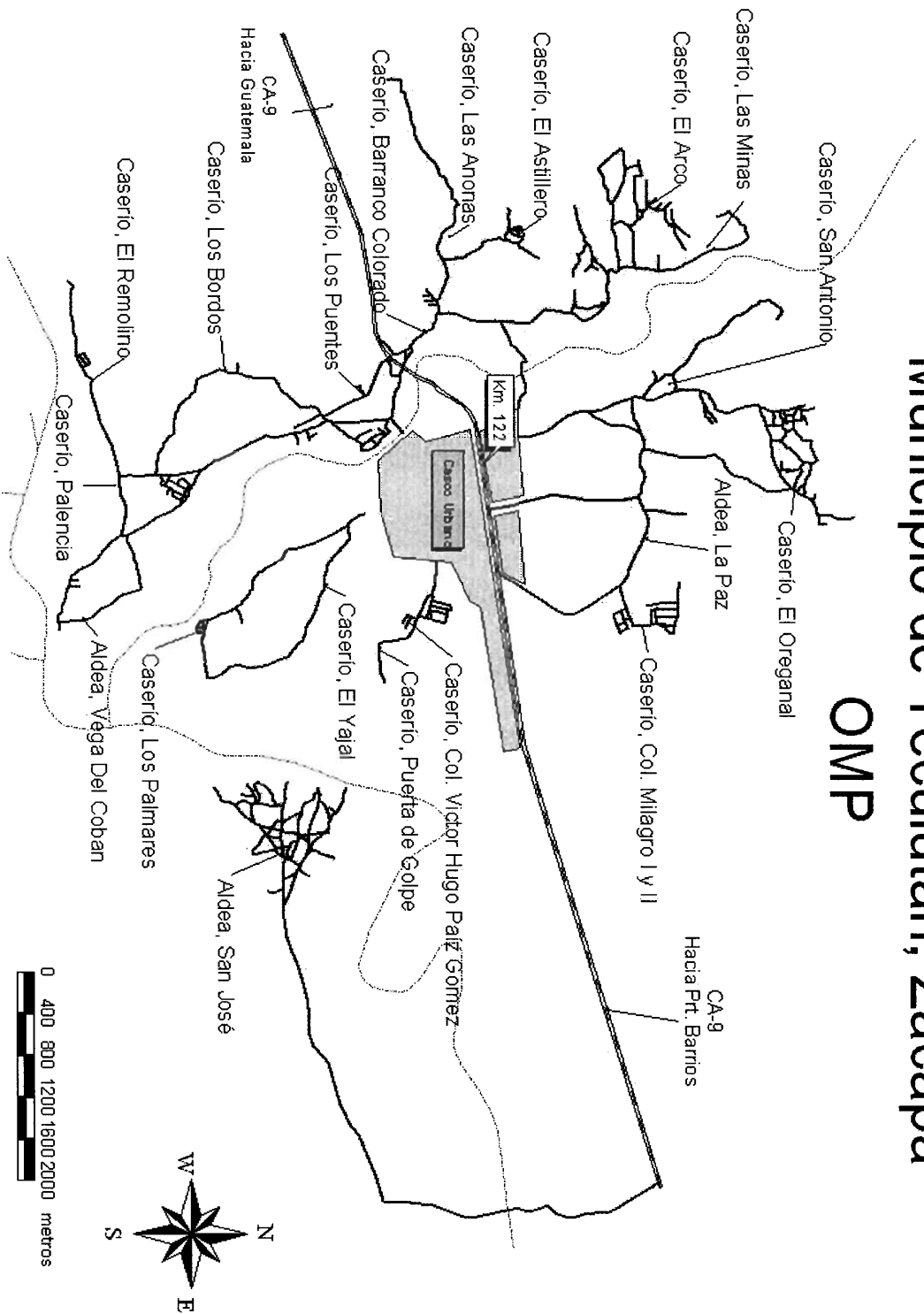


Figura 2. Mapa del municipio

1.2 Conceptos y definiciones para el diseño de un sistema de agua potable

1.2.1 Calidad y tratamiento para el agua de consumo

La calidad del agua varía de un lugar a otro, con la estación del año, uso en la tierra, el clima y con las clases de rocas del suelo que el agua remueve.

La característica de una buena calidad de agua depende del uso que se le vaya a asignar, uso doméstico, industrial y de riego.

1.2.1.1 Calidad del agua

En las poblaciones rurales es indispensable que sean respetados los límites mínimos de potabilidad, especialmente sobre las sustancias nocivas y que se garantice la calidad bacteriológica de las aguas de abastecimiento, proporcionando agua sanitariamente segura.

Los límites sobre calidad son de carácter general y se proporcionan como aptas para consumo humano. Los límites sobre calidad a observarse serán los contenidos en las normas COGUANOR. NGO 29-001, (anexo 1).

a) Análisis fisicoquímico

Las muestras para los exámenes físico-químicos se tomarán en recipientes perfectamente esterilizados y adecuados, preferiblemente de plástico, cuya capacidad mínima debe ser de 4 litros.

En el análisis físico se determina el sabor, color, temperatura, turbidez, sólidos y olor; el análisis químico mide la alcalinidad, la dureza, cloruros, nitritos, nitratos, oxígeno disuelto, amoníaco albuminoideo, contenido de hierro, contenido de manganeso, cloro residual y PH.

b) Análisis bacteriológico

Las muestras para los exámenes bacteriológicos se tomaran en envases adecuados, esterilizados, de boca ancha y tapón hermético, cuya capacidad mínima debe ser de 100 mililitros.

El objetivo principal es proporcionar toda la información relacionada con su potabilidad, es decir, evitar el peligro de ingerir organismos que puedan producir enfermedades.

Los análisis realizados por UNEPAR (unidad ejecutora del programa de acueductos rurales) indican que el agua del lago no es apta para el consumo humano, por lo que recomiendan la perforación de pozos.

Los resultados de los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos se presentan posteriormente (ver anexo 2).

1.2.1.2 Tratamiento del agua

Todas aquellas aguas que no llenen los requisitos de potabilidad establecidos en las normas COGUANOR. NGO 29-001, deberán tratarse mediante procesos adecuados para poder ser empleadas como fuente de abastecimiento para las poblaciones.

1.2.2 Línea de conducción por gravedad

De acuerdo a la ubicación y naturaleza de la fuente de abastecimiento, así como de la topografía del lugar, las líneas de conducción pueden considerarse de dos tipos: Líneas de conducción por gravedad, cuyo estudio se presenta en la siguiente sección y líneas de conducción por bombeo.

1.2.2.1 Componentes

Una línea de conducción está formada por la tubería que conduce agua desde la obra de captación hasta el tanque de almacenamiento, así como de las estructuras, accesorios, dispositivos y válvulas integradas a ella.

Para lograr un mejor funcionamiento del sistema a lo largo de la línea de conducción pueden requerirse: desarenadores, válvulas rompe presión, válvulas ventosas, válvulas de limpieza, caja reunidora de caudal, llaves de paso, codos, etc. Cada uno de estos elementos precisa de un diseño, acorde a las condiciones y características particulares.

1.2.2.2 Criterios para el diseño

Partiendo de la base que todo diseño debe de ser sustentado sobre criterios técnicos y económicos, la línea de conducción por gravedad debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, lo cual en la mayoría de los casos nos conducirá a determinar el diámetro mínimo. Para el diseño de una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- a) Carga disponible o diferencia de elevación.
- b) Capacidad para transportar el caudal máximo diario.
- c) La clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas.
- d) La clase de tubería en función del material requerido.
- e) Diámetros.

a) Carga disponible

Generalmente la carga disponible viene representada por la diferencia de elevación entre la obra de captación (nivel mínimo de aguas en la captación) y el tanque de almacenamiento (nivel máximo de aguas en el tanque).

b) Gastos de diseño

Se estima el caudal medio futuro de la población para el período de diseño que fue seleccionado y se toma el factor de día máximo. Debe prestarse mucha atención al período de diseño seleccionado, para seleccionar el período de diseño se debe de tomar en cuenta los siguientes factores: magnitud, importancia y dificultades de construcción.

c) Tuberías para soportar presiones hidrostáticas

La clase de tubería a seleccionar estará definida por las máximas presiones que ocurran en la línea, lo cual está representado por la línea de cargas estáticas. Siendo los costos función del espesor, se procura utilizar la clase de tubería ajustada a los rangos de servicio que las condiciones de presión hidrostática le impongan.

d) Clase de tubería en función del material requerido por la naturaleza del terreno

Como resultado de los estudios de campo, levantamiento topográfico e inspección del terreno se dispondrán de los planos de planta y perfil, también información adicional acerca de la naturaleza del terreno permitirá determinar la clase de tubería (HF, HG, ACP, HFD, PVC) mas conveniente.

En el caso que la naturaleza del terreno haga antieconómica la excavación, se seleccionará una de las clases de tubería que por su resistencia a impactos puede instalarse sobre soportes (HG, HFD).

En caso de existir zonas donde se haga necesario enterrar la tubería por razón de ser vía de tránsito o de cultivo, o cualquier otra condición que no permita su instalación sobre la superficie, deberá seleccionarse un material que soporte la agresividad del suelo (ACP, HF, HFD, PVC), no se recomienda en estos casos la utilización de tuberías de HG a menos que sea de una protección especial.

e) Diámetros

Para las determinaciones de los diámetros habrá que tomar en cuenta las diferentes posibles soluciones, estudiando diversas alternativas bajo el punto de vista económico. Definidas las clases de tubería y sus límites de utilización por razones de presiones estáticas, pueden presentarse situaciones que obliguen a la utilización de válvulas rompe presión, estableciéndose a lo largo de una línea, tramos para efectos de diseño en función de la línea de carga estática o mediante la utilización de tuberías de alta presión.

1.2.2.3 Obras complementarias en la línea de conducción

Válvula de aire

Las líneas por gravedad tienen tendencia a acumular aire en los puntos altos. Cuando se tienen presiones altas, el aire tiende a disolverse y continúa en la tubería hasta que es expulsado, pero en los puntos altos de relativa baja presión, el aire no se disuelve creando bolsas que reducen el área útil de la tubería. La acumulación de aire en los puntos altos provoca una reducción del área de flujo del agua y consecuentemente se produce un aumento de las pérdidas y una disminución del caudal. A fin de prevenir este fenómeno deben utilizarse válvulas que ubicadas en todos los puntos altos permitirán la expulsión de aire y la circulación del caudal deseado, la válvula será de bronce y adaptada para tubería de PVC.

Válvulas de limpieza

En las líneas de conducción con topografía accidentada existirá la tendencia a la acumulación de sedimentos en los puntos bajos, por lo cual resulta conveniente colocar válvulas que permitan periódicamente la limpieza de tramos de tubería, la válvula será de bronce y adaptada para tubería de PVC.

Válvulas reductoras de presión

En el diseño de abastecimiento de agua, las válvulas de alivio tienen la función de proteger a las tuberías de sobre presiones. Las válvulas reductoras de presión producen en su interior una pérdida de carga constante, cualquiera que sea la presión de entrada y el caudal.

Válvulas reguladoras de presión

Se usan para mantener una presión constante en la descarga, aunque en la entrada varíe el flujo o la presión.

Pasos de zanjón

Son estructuras con pequeñas columnas de concreto, que se instalan en pequeñas depresiones o en pasos de ríos donde se coloque tubería HG, algunos de estos pasos se pueden realizar para tuberías PVC con vigas de mampostería de piedra que atraviesan estas depresiones o pasos de ríos con el fin de soportar cualquier impacto dinámico que se les ocasione.

2.1 Diseño de ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable, fase ii de los caseríos El Arco, El Atillero y Las Anonas, municipio de Teculután, departamento de Zacapa

2.1.1 Descripción del proyecto

El proyecto de diseño de la línea de conducción y distribución consiste en determinar la cantidad, calidad y diámetro adecuado de la tubería para poder conducir el agua necesaria que satisfaga las demandas de la población.

Primero se tiene que determinar cuáles dotaciones se usarán en el diseño del sistema, de acuerdo con la necesidad de la población, asimismo se determinarán los valores para cuantificar las demandas máximas diarias y horarias que requiera el proyecto.

Se verificará después si la fuente de agua propuesta es capaz de cubrir la demanda, y si la fuente no tiene impedimentos técnicos o legales que impidan su empleo.

Analizar la calidad física, química sanitaria y bacteriológica de las fuentes propuestas de acuerdo con los resultados de los análisis de laboratorio, los que deberán cumplir con las normas establecidas (COGUANOR 29001).

Determinar el interés y la capacidad económica de los habitantes para poder contribuir con la ejecución de las obras.

Hacer un predimensionamiento de las posibles obras a efectuar, tanto en agua potable como en saneamiento, estimando longitudes y diámetros de tuberías, cantidades y volúmenes de obra, y hacer una estimación global del costo de las obras, con base en la población actual y futura.

2.1.2 Levantamiento topográfico

Los trabajos de topografía consistieron en el levantamiento de la línea de conducción y distribución, zona del tanque de almacenamiento, y en el área de las posibles obras de arte. Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía los cuales son:

La planimetría y altimetría. Los cuales pueden ser de 1er., 2do. y 3er. orden. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se utilizó un levantamiento topográfico de segundo orden.

Los resultados del trabajo de campo se plasman en la libreta de topografía, para la línea de conducción y distribución; para el levantamiento topográfico, se utilizó teodolito de precisión, trípode, estadal, cinta métrica, plomadas.

2.1.2.1 Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana.

Las distintas horizontales (Dh) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$Dh = \Delta H * 2h * \text{seno}^2 \beta$$

Donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

$2h$ = 2 veces la constante de lectura horizontal del aparato.

β = ángulo vertical.

2.1.2.2 Altimetría

Las diferencias de nivel entre puntos de las líneas, se calcularon mediante la siguiente expresión:

$$CPO = CEA + AI - HM + DH * (\tan (90 - \beta))$$

Donde:

CPO = cota del punto observado (m)

CEA = cota de la estación anterior (m)

AI = altura del instrumento (m)

HM = lectura del hilo medio (m)

β = ángulo vertical (grados)

DH = distancia horizontal (m)

2.1.3 Diseño del sistema

2.1.3.1 Criterios y bases de diseño

En el diseño de una red de distribución de agua, se deben de tener en cuenta una serie de normas que ayudarán a definir con mayor exactitud los factores más importantes para el óptimo funcionamiento del sistema.

Los parámetros de diseño en el proyecto de abastecimiento de agua potable para los caseríos Las Anonas, El Arco y El Astillero, se describen a continuación:

a). Población actual	1,605 habitantes. (2007)
b). Viviendas actuales	321
c). Período de diseño	21 años
d). Tasa de crecimiento poblacional	3.2 %
e). Población y año futuro	3,110 habitantes. (2028).
f). Dotación	120 l/h/d.
g). Factor día máximo	1.2
h). Factor hora máxima	2
i). Aforo	9.8 l/s

2.1.3.2 Bases de diseño

Las bases de diseño no están ceñidas ni ajustadas a un proyecto específico, por lo tanto se tomaron en cuenta algunas normas del INFOM otras recomendadas por UNEPAR y en los demás casos se tomaron criterios propios con su debida justificación, sin dejar por un lado las condiciones fundamentales de proporcionar a la población del municipio de Teculután, departamento de Zacapa en lo que al agua corresponde:

- 1) La cantidad necesaria,
- 2) Calidad adecuada y
- 3) Con la garantía de un servicio permanente, en relación con la duración de instalaciones.

2.1.3.3 Dotación y tipos de servicios

La dotación es la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día, para asignar esta dotación deben tomarse en cuenta los siguientes factores: magnitud de la fuente, gastos domésticos, industriales, comercial y público, pérdidas y desperdicios, condiciones climatológicas, condiciones económicas, costumbres.

Desde el punto de vista económico, la consideración de la dotación es importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería y, por consiguiente, mayor el costo del proyecto.

En acueductos rurales, la dotación es únicamente para el consumo doméstico. Para determinar la dotación se tomarán en cuenta los siguientes valores:

Tabla IX. Dotaciones para cada habitante por día

Servicio a base de llenacántaros	40 a 60 lts.
Servicio mixto: llenacántaros-conexiones prediales	60 a 90 lts.
Servicio exclusivo: conexiones prediales fuera del domicilio	60 a 120 lts.
Servicio de conexión intradomiciliar, con opción a varios grifos	90 a 170 lts
Servicio de pozo excavado, con bomba de mano mínimo	15 lts.

Fuente: Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales, Instituto de Fomento Municipal. Pág. 21

De acuerdo con las normas y debido a que la comunidad tiene un clima calido, se decidió adoptar una dotación de 120 litros/habitante/día. El tipo de servicio útil en el área rural, es el servicio de conexiones prediales o domiciliarias, y de acuerdo con la producción de la fuente, el tipo de servicio más adecuado y factible en el diseño de esta red de distribución, es el de conexiones prediales.

2.1.3.4 Tasa de crecimiento poblacional

Según los datos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística, obtenidos de censos anteriores, además de parámetros utilizados en la Oficina de Planificación Municipal, se optó por una tasa del 3.2%, tomada en cuenta para estimar la población futura.

2.1.3.5 Período de diseño y población futura

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño. Con base en las normas establecidas, las partes del proyecto fueron diseñadas para un período que oscila entre los 11 y 21 años.

Entre los diferentes métodos que existen para calcular el crecimiento de una población y estimar la población futura de diseño, se tienen:

- de incremento aritmético
- de incremento geométrico
- exponencial
- de saturación

La confiabilidad de los pronósticos de la población es relativa en cualquiera de los métodos empleados, ya que depende de muchos factores que la mayoría de veces son imprevisibles, ya sean de carácter social, económico o político. Tomando en cuenta todo esto, se debe tener una estimación futura lo más real posible.

La población futura del área que cubrirá el sistema de agua, se calcula según la fórmula de crecimiento geométrico siguiente:

$$P_f = P_a \times (1 + r/100)^n$$

Donde:

P_f = población futura

P_a = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño (en años)

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene:

$$P_f = 1605 * (1 + 3.2/100)^{21}$$

$$P_f = 3,110 \text{ Hab.}$$

Justificación: se utilizó el método geométrico, ya que toma en cuenta la tasa de crecimiento poblacional de acuerdo con la región geográfica en la que se está trabajando. Además porque el diseñador debe realizar un censo poblacional del lugar, para verificar y evaluar la información a utilizar y así obtener un resultado real.

2.1.3.6 Factor de hora máxima (FHM)

El factor de hora máxima es el valor que permitirá establecer cuál es la cantidad máxima de caudal para el cual deberán estar diseñadas las tuberías de la red de distribución, debido a las fluctuaciones en el consumo horario de la población. Para este proyecto se asumirá un valor basándose en lo recomendado por la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales (UNEPAR), este factor varía de 2 a 3 para una población futura menor a 1,000 habitantes y 2 para una población futura mayor de 1,000 habitantes ; siendo este:

$$FHM = 2.00$$

2.1.3.7 Factor de día máximo (FDM)

El consumo diario de una población varía, dependiendo de la época y las costumbres del lugar, por lo que para el diseño de la línea de conducción es necesario establecer un valor máximo de caudal diario.

El factor de día máximo (FDM) es asumido siguiendo las recomendaciones para acueductos rurales de UNEPAR, este factor varía de 1.2 a 1.5 para una población futura menor a 1,000 habitantes y 1.2 para una población futura mayor de 1,000 habitantes ; siendo este:

$$\text{FDM} = 1.2$$

Dichos factores son inversamente proporcionales al cálculo de la población futura.

2.1.3.8 Presión máxima de diseño

Las presiones estáticas son las máximas que se pueden manejar en un sistema de agua potable, la presión máxima para la red de distribución es de 60 m.c.a. y para la línea de conducción es de 90 m.c.a. (UNEPAR).

2.1.3.9 Presión mínima de diseño

Para el diseño de tuberías en los puntos críticos tanto en la línea de conducción como los de la red de distribución (partes altas del terreno, acometidas domiciliarias y sectores más lejanos de la red). La presión mínima tomando en cuenta la altura de las edificaciones en el área rural, para la red de

distribución es de 10 m.c.a. y para la línea de conducción es de 6 m.c.a. (UNEPAR).

2.1.3.10 Longitud de diseño (Ld)

Debido a lo irregular de la topografía de la zona, se incrementa el valor de la longitud topográfica (Lt), para obtener un valor de longitud de diseño; este se calcula de la siguiente manera:

$$Ld = Lt * 1.03$$

2.1.4 Diseño hidráulico de la línea de conducción por gravedad

2.1.4.1 Descripción del proyecto a diseñar

El diseño de la línea de conducción por gravedad, consistirá básicamente en el traslado del fluido del tanque de almacenamiento hacia los tanques de distribución ubicados en el caserío El Arco del municipio de Teculután, departamento de Zacapa.

Para diseñar la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazzen - Williams:

$$H_f = \frac{1743.81141 \times L \times Q^{1.85}}{D^{4.87} \times C^{1.85}}$$

⇒ Despejamos D

$$D = \left(\frac{1743.81141 \times L \times Q^{1.85}}{H_f \times C^{1.85}} \right)^{1/4.87}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga por fricción, en m

L = Longitud de tubería, en m

Q = Caudal de conducción, en l/seg.

D = Diámetro interior de la tubería, en pulgadas

C = Coeficiente de capacidad hidráulica

En las tablas se encuentra la información y los cálculos obtenidos en el diseño hidráulico. (Ver anexo 3)

2.1.4.2 Determinación de caudales

Se consideran como los consumos mínimos de agua requerida por la población que se va abastecer en un sistema de agua potable.

2.1.4.2.1 Caudal medio diario (Qm.)

Es la cantidad de agua consumida por la población en un día, esta se obtiene de un promedio de los consumos diarios en el período de un año.

En este caso que no se tienen datos registrados de consumo diario se calcula multiplicando la dotación adoptada por el número de habitantes que se haya estimado para el final del período de diseño.

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times \text{Población Futura} \times 1 \text{ día}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = \frac{120 \text{ lts / hab / d} \times 3,110 \text{ Hab} \times 1 \text{ día}}{86,400 \text{ seg}}$$

$$Q_m = 4.32 \text{ lts / seg}$$

2.1.4.2.2 Caudal máximo diario (Qmd)

Es el día de máximo consumo de una serie de registros obtenidos en un año, regularmente sucede cuando hay actividades en las cuales participa la mayor parte de la población; el valor que se obtiene es utilizado en el diseño de la fuente, captación, línea de conducción y la planta de tratamiento.

A falta del registro, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) según las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas, Se establece que oscile entre 1.2 y 1.5 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes, y 1.2 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes, por lo que en este caso se utilizará un factor de 1.2 debido a que hay más de 1000 habitantes, con lo cual se tiene:

$$Q_{md} = F_{DM} \times Q_m$$

Donde:

Q_{md} = Caudal de día máximo o máximo diario.

F_{md} = Factor de día máximo

Q_m = Caudal medio diario.

$$Q_{md} = Q_m \times \text{Factor de día máximo}$$

$$Q_{md} = 4.32 \times 1.2 = 5.19 \text{ lts/seg.}$$

2.1.4.2.3 Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea o red de distribución. Es la hora de máximo consumo del día; el valor obtenido se usará para el diseño de la línea de distribución o la red de distribución.

Para determinar este caudal se debe multiplicar el consumo medio diario por el coeficiente o factor de hora máxima (FHM) según las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas, Se establece que oscile entre 2.0 a 3.0 para poblaciones futuras menores de 1,000 habitantes y 2.0 para poblaciones futuras mayores de 1,000 habitantes.

La selección del factor se hace en función inversa al tamaño de la población a servir, por lo que para el presente estudio el factor de hora máxima tendrá un valor de 2

El caudal máximo horario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{HM} = F_{HM} \times Q_{md}$$

Donde:

Q_{HM} = caudal máximo horario o de hora máxima

F_{HM} = factor de hora máxima

Q_{md} = caudal medio diario.

$$Q_{HM} = 2 \times 4.32 \text{ litros / s}$$

$$Q_{HM} = 8.64 \text{ litros / seg.}$$

2.1.4.3 Tipos de tuberías

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG). La línea de conducción llevará la siguiente característica en su recorrido debido a la topografía del mismo.

Tubería PVC de 160 psi, con diámetros de 4" y 3" con longitudes de 1,238.60 ml y 2,297.07 ml respectivamente.

2.1.4.4 Coeficiente de fricción

Cuando se emplea la fórmula de Hazen- Williams para el diseño hidráulico con tubería PVC, el coeficiente de fricción C, es de 150, y para tuberías de HG, C = 100.

2.1.4.5 Presiones y velocidades

La presión hidrostática en la línea de conducción se recomienda mantenerla, en lo posible, debajo de 80 m.c.a. La máxima presión permisible es de 90 m.c.a. La presión hidrodinámica en la línea no debe ser mayor de 60 m.c.a. La velocidad en la línea de conducción se debe mantener entre 0.6 y 3 m/s, en todo el sistema.

2.1.4.6 Almacenamiento del agua

En todo sistema, incluyendo aquellos con abastecimiento por bombeo durante las 24 horas del día, debe diseñarse un tanque como mínimo.

Se diseñó un tanque de piedra bola, con las siguientes funciones:

1. Compensar las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución.
2. Almacenar agua en horas de poco consumo, como reserva para contingencias.
3. Almacenar cierta cantidad de agua para combatir incendios.
4. Regular presiones en la red de distribución.
5. Obtener reserva suficiente por eventual interrupción en la fuente de abastecimiento.

Se podría suprimir el tanque de almacenamiento, sólo cuando la fuente asegure un caudal superior a 3 veces el consumo medio diario de la población, en toda época del año.

En cuanto a la estructura que se va a utilizar, ésta dependerá de varios factores:

Cuando hay niveles topográficos aprovechables, en las cercanías de la localidad, que permiten obtener presiones aceptables con diámetros económicos, se emplearán tanques de concreto armado sobre el terreno o semienterrados (se prefieren los primeros por el poco mantenimiento que requieren durante su vida útil).

Cuando las condiciones topográficas del terreno así lo requieran, se utilizarán tanques elevados, ya sea de concreto armado, pretensado, postensado o de metal; estos tanques de almacenamiento normalmente son abastecidos por bombeo, en el que se tendrá en cuenta el período de bombeo, período de diseño y las variaciones horarias en el consumo; además, se deberán tomar en cuenta aspectos como: el nivel mínimo del agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución, y que la tubería de rebalse se descargue libremente. Además deberá proveerse de un paso directo que permita mantener el servicio, mientras se efectúe el lavado o reparación del tanque (by-pass).

Todos los tanques deberán tener los siguientes dispositivos:

1. Cubierta hermética que impida la penetración de agua, polvo, aves, etc., del exterior, con su respectiva escotilla de visita para inspección y limpieza.
2. Tubo de ventilación, que saque el aire durante el llenado, en diámetro no menor de 2", con abertura exterior hacia abajo y provista de rejilla, que impida la entrada de insectos.
3. Válvula de flote, y cierre automático, cuando el depósito se ha llenado (si lo cree necesario el diseñador).
4. Tubería de entrada al tanque, que estará situada cerca del acceso, para facilitar el aforo en cualquier momento.
5. Diámetro mínimo de la tubería de rebalse, que será igual al de la tubería de entrada al tanque.

6. En tanques no elevados, se colocará el tubo de salida, al lado opuesto respecto al de entrada, de tal forma que haya circulación de agua en el tanque y se reduzca al mínimo, la posibilidad de un corto circuito.
7. Escaleras interiores y exteriores, en caso de que las dimensiones excedan 1.20 m. de alto.
8. El fondo del tanque debe estar siempre por encima del nivel freático.
9. Las paredes de los tanques enterrados deben sobresalir no menos de 30 cm. de la superficie del terreno; el techo deberá tener una pendiente, que permita drenar hacia fuera, para evitar la entrada de aguas superficiales o de lluvia.
10. El tubo de desagüe debe tener su correspondiente llave de compuerta y de diámetro mínimo de 4", que permita vaciar el tanque en 2 ó 4 horas. Para facilitar la operación de las llaves y válvulas, éstas deben ubicarse, en lo posible, en una caja común o cámara seca.
11. Los extremos de las tuberías de rebalse y desagüe deben protegerse con cedazo y/o tela metálica, para impedir el paso de insectos y otros animales, y no se conectarán directamente al sistema de alcantarillado; deberán tener una descarga libre de 15 centímetros como mínimo.
12. No deben de ser transparentes o tener la menor cantidad de luz posible.

2.1.4.7 Volumen de almacenamiento del agua

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar en sistemas por gravedad el 25 a 40% del consumo medio diario estimado y en sistemas por bombeo el 40 a 65%.

Entonces, en este caso se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimientado de piedra y una losa en dos sentidos simplemente apoyada que sea capaz de almacenar el 40% del consumo medio diario estimado en este proyecto.

Cuando el suministro de agua se considere seguro y continuo, en la cantidad prevista en el proyecto, se puede prescindir del volumen de reservas para contingencias, a fin de mantener bajo el costo inicial del sistema.

Resumiendo, el volumen total del tanque será:

1. Para poblaciones menores de 1,000 habitantes, el 40% del consumo medio diario de la población, el cual no considera reservas para eventualidades.
2. Para poblaciones entre 1,000 y 5,000 habitantes, el 40% del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
3. En poblaciones mayores de 5,000 habitantes el 45 % del consumo medio diario, más un 10% para eventualidades.
4. En el caso de sistemas por bombeo, la reserva mínima deberá ser la del 40% al 65% de un día de consumo medio, salvo en los casos en que se necesite proveer una capacidad adicional para contingencias o incendios.

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

$$\text{Volumen} = 40\% \times Q_m$$

Sustituyendo.

$$Q_m = 4.32 \text{ l/s}$$

$$1 \text{ día} = 86400 \text{ Segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ Litros.}$$

$$\text{Volumen} = 0.40 \cdot (4.32 \text{ litros/segundos}) \cdot (86400/1000)$$

$$\text{Volumen} = 149.30 \text{ m}^3/\text{día}$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 150.00 \text{ m}^3$$

2.1.4.8 Diseño del tanque proyectado

El tanque poseerá muros contruidos de concreto ciclópeo, lo cual significa, que estarán hechos de piedra bola y las medidas de la roca variarán desde dos hasta cuatro pulgadas de diámetro, las cuales se unirán entre si con mezcla de cemento o sabieta, utilizando una proporción de 1:2:3.

Los muros del tanque estarán sometidos a fuerzas del agua y del suelo, por lo cual se procederá a realizar su diseño, tomando en cuenta las dimensiones propuestas.

➤ **Diseño de losa:**

Las dimensiones de la losa serán de 4.45 mts X 4.95 mts., empleándose el método 3 de la *American Concrete Institute (ACI)* y el uso del método de los coeficientes, para el cálculo de los momentos negativos y positivos, tanto para carga muerta como para carga viva en la losa. Dichos coeficientes se hallan en las tablas 12.3, 12.4, y 12.5 del libro *Diseño de estructuras*; del autor Arthur H. Nilson.

Donde:

A = 4.45 m lado corto

B = 4.95 m lado largo

Por tanto:

$$A/B = 4.45/4.95 = 0.90$$

Espesor de la losa

$$e = \text{perimetro}/180 = 2(4.45 + 4.95)/180 = 0.10m = 10cm$$

Descripción	Losa
A/B	0.90
Refuerzo	2 sentidos
Espesor (t)	10 cm.

El espesor mínimo recomendado por la ACI es de 9 cms., pero para su construcción se empleará un espesor de 10 cms.

Cargas:

Carga muerta (CM)

Son cargas que estarán durante toda la vida útil del proyecto.

$$W \text{ propio de losa} = \delta_c * t = \text{Kg/m}^2$$

Donde:

t = Espesor de la losa.

δ_c = Peso específico del concreto

$$W \text{ propio de losa} = 2,400 \text{ Kg/m}^3 * 0.1 \text{ mts.} = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Sobre cargas} = 90 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Total carga muerta} = 330 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Carga muerta última (Cmu)} = \text{factor para mayorar} * \text{CM} = \text{Kg/m}^2$$

CM = Carga muerta total

$$\text{Carga muerta última (Cmu)} = 1.4 * 330 = 462 \text{ Kg/m}^2$$

Carga viva (CV)

Son cargas que soportará la losa en ocasiones eventuales, por ser solo de cubierta, se asumirá una carga viva (CV) = 80 kg/m².

Carga viva última (Cvu) = factor para mayorar *CV = Kg/m²

CV = Carga viva total (asumida)

Carga viva última = 1.7*80 = 136 kg/m²

Carga última (CU)

Es cuando se le han aplicado los factores que recomienda el ACI a las cargas vivas y muertas.

$$CU = 1.4 \times (CM) + 1.7(CV) = 462 + 136 = 598 \text{ kg/m}^2.$$

➤ **Cálculo de momentos (caso uno)**

M_A = Es el momento generado en el lado mas corto de la losa.

M_B = Es el momento generado en el lado mas largo de la losa.

CADL = Factor de momentos de carga muerta.

CALL = Factor de momentos de carga viva

Ya que el caso uno se refiere a que no existe continuidad en ningún lado de la losa entonces los momentos negativos serán 1/3 de los momentos positivos.

Para los factores CADL y CALL, ver anexo 3.

$$M_{A(+)} = A^2(CADL * CMu + CALL * CVu)$$

$$M_{A(-)} = 1/3 M_{A(+)}$$

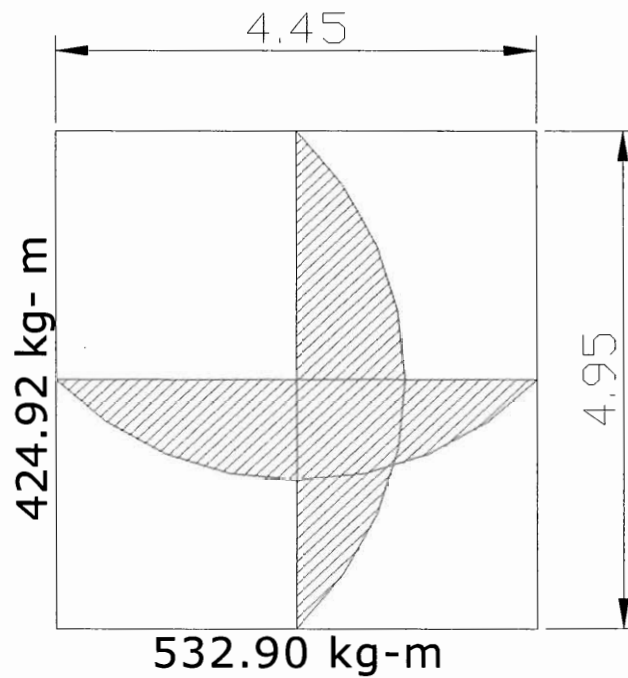
$$M_{A(+)} = 4.45^2(0.045 * 462 + 0.045 * 136) = \mathbf{532.90 \text{ Kg} - m}$$

$$M_{A(-)} = 1/3 (532.90) = \mathbf{177.63 \text{ Kg} - m}$$

$$M_{B(+)} = 4.95^2(0.029 * 462 + 0.029 * 136) = 424.92 \text{ Kg - m}$$

$$M_{B(-)} = 1/3 (424.92) = 141.64 \text{ Kg - m}$$

Figura 3. Diagrama de momentos



➤ **Cálculo del área de acero**

$$M_A = 532.90 \text{ Kg - m}$$

$$M_B = 424.92 \text{ Kg - m}$$

$$t = 10 \text{ cm,}$$

$$d = 10 - \text{recubrimiento} = d = 10 - 3.00 = 7 \text{ cm}$$

$$A_s = \left[(b \times d) - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_u \times b}{0.003825 \times f'c}} \right] \times \frac{0.85 \times f'c}{f_y}$$

Donde:

$$A_s = \text{área de acero (cm}^2\text{)}$$

b = franja unitaria en centímetros= 100 cm

d = peralte de la losa = espesor – recubrimiento (cm.)

t = espesor de la losa (cm)

Mu = momento último (kg-m)

f'c= resistencia que tiene el concreto = 210 kg / cm²

fy = resistencia que tiene el acero = 2810 kg / cm²

Área de acero en la dirección corta:

$$A_s = \left[(100 \times 7) - \sqrt{(100 \times 7)^2 - \frac{532.90 \times 100}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2810} = 3.14 \text{ cm}^2$$

Área de acero en la dirección larga:

$$A_s = \left[(100 \times 7) - \sqrt{(100 \times 7)^2 - \frac{424.92 \times 100}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2810} = 2.49 \text{ cm}^2$$

Chequeo del área mínima de acero que requerirá la losa.

$$A_{s_{\min}} = 0.4 * \rho_{\min} * b * d$$

Donde:

A_{s_{min}} = área de acero mínimo

ρ_{min} = cuantía de acero mínimo

b = franja unitaria en centímetros= 100 cm

d = peralte de la losa = espesor – recubrimiento (cm.)

$$\rho_{\min} = 14.1/f_y \quad \rho_{\min} = 14.1/2,810 \quad \rho_{\min} = 0.00502$$

$$A_{s_{\min}} = 0.4 * 0.00502 * 100 * 7$$

$$A_{s_{\min}} = 1.404 \text{ cm}^2$$

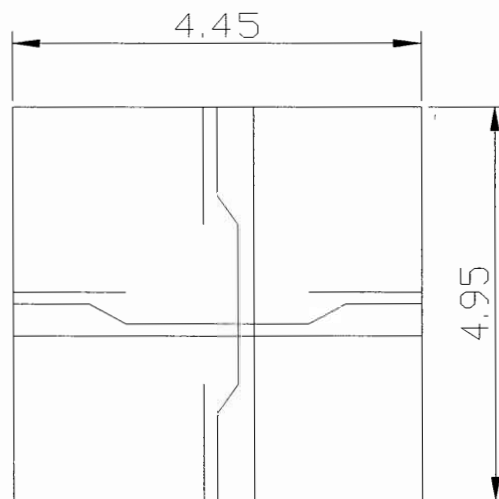
Debido a que el área mínima de acero es menor que la que necesitan los lados A y B ocuparemos el área encontrada para cada uno de los lados.

Área	Espaciamiento	
3.14 cm ²	100 cm.	} Para momento en A S = 22.61 cm
0.71 cm ²	S	

Área	Espaciamiento	
2.49 cm ²	100 cm.	} Para momento en B S = 28.51 cm
0.71 cm ²	S	

Se utilizará un espaciamiento de **S = 20 cm** en ambos sentidos, usando varillas de 3/8" de diámetro; por lo que la colocación del acero será de 25 varillas No. 3 en el lado largo y 22 varillas No.3 en el lado corto.

Figura 4. Armado de la losa



Ø 3/8" @ 0.20m ambos sentidos

➤ **Diseño de la viga a flexión**

Diseño a flexión

f_c = Resistencia que tiene el concreto.

f_y = Es la resistencia que tiene el acero.

C_{mu} = Es la carga muerta.

C_{vu} = Es la carga viva.

C_U = Es la suma de la carga muerta más la carga viva.

t = Espesor de la viga.

δ_c = Peso específico del concreto.

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_{mu} = 462 \text{ kg/m}^2$$

$$f_y = 2,810 \text{ kg/cm}^2$$

$$C_{vu} = 136 \text{ kg/m}^2$$

$$t = 10 \text{ cm}$$

$$C_U = 598 \text{ kg/m}^2$$

$$\delta_c = 2,400 \text{ kg/m}^3$$

$$rec = 4 \text{ cm}$$

$$d = 16 \text{ cm}$$

$$b = 15 \text{ cm}$$

$$W_{losa} = C_U \cdot \text{franja unitaria} \cdot A/B$$

$$W_{losa} = (598 \text{ kg/m}^2 \cdot 4.45) / 4.95\text{m} = \mathbf{537.60 \text{ kg/m}}$$

$$W_{viga} = \delta_c \cdot b \cdot h = 72 \text{ kg/m}$$

$$W_{viga} = 2,400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0.15 \cdot 0.20 = \mathbf{72 \text{ kg/m}}$$

$$W_t = W_{losa} + W_{viga}$$

$$W_t = 72 \text{ kg/m} + 537.60 \text{ kg/m} = \mathbf{609.6 \text{ kg/m}}$$

$$M = (W_t \cdot L^2) / 8$$

$$M = (609.6 \text{ kg/m} \cdot 4.95^2) / 8 = \mathbf{1,867.1 \text{ kg-m}}$$

$$A_s = \left[(b \times d) - \sqrt{(b \times d)^2 - \frac{M_u \times b}{0.003825 \times f'_c}} \right] \times \frac{0.85 \times f'_c}{f_y}$$

$$A_s = \left[(15 \times 16) - \sqrt{(15 \times 16)^2 - \frac{1867.10 \times 15}{0.003825 \times 210}} \right] \times \frac{0.85 \times 210}{2810} = 5.71 \text{ cm}^2$$

$A_s = 5.71 \text{ cm}^2$ (Área de acero que necesita la viga para poder resistir las cargas que existen sobre ella)

Chequeo con el área máxima y mínima de acero

$$\rho_b = 0.85 * b * (F'_c)/(F_y) * 6090 / (6090 + F_y)$$

$$b = 0.85 \text{ si } f'_c \text{ es menor o igual } 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_b = 0.85 * 0.85 * (210)/(2810) * 6090 / (6090 + 2810)$$

$$\rho_b = \mathbf{0.037}$$

$$\rho_{\max} = 0.5 * \rho_b * (\text{zona sísmica}) = 0.5 * 0.037 = \mathbf{0.018}$$

$$A_{s_{\max}} = \rho_{\max} * b * d = 0.018 * 15 * 16$$

$$\mathbf{A_{s_{\max}} = 4.43 \text{ cm}^2}$$
 (Área máxima de acero)

$$\rho_{\min} = 14.1/F_y = 14.1/2810 = 0.00502$$

$$A_{s_{\min}} = \rho_{\min} * b * d = 0.00502 * 15 * 16 = \mathbf{1.20 \text{ cm}^2}$$
 (área mínima de acero)

Chequeo contra cortante

$$V = (Wt * L)/2$$

$$V = (609.6 * 4.95)/2$$

$$V = \mathbf{1,508.8 \text{ Kg}}$$

Armado de la viga

4 No. 3 y estribos @ 20 cm.

➤ **Diseño de las paredes del tanque**

Datos:

Peso específico del suelo (δ_s) = 1,400 Kg./m³.

Peso específico del concreto (δ_c) = 2,400 Kg./m³.

Peso específico del concreto ciclópeo (δ_{cc}) = 2,500 Kg./m³.

Ángulo de fricción (ϕ) = 25°

Valor soporte del suelo (V_s) = 20 Ton/m²

Ka, Kp = coeficientes de empuje activo y pasivo

Donde Ka varia de 0.30-0.39 y

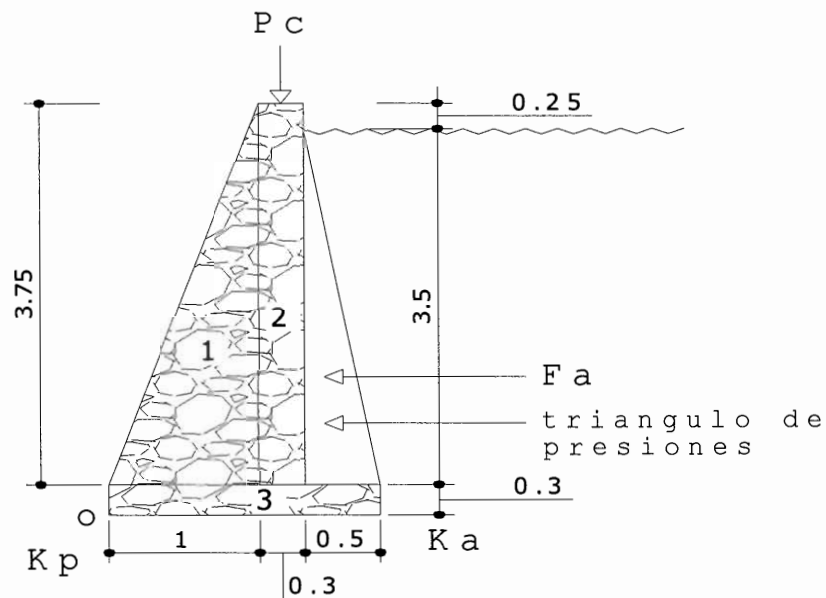
Kp = 1/ Ka

Entonces

Ka = 1/3 = 0.333

Kp = 1/0.33 = 3

Figura 5. Diagrama de fuerzas sobre las paredes del tanque



Carga uniforme distribuida (W)

$W_{\text{losa}} + \text{viga de carga} = 609.6 \text{ Kg/m}$

$W = 609.6 \text{ Kg/m}$

Consideramos W como carga puntual (Pc)

$$P_c = 609.6 \text{ kg/m} * 1 \text{ m} = 609.6 \text{ kg}$$

El momento que ejerce la carga puntual es:

$$M_c = 609.6 \text{ kg} * (1 + (0.3/2)) = \mathbf{701.04 \text{ kg-m}}$$

Fuerza activa Fa (Fuerza del agua)

$$F_a = \delta_{\text{agua}} * H^2/2 * K_a$$

$$F_a = 1000 \text{ kg/m}^3 * 3.5^2/2 * 1/3 = 2,041.67 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo respecto de 0

$$M_{act} = F_a * H/3 = 2,041.67 * ((3.5/3) + 0.3) = \mathbf{2,994.44 \text{ kg-m}}$$

Cálculo del momento estabilizante sobre el muro del T.D.

Sección	$\delta_{cc} * A = W(\text{kg/m})$	Brazo (m)	MR (Kg – m/m)
1	$2,500(1 \times 3.75/2) = 4,687.5$	$2/3(1) = 0.66$	3,125.00
2	$2,500(0.3 \times 3.75) = 2,812.5$	$(1 + 0.3/2) = 1.15$	3,234.38
3	$2,500(0.3 \times 1.8) = 1,350.0$	$(1.3/2 + 0.25) = 0.9$	1,215.00
	$\Sigma = 8,850.00$		$\Sigma = 7,574.38$

Carga total (WT) = W + WR

Donde:

W = carga uniformemente distribuida

WR = carga resultante

$$WT = 609.6 + 8,850 = 9,459.6 \text{ kg/m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo (Fsv) > 1.5

$$F_s = \frac{MR + MC}{M_{act}} = \frac{7,574.38 + 701.04}{2,994.44} = 2.76$$

$$F_s = 2.76 > 1.5 \text{ ok.}$$

Donde:

MR = momento resultante

MC = momento que ejerce la carga puntual

Mact = momento de volteo

Verificamos la estabilidad contra deslizamiento (F_{sd}) > 1.5

$F_d = WT * \text{Coeficiente de fricción}$

WT = carga total

$F_d = 9,459.6 * 0.9 \text{ Tg}(25^\circ) = 3,969.98 \text{ kg}$

$F_{sd} = F_d / F_a = 3,969.98 \text{ kg} / 2,041.67 \text{ kg} = 1.94$

$$F_{sd} = 1.94 > 1.5 \text{ ok.}$$

Verificación de la presión bajo la base del muro, $P_{\text{máx}} < V_s$ y $P_{\text{mín}} > 0$

Donde la excentricidad (ex) = valor absoluto de $|a - b/2|$

$$a = \frac{MR + Mc - Mact}{WT}$$

$$a = \frac{7,574.38 + 701.04 - 2,994.44}{9,459.6} = 0.56$$

$ex = |0.56 - 1.8/2| = 0.34m$ ex = Es el punto donde se está aplicando la fuerza.

Módulo de sección (Sx)

$$Sx = \frac{1}{6} * base^2 * long$$

$$Sx = \frac{1}{6} * 1.8^2 * 1 = 0.54m^3$$

La presión es:

$$P_{max} = \frac{WT}{A} \pm \frac{WT * ex}{Sx}$$

$$P_{max} = \frac{9459.6}{1.8 * 1} \pm \frac{9459.6 * 0.34}{0.54} = 11,211.37 Kg / m^2$$

$$P_{max} = 11,211.37 \text{ kg/m}^2 < 15,000 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{min} = 700.71 \text{ kg/m}^2 > 0$$

2.1.4.9 Desinfección del agua

Para este sistema se propone usar tabletas de hipoclorito de calcio $Ca(ClO_2)$ con no menos del 65% de ingredientes activos y con las siguientes dimensiones para cada tableta: diámetro de 3 1/8", alto 1 1/4" y un peso de 300 gramos.

El funcionamiento del hipoclorador tendrá que ser automático, sin partes móviles, sin requerir energía eléctrica, y deberá permitir el flujo de agua a través de las tabletas de hipoclorito de calcio para formar la solución. El rango de flujo a través del clorador deberá estar entre 5 y 20 galones por minuto.

Sus dimensiones aproximadas deberán ser de 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto, y deberá instalarse en una caja a la entrada del tanque de distribución, graduando el flujo para que permita que la cantidad de cloro

residual en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0.7 y 1.5 partes por millón.

La caja para el hipoclorador tiene como finalidad protegerlo y deberá tener una tapadera de registro con pasador y candado. Sus dimensiones interiores deben ser de 1.00 x 1.00 metros en planta y 1.00 metro de altura.

Según la norma COGUANOR 29001, como tratamiento preventivo contra las bacterias y virus, la cantidad mínima de cloro que se le debe aplicar al agua es de 2 p.p.m. (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Para calcular el flujo de cloro (FC) en gramos/hora se utiliza la siguiente fórmula:

$$FC = Q \times DC \times 0.06 \quad (1)$$

Donde:

Q = caudal de agua conducida, (5.19 L/s) = 311.4 L/min.

DC = demanda de cloro, 0.2 mg/L

Por lo tanto, sustituyendo estos datos en la fórmula de FC se tiene lo siguiente:

$$FC = 311.4 \text{ L/min} \times 2 \text{ PPM} \times 0.06 = 37.37 \text{ gr/hr}$$

$$\mathbf{FC = 37.37 \text{ gr/hr.}}$$

Luego se hace la conversión para pasarlo a litros/min, obteniéndose los siguientes resultados: FC = 16.07 litros/min. Luego, se procede a calcular el tiempo que se necesita para llenar un recipiente de un litro utilizando la siguiente fórmula:

$$t = 60/FC$$

Donde:

t = tiempo de llenado de un recipiente de un litro en segundos.

FC = flujo de solución de cloro.

$$t = 60/16.07 = 3.73 \text{ seg,}$$

que es el tiempo en que un recipiente de un litro debe de llenarse completamente.

El flujo de cloro del hipoclorador es de 37.37 gr/hr, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes son:

$$37.37 \text{ g/hr} \times 24\text{hr}/1\text{día} \times 30 \text{ días}/1 \text{ mes} = 26,906.4 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta}/300 \text{ gr} = 90 \text{ tabletas.}$$

Total = 90 tabletas / mes

2.1.5 Red de distribución

En el diseño de la red de distribución, se consideran los siguientes factores:

1. El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
2. La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.

3. Se deberá tratar de servir, directamente, al mayor porcentaje de la población con conexiones prediales, aunque se podrían instalar llena cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permitiera.
4. Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

Es necesario terminar los ramales abiertos en puntos de consumo, para evitar estancamientos indeseables; de lo contrario, se deberá proveer de una válvula de compuerta para la limpieza de esta tubería. Este método se utiliza cuando el circuito no se puede cerrar, debido a condiciones topográficas o por la economía del proyecto. Para diseñar la red de distribución, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

2.1.5.1 Caudal de diseño

El diseño se hará utilizando el caudal máximo horario (Q_{mh}). Habiendo considerado el número de viviendas a abastecer en cada ramal, se calcula el caudal máximo horario y el caudal simultáneo, utilizando el mayor de los dos; y mediante el criterio de continuidad se determina el caudal de distribución en cada punto.

$$\text{Caudal máximo horario} = F_{\text{hora máxima}} \times (Q_{\text{medio}})$$

2.1.5.2 Presión estática en la tubería

Se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la

altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan las tuberías es de 160 PSI = 90 mca, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 PSI o HG.

En la línea de distribución, la máxima presión estática permitida es de 80 mca, ya que a mayores presiones fallan los empaques de válvulas y grifería, a menos que sea necesario utilizar presiones mayores por necesidad de salvar puntos altos.

2.1.5.3 Presión dinámica en la tubería

Cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería. La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 m.c.a., que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro. Se pueden tener presiones hasta 7 m.c.a. siempre que sea debidamente justificado.

La presión máxima sugerida es de 60 m.c.a., pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.

2.1.5.4 Línea piezométrica

Es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería. Esto indica, para cada punto de la tubería, 3 elementos: “la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, que representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio”. La distancia entre la línea piezométrica y la tubería, que representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería.

“La pendiente de la línea piezométrica, que representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua”. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

2.1.5.5 Verificación de velocidades

En todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si ésta se encuentra entre los límites recomendados. Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se consideran los límites de velocidad desde 0.40 m/s hasta 4 m/s máxima. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico.

La fórmula que se va a utilizar es la siguiente:

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m³/s)

D = Diámetro del tubo (m)

2.1.5.6 Descripción de la conexión predial

Esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliario o bien un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Hoy en día, se construyen con tubería y accesorios de PVC, y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua). Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de ½ o ¾" de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.

Las conexiones prediales estarán compuestas por los siguientes accesorios:

- Tee reductora PVC
- Niple (tubo) PVC longitud variable.
- Adaptador macho de PVC
- Llave de compuerta de bronce
- Caja de concreto para llave de compuerta

- Codo PVC 90° con rosca
- Niple HG longitud variable con rosca
- Codo HG 90°
- Niple HG 0.25
- Reducidor campana HG
- Tubería PVC Ø 2" o 3"
- Adaptador hembra PVC
- Válvula de chorro

2.1.5.7 Cálculo hidráulico

Población futura

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

$$P_f = 1605 \left(1 + \frac{3.2}{100} \right)^{21}$$

$$P_f = 3,110 \text{ Hab}$$

Caudal medio diario

$$Q_m = P_f \left(\frac{Dot}{86,400} \right)$$

$$Q_m = 3,110 \left(\frac{120}{86,400} \right)$$

$$Q_m = 4.32 \text{ lts / seg}$$

Caudal máximo diario

$$Q_{md} = F_{md} \times Q_m$$

$$Q_{md} = 1.2 \times 4.32 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{md} = 5.19 \text{ lts / seg}$$

Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = F_{mh} \times Q_m$$

$$Q_{mh} = 2 \times 4.32 \text{ lts / seg}$$

$$Q_{mh} = 8.64 \text{ lts / seg}$$

2.1.5.8 Red de distribución

Tramo de la red (de E - 0 a E - 14)

Se asumirá una pérdida que consiste en la diferencia de alturas para encontrar un diámetro, el cual servirá como base para encontrar el diámetro real.

$$\text{Cota de E - 0} = 388\text{m}$$

$$\text{Cota de E -14} = 346\text{m}$$

$$hf = 388 - 346 \quad hf = 42 \text{ m.}$$

$$\phi = \left(\frac{(1743.811)(L)(Q)^{1.85}}{C^{1.85} hf} \right)^{\frac{1}{4.87}}$$

$$\phi = \left(\frac{(1743.811)(686.26)(9.63)^{1.85}}{150^{1.85} 42} \right)^{\frac{1}{4.87}} = \phi = 2.90''$$

Obteniendo los resultados anteriores se tomará un diámetro de 4" para el tramo inicial de la red de distribución.

$$hf = \frac{(1743.811)(686.26)(9.63)^{1.85}}{150^{1.85} 4.15^{4.87}} \quad hf = 8.71\text{m}$$

Con esos resultados se encontrará la presión dinámica en la E -14.

$$C_p = C_t - hf$$

Presión = $C_p - C_t$

Donde:

Cp = Cota piezométrica.

Ct = Cota de terreno.

hf = Pérdida por fricción.

Presión = Presión en ese punto.

Cp = 388 m – 8.71 m

Cp = 379.29 en E – 14

Presión = 379.29 – 346 = **33.29 m.c.a**

Chequeo de velocidades:

$$V = \frac{1.974 \times Q}{D^2}$$

Donde:

V = Velocidad (m/s)

Q = Caudal (m³/s)

D = Diámetro del tubo (m)

$$V = \frac{1.974 \times 9.63}{4^2} = 1.19 \text{ m/s}$$

El diseño de los demás tramos de la red de distribución se presenta en el anexo 3.

2.1.6 Programa de operación y mantenimiento

a) Mantenimiento preventivo

Es la acción de proteger los componentes de un sistema de agua potable, con la finalidad de:

- evitar daños.

- disminuir los efectos dañinos.
- asegurar la continuidad del servicio de agua potable.

b) Mantenimiento correctivo

Se refiere a la reparación de daños de los componentes de un sistema de agua potable, los que pueden suceder por:

- accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
- deterioro.
- desgaste, (daño de accesorios).

c) Mantenimiento de válvulas

La buena operación de un sistema de agua potable, requiere el mantenimiento de los diferentes mecanismos y accesorios que forman parte del acueducto. Cada tres meses se hará lo siguiente:

- Revisar si hay fugas o faltan piezas.
- Verificar el funcionamiento, abriéndolas y cerrándolas lentamente, para ver si hay fugas o si no cierran completamente.
- En ambos casos se debe reparar o cambiar la válvula defectuosa.

c.1) Válvula de chorro

Esta válvula debe funcionar sin goteo, para evitar desperdicio de agua. Para reparar una válvula de chorro debe hacerse lo siguiente:

- Cerrar el flujo con llave de paso.
- Desenroscar la corona superior con auxilio de un cangrejo.
- Revisar el empaque al final del vástago y si está gastado o roto proceder a cambiarlo.
- Instalar el nuevo empaque.
- Colocar y ajustar la corona con el vástago.
- Verificar el funcionamiento abriendo la llave de paso.

c.2) Caja de válvulas

Cada tres meses:

- Revisar las paredes de la caja, las tapaderas, aldabones para candados, candados y si hay agua empozada.
- Reparar las fugas.
- Limpiar los candados con gas y engrasarlos
- Limpiar el piso y drenar el agua empozada.

d) Tanque de distribución

Cada tres meses:

Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó:

Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:

- Cerrar la válvula del hipoclorador.
- Abrir válvula de desagüe.

- Lavar el piso y pared con agua y cepillo de raíz o plástico.
- Aplicar suficiente agua al piso y paredes después de pasar el cepillo.
- Cerrar válvula de desagüe.
- Abrir válvula del hipoclorador.
- Abrir válvula se salida.

e) Mantenimiento del hipoclorador

Cada semana:

- Revisar la dosificación del hipoclorito en el tanque de distribución.
- Verificar que no existan fugas.
- Verificar el nivel de la solución en el depósito.

Cada tres días:

- Preparar la dosificación correspondiente.
- Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador.
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0.3 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación.
- Verificar la concentración de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concentración de cloro libre residual no menor de 0.3 miligramos por litro en el punto más lejano de la red de

distribución, se necesita tener una pesa para poder obtener la cantidad exacta de cloro que hay que agregarle al agua para obtener la cloración adecuada.

2.1.6.1 Propuesta de tarifa

Obligaciones fijas

En todo estudio sobre tarifas de agua, independientemente de que las obligaciones fijas sobre los gastos de capital estén o no a cargo de los consumidores de agua, hay que hacer un cálculo de la población que se habrá de servir en él, para que de esta manera, se facilite la determinación del volumen de agua que se venderá, lo cual, a su vez, repercutirá en los costos de operación y mantenimiento de las instalaciones.

Las tarifas deben fijarse de manera que atiendan a las necesidades inmediatas del presente, así como las que puedan presentarse en los próximos 5 o 10 años.

Costos totales de las instalaciones

Los costos totales están constituidos por costos de funcionamiento y costos de impresión.

❖ Costos de funcionamiento:

- Administración
- Operación
- Manteniendo
- Reposición de activos

❖ Costos de inversión:

- Endeudamiento
- Aumento de activos

Los costos de administración permiten que el servicio funcione; los de operación, que lo haga en forma continua; los de mantenimiento preventivo, que no sea interrumpido; los de reparaciones, que las interrupciones sean mínimas y los de reposición, depreciación y rentabilidad, que el servicio sea permanente en el tiempo.

Los costos de endeudamiento, son los generados por inversiones pasadas y constituyen los intereses, las comisiones y amortizaciones de préstamos contratados, nacionales o externos, en este caso no existen, porque el financiamiento se hará con aportes gubernamentales (Municipalidad y Consejo de Desarrollo) y la participación de mano de obra no calificada por parte de la comunidad.

Los costos de aumento de activos son las provisiones para futuras inversiones para actualizar la eficiencia del servicio y para extender los beneficios del mismo.

Cálculo de la tarifa

Al estar funcionando el sistema de agua potable, el comité de agua y los habitantes de la comunidad han tomado la decisión de que sean las autoridades municipales quienes tengan el control total del funcionamiento, para lo cual están de acuerdo en pagar una cuota mensual en concepto por consumo de agua y que éste sea controlado por medio de medidores para que aquel que consuma más de treinta metros cúbicos mensuales pague el exceso consumido.

Personal de operación

Fontanero: encargado de la revisión y reparación del sistema, se estima cinco días a la semana (260 días al año) para mantenimiento preventivo y correctivo con un salario de Q 60.00 por día, contratado por servicios personales, por lo que no se aplican prestaciones laborales, el salario total anual es de Q 15,600.00.

Insumos

Se considera como un insumo el hipoclorito de calcio, para la desinfección del sistema.

Hipoclorito de calcio al 65 %

Cantidad de cloro

Tomando el caudal y el hipoclorito de calcio al 65 % se tiene:

$37.37 \text{ g/hr} \times 24\text{hr/1día} \times 30 \text{ días/1 mes} = 26,906.4 \text{ gr/mes} \times 1 \text{ tableta/300 gr} = 90 \text{ tabletas.}$

$$26,906.4 \text{ gr/mes} \times 1.000^{-3} \text{ Kg} / 1\text{g} \times 2.2 \text{ Lb} / 1 \text{ Kg} = 59 \text{ Lb} / \text{mes}$$

El hipoclorito de calcio se adquiere en tambos plásticos de 150 tabletas

Costo de 100 libra de hipoclorito de calcio (CH) = Q2, 500.00

Costo mensual de la cloración = 59 libras*(Q 25/libra) = **Q 1,475.00/mes.**

Costo anual de la cloración = Q1, 475.00 * 12 = **Q17, 700.00/ año**

Reparaciones y gastos indirectos

Se estiman los gastos de administración por parte del comité, que son: el costo promedio mensual por compra de papelería y útiles, el viático para el rendimiento de cuentas del tesorero en la gobernación departamental como el 10% del valor del ingreso que por ley se adjudica al tesorero del comité, compra de insumos y las reparaciones para el mantenimiento del sistema, dando un costo de Q 1,500.00 * 12= Q 18,000.00/ año.

Tarifa adoptada

Al integrar el costo anual de cada una de las actividades a realizar para el abastecimiento de agua potable se calcula:

1 fontanero=	Q	15,600.00
Consumo anual de cloro=	Q	17,700.00
Reparaciones y gastos indirectos=	Q	18,000.00
MONTO TOTAL=	Q	51,300.00/ año

MONTO TOTAL= Q 4,275.00/ mes

Tarifa por vivienda mensual.

$$TARIFA = \frac{Q4,275.00}{321viviendas} \quad TARIFA = Q 13.32 / mes.$$

2.1.7 Evaluación de impacto ambiental

Para la elaboración de un diagnóstico ambiental, primero debe familiarizarse con el tema del medio ambiente, el cual es un sistema de elementos bióticos, abióticos, socioeconómicos, culturales y estéticos que interactúan entre sí, en permanente modificación por la acción humana o natural y que afectan o influyen sobre las condiciones de vida de los organismos, incluyendo al ser humano.

Los problemas de degradación ambiental, que incluyen la alteración de los sistemas ambientales, la amenaza a la vida salvaje, la destrucción de los recursos naturales, son frecuentemente resumidos bajo el término de crisis ambiental, debido a que los cambios que el ambiente está sufriendo son lo suficientemente justificados para llegar al nivel de una crisis o amenaza natural.

Todo plan de manejo ambiental como mínimo debe contener: a) medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. b) consideraciones ambientales en el proyecto de Ingeniería de la alternativa seleccionada, c) manual de operación y mantenimiento y d) plan de seguimiento o monitoreo ambiental.

El plan de manejo ambiental contiene medidas de mitigación a considerar en el análisis de alternativas. Éstas se desarrollarán en la etapa de planificación, ejecución y operación del proyecto. A continuación se presentan para la etapa de operación.

a) Tabla X. Impacto ambiental, etapa de operación

ETAPA DE OPERACIÓN		
ACTIVIDADES	IMPACTOS NEGATIVOS	MEDIDAS DE MITIGACION
<p>Avance de la frontera agrícola, explotación maderera, presión de la comunidad en el área de la fuente por demanda de leña o bien expansión de las áreas de pastoreo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Disminución del área boscosa de la cuenca. ➤ Disminución de capacidad de la fuente por efecto de la deforestación. ➤ Contaminación del suelo y cuerpos de agua por plaguicidas, herbicidas y residuos de abonos; como consecuencia del avance de la frontera agrícola o ganadera en el área de la cuenca. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Circular el área de la captación, para evitar el ingreso de animales. ➤ Motivar y capacitar a la población en el manejo de la conservación de las fuentes de agua. ➤ Incentivar la organización de las comunidades para que vigilen que el manejo integral de la cuenca y la conservación del recurso hídrico sea adecuado.
<p>Comprobación de caudales; presiones; funcionamiento de tubería, obras y</p>	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Asegurar que los caudales y presiones de diseño son los que recibe la población.

accesorios.		
Calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios. ➤ Amenaza a la salud por déficit en calidad del producto. ➤ Incrementos en los gastos de salud. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Potabilizar el agua de manera de que sea apta para el consumo humano. ➤ Establecimiento de un programa de vigencia de la calidad del agua.

Continua

Continuidad del servicio	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Amenaza a la salud por déficit en cantidad de intercepciones del servicio. ➤ Malestar de los usuarios. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Garantizar que habrá suficiente cantidad de agua y que el servicio será continuo. ➤ Establecer un programa de prestación de servicio a fin de garantizar la continuidad. Cuando es inevitable la interrupción del servicio o bien se presta por determinadas horas o días, es imprescindible el establecimiento de un programa de gestión social que se encargue de mantener a la población bien informada y hacerle entender que por el momento no existe otra solución.
Reparación y mantenimiento de tuberías, accesorios, obras y equipos.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Malestar de los usuarios por la interrupción del servicio. ➤ Incremento en los gastos 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Capacitación continua a los operarios del sistema. ➤ Pago de tarifa.

b) Descripción de actividades para la construcción del proyecto.

Actividades preliminares:

- Trazo, preparación de paso y zanjeo
- Chapeo y limpieza general

- Construcción de bodega para materiales temporales

Obra civil:

- Limpieza
- Excavación de zanjas para tuberías
- Armado y fundición de estructuras de concreto
- Construcción de estructuras de concreto ciclópeo
- Instalación de tuberías de conducción
- Relleno de zanjas
- Construcción de obras de arte
- Instalación de tubería de distribución
- Instalación de conexiones prediales
- Reforestación.
- Uso del sistema.
- Operación y mantenimiento.

b.1) Identificación y valoración de los impactos

Se hará una identificación de los impactos y su origen, sin mostrar un valor cuantitativo de ese impacto; sin embargo por la importancia del proyecto a la comunidad hará que se beneficien no sólo en lo económico si no en la salubridad. Se mencionarán algunos elementos ambientales fundamentales, que en un proyecto de agua deben de considerarse:

- 1) Características físicas:** entre estas características se pueden mencionar: tierra, agua y atmósfera.
- 2) Condiciones biológicas:** flora y fauna.

3) Factores culturales: uso del suelo, ética e interés humano.

4) Relaciones ecológicas: salinización de recursos hídricos, insectos y enfermedades.

5) Factores socioeconómicos: comercio, empleo, tránsito y vehículos.

Para evaluar el proyecto en su conjunto es necesario basarse en resultados donde se haga un balance entre el beneficio contra el impacto que se tendrá durante la construcción y operación del proyecto.

Algunos de los elementos afectados durante la construcción que tienen impactos negativos pero mitigables son:

1. Características físicas: Tierra y agua.
2. Condiciones biológicas: Flora.
3. Factores culturales: Uso del suelo y actividades.
4. Relaciones ecológicas: Salinización de recurso hídrico, insectos.

Los factores y elementos que no se mencionan tienen impactos positivos o su impacto negativo es casi inexistente. Evaluando el proyecto en conjunto, se harán algunas mitigaciones necesarias, las que permitirán que el proyecto tenga un impacto equilibrado y por consecuencia, aceptable.

2.1.8 Evaluación socio – económica

Cuando se analizan los costos se determina el impacto socioeconómico del proyecto; es decir, se enfatizará en los beneficios de los habitantes, ya que contarán indefinidamente con el servicio de agua potable, por lo menos hasta

que culmine su período de diseño y se vuelva a realizar otro estudio para poder investigar los cambios tanto económicos como naturales, culturales y otros.

Como todo proyecto de beneficio comunitario, debe de involucrarse a los beneficiarios directos; en la construcción de la ampliación del sistema de agua potable fase II, de los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas del municipio de Teculután, departamento de Zacapa, deben aportar la mano de obra no calificada, también se deben involucrar en la parte legal del proyecto, gestionando los derechos de paso de la tubería de agua potable. Además, la comunidad debe comprometerse en hacer sostenible el proyecto, para darle mantenimiento y operación; éste compromiso radica en concienciar a los beneficiados del pago de una cuota por el servicio con un monto considerable.

Se tiene por otra parte el impacto económico social del proyecto, donde se analiza no solo el costo monetario, sino las bondades desde el punto de vista de los aspectos que tienen impacto en la colectividad, los cuales son:

- El ahorro familiar de los habitantes de los caseríos El Arco, Las Anonas y El Astillero del municipio de Teculután será incrementado al disminuir los gastos de medicina para aliviar enfermedades gastrointestinales y otras que se pueden generar por hacer uso de agua no tratada.
- Mejorará la calidad de vida de los habitantes, higiene y salud, que incidirán en el desarrollo de la comunidad.

- Habrá bienestar de la comunidad por contar con el servicio de agua potable.

Por lo tanto, los beneficios de este proyecto van en función de mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad.

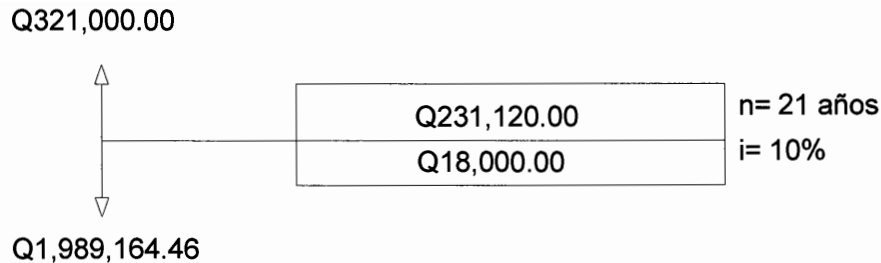
2.1.8.1 Valor presente neto

La municipalidad de Teculután pretende invertir Q1, 989,164.46 en la ejecución del proyecto, de la red de agua potable, para los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q1, 200.00 mensuales. Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q500.00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q16.78. Suponiendo una tasa del 10% al final de los 21 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Tabla XI. Costos de la red de distribución de agua potable

	Operación	Resultado
Costo inicial	Q 1,989,164.46	Q 1,989,164.46
Ingreso inicial	(1,000.00 Q/viv)(321 viv)	Q 321,000.00
Costos anuales	(Q 1500 Q/mes)(12 mes)	Q 18,000.00
Ingresos anuales	(Q 60.00Q/viv /mes)(321 viv)(12 mes)	Q 231,120.00
Vida útil, en años		21 años

Una forma de analizar éste proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 10%.



Si se utiliza el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos se tiene:

$$VPN = -1,989,164.46 + 321,000.00 - 18,000.00(1 + 0.10)^{21} + 231,120.00(1 + 0.10)^{21}$$

$$VPN = 91,080.96$$

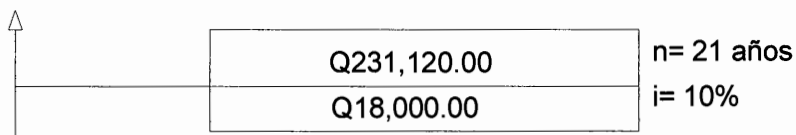
Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es sólo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social, político o a la misma naturaleza que circunda el proyecto, es por ello que la decisión debe tomarse con mucho tacto.

2.1.8.2 Tasa interna de retorno

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía construir el sistema de la red de agua potable para los caseríos El Arco, El Astillero y Las Anonas; con un costo inicial aproximado de Q1, 989,164.46. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q18, 000.00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q231, 120.00, por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión predial, éste será de Q321, 000 por el total de 321 viviendas existentes, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 21 años, que es la vida útil del sistema.

1. Se realiza la gráfica del problema

Q321,000.00



2. Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).

a). Se utiliza una tasa de interés $i = 10\%$

$$VPN = -1,989,164.46 + 321,000.00 - 18,000.00(1 + 0.10)^{21} + 231,120.00(1 + 0.10)^{21}$$
$$VPN = 91,080.96$$

b). Se utiliza una tasa de interés de $i = 8\%$

$$VPN = -1,989,164.46 + 321,000.00 - 18,000.00(1 + 0.08)^{21} + 231,120.00(1 + 0.08)^{21}$$
$$VPN = -595,353.82$$

4. Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\left[\begin{array}{l} 10\% \rightarrow 91,080.96 \\ i \rightarrow 0 \\ 8\% \rightarrow -595,353.82 \end{array} \right]$$

5. Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$VPN = -1,989,164.46 + 321,000.00 - 18,000.00(1 + 0.10)^{21} + 231,120.00(1 + 0.10)^{21}$$
$$VPN = 91,080.96$$

$$\frac{10-i}{10-8} = \frac{91,080.96}{91,080.96 - (-595,353.82)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 8.944230576\%$, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

2.1.9 Integración de costos

El presupuesto se elaboró utilizando algunos materiales locales y la mano de obra con base en los salarios que la municipalidad asigna.

(Ver anexo 4).

CONCLUSIONES

- 1) Para mejorar el servicio de agua potable que se le presta a la población del municipio de Teculután, se dispuso por parte del alcalde de la comunidad y representantes de la Oficina Municipal de Planificación y COCODES, quienes llevan a cabo el diseño de la segunda fase del sistema de agua potable para los caseríos El Arco, Las Anonas y El Astillero, para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.
- 2) Con la segunda fase del sistema de agua potable, se estará abasteciendo a cada familia del vital líquido en cualquier época del año, dicha fase consiste en la continuación del diseño de la línea de conducción y el diseño de la línea de distribución para cada caserío.
- 3) Con el mejoramiento que se le dará al sistema de agua potable, tiene un costo de Q1, 989,164.46; se beneficiará a 321 familias que habitan en los respectivos caseríos; y, de esta forma, se está contribuyendo al desarrollo humano y bienestar social y económico de la población.
- 4) El Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- permite conocer a profundidad la situación en que se encuentran las comunidades del interior de la República. Con el trabajo de campo se hace un mejor estudio para diseñar con certeza, los proyectos de infraestructura que se

adecúan a las necesidades de la comunidad, contribuyendo de ésta manera, con un servicio para la población guatemalteca.

RECOMENDACIONES

- 1) Es necesario concientizar a la población sobre el uso racional del agua potable, para poder conservar las fuentes, e instruirles sobre la necesidad de pagar el consumo mensual, para el funcionamiento del sistema, porque los sistemas de agua potable tienen que ser auto sostenibles.
- 2) La Oficina Municipal de Planificación deberá exigir el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos a la entidad ejecutora del proyecto.
- 3) Mantener en vigencia los manuales de mantenimiento del sistema.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Alfaro Véliz, Luis Gregorio. Planificación y diseño de la red de agua potable para la aldea Los Cerritos, del municipio de Sansare, El Progreso. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2,000.
- 2) Bravo Ovalle, Edgar Edmundo. Diseño del sistema de agua potable aldea Palibatz, municipio de Joyabaj, Quiché. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003.
- 3) Nilson, Arthur H. y George Winter. **“Diseño de estructuras de concreto”**. 12ª ed. México: Editorial McGraw-Hill, 1991.
- 4) **“Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales”**. UNEPAR, 1991
- 5) Perdomo Cordon, Danilo Antonio. Guía teórica y práctica del curso “Concreto Armado I”. Trabajo de graduación de Ingeniería Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1987.
- 6) Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales. 2da. ed. INFOM, Guatemala, 1997.
- 7) Normas Coguanor 29-001 (octubre 2008)
- 8) WWW.Insivumeh.gob.gt (octubre 2008)

ANEXO 1

NORMAS COGUANOR 29-001

ANEXO 1

NORMAS COGUANOR 29 001

CARACTERÍSTICAS Y ESPECIFICACIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Características Físicas

TABLA XII. Características físicas. Límite máximo aceptable y límite máximo permisible que debe tener el agua potable

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Potencial de Hidrógeno (2)	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5
Sólidos totales	500.0 mg/L	1 000.00 mg/L
Temperatura	15.0 - 25.0 oC	34.0oC
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT o UJT	15.0 UNT o UJT

(1) Unidades de color en la escala de Platino-Cobalto

(2) en unidades de Ph

(3) Unidades de turbiedad, sea en unidades Jackson (UJT) o unidades nefelométricas

(UNT). Estas siglas deben considerarse en la expresión de los resultados.

Conductividad eléctrica. El agua potable deberá tener una conductividad de 100 a 750 Mho/cm a 25° C

Características químicas del agua potable

De preferencia, los resultados de los análisis deben expresarse en miligramos por litro. (mg/L) o en términos de miliequivalentes por litro (me/L).

La ventaja de expresar los resultados en términos de me/L es que los aniones (iones cargados negativamente) y los cationes (iones cargados positivamente) pueden sumarse separadamente y compararse para comprobar la exactitud del análisis.

Tabla XIII. Las características químicas del agua potable se indican en la tabla siguiente: sustancias químicas con sus correspondientes límites máximos aceptables y límites máximos permisibles¹

Características	LMA en miligramos/litro	LMP en miligramo/litro
Detergentes Aniónicos	0.2000	1.000
Aluminio (Al)	0.050	0.100
Amoníaco	- - -	1.500
Bario (Ba)	- - -	1.000
Calcio	75.000	150.000
Cinc (Zn)	3.000	7.000
Cloruro (Cl ⁻)	100.000	250.000
Cobre (Cu)	0.050	1.500
Dureza total (CaCO ₃)	100.000	500.000
Hierro total (Fe)	0.100	1.000
Magnesio (Mg)	50.000	100.000
Manganeso (Mn)	0.050	0.500

Niquel (Ni)	0.010	0.020
Nitrato	---	45.000
Nitrito	---	0.010
Substancias fenólicas	0.001	0.002
Sulfato (SO ₄ ⁻⁻)	100.000	250.000 ¹

Agua clorada: la cloración de los abastecimientos públicos de agua representa el proceso más importante usado en la obtención de agua de calidad sanitaria adecuada. “potable”. La desinfección por cloro y sus derivados significa una disminución de bacterias y virus hasta una concentración inocua, por lo que en la tabla XIV se hace referencia a los límites adecuados de concentración de cloro libre residual; que es aquella porción del cloro residual total que sea “libre” y que sirva como medida de capacidad para oxidar la materia orgánica. Relación entre cloro residual libre y sus respectivos límites máximos y mínimos permisibles.

Tabla XIV. Límites máximos y mínimos permisibles

Substancias	LMA	LMP
Cloro Residual libre	0.5 miligramos/litro	1.0 miligramos/litro
<p>a) El límite máximo aceptable, seguro y deseable de cloro residual libre, en los puntos más alejados del sistema de distribución es de 0.5 mg/L, después de, por lo menos, 30 min. De contacto, a un pH menor de 8.0, con el propósito de reducir en un 99.99% la concentración de virus entérico.</p> <p>b) En aquellas ocasiones en que amenacen o prevalezcan brotes de enfermedades de origen hídrico, el residual de cloro puede mantenerse en un límite máximo permisible de 2.0 mg/L, haciendo caso omiso de los olores y sabores en el agua de consumo. Deben tomarse medidas similares en los casos de interrupción o bajas en la eficiencia de los tratamientos para potabilizar el agua.</p>		

Límites de toxicidad. En la tabla XV se indican algunas sustancias o compuestos químicos que al sobrepasar el límite máximo permisible, causan toxicidad en el agua potable.

Tabla XV. Límites de toxicidad¹

Substancia	Límite máximo permisible en mg/L
Arsénico (As)	0.050
Boro (B)	1.000
Cadmio (Cd)	0.010
Cianuro (CN ⁻)	0.050
Cromo (Cr)	0.050
Mercurio (Hg)	0.002
Plata (Ag)	0.050
Plomo (pb)	0.100
Selenio (Se)	0.010

Limites de sustancias biocidas. Los nombres de las sustancias biocidas orgánicas sintéticas, así como el límite máximo permisible se describen en la tabla XVI.

Tabla XVI. Límites máximos permisibles en compuestos biocidas¹

Compuestos	Límites de tolerancia permitidos en	Mg/L
Aldrín y Dieldrín	17	0.017
Atrazina	2	0.002
Clordano	3	0.003
Compuestos órgano fosforados y		
DDT	100	0.100
Endrín	1	0.022
Heptacloro y Heptacloro epóxido	18	0.018
Lindano	56	0.056
Metoxicloro	35	0.035
Toxafeno	25	0.025
MCPA	20	0.020
Permetrina	20	0.020
Propanil	20	0.020
Simazina	2	0.002
Trifluralina		
Herbicidas clorofenoxi		
2,4 - D (1)	100	0.100
2,4,5 - TP(2)	100	0.100
2,4,5 - T (3)	100	0.100
(1) 2,4 - D (2,4. Aido diclorofenoxiacético)		

Características bacteriológicas

Las características para agua potable estipulan el número permisible de microorganismos coliformes, en términos de las porciones normales de volumen y del número de porciones que se examinan, con esta finalidad se establecen las opciones siguientes.

Método de los tubos múltiples de fermentación.

Para nuevas introducciones de agua potable, en la evaluación de las plantas de depuración y evaluaciones anuales. Se aplica la prueba de 15 tubos, se examinan 5 tubos con porciones de 10 cm³ 5 tubos con porciones de 1 cm³ y 5 tubos con porciones de 0.1 cm³, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 2.0 coliformes en 100 cm³ de agua, lo que se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

Casos en los cuales ya se tiene un historial o cuando una muestra para beber es analizada para determinar si cumple con lo establecido en la tabla XVII de esta norma. Se permiten las opciones siguientes:

- a) 5 tubos con porciones de muestra de 10 cm³. La ausencia de gas en todos los tubos, se expresa como número más probable menor de 2.2 coliformes en 100 cm³ de agua;

b) 10 tubos con porciones de muestra de 10 cm³ cada una, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 1.1 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra es adecuada para el consumo humano;

c) 5 tubos con porciones de muestra de 20 ml cada una, la ausencia de gas en todos los tubos se expresa como número más probable menor de 1.1 coliformes en 100 ml de agua, lo que se interpreta como que esa muestra aislada es adecuada para el consumo humano.

d) Prueba de presencia ausencia (P-A de coliformes). Es una simplificación del procedimiento de los tubos múltiples. La información que se obtiene es cualitativa en relación con la presencia o ausencia de coliformes. Consiste en analizar un volumen o porción de 100 ml de agua para cultivo simple en una botella con el medio de cultivo P-A. Una prueba presuntiva de la presencia de un color de púrpura a amarillo. Como en el método de los tubos de fermentación múltiple una prueba presuntiva positiva debe ser confirmada con las pruebas complementarias de coliformes totales y/o fecales. El agua se considera adecuada para consumo humano cuando hay ausencia de coliformes en 100 ml de agua.

Método por la membrana de filtración. El volumen de muestra de agua a utilizar con la membrana de filtración es de 100 ml. Se acepta como límite una colonia de coliformes totales y ausencia de **Escherichia coli** en 100 ml de agua. La ausencia de coliformes se interpreta como que esa muestra aislada satisface la norma de calidad y el agua es adecuada para el consumo humano.

Tabla XVII. Calidad bacteriológica del agua potable

ORGANISMOS	LIMITES
TODA EL AGUA DE BEBIDA Coliformes fecales (termorresistentes) ^b	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.
AGUA TRATADA QUE LLEGA AL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Coliformes fecales (termorresistentes) ^b Coliformes totales	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml.
AGUA TRATADA QUE SE HALLA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN. Coliformes fecales (termorresistentes) ^b Coliformes totales	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml. En caso de los grandes sistemas de abastecimientos, cuando se examinen suficientes muestras, deberán estar ausentes en el 95% de las muestras tomadas durante cualquier período de 12 meses ¹ .

a) si se detectan E. Coli o bacterias coliformes en general,¹ deben adoptarse inmediatamente medidas para investigar la situación, en caso de las bacterias

coliformes en general, se debe, como mínimo, repetir el muestreo; si las bacterias se detectan también en la nueva muestra, se deben realizar inmediatamente nuevas investigaciones para determinar la causa.

b) E. Coli es el indicador más preciso de contaminación fecal. El recuento de coliformes fecales (termorresistentes) es una opción aceptable.

Los coliformes totales no son un indicador aceptable de la calidad sanitaria del abastecimiento de agua en las zonas rurales.

Se establece el número de muestras en relación a la población servida de acuerdo con la tabla que sigue.

Tabla XVIII. Frecuencia mínima de la toma de muestras del agua de bebida en el sistema de distribución

Población abastecida	No. De muestras mensuales
Menor de 5000	1 muestra
5000 - 100 000	1 muestra por 5000 usuarios
más de 100 000	1 muestra por 10 000 usuarios, más 10 muestras adicionales
Las frecuencias recomendadas en las mínimas necesarias para exámenes microbiológicos rutinarios. Es necesario la obtención de exámenes microbiológicos más frecuentes en circunstancias desfavorables o en inmediato peligro de contaminación. ¹	

ANEXO 2

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO Y FÍSICOQUÍMICO



LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
 "DOCTORA ALBA TABARINI MOLINA"
 CENTRO DE INVESTIGACIONES (CII)
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12

O.T. No. 22 021		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-293737	
INTERESADO	<u>Facultad de Ingeniería</u>	PROYECTO:	<u>CONTROL DE CALIDAD DE AGUA</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Héctor David Coy P.</u>	DEPENDENCIA:	<u>USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Las Anonas, El Arco y el Astillero</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2007-08-03; 11 h 30 min.</u>		
FUENTE:	<u>Río de Teculután</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2007-08-07; 15 h 00 min</u>		
MUNICIPIO:	<u>Teculután</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>En refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO:	<u>Zacapa</u>	SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Reg. Cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Lig. Turbio</u>	ASPECTO:	<u>Lig. Turbio</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>
OLOR:	<u>Inodora</u>	OLOR:	<u>Inodora</u>		


INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

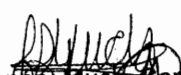
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	++++-
01,00 cm ³	+++++	+++--	+----
00,10 cm ³	+++++	+++--	-----
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		170	17

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 20TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

CONCLUSION Bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección.

Guatemala, 2007-08-23

Vo.Bo. 
 Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
 DIRECTOR CII/USAC


 Zenón Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio





**LABORATORIO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA
ESCUELA REGIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y RECURSOS HIDRÁULICOS (ERIS) -CENTRO
DE INVESTIGACIONES (CII)
DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA
CIUDAD UNIVERSITARIA, ZONA 12**

O.T. No. 22 021		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 22 874	
INTERESADO:	FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO:	CONTROL DE CALIDAD		
RECOLECTADA POR:	Héctor David Coy P.	DEPENDENCIA:	U S A C		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Casero Las Anonas, El Arco y El Astillero	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2007-08-03; 11 h 30 min.		
FUENTE:	Rio de Teculután	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2007-08-07; 15 h 00 min.		
MUNICIPIO:	Teculután	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración		
DEPARTAMENTO:	Zacapa				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Lig. Turbio	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	... ° C
2. COLOR:	21,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	87,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	04,20 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,50 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,29	6. CLORUROS (Cl ⁻)	06,00	11. SOLIDOS TOTALES	61,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,11	12. SOLIDOS VOLÁTILES	12,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	04,18	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	02,00	13. SOLIDOS FIJOS	49,00
4. CLORO RESIDUAL	----	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,10	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	07,00
5. MANGANESO (Mn)	00,012	10. DUREZA TOTAL	66,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	46,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	50,00	50,00		

OTRAS DETERMINACIONES

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física aspecto ligeramente turbio (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 20TH EDITION 2 000, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2007-08-23

Vo.Bo.

Ing. Oswaldo Romeo Escobar Álvarez
DIRECTOR CHASAC



Zenón Mucón Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



APÉNDICE 1

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

PROYECTO: DISEÑO DE AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE

UBICACIÓN: CASERÍOS LAS ANONAS, EL ASTILLERO Y EL ARCO, TECULUTÁN

DEPARTAMENTO: ZACAPA

FECHA: JULIO DE 2009

DATOS DE DISEÑO

Total de viviendas	321	
Densidad por vivienda	5	habitantes/vivienda
Población actual	1,605	habitantes
Tasa de crecimiento	3.2	%
Dotación	120	lt/hab/día
Período de diseño	21	años
Población futura	3,110	habitantes
Qmedio diario	4.32	lt/seg
F.D.M (1.2 a 1.5 Pf < 1,000; 1.2 Pf > 1,000)	1.2	
F.H.M (2 a 3 Pf < 1,000; 2 Pf > 1,000)	2	

LINEA DE CONDUCCIÓN

CÁLCULO 1/2

POR GRAVEDAD

TRAMO DE ESTACIÓN 0 A ESTACIÓN 108

Q de conducción (Q. diario máximo)	5.19	Lts/seg	
Cota de terreno inicial	440	m	
Cota de terreno final	388	m	
Carga dinámica	20	m	
Carga disponible	32	m	
Longitud tramo	3535.67	m	
Longitud Real del Tramo (+5%)	3712.45	m	
Coefficiente "C"	150		
FÓRMULA A UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS"			
Diámetro Teórico (en Plg)	3.43		
Diámetro 1 (Interno en Plg)	4.154	<u>4</u>	<u>160 PSI</u>
Diámetro 2 (Interno en Plg)	3.23	<u>3</u>	<u>160 PSI</u>

Hf diámetro 1	12.49		
Hf diámetro 2	42.52		
Longitud diámetro 1	1300.53		
Longitud diámetro 2	2411.92		
No. de tubos de diámetro 1	217		
No. de tubos de diámetro 2	402		
Hf real 1	4.38	m	
Hf real 2	27.63	m	
Sumatoria de pérdidas	32.01	mca	
Cota piezométrica 1	435.62	m	
Cota piezométrica 2	407.99	m	OK
Velocidad diámetro 2	0.99	m/seg	
Chequeo de velocidad	0.4m/s<V<=4m/s		OK
Velocidad diámetro 1	0.60	m/seg	
Chequeo de velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Presión dinámica	0	m	

RESUMEN: SE USARÁN 217 TUBOS PVC DE 160 PSI CON DIÁMETRO DE 4", Y 402 TUBOS PVC DE 160 PSI CON DIÁMETRO DE 3"

VOLUMEN DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN			POR GRAVEDAD
CÁLCULO 2/2			
UBICADO EN ESTACIÓN 108			
Referencia % volumen: 1000<PF<5000, 50%	PF<1000, 40%	PF>5000, 55%	
Qmedio diario	4.32	lt/seg	
Volumen del tanque	150	Metros cúbicos	
% para el volumen del tanque 25% - 40%			
Dimensiones del tanque			
Altura efectiva	2.0	m	
Ancho	6.1	m	
Largo	12.2	m	

APÉNDICE 2

PRESUPUESTO SISTEMA DE ABASTECIMIENTO Y CRONOGRAMA FÍSICO FINANCIERO

**CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS
UNITARIOS Y COSTOS**

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II

UBICACIÓN: CASERÍOS EL ARCO, LAS ANONAS Y EL ASTILLERO; TECULUTÁN ZACAPA

LONGITUD TOTAL: 12,020.63 ml

FECHA: JULIO DE 2009

No.	DESCRIPCION DE RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.01	Replanteo Topográfico y Trazo	12,020.63	ml	Q 15.69	Q 188,567.62
	TOTAL DE RENGLON				Q 188,567.62
2.00	LINEA DE CONDUCCIÓN				
2.01	Tubería de Conducción	3,535.67	ml	Q 118.24	Q 418,056.89
	TOTAL DE RENGLON				Q 418,056.89
3.00	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN				
3.01	Tanque de Distribución 60M ³	1.00	Global	Q 132,440.63	Q 132,440.63
	TOTAL DE RENGLON				Q 132,440.63
4.00	LINEA DE DISTRIBUCIÓN				
4.01	Tubería de Distribución	7,963.06	ml	Q 109.55	Q 872,325.49
4.02	Pasos Zanjón Tipo 1	7.00	Unidad	Q 1,051.69	Q 7,361.83
4.03	Pasos Zanjón Tipo 2	8.00	Unidad	Q 875.94	Q 7,007.52
4.04	Válvula de Limpieza + Caja	6.00	Unidad	Q 2,295.88	Q 13,775.29
4.05	Válvula de Aire + Caja	12.00	Unidad	Q 2,295.88	Q 27,550.58
4.06	Conexiones Predial	321.00	Unidad	Q 1,003.36	Q 322,078.62
	TOTAL DE RENGLON				Q 1,250,099.32
	COSTO TOTAL DE LA OBRA				Q 1,989,164.46

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO

DURACION DE LA OBRA: 5 MESES (20 SEMANAS)

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II
 UBICACIÓN: CASERÍOS EL ARCO, LAS ANONAS Y EL ASTILLERO, TECULITÁN, ZACAPA
 LONGITUD TOTAL: 12,020.63 ML
 FECHA: JULIO DE 2009

N.º	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	% POR RENGLO	COSTO POR RENGLO	MESES																					
						MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5																	
						S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18	S-19	S-20		
1.00	TRABAJOS PRELIMINARES																										
1.01	Replanteo Topográfico y Trazo	12,020.63	ml	9.48%	Q 188,567.62																						
2.00	LINEA DE CONDUCCIÓN																										
2.01	Tubería de Conducción	3,535.67	ml	21.02%	Q 418,056.89																						
3.00	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																										
3.01	Tanque de Distribución 60MP	1.00	Global	6.66%	Q 132,440.63																						
4.00	LINEA DE DISTRIBUCIÓN																										
4.01	Tubería de Distribución	7,963.06	ml	43.85%	Q 872,325.49																						
4.02	Pasos Zanjón Tipo 1	7.00	Unidad	0.37%	Q 7,361.82																						
4.03	Pasos Zanjón Tipo 2	8.00	Unidad	0.35%	Q 7,007.52																						
4.04	Válvula de Limpieza + Caja	6.00	Unidad	0.69%	Q 13,775.29																						
4.04	Válvula de Aire + Caja	12.00	Unidad	1.39%	Q 27,550.58																						
4.06	Conexiones Predial	321.00	Unidad	16.19%	Q 322,078.62																						
				100.00%	Q 1,989,164.46																						
FORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO						19.99%				13.17%				11.77%						38.04%					17.03%		
FORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO ACUMULADO						19.99%				33.16%				44.93%						82.97%					100.00%		
DESEMBOLSO MENSUAL						Q 397,596.07	Q 262,004.70	Q 234,193.54	Q 756,714.16	Q 338,655.99	Q 1,650,508.47	Q 1,989,164.46															
DESEMBOLSO MENSUAL ACUMULADO						Q 397,596.07	Q 659,600.77	Q 893,794.31	Q 1,650,508.47	Q 1,989,164.46																	

SEMANA EN LA CUAL SE EJECUTARÁ EL RENGLO, IDENTIFICADA CON:

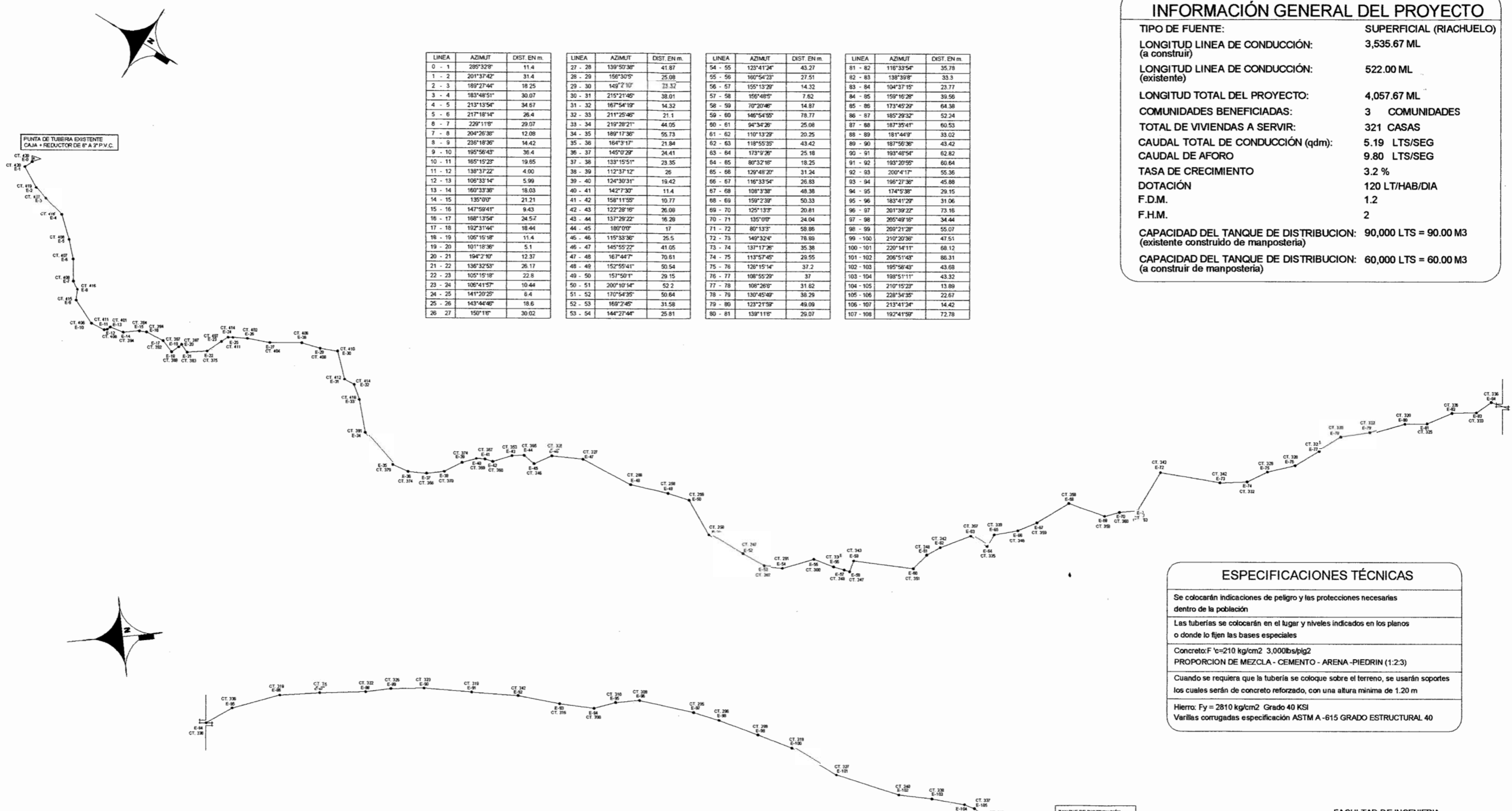
APÉNDICE 3

PLANOS LINEA DE CONDUCCIÓN Y LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

TIPO DE FUENTE:	SUPERFICIAL (RIACHUELO)
LONGITUD LINEA DE CONDUCCIÓN: (a construir)	3,535.67 ML
LONGITUD LINEA DE CONDUCCIÓN: (existente)	522.00 ML
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO:	4,057.67 ML
COMUNIDADES BENEFICIADAS:	3 COMUNIDADES
TOTAL DE VIVIENDAS A SERVIR:	321 CASAS
CAUDAL TOTAL DE CONDUCCIÓN (qdm):	5.19 LTS/SEG
CAUDAL DE AFORO	9.80 LTS/SEG
TASA DE CRECIMIENTO	3.2 %
DOTACIÓN	120 LT/HAB/DIA
F.D.M.	1.2
F.H.M.	2
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCION: (existente construido de manpostería)	90,000 LTS = 90.00 M3
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCION: (a construir de manpostería)	60,000 LTS = 60.00 M3

LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.	LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.	LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.	LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.
0 - 1	289°32'8"	11.4	27 - 28	139°50'38"	41.87	54 - 55	123°41'34"	43.27	81 - 82	118°33'54"	35.78
1 - 2	201°37'42"	31.4	28 - 29	158°30'5"	25.08	55 - 56	160°54'23"	27.51	82 - 83	138°39'8"	33.3
2 - 3	189°27'44"	18.25	29 - 30	149°2'10"	23.32	56 - 57	155°13'29"	14.32	83 - 84	104°37'15"	23.77
3 - 4	183°48'51"	30.07	30 - 31	215°21'45"	38.01	57 - 58	156°48'5"	7.62	84 - 85	159°16'26"	39.56
4 - 5	213°13'54"	34.67	31 - 32	167°54'19"	14.32	58 - 59	70°20'46"	14.87	85 - 86	173°45'29"	64.38
5 - 6	217°18'14"	26.4	32 - 33	211°25'45"	21.1	59 - 60	146°54'55"	78.77	86 - 87	185°29'32"	52.24
6 - 7	229°11'6"	29.07	33 - 34	219°28'21"	44.05	60 - 61	94°34'26"	25.08	87 - 88	187°35'41"	60.53
7 - 8	204°26'36"	12.08	34 - 35	189°17'36"	55.73	61 - 62	110°13'29"	20.25	88 - 89	181°44'9"	33.02
8 - 9	236°18'36"	14.42	35 - 36	164°3'17"	21.84	62 - 63	118°55'35"	43.42	89 - 90	187°56'36"	43.42
9 - 10	195°56'43"	36.4	36 - 37	145°0'28"	24.41	63 - 64	173°9'26"	25.18	90 - 91	193°48'54"	62.82
10 - 11	165°15'23"	19.65	37 - 38	133°15'51"	23.35	64 - 65	80°32'16"	18.25	91 - 92	193°20'55"	60.64
11 - 12	138°37'22"	4.00	38 - 39	112°37'12"	26	65 - 66	129°48'20"	31.24	92 - 93	200°4'17"	55.36
12 - 13	106°33'14"	5.99	39 - 40	124°30'31"	19.42	66 - 67	116°33'54"	26.83	93 - 94	196°27'36"	45.88
13 - 14	160°33'30"	18.03	40 - 41	142°7'30"	11.4	67 - 68	108°3'38"	48.38	94 - 95	174°9'38"	29.15
14 - 15	135°00'7"	21.21	41 - 42	158°11'55"	10.77	68 - 69	159°2'39"	50.33	95 - 96	183°41'29"	31.06
15 - 16	147°59'41"	9.43	42 - 43	122°28'16"	26.08	69 - 70	125°13'3"	20.81	96 - 97	201°39'22"	73.16
16 - 17	168°13'54"	24.52	43 - 44	137°29'22"	16.29	70 - 71	135°0'0"	24.04	97 - 98	205°48'16"	34.44
17 - 18	192°31'44"	18.44	44 - 45	180°0'0"	17	71 - 72	80°13'3"	58.86	98 - 99	209°21'28"	55.07
18 - 19	105°15'18"	11.4	45 - 46	115°33'36"	25.5	72 - 73	149°32'4"	78.89	99 - 100	210°20'36"	47.51
19 - 20	101°18'36"	5.1	46 - 47	145°55'22"	41.05	73 - 74	137°17'26"	35.38	100 - 101	220°14'11"	68.12
20 - 21	194°2'10"	12.37	47 - 48	167°44'7"	70.61	74 - 75	113°57'45"	29.55	101 - 102	206°5'45"	86.31
21 - 22	136°32'53"	26.17	48 - 49	152°59'41"	50.54	75 - 76	126°15'14"	37.2	102 - 103	195°56'43"	43.68
22 - 23	105°15'18"	22.8	49 - 50	157°50'1"	29.15	76 - 77	108°55'29"	37	103 - 104	198°5'11"	43.32
23 - 24	106°41'57"	10.44	50 - 51	200°10'14"	52.2	77 - 78	108°26'0"	31.62	104 - 105	210°15'23"	13.89
24 - 25	141°20'25"	8.4	51 - 52	170°54'35"	50.64	78 - 79	130°45'48"	38.29	105 - 106	228°54'35"	22.67
25 - 26	143°44'46"	18.6	52 - 53	169°2'45"	31.58	79 - 80	123°21'59"	49.09	106 - 107	213°41'24"	14.42
26 - 27	150°1'8"	30.02	53 - 54	144°27'44"	25.81	80 - 81	138°11'6"	29.07	107 - 108	192°41'58"	72.78



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias dentro de la población
- Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijen las bases especiales
- Concreto: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 3,000lbs/plg²
- PROPORCION DE MEZCLA - CEMENTO - ARENA - PIEDRIN (1:2:3)
- Cuando se requiera que la tubería se coloque sobre el terreno, se usarán soportes los cuales serán de concreto reforzado, con una altura mínima de 1.20 m
- Hierro: $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ Grado 40 KSI
- Varillas corrugadas especificación ASTM A -615 GRADO ESTRUCTURAL 40

PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN

AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERÍOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

ESCALA 1:2,500

FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
 O.M.P.
 Oficina Municipal de Planificación

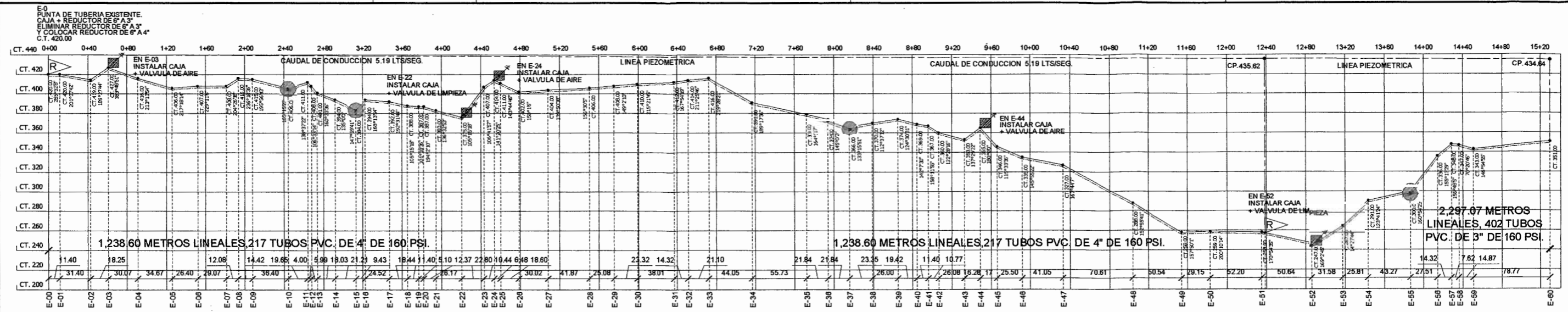
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERÍOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

PLANO DE: PLANTA LINEA DE CONDUCCIÓN

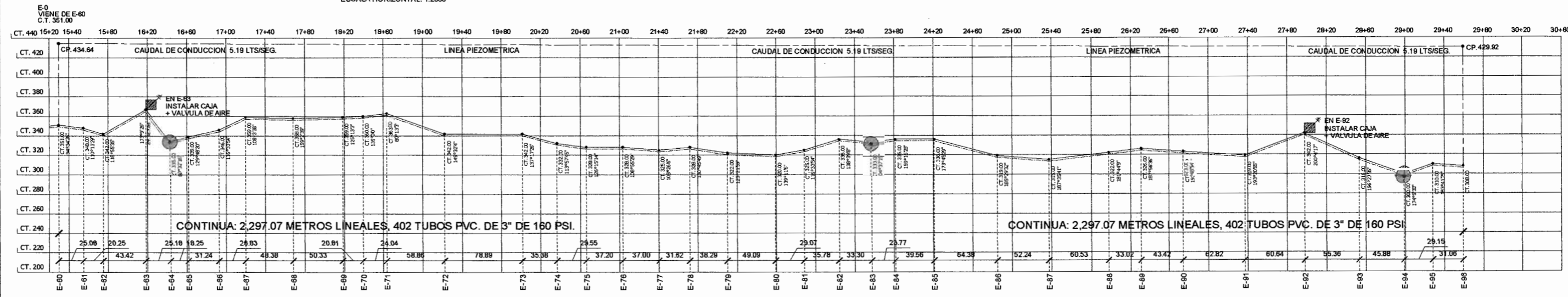
INDICADA: []
 DISEÑO: []
 HECTOR DAVID ROY PAZ
 ASesor(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

H.O.J.A. 11

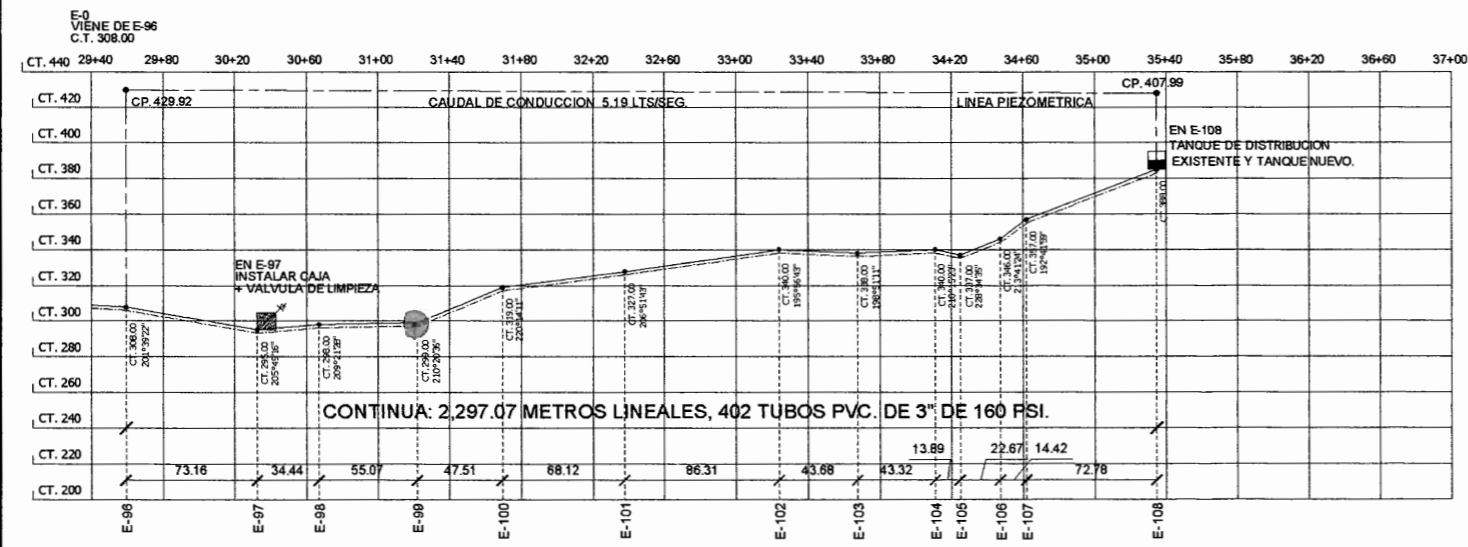
Facultad de Ingeniería
 ASesor DE EPS



PERFILES HIDRAULICOS
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-00 A E-60
 ESCALA VERTICAL: 1:2000
 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFILES HIDRAULICOS
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-60 A E-96
 ESCALA VERTICAL: 1:2000
 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000



PERFILES HIDRAULICOS
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-96 A E-108
 ESCALA VERTICAL: 1:2000
 ESCALA HORIZONTAL: 1:2000

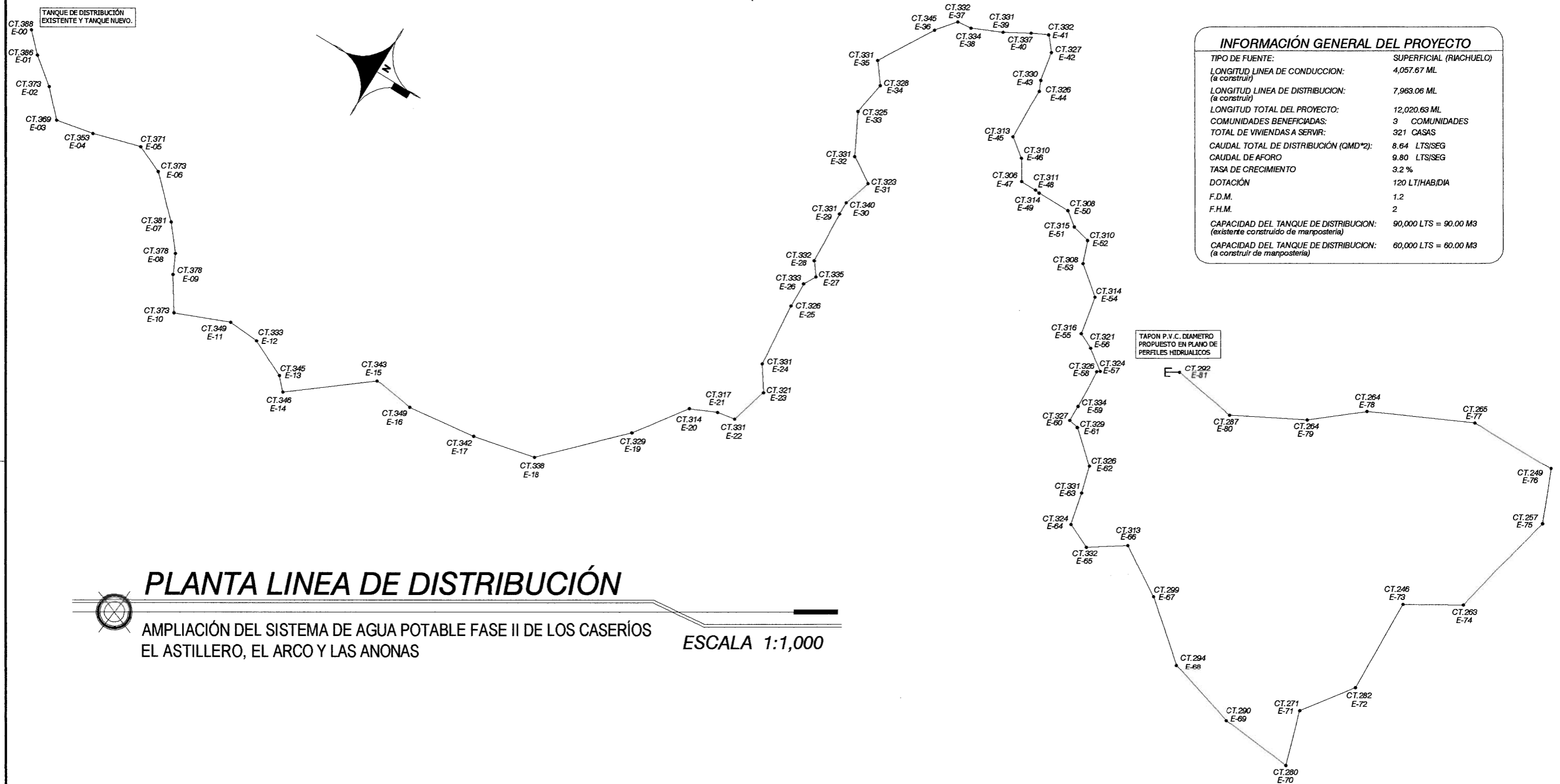
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	Pazo de zanjón
	Reductor
	Tubería
	Línea Piezométrica
	Tanque de distribución
	Estación
	Caja más valvula de aire
	Caja más valvula de limpieza
	C.P. Indica Cota piezométrica
	C.T. Indica cota de terreno
	Línea de terreno
	E-A Indica número de estación
	0+1000 Indica caminamiento



FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
 O.M.P.
 Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERÍOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS
 PLANO DE: PERFILES HIDRAULICOS LINEA DE CONDUCCION

ESCALA: HOJA 2
 ASesor (A) SUPERVISOR (A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 ASesor DE EPS
 Facultad de Ingeniería



INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	
TIPO DE FUENTE:	SUPERFICIAL (RIACHUELO)
LONGITUD LINEA DE CONDUCCION: (a construir)	4,057.67 ML
LONGITUD LINEA DE DISTRIBUCION: (a construir)	7,963.06 ML
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO:	12,020.63 ML
COMUNIDADES BENEFICIADAS:	3 COMUNIDADES
TOTAL DE VIVIENDAS A SERVIR:	321 CASAS
CAUDAL TOTAL DE DISTRIBUCION (QMD*2):	8.64 LTS/SEG
CAUDAL DE AFORO	9.80 LTS/SEG
TASA DE CRECIMIENTO	3.2 %
DOTACION	120 LT/HAB/DIA
F.D.M.	1.2
F.H.M.	2
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCION: (existente construido de mamposteria)	90,000 LTS = 90.00 M3
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCION: (a construir de mamposteria)	60,000 LTS = 60.00 M3

PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION

AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

ESCALA 1:1,000

LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.	LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.	LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.	LINEA	AZIMUT	DIST. EN m.
0 - 1	225°0'0"	33.94	20 - 21	156°11'39"	37.16	40 - 41	153°26'6"	22.36	60 - 61	192°59'41"	13.34
1 - 2	218°27'13"	43.42	21 - 22	170°8'3"	23.35	41 - 42	230°11'40"	23.43	61 - 62	221°54'21"	52.4
2 - 3	225°54'34"	44.55	22 - 23	105°56'43"	50.96	42 - 43	259°33'45"	38.64	62 - 63	254°3'17"	36.4
3 - 4	168°27'55"	50.01	23 - 24	55°53'8"	37.44	43 - 44	245°13'29"	14.32	63 - 64	256°36'27"	43.17
4 - 5	163°48'39"	64.56	24 - 25	84°33'35"	84.38	44 - 45	268°18'55"	68.03	64 - 65	205°6'53"	35.34
5 - 6	203°57'45"	39.4	25 - 26	88°15'51"	33.02	45 - 46	216°52'12"	30	65 - 66	146°18'36"	54.08
6 - 7	224°23'49"	67.18	26 - 27	119°21'28"	18.36	46 - 47	238°23'33"	30.53	66 - 67	211°21'26"	74.95
7 - 8	230°54'22"	41.23	27 - 28	52°35'41"	21.4	47 - 48	180°0'0"	21	67 - 68	220°16'19"	94.37
8 - 9	244°21'32"	27.73	28 - 29	86°40'56"	69.12	48 - 49	189°27'44"	6.08	68 - 69	196°55'39"	96.17
9 - 10	237°15'53"	49.93	29 - 30	90°0'0"	17	49 - 50	180°0'0"	43	69 - 70	185°21'21"	96.42
10 - 11	157°54'46"	74.46	30 - 31	106°59'27"	37.64	50 - 51	217°52'30"	22.8	70 - 71	72°33'10"	73.38
11 - 12	184°11'6"	41.11	31 - 32	32°28'16"	39.12	51 - 52	194°37'15"	23.77	71 - 72	126°8'7"	78.01
12 - 13	205°8'41"	54.13	32 - 33	62°33'37"	58.59	52 - 53	249°13'40"	31.02	72 - 73	88°10'2"	125.06
13 - 14	226°50'51"	21.93	33 - 34	99°2'22"	44.55	53 - 54	218°51'12"	46.23	73 - 74	149°9'44"	78.03
14 - 15	141°37'57"	122.44	34 - 35	52°25'53"	32.8	54 - 55	258°41'24"	50.99	74 - 75	102°54'27"	147.73
15 - 16	187°23'10"	54.45	35 - 36	120°15'23"	83.35	55 - 56	206°33'54"	22.36	75 - 76	66°35'43"	73.01
16 - 17	173°1'54"	90.67	36 - 37	128°39'35"	32.02	56 - 57	215°8'3"	33.02	76 - 77	359°30'6"	115
17 - 18	167°28'16"	82.98	37 - 38	173°59'28"	19.1	57 - 58	323°7'48"	5	77 - 78	334°42'43"	140.46
18 - 19	134°22'38"	130.12	38 - 39	155°53'52"	41.63	58 - 59	266°38'1"	51.09	78 - 79	320°11'40"	78.1
19 - 20	125°27'20"	81.02	39 - 40	150°38'32"	36.72	59 - 60	267°16'25"	21.02	79 - 80	332°9'43"	100.65
									80 - 81	9°27'44"	85.16

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias dentro de la población

Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos o donde lo fijan las bases especiales

Concreto: $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ 3,000 lbs/plg²

PROPORCION DE MEZCLA - CEMENTO - ARENA - PIEDRIN (1:2:3)

Quando se requiera que la tubería se coloque sobre el terreno, se usarán soportes los cuales serán de concreto reforzado, con una altura mínima de 1.20 m

Hierro: $F_y = 2810 \text{ kg/cm}^2$ Grado 40 KSI

Varillas corrugadas especificación ASTM A - 615 GRADO ESTRUCTURAL 40



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

PLANO DE: PLANTA GENERAL DE DISTRIBUCION

ESCALA: 1:1,000

H O J A: 3

FECHA: 11

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ASOCIACION SUPERVISORAS DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTE Y TANQUE NUEVO.

CASERÍO EL ARCO DE E-0 A E-41

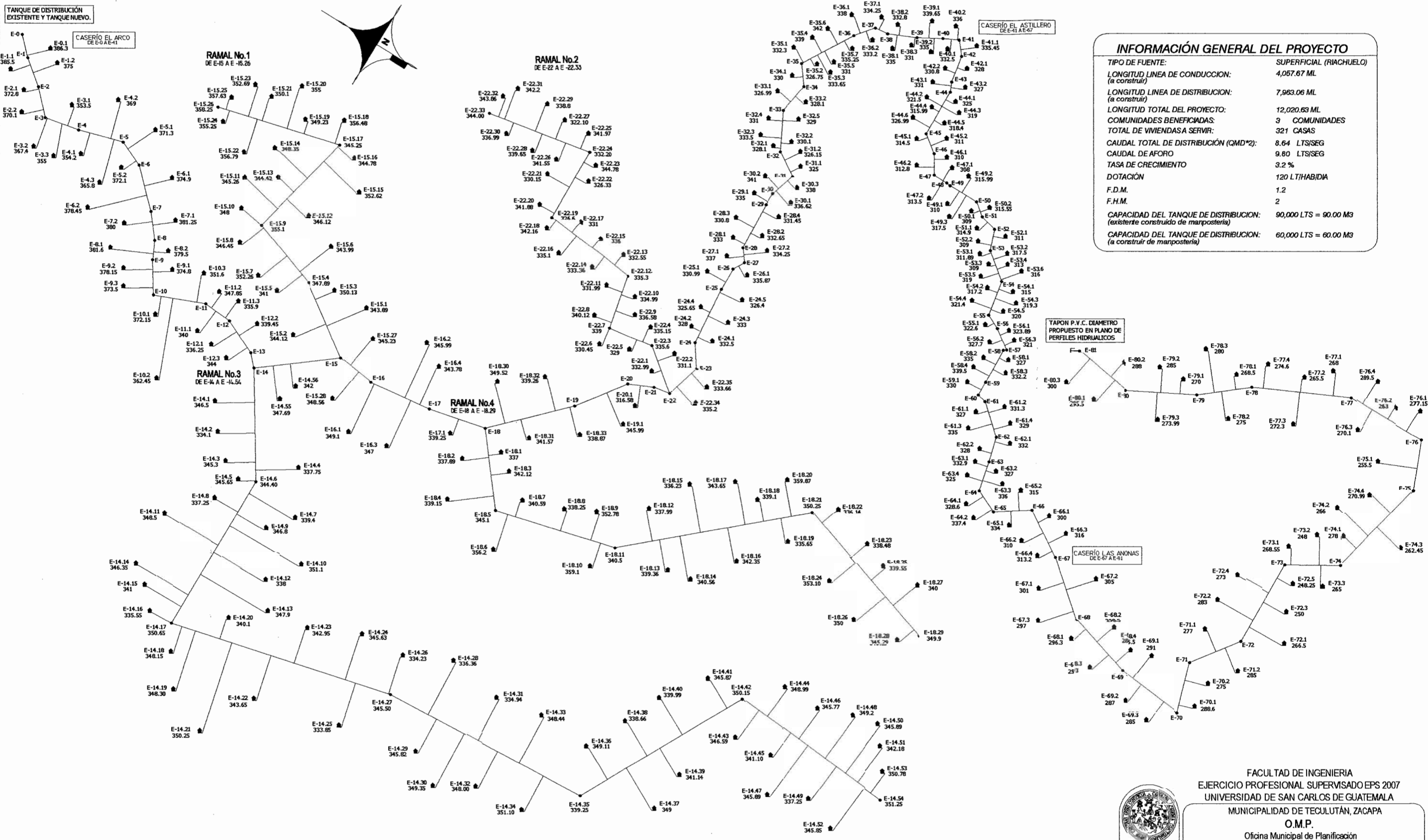
CASERÍO EL ASTILLERO DE E-31 A E-67

INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

TIPO DE FUENTE:	SUPERFICIAL (RIACHUELO)
LONGITUD LINEA DE CONDUCCION (a construir)	4,067.67 ML
LONGITUD LINEA DE DISTRIBUCION (a construir)	7,963.06 ML
LONGITUD TOTAL DEL PROYECTO:	12,020.63 ML
COMUNIDADES BENEFICIARIAS:	3 COMUNIDADES
TOTAL DE VIVIENDAS A SERVIR:	321 CASAS
CAUDAL TOTAL DE DISTRIBUCION (QMD*2):	8.64 LTS/SEG
CAUDAL DE AFORO:	9.80 LTS/SEG
TASA DE CRECIMIENTO:	3.2 %
DOTACION:	120 LT/HAB/DIA
F.D.M.	1.2
F.H.M.	2
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCION (existe construido de mamposteria)	90,000 LTS = 90.00 M3
CAPACIDAD DEL TANQUE DE DISTRIBUCION (a construir de mamposteria)	60,000 LTS = 60.00 M3

TAPON P.V.C. DIAMETRO PROPUUESTO EN PLANO DE PERFILES HIDRAULICOS

CASERÍO LAS ANONAS DE E-67 A E-91



PLANTA DENSIDAD DE POBLACION

AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

ESCALA 1:1,000



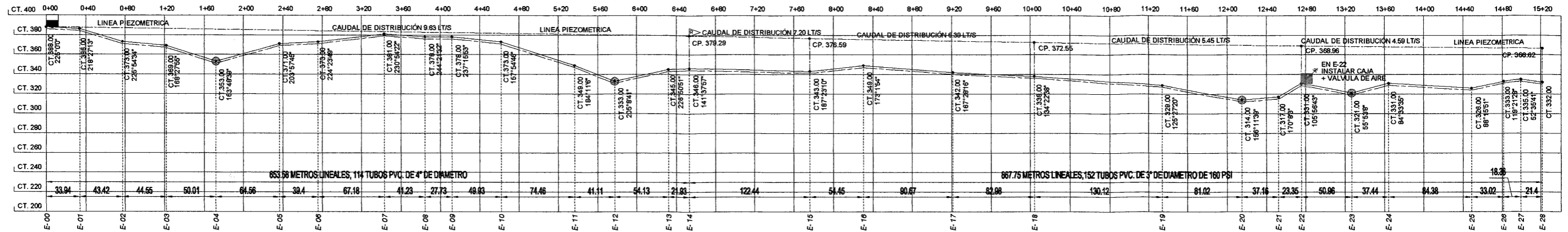
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE TECULUTAN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS
PLANO DE: PLANTA DENSIDAD DE POBLACION

ESCALA:	INDICADA	DISEÑO:	INDICADO	H O J A:
				4

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Practicas de Ingenieria y EPS
FACULTAD DE INGENIERIA

E-0
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
EXISTENTE Y TANQUE NUEVO.

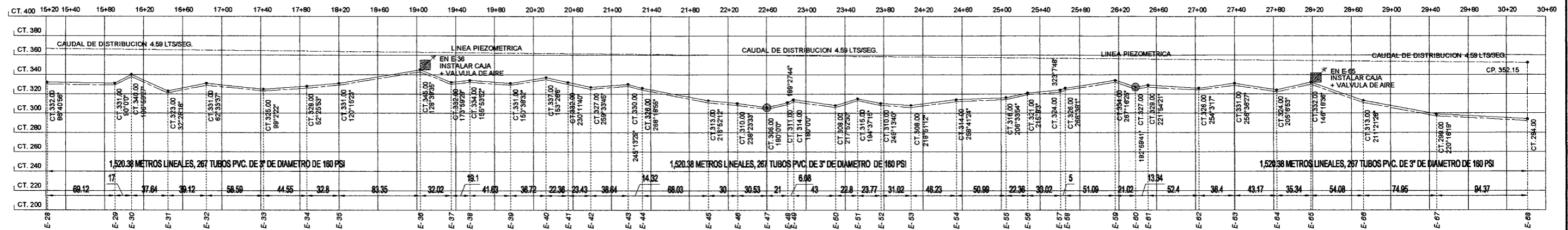


PERFILES HIDRAULICOS

MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA
DE E-00 A E-28

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

E-0
VIENE DE E-28
C.T. 332.00

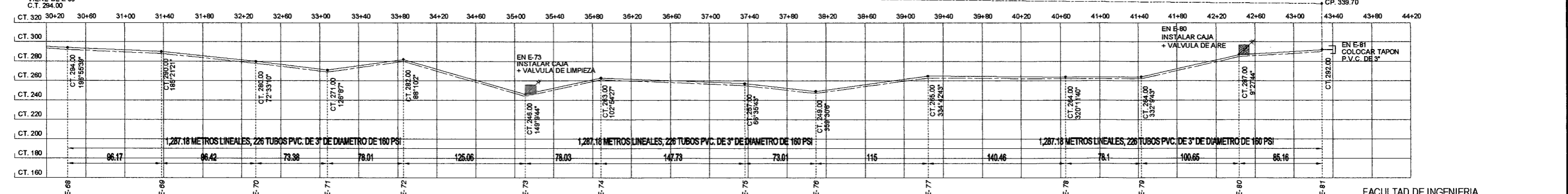


PERFILES HIDRAULICOS

MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA
DE E-28 A E-68

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

E-0
VIENE DE E-68
C.T. 294.00



PERFILES HIDRAULICOS

MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA
DE E-68 A E-81

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

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pazo de zanjón
	Reductor
	Tubería
	Línea Piezométrica
	Tanque de distribución
	Estación

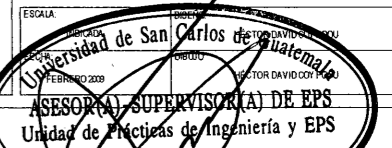
NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Caja más valvula de aire
	Caja más valvula de limpieza
C.P.	Indica Cota piezométrica
C.T.	Indica cota de terreno
	Línea de terreno
E-A	Indica número de estación
0+1000	Indica caminamiento

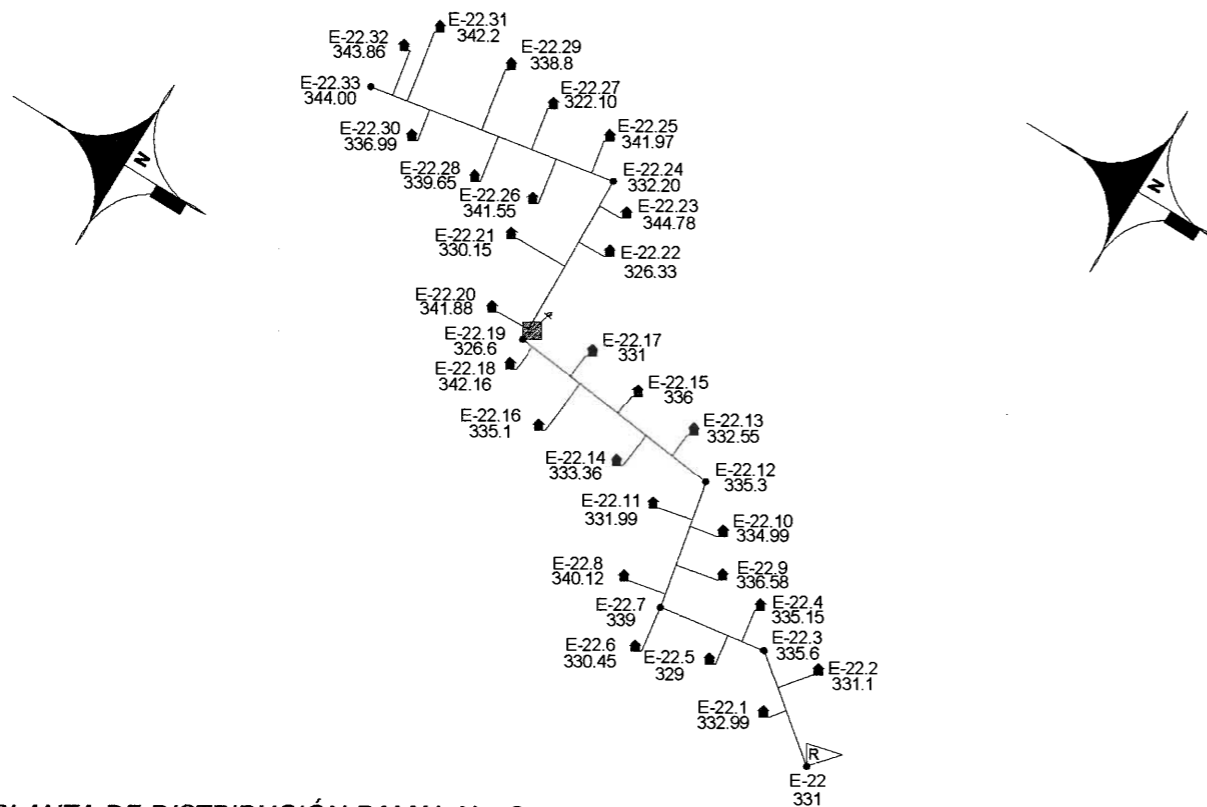
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ALONAS
PLANO DE: PERFILES HIDRAULICOS LINEA CENTRAL DE DISTRIBUCIÓN

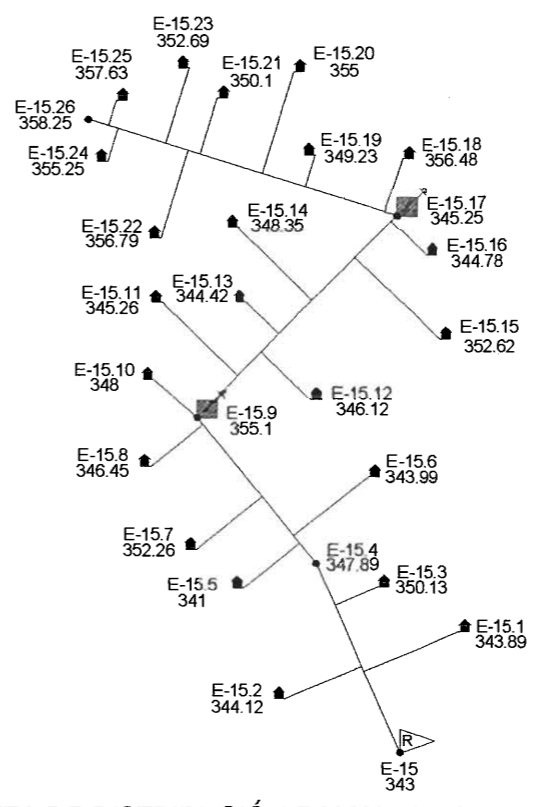
ESCALA: 1:2000
H.O.JA: 5
11

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS



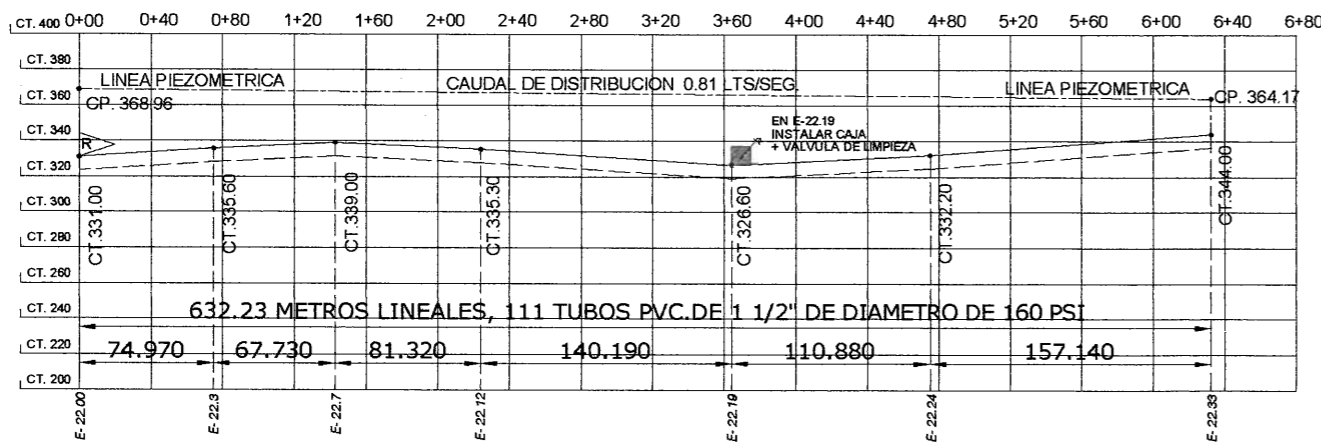


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL No. 2
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-22 A E-22.33
 ESCALA 1:2,500

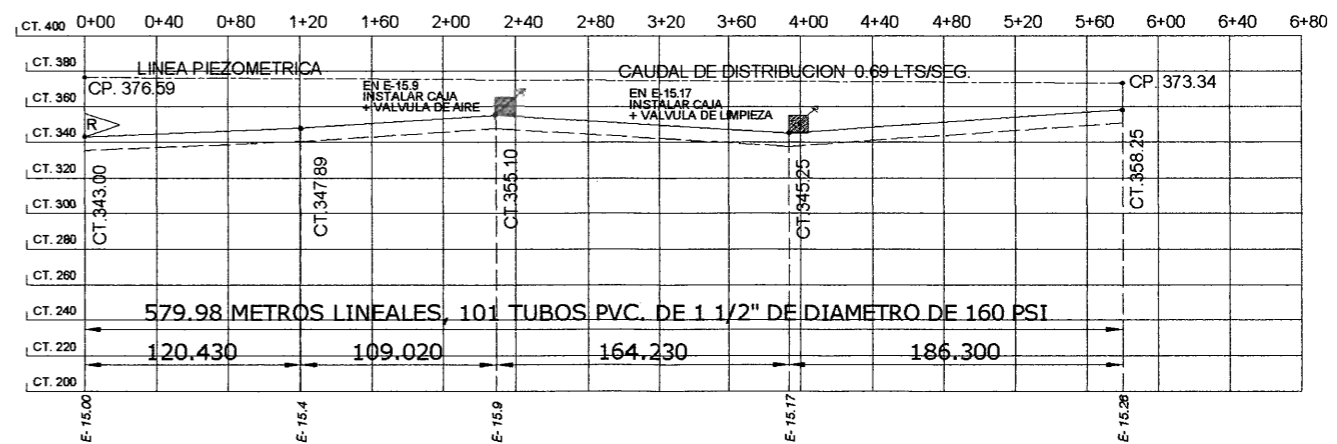


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL No. 1
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-15 A E-15.26
 ESCALA 1:2,500

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Reductor
	Tubería
	Linea Piezométrica
	Linea de terreno
	Estación
	Caja más valvula de aire
	Caja más valvula de limpieza
C.P.	Indica Cota piezométrica
C.T.	Indica cota de terreno
E-A	Indica número de estación
0+1000	Indica caminamiento



PERFIL HIDRAULICO RAMAL 2
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-22 A E-22.33
 ESCALA VERTICAL: 1:2,000
 ESCALA HORIZONTAL: 1:2,000



PERFIL HIDRAULICO RAMAL 1
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-15 A E-15.26
 ESCALA VERTICAL: 1:2,000
 ESCALA HORIZONTAL: 1:2,000

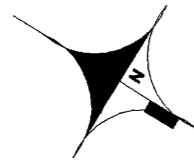
FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
 O.M.P.
 Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERÍOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS
 PLANO DE: PERFIL HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: INDICADA
 FECHA: 11/05/2007
 FECHA DE REVISIÓN: 11/05/2007

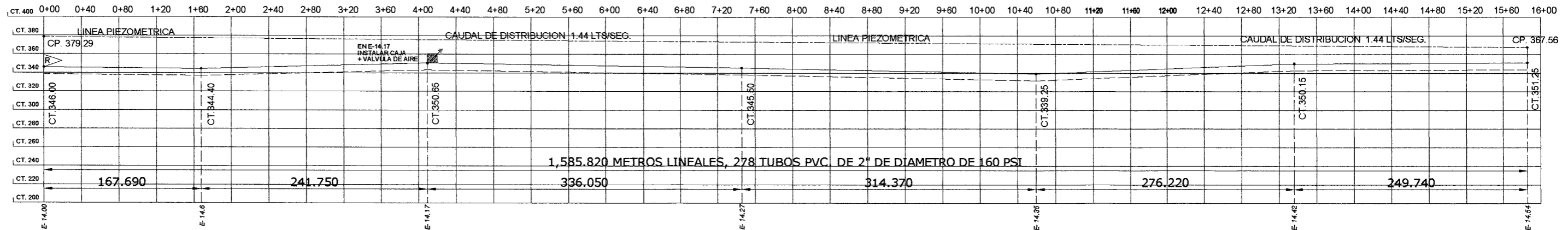
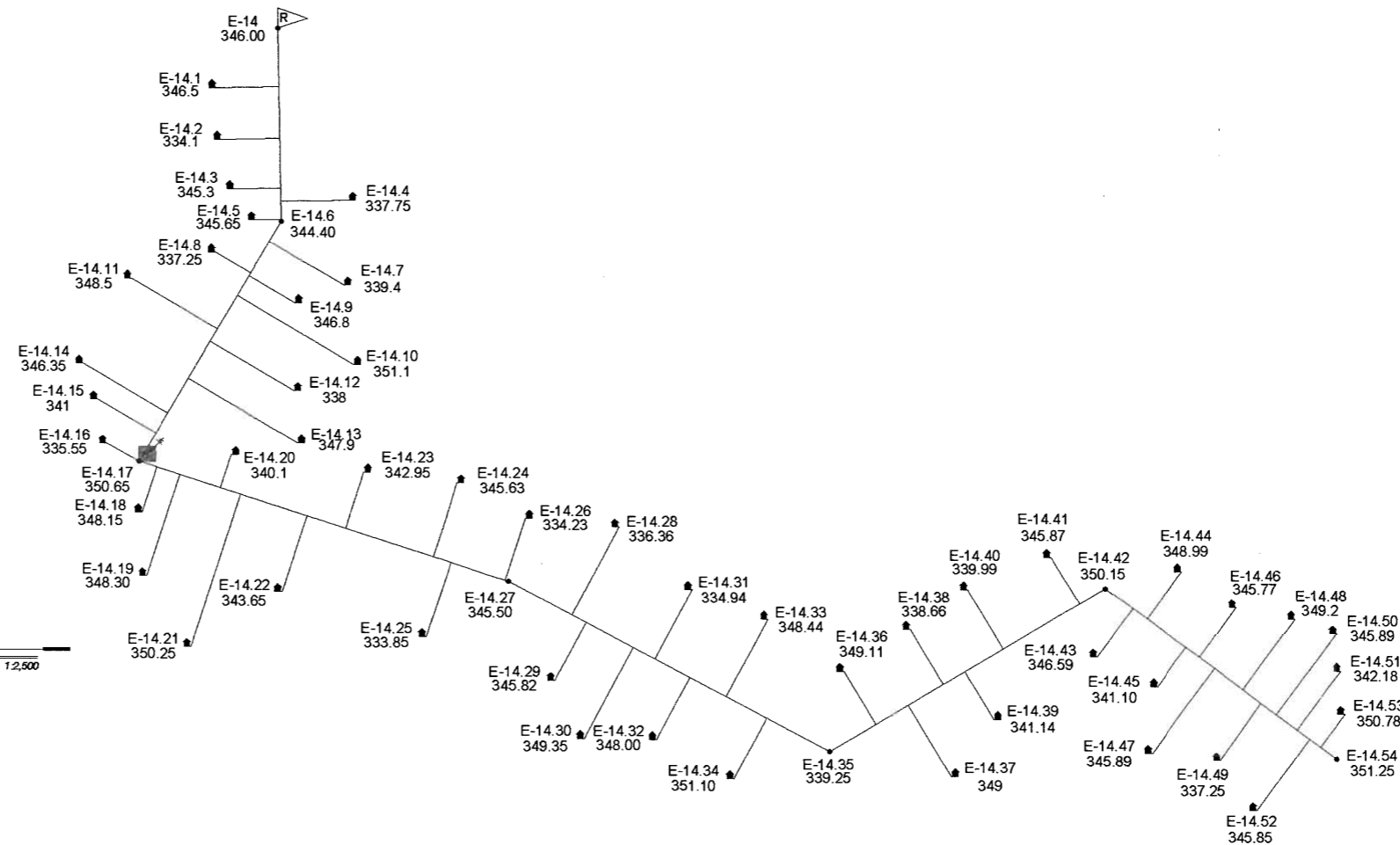
H O J A: 6 / 11

ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 ING. SILVIO BARRIGUEZ
 ASesor de EPS
 Facultad de Ingeniería



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Reductor
	Tubería
	Linea Piezométrica
	Linea de terreno
	Estación
	Caja más valvula de aire
C.P.	Indica Cota piezométrica
C.T.	Indica cota de terreno
E-A	Indica número de estación
0+1000	Indica caminamiento

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL No. 3
MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-14 A E-14.64
ESCALA 1:2,500



PERFIL HIDRAULICO RAMAL 3
MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-14 A E-14.64
ESCALA VERTICAL: 1:2,000
ESCALA HORIZONTAL: 1:2,000



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

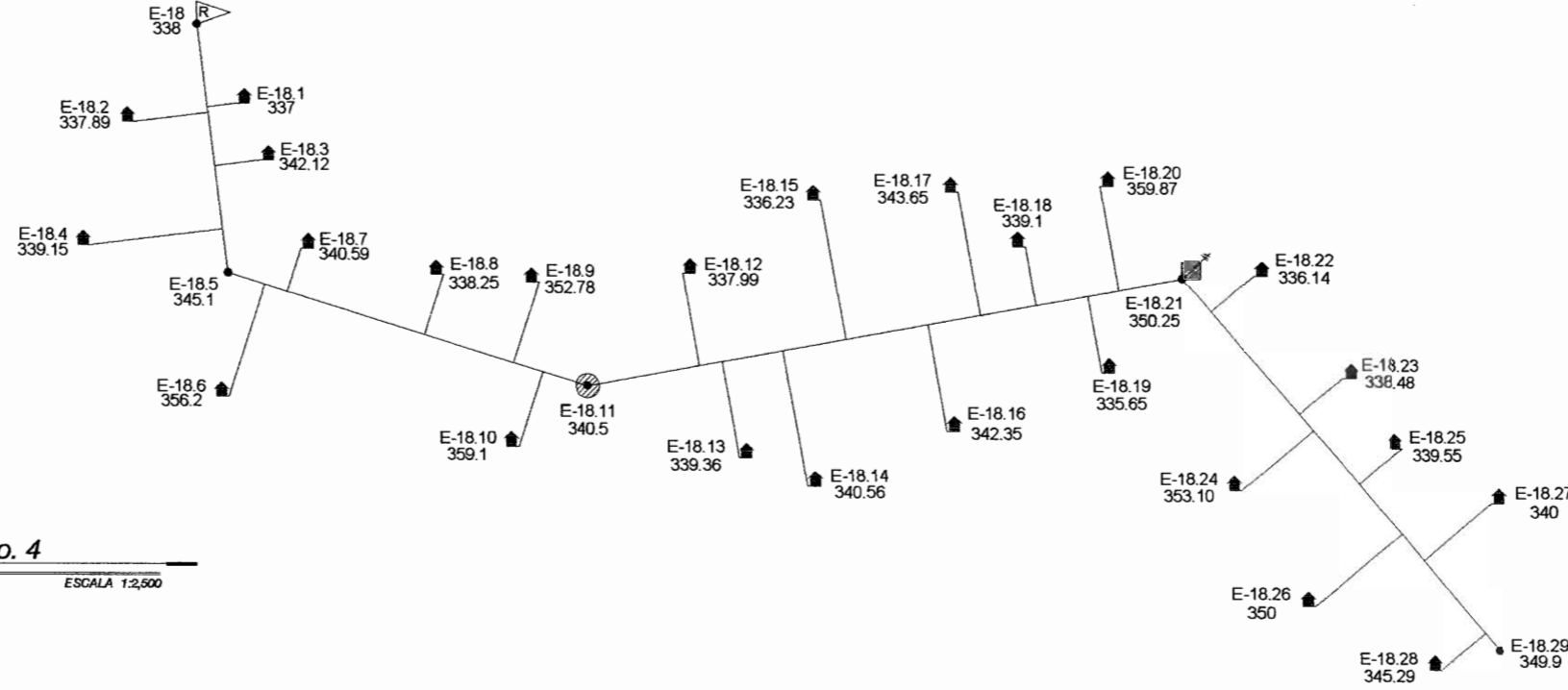
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

PLANO DE: PERFIL HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA:	INDICADA	DISÑO:	HÉCTOR DAVID COTI FERRER	H O J A:	7
FECHA:	14/05/2007	REVISOR:	FRANCISCO JAVIER VILLAR		11

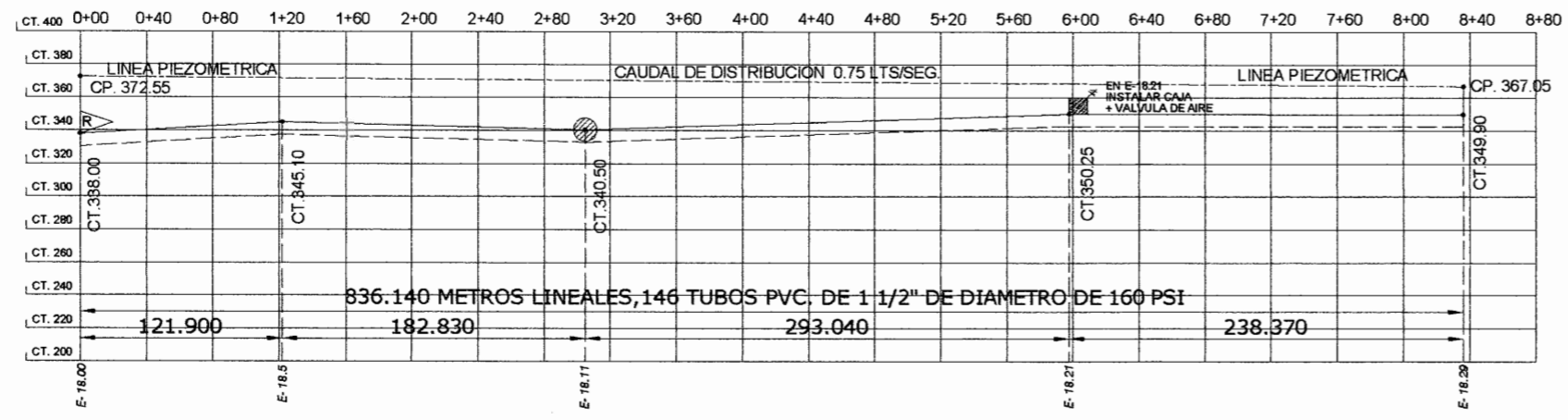
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería



NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Pazo de zanjón
	Reductor
	Tubería
	Línea Piezométrica
	Línea de terreno
	Estación
	Caja más valvula de aire
C.P.	Indica Cota piezométrica
C.T.	Indica cota de terreno
E-A	Indica número de estación
0+1000	Indica caminamiento

PLANTA DE DISTRIBUCIÓN RAMAL No. 4
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-18 A E-18.29
 ESCALA 1:2,500



PERFIL HIDRAULICO RAMAL 4
 MEJORAMIENTO SISTEMA DE AGUA DE E-18 A E-18.29
 ESCALA VERTICAL: 1:2,000
 ESCALA HORIZONTAL: 1:2,000

FACULTAD DE INGENIERIA
 EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
 O.M.P.
 Oficina Municipal de Planificación

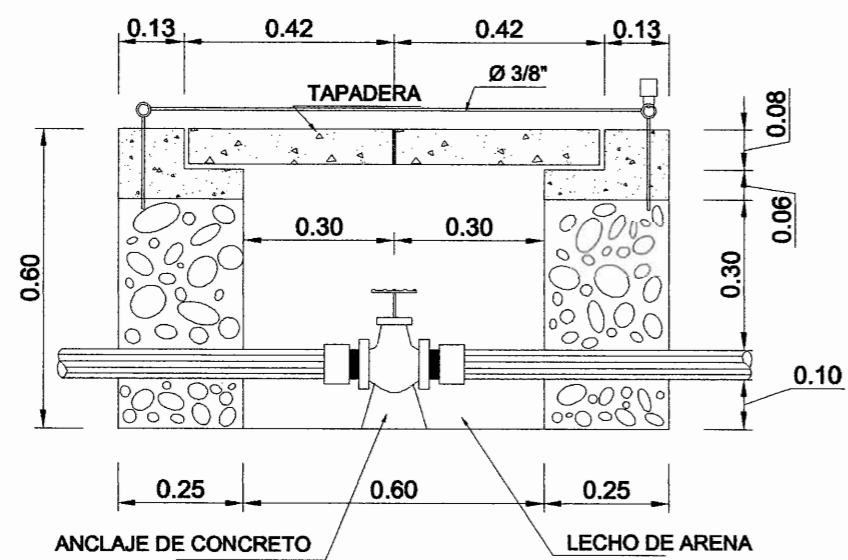
PROYECTO: AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERÍOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS
 PLANO DE: PERFIL HIDRAULICO LINEA DE DISTRIBUCIÓN

ESCALA: 1:2,000
 H O J A: 8 / 11

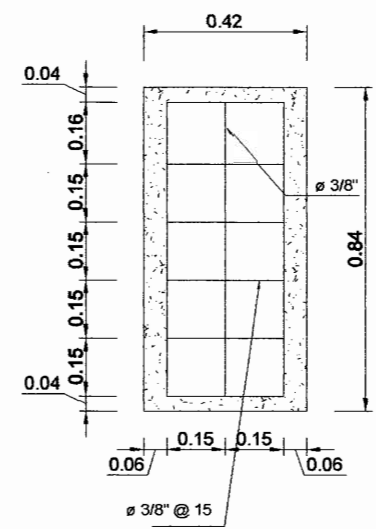
San Carlos de Guatemala
 SUPERVISOR(A) DE EPS
 Ing. [Name]
 Ingeniero

REFERENCIA DE MATERIALES

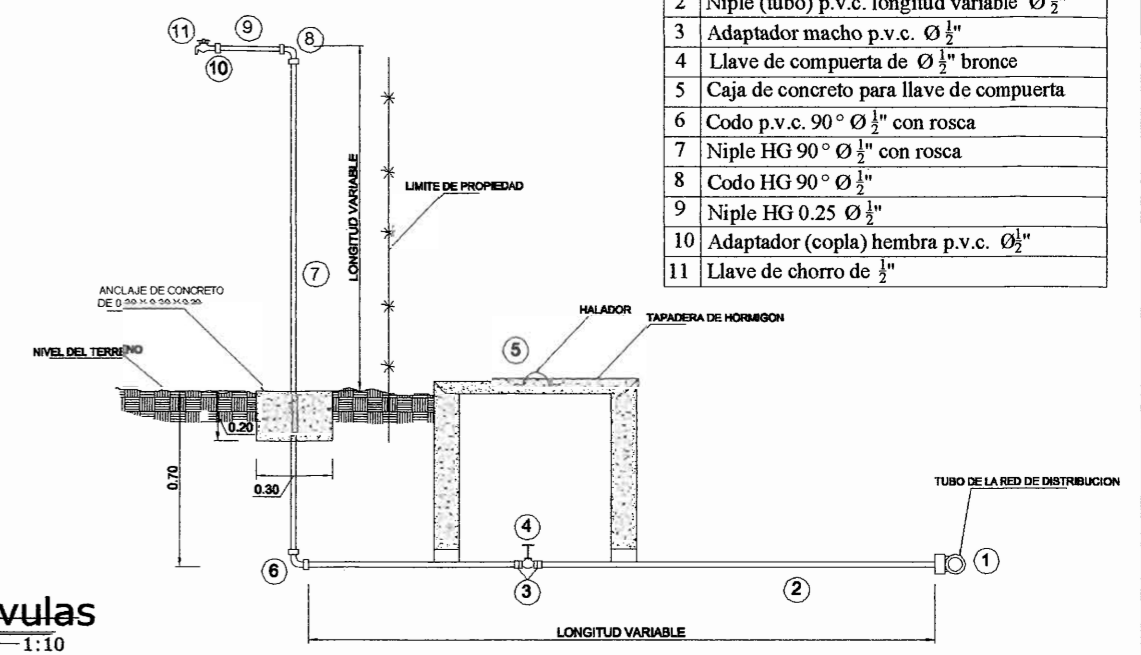
1	Tee reductora p.v.c. Ø tubería principal x 1/2"
2	Niple (tubo) p.v.c. longitud variable Ø 1/2"
3	Adaptador macho p.v.c. Ø 1/2"
4	Llave de compuerta de Ø 1/2" bronce
5	Caja de concreto para llave de compuerta
6	Codo p.v.c. 90° Ø 1/2" con rosca
7	Niple HG 90° Ø 1/2" con rosca
8	Codo HG 90° Ø 1/2"
9	Niple HG 0.25 Ø 1/2"
10	Adaptador (copla) hembra p.v.c. Ø 1/2"
11	Llave de chorro de 1/2"



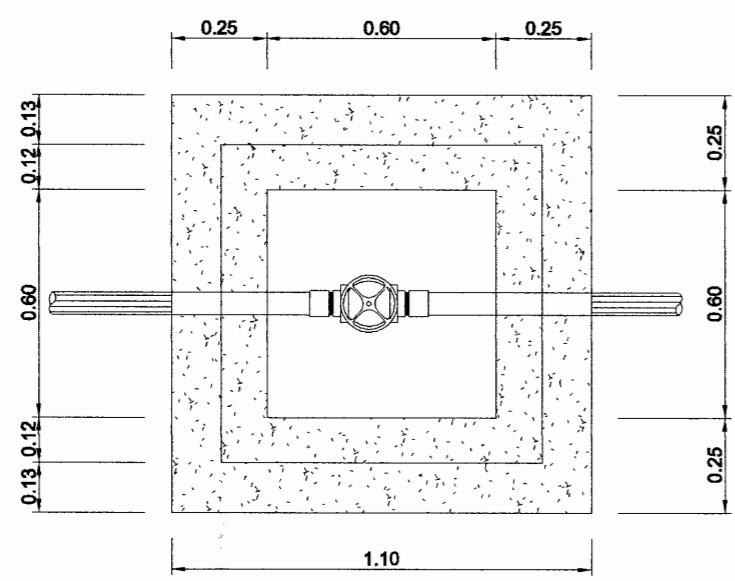
Elevación Caja de Válvulas
ESC. 1:10



Planta Tapadera Caja de Válvulas
ESC. 1:10



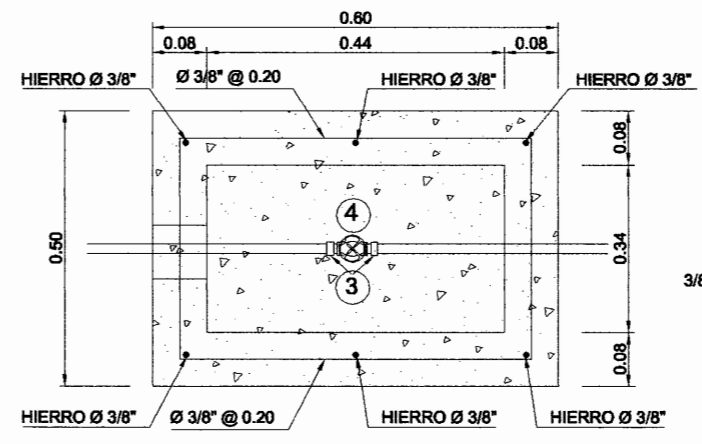
Conexión Predial Típica
ESC. 1:10



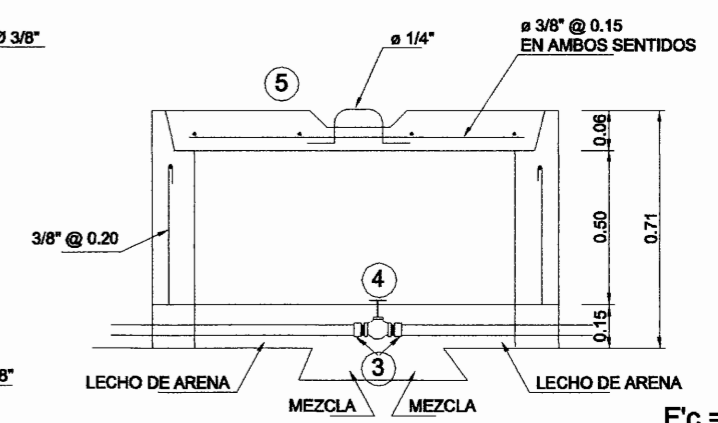
Planta Caja de Válvulas
ESC. 1:10

NOTAS:

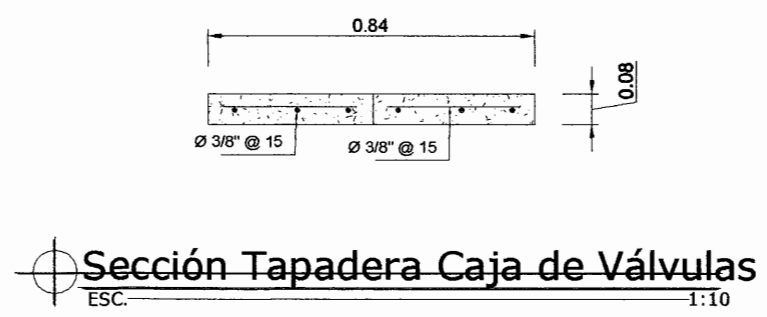
- 1) LAS DIMENSIONES DE LA CAJA ESTAN DADAS EN METROS
- 2) EL SUELO DE SOPORTE DE LA VALVULA HA DE SER ARENOSO
- 3) LAS PAREDES SE CONSTRUIRAN DE MAMPOSTERIA DE PIEDRA PROPORCION 67% PIEDRA, 33% SABIETA, PROPORCION 1 CEMENTO 2 DE ARENA DE RIO
- 4) EL RECUBRIMIENTO PARA LAS TAPADERAS ES DE 4cm.
- 5) EL DIAMETRO DE LAS TUBERIAS DEBEN SER DE 4" Y 3".
- 6) LAS TUBERIAS SERÁN DE P.V.C.



Planta y sección para contador de agua
ESC. 1:7.5



F'c = 3 Ksi
Fy = 40 Ksi



Sección Tapadera Caja de Válvulas
ESC. 1:10

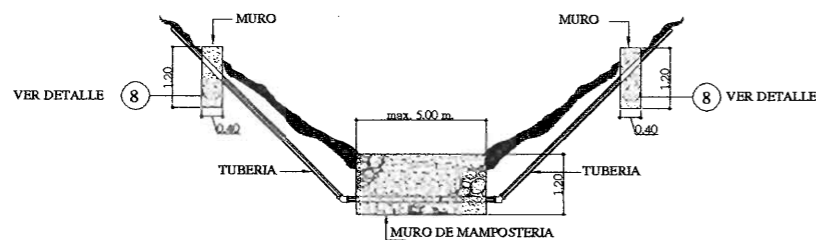
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARBO Y LAS ANONAS
PLANO DE: DE CALLES DE VALVULAS Y CONEXION PREDIAL

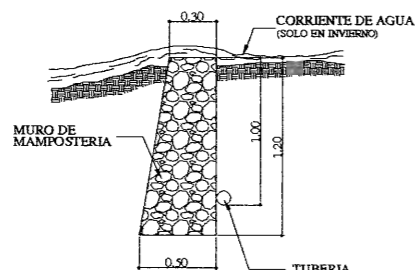
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DISEÑO: DAVID COY
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS: DAVID COY
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

H.O.J.A: 9/11

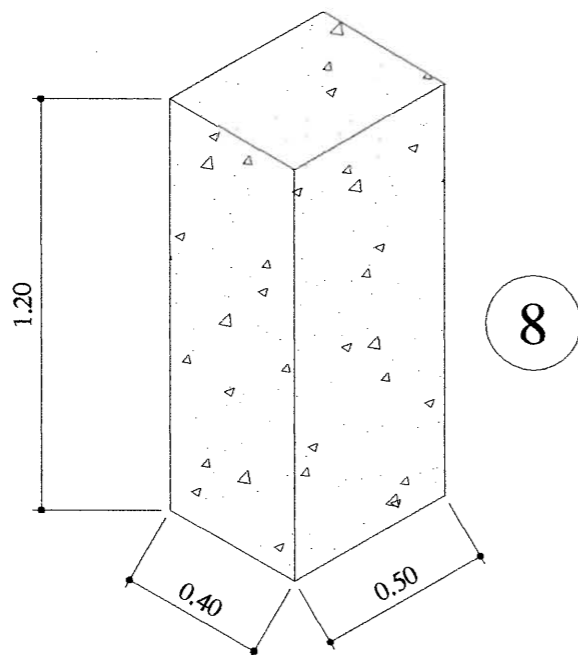
Facultad de Ingeniería



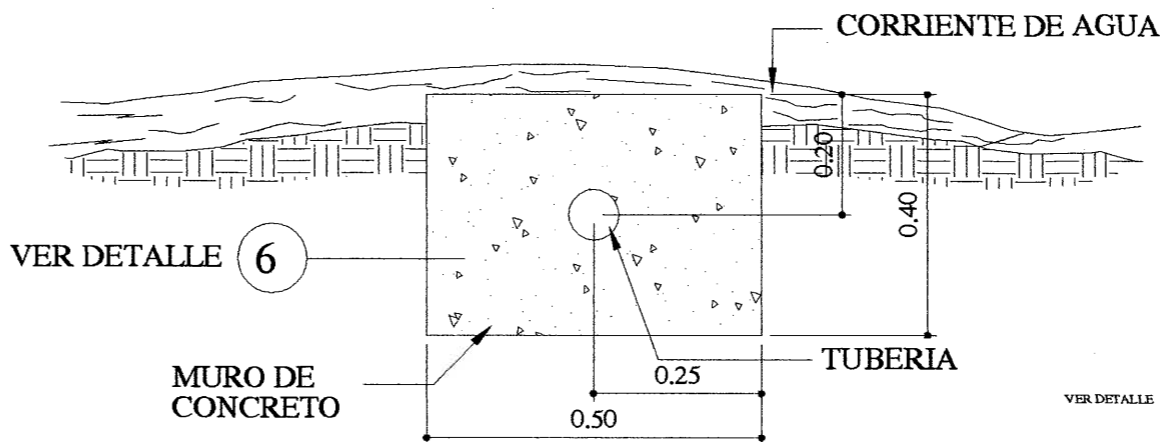
Detalle Longitudinal
ESC. PASO DE ZONJON TIPO 1 1:50



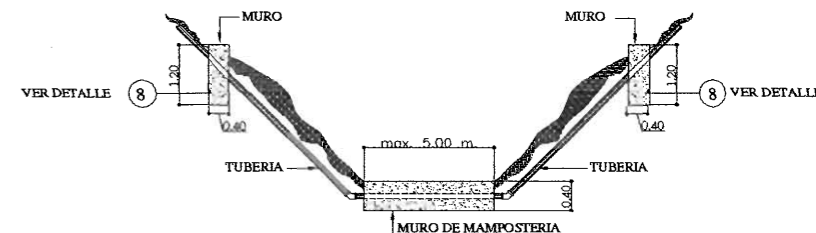
Detalle Transversal Para Terreno Suave
ESC. PASO DE ZONJON TIPO 1 1:50



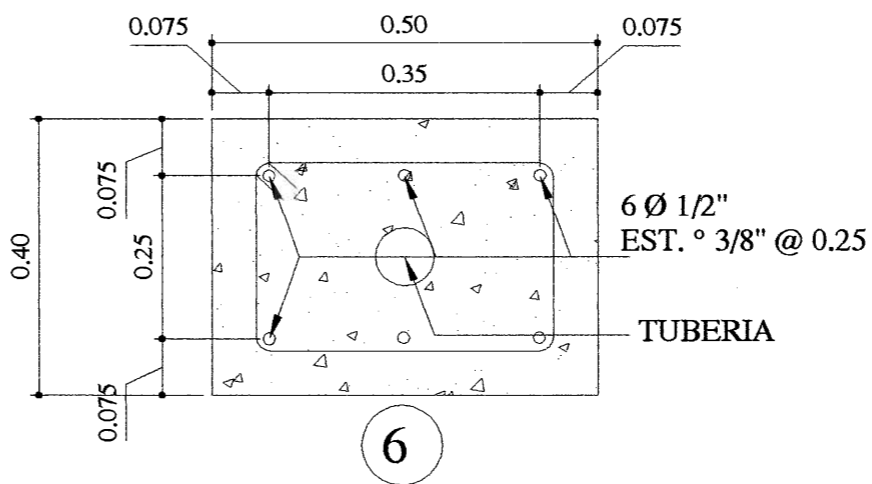
Isometrico
ESC. PASO DE ZONJON TIPO 1 y 2 1:20



Detalle Transversal
ESC. PASO DE ZONJON TIPO 2 1:20



Detalle Longitudinal
ESC. PASO DE ZONJON TIPO 2 1:50



Sección
ESC. PASO DE ZONJON TIPO 2 1:20

ESPECIFICACIONES GENERALES:

MATERIALES:

- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/plg²) A LOS 28 DIAS EL MORTERO A UTILIZAR SABIETA, CEMENTO-ARENA(1:2)
- 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3° VARIOS: LOS MUROS ESTAN DISEÑADOS PARA TRABAJAR TANTO SOBRE COMO BAJO TIERRA.
- 4° TODAS LA DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 5° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE TECULUTAN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

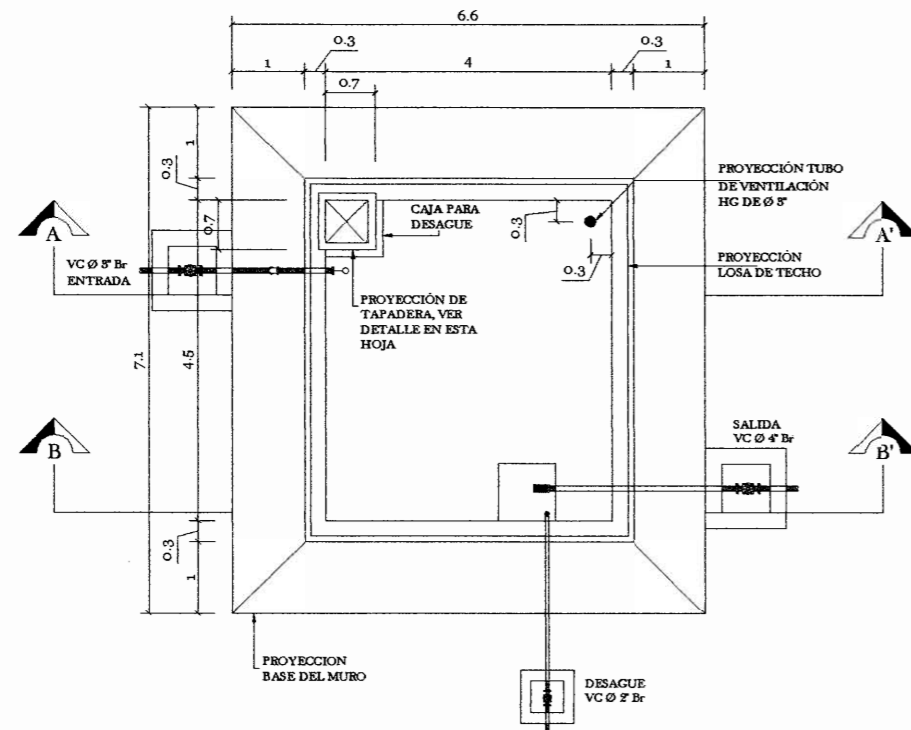
PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS

PLANO DE: PAZOS DE ZANJÓN Y DETALLES CONSTRUCTIVOS

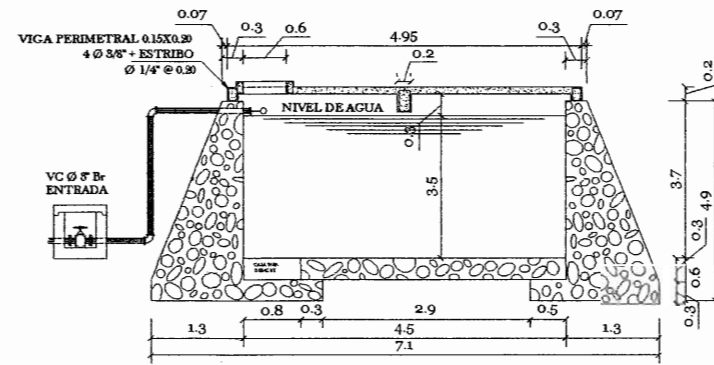
ESCALA: HOJA: 10 / 11

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

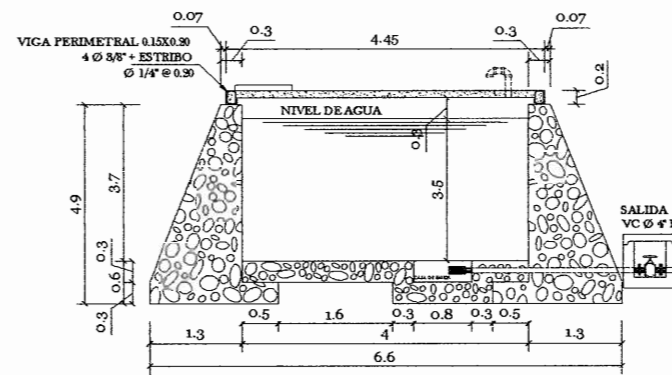
Facultad de Ingeniería



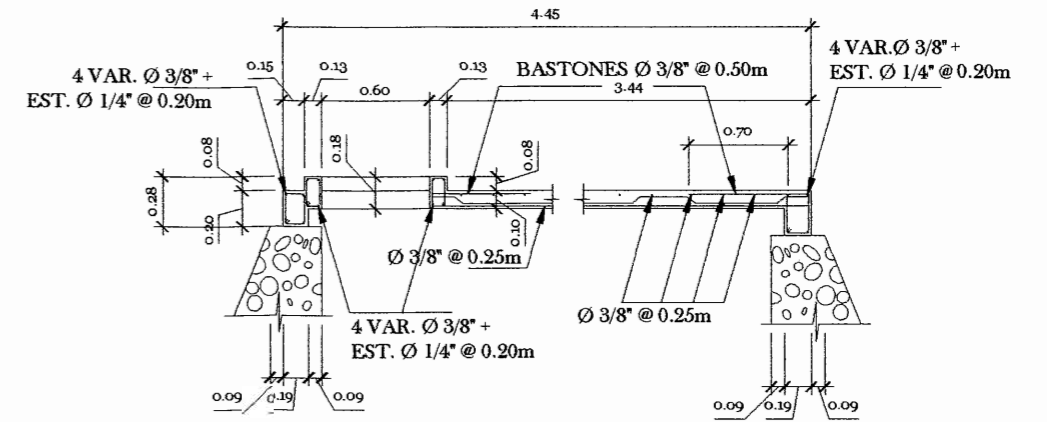
Planta de Tanque
ESC. 1:50



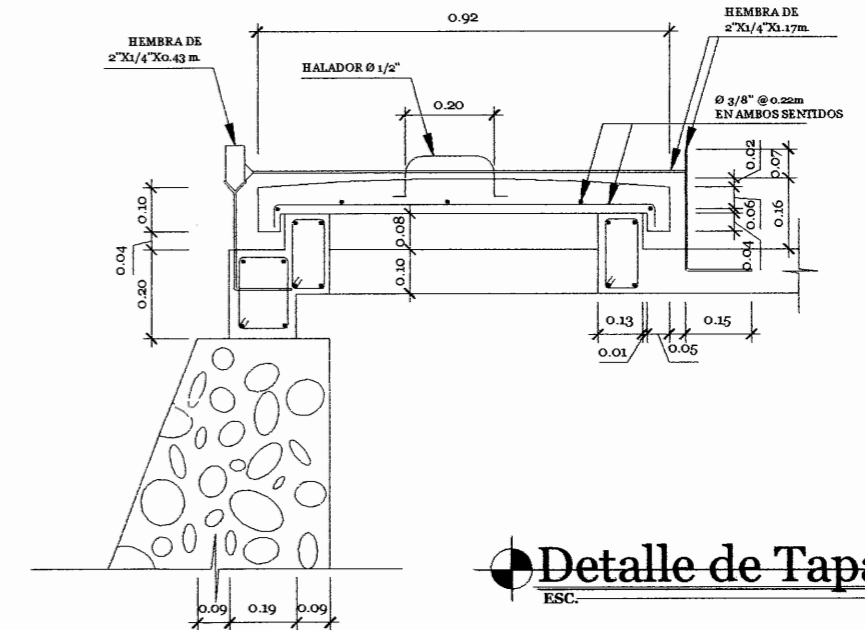
Sección A-A'
ESC. 1:50



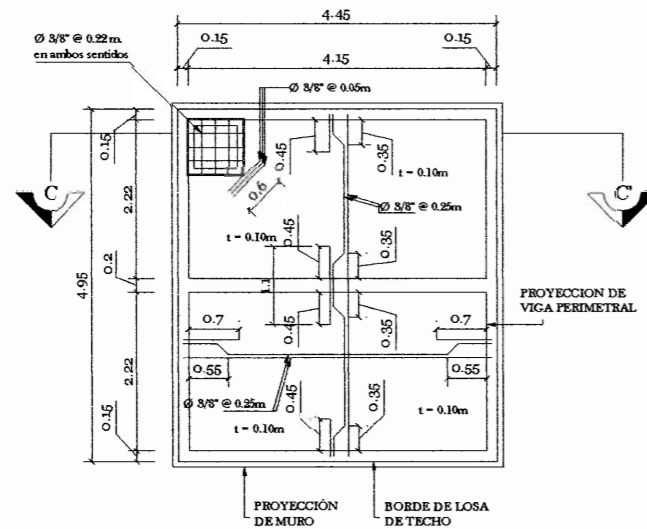
Sección B-B'
ESC. 1:50



Sección C-C'
ESC. 1:25



Detalle de Tapadera
ESC. 1:20

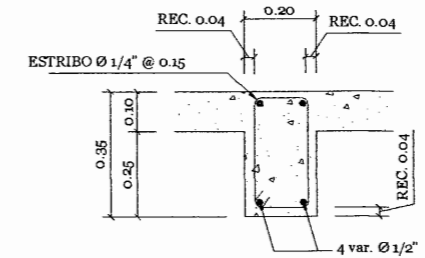


Planta de losa de Techo
ESC. 1:50

ESPECIFICACIONES GENERALES:

MATERIALES:

- 1° CONCRETO: SE USARA CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESION DE 210 Kg/cm² (3000 lb/plg²) A LOS 28 DIAS
- 2° ACERO DE REFUERZO: SE USARA ACERO DE REFUERZO DE fy = 2810 Kg/cm² (GRADO 40 KSI) ESPECIFICACION ASTM A615
- 3° VARIOS:
- 4° TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- 5° LOS RECUBRIMIENTOS SERAN DE 3cm. EXCEPTO DONDE SE INDIQUE LO CONTRARIO Y ESTE SE MEDIRA ENTRE EL ROSTRO DE LA BARRA Y LA SUPERFICIE DE CONCRETO.
- 6° EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERA SER PERFECTAMENTE APISONADO.
- 7° LA LOSA DEL TECHO DEBERA TENER UNA PENDIENTE DE 1% HACIA LOS LADOS.
- 8° LOS MUROS DE PIEDRA DEBERAN IMPERMEABILIZARSE EN SUS CARAS INTERIORES POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO ARENA PROPORCION (1:2), DEBIDAMENTE ALISADA.
- 9° LA SUPERFICIE DE LAS LOSAS DE CONCRETO DEBERAN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO ARENA.
- 10° LOS MUROS DE TANQUE SERAN DE MAMPOSTERIA: 67% PIEDRA BOLA 33% SABIETA-CEMENTO-ARENA 1:2
- 11° EL RECUBRIMIENTO EN LA LOSA SERA DE 0.03m.



Detalle De Viga
ESC. 1:50



FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS 2007
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
MUNICIPALIDAD DE TECULUTÁN, ZACAPA
O.M.P.
Oficina Municipal de Planificación

PROYECTO: AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE FASE II DE LOS CASERIOS EL ASTILLERO, EL ARCO Y LAS ANONAS
PLANO DE: TANQUE DE DISTRIBUCION DE 60 m³

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
FACULTAD DE INGENIERIA