



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL
MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Ronald Estuardo Asig Pacay

Asesorado por el Ing. Ángel Roberto Sic García

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL
MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RONALD ESTUARDO ASIG PACAY
ASESORADO POR EL ING. ÁNGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL
MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 25 de marzo de 2009.



Ronald Estuardo Asig Pacay

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 14 de noviembre de 2012
Ref.EPS.DOC.1517.11.12

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Ronald Estuardo Asig Pacay** con carné No. **200412783**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERIOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"**.

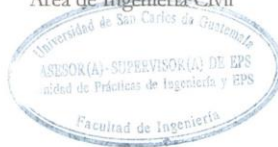
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Ángel Roberto Sic García
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
ARSG/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



Guatemala,
27 de marzo de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERIOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Ronald Estuardo Asig Pacay, con Carnet No. 200412783, quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

UNIDAD DE EPS

Guatemala, Ref.EPS.D.448.03.14
31 de marzo de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERIOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Ronald Estuardo Asig Pacay**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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 Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela de Ingeniería Civil



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Ronald Estuardo Asig Pacay, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 208.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Ronald Estuardo Asig Pacay**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 7 de mayo de 2014

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por su bendición, protección e iluminación en cada una de las etapas de mi vida.
- Mis padres** Camilo Asig Chiquín y María Ines Pacay Caal, quienes siempre depositaron todo su amor, confianza, apoyo incondicional, consejos y sobre todo principios y valores para luchas en la vida.
- Mis hermanos** Ligia Mercedes (q.e.p.d.), Karla Marisol, Erick Camilo y Kevin Arley Asig, por creer siempre en mí sintiéndome comprometido a ser un ejemplo de superación para ellos, siendo mi principal fuente de inspiración en cada prueba.
- Mis abuelos (q.e.p.d.)** Mariano Asig, Mercedes Chiquín, Ernesto Pacay y Adela Caal, por todos los consejos, el cariño y apoyo mostrado en cada uno de los momentos de mi vida.
- Mis tíos y primos** Que siempre estuvieron pendientes de mí mostrándome todo el cariño y apoyo en cada momento de mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Familia Tánchez Morales

Por la hospitalidad y cariño brindado durante mis primeros años en la universidad.

Familia Pacay Cú

En especial a Juana Cú y Claudia Pacay por la hospitalidad, cariño y atención familiar brindada en mi etapa universitaria.

Mis amigos

Por la amistad y cariño que nos une, porque siempre tuve una mano amiga en los diferentes momentos de mi vida.

Facultad de Ingeniería

Por haberme brindado los conocimientos necesarios para mi desarrollo profesional.

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por darme la oportunidad de cumplir con uno de mis sueños.

Municipalidad de Tactic

Por haberme brindado la oportunidad de desarrollar mi Ejercicio Profesional Supervisado y darme la oportunidad de adquirir experiencia laboral.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS	XVII
INTRODUCCIÓN.....	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de Tactic.....	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Accesos y comunicaciones	2
1.1.3. Población	3
1.1.4. Infraestructura y servicios	4
1.1.5. Actividades económicas.....	5
1.1.6. Clima.....	6
1.1.6.1. Vientos	6
1.1.6.2. Temperatura	6
1.1.6.3. Precipitación pluvial.....	7
1.1.6.4. Soleamiento	7
1.2. Principales necesidades del municipio.....	7
1.2.1. Descripción de las necesidades	7
1.2.2. Priorización de las necesidades	8

2.	DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTESIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERIOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.....	9
2.1.	Descripción del proyecto	9
2.1.1.	Descripción y evaluación del sistema actual	10
2.1.1.1.	Descripción del sistema a utilizar	11
2.1.2.	Fuente	11
2.1.3.	Caudal de aforo	12
2.1.4.	Análisis físico – químico del agua	12
2.1.5.	Examen bacteriológico	13
2.1.6.	Levantamiento topográfico.....	13
2.1.7.	Población actual	14
2.1.8.	Tasa de crecimiento.....	14
2.1.9.	Tipo y número de conexiones	14
2.1.10.	Parámetros de diseño.....	15
2.1.10.1.	Período de diseño.....	15
2.1.10.2.	Población de diseño	15
2.1.10.3.	Dotación	17
2.1.10.4.	Factores de consumo	18
2.1.10.4.1.	Factor de día máximo ..	18
2.1.10.4.2.	Factor de hora máximo	18
2.1.11.	Determinación de caudales	18
2.1.11.1.	Caudal medio diario.....	19
2.1.11.2.	Caudal máximo diario	20
2.1.11.3.	Caudal máximo horario.....	21
2.1.12.	Línea de conducción.....	21
2.1.12.1.	Caudal de conducción	22

2.1.12.2.	Determinación del diámetro de la tubería.....	22
2.1.12.3.	Pérdidas reales del sistema de conducción	27
2.1.13.	Tanque de distribución	32
2.1.13.1.	Volumen del tanque.....	32
2.1.13.2.	Diseño del muro	33
2.1.13.3.	Diseño de la losa.....	37
2.1.14.	Red de distribución	45
2.1.14.1.	Cálculo hidráulico de la red	45
2.1.14.1.1.	Caudal de uso simultáneo.....	45
2.1.14.1.2.	Caudal unitario	46
2.1.14.1.3.	Diámetro de tubería.....	47
2.1.14.1.4.	Velocidad del agua	48
2.1.14.1.5.	Cota piezométrica	48
2.1.14.1.6.	Presión estática.....	49
2.1.14.1.7.	Presión dinámica.....	50
2.1.15.	Obras de arte	51
2.1.15.1.	Cajas de válvula.....	52
2.1.15.2.	Válvula de aire	52
2.1.15.3.	Válvula de limpieza	52
2.1.15.4.	Válvulas de compuerta	52
2.1.15.5.	Válvula de globo.....	53
2.1.16.	Sistema de desinfección	53
2.1.17.	Programa de operación y mantenimiento.....	55
2.1.18.	Propuesta de tarifa.....	58
2.1.19.	Impacto ambiental.....	59

2.1.19.1.	Diagnóstico de riesgo de impacto ambiental	59
2.1.19.2.	Descripción del ambiente físico	60
2.1.19.3.	Análisis de vulnerabilidad del entorno.	60
2.1.19.4.	Consideraciones a tomar para no causar daños	61
2.1.20.	Planos	62
2.1.21.	Presupuesto	62
2.1.22.	Cronograma de ejecución.....	63
2.1.23.	Evaluación socioeconómica.....	64
2.1.23.1.	Valor Presente Neto (VPN)	64
2.1.23.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	67
CONCLUSIONES		71
RECOMENDACIONES		73
BIBLIOGRAFÍA		75
APÉNDICES		77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Hoja cartográfica del municipio de Tactic.....	2
2.	Esquema del sistema de agua potable propuesto	10
3.	Geometría y diagrama de presiones del muro.....	34
4.	Diagrama de distribución de momentos en losa (kg-m).....	41

TABLAS

I.	Diseño hidráulico de línea de conducción	31
II.	Momento estabilizante en el muro.....	34
III.	Cuadro de costo operación y mantenimiento mensual	58
IV.	Integración de costos del sistema de abastecimiento de agua	63
V.	Cronograma físico financiero del sistema de abastecimiento de agua	64

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
@	A cada
θ	Angulo de fricción interna
As_{var}	Área de acero de la varilla a utilizar
As	Área de acero del refuerzo
$As_{m\acute{a}x}$	Área de acero máximo permitido
$As_{m\acute{i}n}$	Área de acero mínimo permitido
b_m	Base del muro
CM	Carga muerta
CU	Carga última
CV	Carga viva
Q	Caudal
Q_{md}	Caudal máximo diario
Q_{mh}	Caudal máximo horario
Q_{med}	Caudal medio
Q_v	Caudal por vivienda
PVC	Cloruro de polivinilo rígido
\emptyset	Diámetro
\emptyset_{teo}	Diámetro teórico
$S_{m\acute{a}x}$	Espaciamiento máximo de acero del refuerzo
E.F.	Estación final
E.I.	Estación inicial.
t	Espesor de losa
FS	Factor de seguridad

hab	Habitantes
HG	Hierro galvanizado
kg	Kilogramo
kg/m³	Kilogramo por cada metro cúbico
Km	Kilómetro
L_A	Lado menor de la losa
L_B	Lado mayor de la losa
l/hab/día	Litro por habitante por día
l/s	Litros por segundo
m	Metro
m.c.a.	Metros columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico
m/s	Metros por segundo
msnm	Metros sobre el nivel del mar
Es	Módulo de elasticidad del acero
Ec	Módulo de elasticidad del concreto
N	Número de viviendas
ppm	Partes por millón
d	Peralte de losa
Hf	Pérdida de carga
P	Perímetro
n	Período de diseño
W_L	Peso de la losa
γ_w	Peso específico del agua
γ_{c.a.}	Peso específico del concreto armado
γ_{c.c.}	Peso específico del concreto ciclópeo
γ_s	Peso específico del suelo
W_{s.c.}	Peso sobrecarga

WT	Peso total del muro
Pa	Población actual
PEA	Población económicamente activa
Pf	Población futura
Po	Población inicial
%	Porcentaje
%Alm.	Porcentaje de volumen medio diario
in	Pulgada
rec	Recubrimiento de refuerzo
f'c	Resistencia a la compresión del concreto
fy	Resistencia a la tensión del acero
r	Tasa de crecimiento
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

A.V.	Alta Verapaz
Accesorios	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, tees, coplas, etc.
ACI	Instituto Americano del Concreto.
Aforo	Proceso de medir la cantidad de agua que lleva una corriente en una unidad de tiempo.
Agua potable	Es una sustancia sanitariamente segura y de gusto a los sentidos.
Azimut	Es el ángulo horizontal de un punto medido en grados respecto al del norte, el valor tiene rango de 0° a 360°.
Caudal	Volumen de agua que pasa por determinado elemento en una unidad de tiempo.
Coefficiente de rugosidad	Factor que se aplica a fórmulas que determinan caudales y el valor depende de la superficie del material por el que la corriente fluye.

Concreto ciclópeo	Material de construcción con aspecto de piedra, que se obtiene de una mezcla proporcionada de cemento, arena, piedra y agua, que a diferencia del concreto reforzado las piedras son mucho más grandes.
Concreto reforzado	Material de construcción que se obtiene de una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena, piedra y agua, esto se combina con el refuerzo de acero.
Consumo	Volumen de agua que es utilizado. Está en función de una serie de factores inertes a la localidad que se abastece, por lo que es diferente en cada población.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o en la red de distribución que alcanzara una columna de agua.
Desinfección	Destrucción de microorganismos patógenos mediante procesos químicos, físicos o mecánicos.
Obras de arte	Toda estructura necesaria para el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable.

Pérdida de carga

Es el gasto de energía necesario para vencer las resistencias que se oponen al movimiento del agua de un punto a otro en una sección de tubería.

Presión

Representa a la cantidad de energía gravitacional contenida en el agua.

RESUMEN

En el presente informe se presenta la planificación de un proyecto de abastecimiento de agua potable, el cual tiene como fin primordial cubrir esta necesidad básica que es indispensable para el ser humano.

El capítulo I contiene la parte descriptiva y monográfica del municipio, en la cual se detalla la situación social, económica y de cobertura de servicios, así como la ubicación de las comunidades que fueron priorizadas para el presente proyecto.

Posteriormente se tiene la fase técnica en el capítulo II, en la cual se detallan los parámetros utilizados, normas y cálculos para el diseño del abastecimiento de agua para los caseríos Chijacorrál, Pansalché y Chamaoj, del municipio de Tactic Alta Verapaz. se detalla el sistema a utilizar que será por gravedad debido a las características topográficas. Los manantiales o fuentes en las cuales se va a captar el vital líquido son considerados como del tipo brote definido en ladera.

En la última parte se tiene el Estudio de Impacto Ambiental, en el cual mediante la herramienta utilizada, se concluye que el proyecto será de bajo impacto debido a las características constructivas que se implementarán, así como a la temporalidad del mismo. Además se realizó el estudio socioeconómico para determinar la factibilidad de inversión.

OBJETIVOS

General

Apoyar al municipio de Tactic AltaVerapaz., para la planificación de proyectos que sean priorizados por las comunidades, diseñando principalmente los catalogados de primera necesidad como lo es el diseño de abastecimiento de agua potable para los caseríos Chijacorral, Pansalché y Chamaoj.

Específicos

1. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable adecuado que cubra el consumo de los caseríos Chijacorral, Pansalché y Chamaoj en cualquier época del año.
2. Determinar el costo total del proyecto para determinar la factibilidad de inversión del mismo.
3. Realizar un ejercicio de capacitación tanto a los comunitarios como para el personal municipal, sobre la operación y mantenimiento del sistema diseñado para que pueda cumplir con el período de diseño contemplado.

INTRODUCCIÓN

El trabajo que se presenta a continuación corresponde a la planificación de un sistema de abastecimiento de agua potable para varias comunidades del municipio de Tactic, Alta Verapaz, en el cual se considerarán las herramientas necesarias para la ejecución de este importante proyecto; por ser considerado un servicio básico para el ser humano.

Al ser el agua un elemento indispensable y esencial para la vida del ser humano, este debe ser agradable a los sentidos, mantener una calidad exenta de patógenos y sustancias tóxicas para consumo humano para evitar posibles enfermedades. El sistema de abastecimiento de agua potable elevará la calidad y nivel de vida de la población provocando el desarrollo social, económico y especialmente el de salud.

Dentro de la realización de este estudio se presentan diferentes etapas del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), la primera fase contempla el proceso de investigación realizado en trabajo de campo, compartimiento con líderes comunitarios, entrevistas para el análisis y delimitando la información del proyecto a planificar.

En la parte técnica se realiza el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable generando con ello las memorias de cálculo de los sistemas de conducción y distribución así como la utilización de obras de arte, también planos, presupuesto, cronograma de ejecución, Estudio de Impacto Ambiental, manual de operación y mantenimiento del sistema.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Tactic

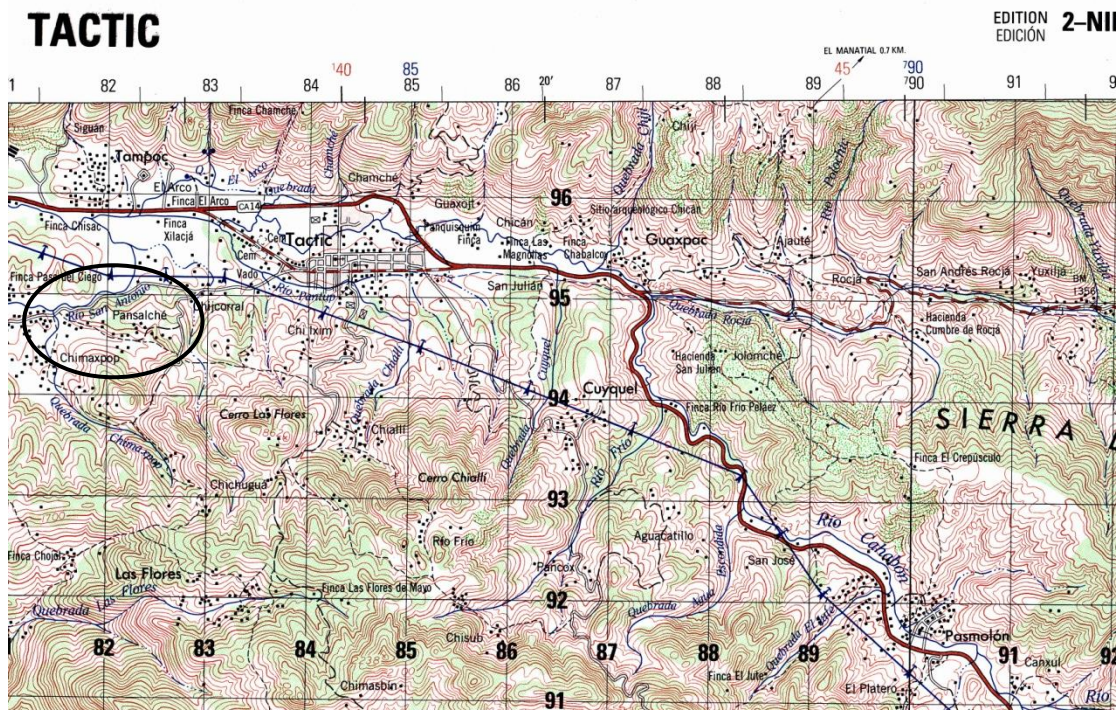
El municipio de Tactic se ubica a 185 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala y a 30 kilómetros del municipio de Cobán, cabecera departamental de Alta Verapaz, en dirección norte.

1.1.1. Ubicación y localización

Se encuentra situado en la región norte del país, en el departamento de Alta Verapaz. Limita al norte con la cabecera departamental Cobán y el municipio de San Juan Chamelco, al sur con Purulhá y San Miguel Chicaj, de Baja Verapaz, al este con Tamahú y al oeste con Santa Cruz, ambos de Alta Verapaz, teniendo una extensión territorial de 85 kilómetros cuadrados.

El centro de la cabecera municipal tiene una altura sobre el nivel del mar de 1 470 metros y cuya ubicación geográfica se localiza con una latitud de 15° 19' 08,82" y una longitud de 90° 21' 06,18". Los caseríos Chamaoj, Pansalché y Chijacorral se encuentran a 1,5 kilómetros de la cabecera municipal, cuya ubicación geográfica de cada comunidad es la siguiente: caserío Chamaoj latitud 15° 18' 58,81", 90° 21' 40,40", elevación 1 481 msnm; caserío Pansalché latitud 15° 18' 57,57", longitud 90° 21' 39,48", elevación 1 498 msnm y caserío Chijacorral latitud 15° 18' 58,60", longitud 90° 21' 34,10", elevación 1 492 msnm.

Figura 1. Hoja cartográfica del municipio de Tactic



Fuente: Instituto Geografico Nacional, hoja cartografica 2 161 IV G, escala 1:50 000.

La topografía del municipio es en la mayoría quebrada (70 %), siendo una pequeña parte con ligera planicie (30 %).

1.1.2. Accesos y comunicaciones

Para llegar al municipio de Tactic por vía terrestre se puede acceder de la ciudad de Guatemala por la carretera asfaltada CA-14 a una distancia de 185 kilómetros, también se tiene comunicación con la cabecera departamental Cobán a 30 kilómetros por carretera asfaltada.

En el lugar denominado San Julián entronca la ruta 7-E que conduce al municipio de El Estor, Izabal. La mayoría de comunidades rurales del municipio están comunicadas por carreteras de terracería transitables en todo tiempo y muy pocas por camino de herradura. Para los caseríos Chamaoj, Pansalché y Chijacorral se puede acceder por carretera asfaltada, teniendo una distancia aproximada de 1,5 km.

Del municipio de Tactic a otros municipios cercanos se tienen las siguientes distancias:

- De la cabecera municipal al municipio de Santa Cruz Verapaz: 14 km.
- De la cabecera municipal al municipio de Tamahú: 12 km.
- De la cabecera municipal al municipio de Tukurú: 28 km.
- De la cabecera municipal al municipio de Sta. Calina La Tinta: 60 km.

1.1.3. Población

Según proyección poblacional del INE para el 2011, el municipio de Tactic posee 31 202 habitantes, de los cuales un 53 % son mujeres y 47 % son hombres; el 87 % son indígenas y pertenecen a las etnias Poqomchi', Q'eqchi' y Achi'; un 76,5 % de la población habitan en el área rural y 23,5 % en el área urbana.

El cálculo de la densidad refleja la cantidad de personas por km², de acuerdo a información del Instituto Nacional de Estadística (INE) proyectada para el 2011, el municipio de Tactic registra aproximadamente 367 habitantes por kilómetro cuadrado.

Según datos estadísticos proyectados para el 2011 por el INE el 41 % del total de la población está en la edad escolar comprendida entre 6 a 19 años. La población joven con un 68 % comprendido entre (6 a 29 años), la población de la tercera edad es del 5 % comprendidas en las edades de 60 años en adelante.

1.1.4. Infraestructura y servicios

Dentro de la infraestructura que posee este municipio, cuenta con un solo mercado ubicado en la cabecera municipal. Además existe un rastro o matadero de ganado en todo el municipio ubicado en la ruta que dirige hacia el caserío Pansinic. Esto provoca que se destacen los animales en las casas, sin que se llenen los requisitos de ley, poniendo en peligro la salud de la población.

Además las calles y avenidas del casco urbano se encuentran en un 85 % pavimentada, ya sea con pavimento rígido, pavimento flexible o adoquinado. Dentro de los servicios e instalaciones más destacados que existen en el municipio están:

- Energía eléctrica
- Agua entubada
- Sistema de drenaje sanitario
- Servicio de telefonía fija y móvil
- Internet
- Cable
- Recolección de basura privada
- Escuelas, institutos y colegios
- Centro de salud
- Salón municipal, estadio y gimnasio

1.1.5. Actividades económicas

En el municipio el porcentaje de empleo formal es muy bajo, esto debido a las pocas oportunidades y al alto crecimiento poblacional que contribuye a la ocupación de un empleo de forma inmediata.

Dentro de las unidades artesanales dedicadas a la elaboración de muebles de madera, la mano de obra es familiar y asalariada, a quienes se les paga Q.40,00 diarios. Al tomar en cuenta que las carpinterías que existen dentro del municipio son sólo cinco, la generación de empleo es poco significativa, 20 empleados en total, que generan una producción de Q.413 400,00 anuales; que representa menos del 1 % del total de la Población Económicamente Activa (PEA).

Dadas las condiciones de suelo, el municipio tiene un gran potencial en la agricultura, principalmente en las hortalizas, cultivos temporales y se cosechan en extensiones de terreno clasificadas como microfincas y fincas subfamiliares; generalmente se tiene una cosecha al año. La totalidad del producto es para la venta, y el precio varía de acuerdo a la época del año en que se cultive.

La producción pecuaria es un rubro muy representativo en la economía del lugar, está integrado por crianza y engorde de cerdos, ganado bovino para producción de leche, pollos de engorde y gallinas ponedoras. Esta actividad productiva representa el 39 % del total de las actividades productivas.

La producción artesanal en el municipio de Tactic es reconocida en la región por la perfección en los acabados y la calidad de los derivados. Los productos tradicionales elaborados por campesinos y microempresas son: telas típicas de algodón, jarcia, escobas de palma, artículos de cuero, platería,

candelas, coheterías, canastos, petates, acapetates, suyates, lazos, redes, tejidos (güipiles), sombreros de palma, platería y bordado a mano. Igualmente la orfebrería del municipio pueblo es muy apreciada.

1.1.6. Clima

El clima es templado; mientras el verano se establece por los meses de febrero a junio, el resto, corresponde al invierno. El ciclo de lluvia es abundante aún, con tendencia a aminorar, como consecuencia de la deforestación de la región. La estación meteorológica más cercana es la de Cobán, ubicada en la pista de aterrizaje de Cobán, Alta Verapaz.

1.1.6.1. Vientos

El promedio es de 5,60 km/hora entre los meses de enero a junio y un promedio de 4,13 km/hora entre julio y diciembre. Generando un promedio anual de 4,90 km/hora.

1.1.6.2. Temperatura

- Temperatura media 19,5 °C
- Temperatura máxima media anual es de 25,1 °C
- Temperatura mínima media es de 13,6 °C
- Temperatura máxima absoluta es de 32,6 °C
- Temperatura mínima absoluta es de 2,5 °C

1.1.6.3. Precipitación pluvial

En la región de Tactic los meses más lluviosos son julio y octubre cuando se reportan lluvias que alcanzan los 561,10 mm y 577,90 mm, mientras que la precipitación anual promedio es de 2842,70 mm.

1.1.6.4. Soleamiento

Es un elemento fundamental para definir el clima de un territorio o parcela, pero además es un factor con una enorme influencia en los otros elementos del clima y sobre todo, del microclima, pues, modifica la temperatura y humedad, brisas y la vegetación.

El promedio anual de exposición solar es de 174,1 horas, el promedio entre los meses de enero a marzo 170,90 horas y en épocas lluviosas el promedio es de 175 horas.

1.2. Principales necesidades del municipio

Las necesidades que se presentan en el municipio de Tactic son distintas dependiendo de cada comunidad, así que para la elección del proyecto se priorizó que se orientará a resolver problemas de servicios básicos.

1.2.1. Descripción de las necesidades

En el caso de los caseríos Chijacorrall, Pansalché y Chamaoj los pobladores han planteado ante la corporación municipal las necesidades, las cuales se presentan en el rediseño y ampliación de la red de distribución de agua potable, debido a que actualmente tienen un solo nacimiento y el período

de diseño del sistema ya cumplió con el tiempo de servicio, también con la construcción de encaminamientos peatonales para los diferentes caminos interiores de las comunidades y pavimentación de calles principales para circulación de vehículos.

1.2.2. Priorización de las necesidades

Tomando en cuenta las necesidades expuestas por los vecinos del lugar, lo expuesto por los funcionarios de la administración municipal y los recursos económicos disponibles, la priorización se hace de la siguiente manera: para los caseríos Chijacorrall, Pansalché y Chamaoj se realizará el diseño de abastecimiento de agua potable.

La realización del diseño de abastecimiento de agua potable es de gran importancia para la población debido a que se estaría brindando un servicio básico de calidad, garantizando una mejor calidad de vida para los habitantes, promoviendo disminución de enfermedades gastrointestinales y dérmicas, así como la gestión responsable de los recursos naturales.

2. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSALCHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

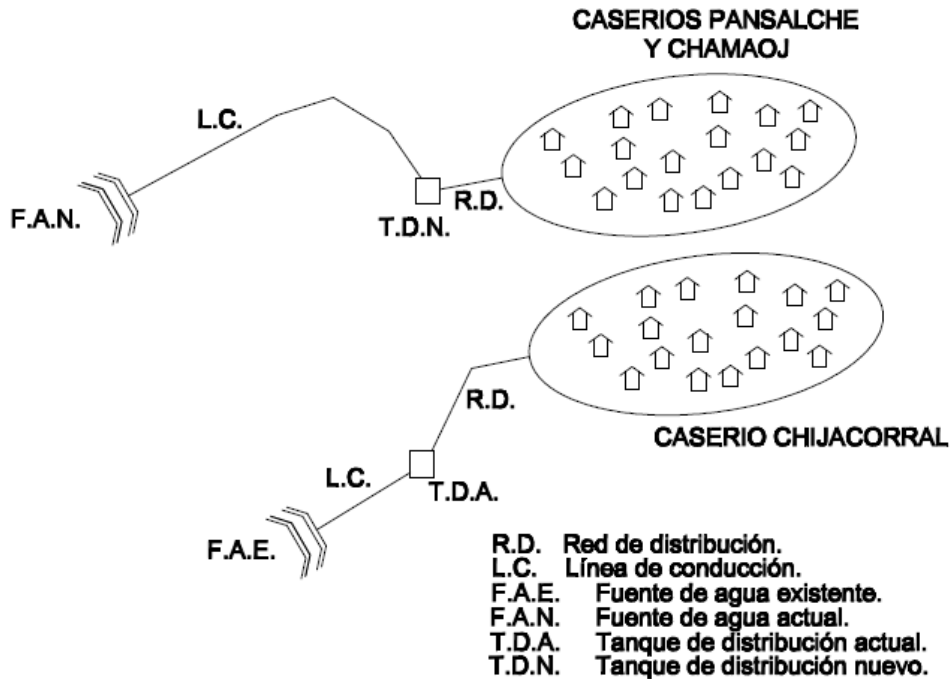
2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable que brinde la dotación requerida para las tres comunidades contempladas, así como la ampliación en la red de distribución para las viviendas que no están conectadas al sistema actual existente.

Este sistema estará sectorizado en dos partes debido a que se tienen dos fuentes de agua con diferente ubicación y caudal, en las cuales para cada sector se diseña la línea de conducción, tanque de distribución, red de distribución, válvulas y conexiones prediales requeridas.

Para garantizar que el agua que se dotará sea sanitariamente adecuada, se plantea la incorporación de un sistema básico de desinfección, pretendiendo con ello reducir al mínimo las enfermedades gastrointestinales producidas por el consumo de aguas contaminadas.

Figura 2. Esquema del sistema de agua potable propuesto



Fuente: elaboración propia.

2.1.1. Descripción y evaluación del sistema actual

En los caseríos Chamaoj, Pansalché y Chijacorral se dispone de un sistema de agua potable que abastece a 343 familias, pero debido al crecimiento de la población, así como del período de diseño del sistema actual, el cual ya llegó al tiempo de vida útil, se hace necesario que se plantee el rediseño del sistema incorporando una captación más para cumplir con la demanda actual de estas comunidades.

El sistema general de agua potable posee tubería de 4" y 1 ½" para la línea de conducción, así como tubería de 1 ½" para la red de distribución, la

cual se encuentra en la mayoría en malas condiciones debido a la edad o tiempo de servicio.

2.1.1.1. Descripción del sistema a utilizar

El sistema a utilizar será por gravedad, ya que tanto para la línea de conducción como para la red de distribución la topografía del lugar permite realizarla sin ningún inconveniente.

2.1.2. Fuente

Una fuente de agua se define como el lugar donde el agua brota naturalmente de la tierra, originándose del ciclo hidrológico, es decir, los procesos de circulación del agua a través de distintos medios, para el uso cotidiano del ser humano.

Considerando que la evaporación del agua en la superficie del océano, el agua en estado gaseoso circula por la atmósfera presentado desplazamiento vertical y horizontal. En la atmósfera se condensa y se precipita nuevamente a la superficie; cayendo tres cuartas partes al océano mismo y poco menos de la cuarta parte a la superficie terrestre. En el océano y en el continente inicia el paso de la evaporación y en la superficie continental llena los lagos, se infiltra en el terreno y circula dentro de él para aflorar en áreas de menor elevación o hasta volver subterráneamente al mar; se retiene en la vegetación y finalmente escurre superficialmente y forma cause desembocando en lagos o vasos de almacenamiento artificiales para la regulación a fin de usarla, o controlar los caudales de escurrimiento para el uso; de la superficie del terreno se produce la evaporación de agua que es transportada a la atmósfera.

Para la dotación de agua potable a los caseríos Chijacorral, Pansalché y Chamaoj se conoció la ubicación de dos fuentes o manantiales, las cuales fueron mostradas por medio del Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE, encontrándose la primera en la aldea Chialli y la segunda en la finca Las Flores, observando que los manantiales mostrados se clasifican del tipo brote definido en ladera.

2.1.3. Caudal de aforo

El aforo de una fuente de agua es la medición del caudal, la cual se define como la medición de un volumen conocido por unidad de tiempo, realizándose preferiblemente esta medida en las épocas de estiaje de la cuenca bajo estudio.

Para el diseño de un sistema de agua potable, el aforo es uno de los procesos más importantes, ya que este indicará si la fuente de agua es suficiente para abastecer o cumplir con la dotación requerida por toda la población. Para cada uno de los manantiales se empleó el método volumétrico, en el cual se realizaron cinco mediciones de aforo, utilizando un recipiente con capacidad de 5 galones, donde se determinó para la primera fuente un caudal promedio de 5,12 l/s, y en la segunda fuente ubicada en la finca Las Flores un caudal promedio de 3,15 l/s, teniendo un caudal total para la dotación de agua a estas comunidades de 8,27 l/s, estos aforos realizados en época de estiaje.

2.1.4. Análisis físico – químico del agua

El análisis físico – químico sanitario del agua indicará si el agua está contaminada. Además proporcionará información que resulta útil para el estudio, pero no es suficientemente preciso para detectar pequeños grados de contaminación con aguas negras.

Demostro que el agua es potable, respaldándose segun lo que indica la Norma COGUANOR NGO 29001, en funcion de los diferentes parametros evaluados, encontrándose dentro de los limites maximos aceptables. Esto indica que el agua es adecuada para el consumo humano como lo presenta el informe del laboratorio que se muestra en el apéndice.

2.1.5. Examen bacteriológico

Las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas para revelar cualquier contaminación en la muestra de agua. El propósito de estos análisis rutinarios es determinar la presencia o existencia de contaminación de origen fecal o presencia de los gérmenes del grupo coliforme.

En función del resultado obtenido del examen bacteriológico que se muestra en el anexo, se concluye que el agua es sanitariamente segura. Garantizando que el agua no requiere tratamiento para el consumo más que el de la desinfección a base de pastillas de tricloruro, usándose principalmente para evitar cualquier contaminación que exista en los accesorios, elementos estructurales y tuberías del sistema.

2.1.6. Levantamiento topográfico

Se efectuó un levantamiento topográfico de segundo orden, el método utilizado fue el de conservación del azimut, considerándolo como un polígono abierto, para ello se consideró un norte arbitrario como referencia.

La nivelación se realizó a través de un método indirecto, como lo es el taquimétrico; el cual permite definir las cotas del terreno a trabajar, tanto en las irregularidades como en los cambios de dirección más importantes.

El equipo que se utilizó para planimetría y altimetría comprende teodolito digital, estadal, estacas, martillo, pintura y cinta métrica, los resultados se muestran en los anexos.

2.1.7. Población actual

Como base para el cálculo de la población a servir se utiliza el número de casas actuales, así como el número de habitantes según censo realizado por el Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE) en el 2008, se tiene en las comunidades bajo estudio 2284 personas.

2.1.8. Tasa de crecimiento

En el municipio de Tactic se tiene una tasa de crecimiento poblacional de 2,67 % anual, la cual fue obtenida del último censo realizado por el INE en el 2002.

2.1.9. Tipo y número de conexiones

El presente estudio es un rediseño y ampliación del sistema existente con el que se abastecen las comunidades de Chijacorral, Pansalché y Chamaoj, es por ello que se adopta para el diseño el tipo de servicio que actualmente posee la población, siendo este de tipo predial, que consiste en la colocación de una conexión por vivienda.

Se contempla para la población actual un total de 457 conexiones prediales, que es el número de viviendas que necesitan del servicio.

2.1.10. Parámetros de diseño

En un sistema público, principalmente para el abastecimiento de agua potable, el consumo es afectado por una serie de factores que varían en función del tiempo, las costumbres de la región, las condiciones climáticas, y las condiciones económicas que son inherentes a una comunidad, y que varían de una comunidad a otra. Estos factores de seguridad se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema, en cualquier época del año, bajo cualquier condición.

2.1.10.1. Período de diseño

Consiste en el tiempo para que el sistema preste un servicio adecuado a la población, tomando en cuenta la durabilidad de las instalaciones y también la posibilidad de prestar un buen servicio según las condiciones previstas. Para este proyecto se utiliza un período de diseño de 20 años, por ser un sistema por gravedad.

2.1.10.2. Población de diseño

Existen diversos métodos matemáticos para conocer el crecimiento de población futura, para el diseño del presente proyecto se utilizó el Método Geométrico por ser el modelo que mejor se adapta al crecimiento de países en vías de desarrollo. Para el cálculo de población futura se realizó el siguiente procedimiento:

- Se obtuvieron datos oficiales de las comunidades bajo estudio, consultando los censos de la población.
- Se investigó la población existente en el año inicial del período de diseño o bien, la más cercana a inicio del período de diseño. Para el caso de las comunidades de Chijacorrall, Pansalché y Chamaoj, no existen datos oficiales, por lo que se realizó un censo poblacional con un resultado de 2 284 habitantes.
- Se obtuvo la tasa de crecimiento anual de la población. Según datos del INE se tiene una tasa de crecimiento para el municipio de Tactic del 2,67 %.
- Se definió el período de diseño para el cual se desea la población futura o de diseño, el cual es de 20 años.
- Se calculó la población futura o diseño con la siguiente fórmula:

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

Donde:

Pf = población al final del período de diseño [hab]

Po = población en el año inicial del período de diseño [hab]

r = tasa de crecimiento anual [%]

n = período de diseño [años]

Debido a que el sistema está separado en dos tramos se calculan como población 1 y población 2 en función de las fuentes de agua, para lo cual al aplicar la ecuación arriba descrita se obtienen los siguientes datos para el diseño:

Datos población 1 (nacimiento Chiallí):

Po= 1 405 hab

r = 2,67 %

n = 20 años

Solución:

$$Pf = 1405 \left(1 + \frac{2,67}{100} \right)^{20}$$

Pf= 2 396 hab

Datos población 2 (nacimiento Las Flores):

Po= 870 hab

r = 2,67 %

n = 20 años

Solución:

$$Pf = 870 \left(1 + \frac{2,67}{100} \right)^{20}$$

Pf= 1 473 hab

2.1.10.3. Dotación

Se define como la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día, la cual se toma con base en el clima, tipo de comunidad, nivel socioeconómico del lugar, calidad y cantidad de agua. Para

los caseríos de Chamaoj, Pansalché y Chijacorral se adopta una dotación de 85 l/hab/día, la cual es suficiente para cumplir con la necesidad de los pobladores.

2.1.10.4. Factores de consumo

Los factores de consumo se definen en los siguientes subtítulos.

2.1.10.4.1. Factor de día máximo

Este es un factor que se utiliza cuando se carece o no se cuenta con el registro de consumo máximo diario. Este es un factor de seguridad, tomando en cuenta el tamaño de la población y de la capacidad de la fuente, oscila entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes se recomienda utilizar 1,5 y 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, según Normas UNEPAR, para el siguiente diseño se utilizó 1,5.

2.1.10.4.2. Factor de hora máximo

Este factor al igual que el anterior es un factor que está relacionado con el número de habitantes y las costumbres, se encuentra entre 2 y 3, se adopta 3 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, según Normas UNEPAR, para el diseño de este proyecto se utilizó 2.

2.1.11. Determinación de caudales

La determinación de los caudales se realizó de la siguiente forma:

2.1.11.1. Caudal medio diario

Es lo que se consume en un día por la población, siendo un promedio de los consumos diarios en el período de un año, debido a que no se tienen registros del consumo diario por el COCODE, se calcula en función de la población futura y la dotación asignada en un día, para el cálculo se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{med}} = \frac{D \times P}{86\,400}$$

Donde:

Q_{med} = caudal medio diario [l/s]

D = dotación [l/hab/día]

P = número de habitantes

86 400 = cantidad de segundos en un día

Por las características del proyecto a desarrollar se plantea sectorizar el sistema de agua, teniendo para el nacimiento de la aldea Chiallí una población de 2 396 habitantes y para el nacimiento que se encuentra en la finca Las Flores una población de 1 473 habitantes, siendo estos datos calculados como población futura, al colocar los datos en la anterior ecuación se obtiene lo siguiente:

Nacimiento aldea Chiallí

$$Q_{\text{med}} = \frac{85 \times 2396}{86\,400} = 2,36 \text{ l/s}$$

Nacimiento finca Las Flores

$$Q_{med} = \frac{85 \times 1473}{86400} = 1,45 \text{ l/s}$$

2.1.11.2. Caudal máximo diario

Es el caudal de máximo consumo del agua durante el día en un período de observación de un año, no tomando en cuenta los gastos por incendio, este es el caudal que se utiliza al diseñar la línea de conducción del proyecto. Este caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q_{md} = f_{dm} \times Q_{med}$$

Donde:

Q_{md} = caudal máximo diario [l/s]

f_{dm} = factor de día máximo que oscila entre 1,2 y 1,5

Q_{med} = caudal medio diario [l/s]

Para el cálculo de este caudal en las dos líneas de conducción tenemos:

Nacimiento de la aldea Chiallí

$$Q_{md} = 1,50 \times 2,36 = 3,54 \text{ l/s}$$

Nacimiento de la finca Las Flores

$$Q_{md} = 1,50 \times 1,45 = 2,17 \text{ l/s}$$

2.1.11.3. Caudal máximo horario

El caudal máximo horario, también conocido como caudal de distribución, es el máximo caudal registrado en una hora durante un período de observación de un año, este es el caudal que se utiliza al diseñar la línea de distribución del proyecto. Este caudal se determina de la siguiente manera:

$$Q_{mh} = fhm \times Q_{med}$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario [l/s]

fhm = factor de hora máximo que oscila entre 2,00 y 3,00

Q_{med} = caudal medio diario [l/s]

Para el cálculo de este caudal en las dos líneas de distribución se tiene:

Nacimiento de la aldea Chialí

$$Q_{mh} = 2,00 \times 2,36 = 4,72 \text{ l/s}$$

Nacimiento de la finca Las Flores

$$Q_{mh} = 2,00 \times 1,45 = 2,90 \text{ l/s}$$

2.1.12. Línea de conducción

La línea de conducción es la encargada de trasladar el agua desde la obra de captación hasta el tanque de distribución, la cual se diseña con el caudal de

día máximo. Para el diseño de las dos líneas de conducción de este proyecto, se calculará con las condiciones de un sistema por gravedad, ya que la topografía del lugar tiene las condiciones necesarias para desarrollarlo de esta manera debido a que ambos nacimientos se encuentran ubicados en una parte alta.

2.1.12.1. Caudal de conducción

Los caudales de las dos líneas de conducción a diseñar fueron los calculados en el caudal máximo diario, siendo estos los siguientes:

Nacimiento de la aldea Chiallí

$$Q_{md} = 1,50 \times 2,36 = 3,54 \text{ l/s}$$

Nacimiento de la finca Las Flores

$$Q_{md} = 1,50 \times 1,45 = 2,17 \text{ l/s}$$

2.1.12.2. Determinación del diámetro de la tubería

Como punto de partida para el diseño de la línea de conducción por gravedad se deben determinar las longitudes y los diámetros para ajustar las pérdidas a las alturas disponibles.

Para el diseño de la línea de conducción, hay que tomar en cuenta que se debe combinar como mínimo dos diámetros, uno grande y el otro menor, esto para garantizar que las pérdidas sean iguales a las alturas disponibles. Para ello hay que determinar cuál es la longitud de tubería para cada uno de ellos.

Para el diseño de la línea de conducción se utilizará la ecuación de Hazen & Williams. La longitud de diseño de toda la tubería se debe de incrementar de un 5 a un 10 %, en este caso se incrementó en un 5 %, el cual representa la incertidumbre al considerar la pendiente del terreno y las condiciones de accesibilidad en el momento de ejecutar el proyecto.

La fórmula de Hazen & Williams que viene dada por:

$$H_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga [m]

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal de conducción [l/s]

C = coeficiente de fricción de la tubería [PVC $C = 150$; HG $C = 100$]

ϕ = diámetro de la tubería [in]

Con base en la ecuación anterior, se calcula la línea de conducción para los dos nacimientos, iniciando desde la ubicación del tanque de captación hasta el tanque de distribución, teniendo los datos siguientes:

Datos nacimiento de la aldea Chiallí

E.I. = $E - 1 = 1\ 661,00$ m

E.F. = $E - 71 = 1\ 645,57$ m

$Q = 3,54$ l/s

Longitud = $1\ 268,96$ m

Como paso inicial se calcula la diferencia de niveles o carga disponible entre las estaciones:

$$H_f = E.I. - E.F. = 1661 - 1645,57 = 15,43 \text{ m}$$

Para esta carga disponible se tendrá un diámetro teórico de la tubería, realizando el despeje de la ecuación de Hazen & Williams, para el cálculo del diámetro de tubería, se obtiene la siguiente forma:

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times H_f} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743,11 \times 1268,96 \times 1,05 \times 3,54^{1,85}}{150^{1,85} \times 15,43} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi_{\text{teo}} = 2,78 \text{ in}$$

Del resultado obtenido se tomaron dos diámetros comerciales, uno arriba y otro abajo del diámetro teórico, siendo necesario el cálculo de la pérdida de carga para cada diámetro, para combinar ambos y hacer que las pérdidas sean iguales a la altura disponible. Para esta conducción se tomaron los diámetros de 2 ½" y 4", adoptando este diámetro mayor debido a que en el tramo inicial el terreno es demasiado plano lo que provoca una pérdida negativa en la línea de conducción.

Para el cálculo de los diámetros de la línea de conducción del nacimiento de la finca Las Flores, se tienen los siguientes datos:

Estación inicial = E-1 = 1 820 m

Estación final = E - 284 = 1 623,48 m

Q = 2,17 l/s

Longitud total = 4 784,55 m

Hf = E.I. - E.F. = 1820 - 1623,48 = 196,52 m

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Hf} \right)^{1/4,87}$$
$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743,11 \times 4\,785,55 \times 1,05 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 196,52} \right)^{1/4,87}$$
$$\phi_{\text{teo}} = 1,80 \text{ in}$$

Del resultado obtenido se tomaron dos diámetros comerciales, uno arriba y otro abajo del diámetro teórico, siendo necesario el cálculo de la pérdida de carga para cada diámetro, para combinar ambos y hacer que las pérdidas sean iguales a la altura disponible. Para esta conducción se tomaron los diámetros de 1 ½" y 2" cuyos diámetros serán los que estarán dentro de los rangos.

Debido a que el tramo inicial de esta línea de conducción tiene una topografía relativamente plana en 849,48 m se opta por colocar tubería de mayor diámetro a la calculada en la página anterior con el objeto de obtener presiones positivas en el sistema, para lo cual el resto del tramo se calcula de la siguiente manera:

$$Hf = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Hf} \right)^{1/4,87}$$
$$Hf = \left(\frac{1743,11 \times 849,48 \times 1,05 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,655^{4,87}} \right)$$
$$Hf_{2\frac{1}{2}} = 7,09 \text{ in}$$

De la pérdida obtenida anteriormente se determinó la cota piezométrica dinámica que se encuentra en este tramo, calculándolo de la siguiente manera:

$$Cp_{z_1} = Cp_{z_{E-1}} - Hf_{2 \frac{1}{2}''}$$

Donde:

Cp_{z_1} = cota piezométrica del tramo analizado [m]

$Cp_{z_{E-1}}$ = cota piezométrica estación salida [m]

$Hf_{2 \frac{1}{2}''}$ = pérdida por fricción en el tramo analizado [m]

$$Cp_{z_1} = 1\ 820 - 7,09 = 1\ 812,91\ m$$

Diseño de siguiente tramo, para determinar diámetros de línea de conducción.

Como paso inicial se calcula la diferencia de niveles o carga disponible entre las estaciones:

$$Hf = Cp_{z_1} - C_{E-284}$$

$$Hf = 1\ 812,91 - 1\ 623,48 = 189,43\ m$$

Para esta carga disponible se tendrá un diámetro teórico de la tubería realizando el despeje de la ecuación de Hazen & Williams. Para el cálculo del diámetro de tubería, se obtiene la siguiente forma:

$$\text{Longitud tramo 2} = 4,784.55 - 849.48 = 3,935.07\ m$$

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times Hf} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi_{\text{teo}} = \left(\frac{1743,11 \times 3935,07 \times 1,05 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 189,43} \right)^{1/4,87}$$

$$\phi_{\text{teo}} = 1,74 \text{ in}$$

Del resultado obtenido se tomaron dos diámetros comerciales, uno arriba y otro abajo del diámetro teórico, siendo necesario el cálculo de la pérdida de carga para cada diámetro, para combinar ambos y hacer que las pérdidas sean iguales a la altura disponible. Para esta conducción se tomaron los diámetros de 1 ½", 2" y 2 ½".

2.1.12.3. Pérdidas reales del sistema de conducción

Para este cálculo se utilizará la ecuación de Hazen & Williams y con ello se determinarán las longitudes de cada tramo para equilibrar las pérdidas sean iguales a la altura disponible.

Para la línea de conducción del nacimiento que se encuentra en la aldea Chiallí, cuyos diámetros comerciales son de 4" y 2 ½", se tienen los siguientes cálculos:

$$Hf_1 = \frac{1743,811 \times 1268,96 \times 1,05 \times 3,54^{1,85}}{150^{1,85} \times 4,154^{4,87}} = 2,65 \text{ m}$$

$$Hf_2 = \frac{1743,811 \times 1268,96 \times 1,05 \times 3,54^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,655^{4,87}} = 26,18 \text{ m}$$

Con las pérdidas obtenidas hay que determinar cuál es la longitud para cada diámetro propuesto, este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L_2 = \frac{L * (H - H_{f1})}{H_{f2} - H_{f1}}$$

$$L_1 = L - L_2$$

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtienen las siguientes longitudes:

$$L_2 = L_{2\frac{1}{2}"} = \frac{1268,96 \times 1,05 \times (15,43 - 2,65)}{26,18 - 2,65} = 723,40 \text{ m}$$

$$L_1 = L_{4"} = 1268,96 * 1,05 - 723,40 = 609,01 \text{ m}$$

Con las longitudes obtenidas se pueden tomar tramos aproximados a estos, siendo para el nacimiento de la aldea Chiallí, la longitud 1 con tubería PVC de 4" de la estación E - 1 a E - 28 y el tramo de longitud 2 con tubería PVC de 2 ½" de la estación E - 28 a E - 71, para lo cual se chequean las pérdidas reales por cada tramo:

$$Hf_1 = \frac{1743,811 \times 609,01 \times 3,54^{1,85}}{150^{1,85} \times 4,154^{4,87}} = 1,21 \text{ m}$$

$$Hf_2 = \frac{1743,811 \times 723,40 \times 3,54^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,655^{4,87}} = 14,22 \text{ m}$$

$$H = Hf_1 + Hf_2 = 1,21 + 14,22 = 15,43 \text{ m}$$

En el caso de la línea de conducción del nacimiento de la finca Las Flores, se tiene como tramo inicial tubería PVC de 2 ½", siendo la pérdida real la siguiente:

$$H_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

$$H_{f_{2\frac{1}{2}''}} = \frac{1743,811 \times 849,48 \times 1,05 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,655^{4,87}} = 7,09 \text{ m}$$

Para el tramo restante, en el cual se utilizará tubería PVC de 1 ½" y 2", se tienen las siguientes pérdidas:

$$H_{f_1} = \frac{1743,811 \times 3935,07 \times 1,05 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 2,193^{4,87}} = 97,34 \text{ m}$$

$$H_{f_2} = \frac{1743,811 \times 3935,07 \times 1,05 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,754^{4,87}} = 395,15 \text{ m}$$

Con las pérdidas obtenidas hay que determinar cuál es la longitud para cada diámetro propuesto, este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$L_2 = \frac{L * (H - H_1)}{H_2 - H_1}$$

$$L_1 = L - L_2$$

Sustituyendo valores en la expresión anterior se obtienen las siguientes longitudes:

$$L_2 = L_{1\frac{1}{2}"} = \frac{3925,07 \times 1,05 \times (189,43 - 97,34)}{395,15 - 97,34} = 1277,66 \text{ m}$$

$$L_1 = L_{2"} = 3925,07 \times 1,05 - 1277,06 = 2854,16 \text{ m}$$

Con las longitudes obtenidas, los tramos para la línea de conducción del nacimiento de la finca Las Flores, quedan de la siguiente manera:

El tramo inicial con tubería PVC de 2 ½" la estación E – 1 a E – 46, el siguiente tramo con tubería PVC de 2" será de la estación E – 213 y por último el tramo con tubería PVC de 1 ½" de E – 213 a E-284, siendo las pérdidas reales por tramo las siguientes:

$$Hf_1 = \frac{1743,811 \times 2854,16 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 21,93^{4,87}} = 67,24 \text{ m}$$

$$Hf_2 = \frac{1743,811 \times 1277,66 \times 2,17^{1,85}}{150^{1,85} \times 1,754^{4,87}} = 122,19 \text{ m}$$

$$H = Hf_1 + Hf_2 = 67,24 + 122,19 = 189,43 \text{ m}$$

Como resumen de los cálculos de la línea de conducción se deja la siguiente tabla:

Tabla I. Diseño hidráulico de línea de conducción

CALCULO LINEA DE CONDUCCIÓN CHIALÍ										
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	71	1661.00	1645.57	1268.96	2.79	3.54	15.43	0.90	223	160
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	71	1661.00	1645.57	1268.96	2.50	3.54	26.19	1.12	223	160
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	71	1661.00	1645.57	1268.96	4.00	3.54	2.65	0.44	223	160
TRAMO	LONGITUD		PERDIDAS							
L2 (Ø=2 1/2")	723.40	m	Hf2	14.22	m					
L1 (Ø=4")	609.01	m	Hf1	1.21	m					
			Hh total	15.43	m					
CALCULO LINEA DE CONDUCCIÓN LAS FLORES										
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
1	68	1820.00	1784.21	849.48	2.50	2.17	7.09	0.69	149	160
68	284	1784.21	1623.48	3935.07	1.74	2.17	189.43	1.41	689	160
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
68	284	1784.21	1623.48	3935.07	1.50	2.17	395.15	1.90	689	160
Tramo		Cota terreno		Long.	Ø	Q	Hf	Vel.	Canti.	Presión
De	A	Inicio	Final	m	plg	l/s	m	m/s	Tubos	Trabajo
68	284	1784.21	1623.48	3935.07	2.00	2.17	97.34	1.07	689	160
TRAMO	LONGITUD		PERDIDAS							
L2 (Ø=1 1/2")	1277.66	m	Hf2	122.19	m					
L1 (Ø=2")	2854.16	m	Hf1	67.24	m					
			Hf total	189.43	m					

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Tanque de distribución

Los tanques de distribución tienen como fin principal cubrir las variaciones de los horarios para el consumo, teniendo como objetivo principal almacenar el agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día. También se puede proporcionar agua durante algunas horas en un caso de emergencia, como por ejemplo cuando una tubería se rompe, o cuando se suspende el servicio de flujo del agua en una línea de conducción.

En el diseño inicial que abastece actualmente a estas comunidades, se tiene un tanque de distribución de 50 m³, el cual se encuentra en perfectas condiciones, para lo cual únicamente se requiere la implementación de un tanque de distribución para el sector que dotará agua del nacimiento de la finca Las Flores.

2.1.13.1. Volumen del tanque

En los sistemas de gravedad, cuando se carece de un estudio de demanda, se puede determinar el volumen del tanque de distribución entre un 25 % y un 40 % del volumen medio diario, para este caso se tomó un valor del 30 %.

El volumen del tanque de almacenamiento se determina mediante la siguiente ecuación:

$$Vol = \frac{\% Alm. * Qmd * 86\ 400 * 1}{1\ 000}$$

Donde:

Vol. = volumen del tanque [m³]

Qmd = caudal medio diario [l/s]

% Alm = porcentaje de volumen medio diario

Sustituyendo los datos en la ecuación anterior obtenemos:

$$Vol = \frac{0,30 \times 1,45 \times 86\,400 \times 1,00}{1000} = 37,58 \text{ m}^3$$

Para efectos de diseño se realizará un tanque de 38 m³, cuidando la relación largo – ancho de 1.5:1 a 2:1, el cual será construido de mampostería de piedra.

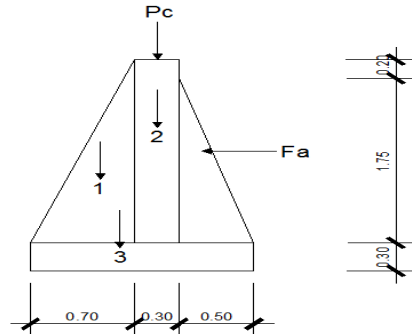
2.1.13.2. Diseño del muro

Para el cálculo se utilizan los siguientes datos:

Peso concreto ciclópeo ($\gamma_{C.C.}$)	= 2 700 kg/m ³
Peso concreto armado ($\gamma_{C.A.}$)	= 2 400 kg/m ³
Peso del suelo (γ_S)	= 1 700 kg/m ³
Angulo de fricción interna (θ)	= 28°
Valor soporte del suelo (V_s)	= 10 000 kg/m ²

En la figura 2 se muestra la geometría y diagrama de presiones del muro y en la tabla II se encuentran los cálculos de momento estabilizante en el muro.

Figura 3. Geometría y diagrama de presiones del muro



Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Momento estabilizante en el muro

SECCION	DIMENSIONES		AREA	PESO VOL.	PESO WR	BRAZO	MOMENTO
	(m)		(m ²)	(kg/m ³)	(kg)	(m)	M (kg - m)
1	0,7	1,95	0,6825	2 700	1 842,75	0,47	859,95
2	0,3	1,95	0,585	2 700	1 579,50	0,85	1 342,58
3	1,5	0,3	0,45	2 700	1 215,00	0,75	911,25
				Σ=	4 637,25	Σ=	3 113,78

Fuente: elaboración propia.

Carga de losa y vigas sobre el muro

Carga muerta (CM)

Peso propio de losa = $2\,400\text{ Kg/m}^3 \cdot 0,10\text{ m} = 240\text{ kg/m}^2$

Sobre peso = 60 kg/m^2

CM = $240 + 60 = 300\text{ Kg/m}^2$

Carga viva (CV) = 100 Kg/m^2

Carga última (CU)

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV = 1,4 \times 300 + 1,7 \times 100 = 590 \text{ kg/m}^2$$

Área tributaria

$$A = \left(\frac{3,80 \times 1,90}{2} \right) = 3,61 \text{ m}^2 \quad B = \left(\frac{5,70 + 1,90}{2} \right) \times 1,90 = 7,22 \text{ m}^2$$

Peso sobre el muro = peso de área tributaria de losa + peso propio de viga

$$W_A = \frac{5,90 \times 3,61}{3,80} + 2400 \times 0,15 \times 0,20 = 632,5 \text{ kg/m}$$

$$W_B = \frac{5,90 \times 7,22}{5,70} + 2400 \times 0,15 \times 0,20 = 819,33 \text{ kg/m}$$

Se toma el mayor como el caso crítico que es $W = 819,33 \text{ kg/m}$

Considerando W como carga puntual (P_c)

$$P_c = W \times L = 819,33 \times 1,00 = 819,33 \text{ kg}$$

Por lo que el momento que ejerce la carga puntual (M_c)

$$M_c = 819,33 \times \left(\frac{0,30}{2} + 0,70 \right) = 696,43 \text{ kg} \cdot \text{m}$$

Peso total del muro (W_T)

$$W_T = W + W_R = 819,33 + 4\,637,25 = 5\,456,58 \text{ kg/m}$$

Fuerza activa (Fa)

$$F_a = \gamma_{\text{agua}} * H^2/2 = 1\,000 * \frac{(1,75)^2}{2} = 1\,531,25 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo con respecto a X.

$$M_{\text{act}} = F_a * \left(\frac{H}{3} \right) = 1\,531,25 * \left(\frac{1,75}{3} + 0,3 \right) = 1\,352,55 \text{ kg - m/m}$$

Chequeos

- Estabilidad contra volteo ($F_{sv} > 1,50$)

$$F_{sv} = \frac{MR + MC}{M_{\text{act}}} = \frac{3\,113,78 + 696,43}{1\,352,55} = 2,82 > 1,50$$

- Estabilidad contra deslizamiento ($F_{sd} > 1,50$)

$$F_{sd} = \frac{W_T * 0,9 * \text{tg}(\theta)}{F_a} = \frac{5\,456,58 * 0,9 * \text{tg}(27^\circ)}{1\,531,25} = 1,63 > 1,50$$

- Presión máxima bajo la base del muro $P_{\text{max}} < V_s$

$$a = \frac{M_R + M_c - M_{\text{act}}}{W_T} = \frac{3\,113,78 + 696,43 - 1\,352,55}{5\,456,58} = 0,45 \text{ m}$$

Donde la excentricidad (ex) = $\frac{1}{2} * b_m - a$

$$ex = \frac{1}{2} * 1,50 - 0,45 = 0,30 \text{ m}$$

Módulo de sección por metro lineal (Sx)

$$S_x = \frac{1}{6} * b_m^2 * longitud = \frac{1}{6} * 1,50^2 * 1,00 = 0,38 \text{ m}^3$$

Presión máxima (Pmax)

$$P_{max} = \frac{W_T}{A} + \frac{W_T * ex}{S_x} = \frac{5\,456,58}{1,50 \times 1,00} + \frac{5\,456,58 * 0,30}{0,38}$$

$$P_{max} = 7\,945,55 \text{ kg/m}^2 < 10\,000 \text{ kg/m}^2$$

La presión máxima en el suelo es menor al valor soporte del suelo (Vs) que se asumió con valor de 10 000 kg/m², por lo que chequea.

Verificando cada uno de los chequeos correspondientes, en los cuales cumple con las condiciones mínimas, se concluye que el diseño propuesto del muro del tanque de distribución está bien.

2.1.13.3. Diseño de la losa

Para el diseño de la losa del tanque de distribución, las dimensiones serán de 5,70 m x 3,80 m, diseñando la misma según el método 3 del American Concrete Institute (ACI):

Cálculo de peralte o espesor de la losa:

El método utiliza como variables las dimensiones de la superficie de la losa y el tipo de apoyo que tiene.

$$t = \frac{P}{180} = \frac{(5,70 + 3,80) * 2}{180} = 0,105 \text{ m}$$

Por razones de cálculo se utilizará un espesor de 11 cm para la losa a diseñar.

Los datos de las propiedades de los materiales a utilizar será la siguiente:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$Ec = 2,67 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$$

$$Es = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

Recubrimiento para losa = 2,5 cm

Cargas:

$$C.V. = 100 \text{ kg/m}^2$$

$$W_L = 2400 * 0,11 = 264 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{S.C.} = 60 \text{ kg/m}^2$$

Determinación de la forma en la que trabajará la losa:

$$m = \frac{L_A}{L_B} = \frac{3,80}{5,70} = 0,66$$

Si $m > 0,50$ la losa trabaja en 2 sentidos

Si $m < 0,50$ la losa trabaja en 1 sentido

Según chequeo se determina que la losa trabaja en dos sentidos, por lo que se calculará como caso 2 ya que se apoya en los cuatro extremos.

Cálculo de la carga de diseño:

$$CU = 1,4 CM + 1,7 CV$$

$$CMU = 1,4(W_L + W_{S.C.})$$

$$CVU = 1,7 CV$$

Sustituyendo datos en las ecuaciones anteriores obtenemos:

$$CMU = 1,4 \times (264 + 60) = 453,60 \text{ kg/m}^2$$

$$CVU = 1,7 \times 100 = 170 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 453,60 + 170 = 623,60 \text{ kg/m}^2$$

Cálculo de los momentos positivos y negativos de la losa, los cuales se determinan bajo las siguientes ecuaciones:

Momentos positivos:

$$M_{A,POS} = C_{A,POS} * CMU * L_A^2 + C_{A,POS} * CVU * L_A^2$$

$$M_{B,POS} = C_{B,POS} * CMU * L_B^2 + C_{B,POS} * CVU * L_B^2$$

Momentos negativos:

$$M_{A,NEG} = C_{A,NEG} * CU * L_A^2$$

$$M_{B,NEG} = C_{B,NEG} * CU * L_B^2$$

Donde:

C = coeficiente para momentos

L_A = lado corto de la losa

L_B = lado largo de la losa

Sustituyendo datos, se obtienen los siguientes momentos:

$$M_{A,POS} = 0,032 \times 453,60 \times 3,80^2 + 0,053 \times 170 \times 3,80^2$$

$$M_{A,POS} = 339,70 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{B,POS} = 0,006 \times 453,60 \times 5,70^2 + 0,010 \times 170 \times 5,70^2$$

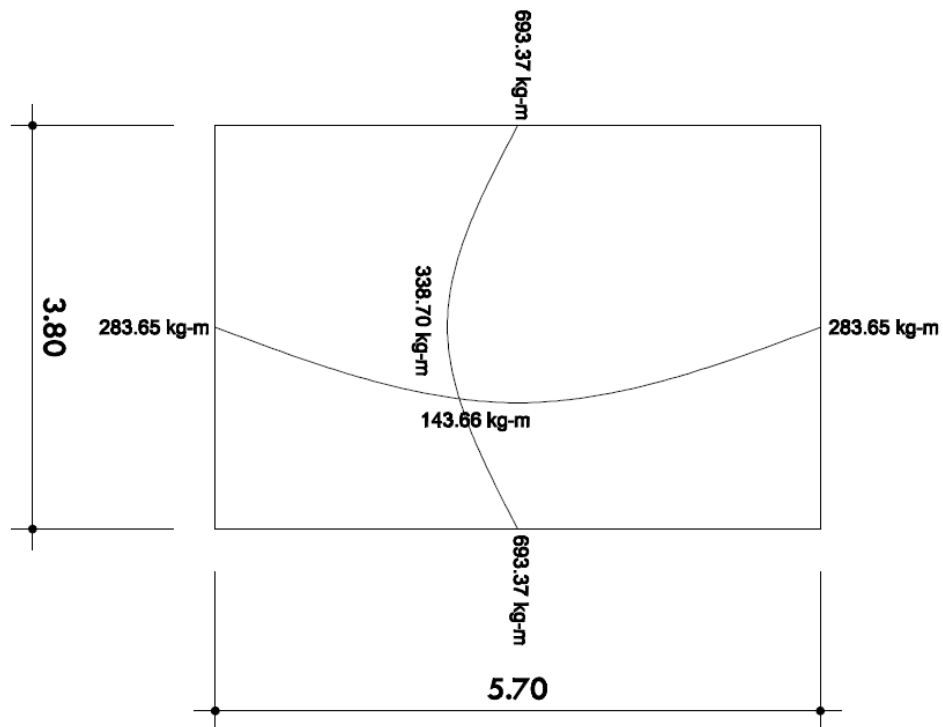
$$M_{B,POS} = 143,66 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{A,NEG} = 0,077 \times 623,60 \times 3,80^2 = 69337 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{B,NEG} = 0,014 \times 623,60 \times 5,70^2 = 283,65 \text{ kg} - \text{m}$$

En la siguiente figura se representa el diagrama de momentos de la losa a diseñar.

Figura 4. Diagrama de distribución de momentos en losa (kg-m)



Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo del peralte de la losa se determinó:

$$d = t - r$$

Donde:

d = peralte de losa [m]

t = espesor de losa [m]

r = recubrimiento de refuerzo [m]

$$t = 0,11 - 0,025 = 0,085 \text{ m.}$$

Se calcula el área de acero requerido para los siguientes momentos A y B:

$$M_{A,NEG} = 693,37 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{B,NEG} = 283,65 \text{ kg} - \text{m}$$

$$A_s = \left[100 * 8,5 - \sqrt{(100 * 8,5)^2 - \frac{693,37 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810} = 3,32 \text{ cm}^2$$

$A_s = 3,32 \text{ cm}^2$ para momento A (Área de acero necesaria para lado A)

$A_s = 1,33 \text{ cm}^2$ para momento B (Área de acero necesaria para lado B)

Se calculó el área de acero mínimo de la losa mediante la siguiente ecuación:

$$A_{smin} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 100 * 8,5 = 4,26 \text{ cm}^2$$

Debido a que el área de acero mínimo es mayor que la que requiere el lado A y B, se utilizará el área de acero mínimo.

Conociendo el área de acero, se procede a calcular el espaciamiento entre varillas de la siguiente manera:

$$S = \frac{A_{svar}}{A_s} * 100$$

$$S_{\max} = 2 * t$$

Donde:

S = espaciamiento entre varillas [cm]

As = área de acero de refuerzo [cm²]

As var = área de acero de la varilla a utilizar, para este caso acero No.3 cuya área es 0,71 cm²

100 = base en cm, en la cual se colocará el As

t = espesor de la losa [cm]

As máx. = con base en el código ACI 318-05, sección 13.3.2

Determinar el espaciamiento de las varillas, sustituyendo los datos en las ecuaciones vistas anteriormente.

$$S = \frac{0,71}{4,26} * 100 = 16,67 \text{ cm}$$

$$S_{\max} = 2 * 11,00 = 22,00 \text{ cm}$$

Usar el criterio del espaciamiento en función del As min, el cual será de espaciamientos de 15 cm, para lo cual el área de acero requerida será:

$$A_s = \frac{A_{s, \text{var}}}{S} * 100 = \frac{0,71}{15} * 100 = 4,73 \text{ cm}^2$$

Ahora calcular el momento último que resistirá la losa con el área de acero calculada, con la siguiente ecuación:

$$M_u = \phi * \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right]$$

$$M_u = 0,90 * \left[4,73 * 2810 * \left(8,50 - \frac{4,73 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right]$$

$$M_u = 97224,86 \text{ kg} - \text{cm} = 972,25 \text{ kg} - \text{m}$$

De acuerdo al cálculo del momento que soportará la losa se determina que será superior a los momentos de servicio, esto debido a los requerimientos de área de acero mínimo para estructuras sometidas a flexión.

Chequeo por corte

El corte máximo actuante, se calcula con la siguiente ecuación:

$$V_{\max} = \frac{CU * L}{2}$$

Donde:

L = lado corto

Sustituyendo datos en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$V_{\max} = \frac{623,60 * 3,80}{2} = 1184,84 \text{ kg}$$

Cálculo del corte que resiste el concreto:

$$V_{cu} = \phi * \sqrt{f_c} * b * d$$

$$V_{cu} = 0,85 * \sqrt{210} * 100 * 8,50 = 10\,470 \text{ kg}$$

.Si $V_{cu} < V_{max}$ Aumentar el peralte de la losa.

.

Si $V_{cu} > V_{max}$ El peralte es adecuado.

Para este caso $V_{cu} > V_{max}$ por lo tanto el peralte es el adecuado.

2.1.14. Red de distribución

Por lo general, en los sistemas de agua potable del área rural, es frecuente utilizar redes abiertas, debido a que las viviendas son lejanas y dispersas y no en bloque como normalmente se encuentra el área urbana, es por ello que el diseño de una red de distribución del área rural es más complejo.

2.1.14.1. Cálculo hidráulico de la red

Al igual que la línea de conducción los ramales de la red de distribución se calculan con la ecuación de Hazen & Williams, chequeando que las velocidades y las presiones se encuentren dentro de los rangos establecidos.

2.1.14.1.1. Caudal de uso simultáneo

Este caudal se considera como la probabilidad estadística del uso simultáneo de las conexiones domiciliarias, este no debe ser menor de 0,20 l/s, se determina en función de la siguiente ecuación:

$$Q_i = \sqrt{K * (N-1)}$$

Donde:

Q_i = caudal instantáneo [l/s]

K = coeficiente, 0,15 para conexión predial y 0,20 para llenacantaros

N = número de viviendas

Sustituyendo datos en la expresión anterior:

$$Q_i = \sqrt{0,15 * (283 - 1)} = 6,50 \text{ l/s}$$

2.1.14.1.2. Caudal unitario

Este caudal es igual al caudal máximo horario, el cual se describió y cálculo en 2.1.10.3, obteniendo el siguiente valor:

$$Q_{mh} = 2,00 \times 2,36 = 4,72 \text{ l/s}$$

Para el diseño de la red de distribución se utilizará el mayor de estos dos caudales, es decir el mayor entre el caudal simultáneo y el caudal unitario, siendo el valor a utilizar el caudal simultáneo.

Con el caudal determinado se procede a calcular el caudal por vivienda, el cual servirá para determinar el caudal necesario para cada tramo, este se calcula con la siguiente expresión:

$$Q_v = \frac{Q_{R.D.}}{N}$$

Donde:

Q_v = caudal por vivienda [l/s]

$Q_{R.D.}$ = caudal diseño red de distribución [l/s]

Calculando con la ecuación anteriormente descrita se obtiene lo siguiente:

$$Q_v = \frac{6,50}{283} = 0,023 \text{ l/s}$$

2.1.14.1.3. Diámetro de tubería

Para determinar el diámetro de la tubería de la red de distribución, se calcula al igual que la línea de conducción, con la ecuación de Hazen & Williams.

$$H_f = \frac{1743,811 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times \phi^{4,87}}$$

Donde:

H_f = pérdida de carga [m]

L = longitud de tubería [m]

Q = caudal de conducción [l/s]

C = coeficiente de fricción de la tubería (PVC $C = 150$; HG $C = 100$)

Ø = diámetro de la tubería [in]

2.1.14.1.4. Velocidad del agua

El conocer la velocidad del agua dentro del sistema, es importante debido a que por ser un caudal forzado interesa conocer el comportamiento, ya que si está muy lenta puede provocar sedimentación o si se encuentra muy rápida puede erosionar la tubería. Se recomienda para conducción forzada que se encuentre en una velocidad arriba de los 0,4 m/s y menor a 3,0 m/s.

Para el cálculo de la velocidad se utilizó la siguiente ecuación:

$$v = \frac{1,974 * Q}{\phi^2}$$

Donde:

v = velocidad del flujo en la tubería [m/s]

Q = caudal [l/s]

Ø = diámetro de la tubería [in]

2.1.14.1.5. Cota piezometrica

Sirve para referenciar gráficamente los cambios de presión en el sistema, por lo que para cada punto de la tubería indica la pérdida de carga o altura de presión que ha sufrido el agua desde el recipiente de alimentación, es decir desde el tanque de distribución hasta el punto de estudio.

Para determinar la cota piezometrica, se calculó con la siguiente ecuación:

$$C_p = C_i - H_f$$

Donde:

C_p = cota piezometrica [m]

C_i = cota de inicio del tramo [m]

H_f = pérdida de carga [m]

2.1.14.1.6. Presión estática

Esta presión se produce cuando todo el líquido de la tubería y del depósito se encuentra en reposo. Esta presión sirve para determinar si la tubería contemplada para el diseño es la adecuada, ya que con ella se determinó si es necesario aumentar la presión que soporta la tubería o la incorporación de una caja rompe presión.

La presión estática se calculó con la siguiente expresión:

$$P_E = C_i - C_f$$

Donde:

P_E = presión estática [m]

C_i = cota de inicio del tramo [m]

C_f = cota final del tramo [m]

2.1.14.1.7. Presión dinámica

Cuando el vital líquido se encuentra en movimiento dentro de este sistema, la presión dinámica modifica el valor, el cual disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería.

La presión dinámica se calcula con la siguiente ecuación:

$$P_D = C_p - C_t$$

Donde:

P_D = presión dinámica [m]

C_p = cota piezométrica [m]

C_t = cota del terreno [m]

A manera de ejemplo se diseñará el tramo de la red de distribución que va del tanque de distribución E – 284 al punto E – 292.

Datos:

$C_{E-284} = 1\ 624,52$ m

$C_{E-292} = 1\ 585,36$ m

$Q = 5,09$ l/s

$L = 219,37$ m

$$\phi = \left(\frac{1743,811 * 219,37 * 5,09^{1,85}}{150^{1,85} * (1624,52 - 1585,36)} \right)^{1/4,87} = 1,82 \text{ in}$$

$$\phi = 2 \frac{1}{2} \text{ in}$$

Se adopta tubería de 2 ½ in, debido a que tubería de menor diámetro en este tramo genera una presión negativa en la red.

$$H_f = \frac{1743,811 * 219,37 * 5,09^{1,85}}{150^{1,85} * 2,655^{4,87}} = 8,45 \text{ m}$$

$$v = \frac{1,974 * 5,09}{2,655^2} = 3,02 \text{ m/s}$$

$$C_p = 1624,52 - 8,45 = 1616,07 \text{ m}$$

$$P_E = 1624,52 - 1585,36 = 39,16 \text{ m}$$

$$P_D = 1616,07 - 1585,36 = 30,71 \text{ m}$$

El diseño de la red de distribución, contemplada en este estudio se resume en los cuadros adjuntos en el apéndice.

2.1.15. Obras de arte

A continuación se detallan las obras de arte a ser realizadas.

2.1.15.1. Cajas de válvula

Son elementos estructurales que sirven para proteger cualquier tipo de válvula que se coloque dentro del sistema, tales como válvulas de compuerta, de aire, de limpieza, de paso y reguladoras de presión.

2.1.15.2. Válvula de aire

Permiten tanto el ingreso como la salida de este, el acceso de aire se produce cuando se inicia bruscamente la salida del agua, como en el caso de una ruptura, de no contarse con una válvula de aire, pueden producirse presiones negativas dentro de la misma y se puede llegar a romper la tubería si es de PVC, o a colapsarse si es de acero. Estas válvulas se colocan en los puntos altos, y por lo general constan de cuerpo, tapadera y flotador.

2.1.15.3. Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza sirven para extraer los sedimentos que se pueden depositar en las partes bajas de la tubería, donde se colocan normalmente. Consta de una tee colocada en la línea, a la cual se conecta lateralmente un niple con una válvula de compuerta y otro niple hasta el punto adecuado de desfogue.

2.1.15.4. Válvulas de compuerta

Se utilizan para abrir o cerrar el flujo de agua en un sistema, estas válvulas no se usan para regular el flujo de agua, como incorrectamente a veces se utiliza.

Estas son de mayor uso, ya que se emplean en tanques de distribución, cajas de rompepresión, al inicio de ramales abiertos y en las conexiones domiciliarias.

2.1.15.5. Válvula de globo

Se emplean por lo general en las conexiones domiciliarias para regular el caudal. El agua al pasar por el interior de la válvula tendrá que hacer un recorrido lo que produce una considerable pérdida de carga, aún con la válvula completamente abierta.

2.1.16. Sistema de desinfección

Para garantizar que el agua que se estará suministrando a la población de estos caseríos, se colocará un sistema de desinfección del agua, ya que constituye una medida de carácter correctivo que se adoptará en el proyecto. El sistema de desinfección propuesto para el sistema de agua potable son los hipocloradores que son aparatos que se utilizan para la dosificación de hipocloritos en solución, que se preparan con base en la del cloro.

Para este sistema se propone la utilización de tabletas de hipoclorito de calcio [Ca (OCL)] con contenido aproximadamente entre 65 % y 70 % del cloro activo. Para el funcionamiento no se requiere energía eléctrica, sino que será automático permitiendo el flujo del agua con las tabletas de hipoclorito de calcio para tener la solución, se debe mantener un rango entre 5 y 20 galones por minuto a través del clorador.

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 ppm (partes por millón), es decir, 2 gramos por metro cúbico de agua.

Debe tener dimensiones de aproximadamente 0.30 metros de diámetro y 0.90 metros de alto. Se debe instalar una caja a la entrada del tanque de distribución que tendrá la función de proteger al clorador y estará constituido por una tapadera de registro con pasador y candado. Este tendrá dimensiones interiores de un metro de ancho y largo y un metro de altura.

Para calcular el flujo de cloro se utiliza la siguiente ecuación:

$$F.C. = Q \times DC \times 0,06$$

Donde:

F.C. = flujo de cloro [g/h]

Q = caudal de línea de conducción, $Q_{md} = 3,54 \text{ l/s} = 212,40 \text{ l/min}$

DC = demanda de cloro, 0,2 mg/l

Sustituyendo en la ecuación anterior se obtiene lo siguiente:

$$F.C. = 212,40 \times 2 \text{ p.p.m.} \times 0,06 = 12,74 \text{ g/h}$$

El flujo de cloro en el hipoclorador es de 12,74 g/h, entonces la cantidad de tabletas que se consumirán en un mes serán:

$$12,74 \frac{\text{g}}{\text{h}} * 24 \frac{\text{h}}{\text{dia}} * 30 \frac{\text{dia}}{\text{mes}} = 9172,8 \frac{\text{g}}{\text{mes}} * \frac{1 \text{ tableta}}{300\text{g}} = 30,576 \frac{\text{tabletas}}{\text{mes}}$$

El total de tabletas por mes serían 31”.

2.1.17. Programa de operación y mantenimiento

La operación y mantenimiento del sistema de agua para los caseríos Chamaoj, Pansalché y Chijacorral estará a cargo de la comisión que se organice dentro del Consejo Comunitario de Desarrollo COCODE. La operación del sistema de agua es importante, debido a que este tipo de obras se consideran como tubería por donde entra, sale y pasa agua hacia las conexiones prediales y en realidad es más que eso, es por ello que se propone única y exclusivamente a la comisión electa para que sea el ente encargado de operar y manipular los diferentes dispositivos del sistema.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable se pueden realizar dos tipos de mantenimiento, siendo estos:

- Mantenimiento preventivo

Se entenderá como mantenimiento preventivo todas las acciones y actividades que se planifiquen y realicen para que no aparezcan daños en el equipo e instalaciones del sistema de agua, este se realizará con el propósito de disminuir la gravedad de las fallas que puedan presentarse.

- Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo se realizará ante cualquier daño que se presente en el sistema, siendo este accidental o premeditado, en el cual se tendrá que realizar a la mayor brevedad posible para no afectar a la población con la carencia del vital líquido.

Como partes importantes dentro del sistema de abastecimiento se recomienda el mantenimiento a los siguientes dispositivos:

- Tanque de captación

Para el caso de las obras de captación durante el invierno se recomienda visitar la fuente de agua una vez al mes, esto se hará para detectar desperfectos y el estado de limpieza de la misma y para corregir algún problema encontrado. Se limpiará la fuente de maleza y vegetación, tierra, piedra o cualquier otro material que dé lugar a obstrucción o represente un peligro de contaminación del agua.

El tanque de captación deberá revisarse a cada dos meses teniendo cuidado que no existan rajaduras, filtraciones y que las tapaderas de visita estén en el respectivo lugar y en buen estado. Si existiera empozamiento de agua, deberá hacer canales de desagüe para drenar el agua y evitar contaminación. Al notar derrumbes o deslaves que afecten el tanque de captación o de almacenamiento el comité deberá de actuar de forma inmediata.

- Líneas de conducción
 - Observar si hay deslizamiento o hundimiento de la tierra.
 - Ver si existen áreas húmedas anormales sobre la línea; si es así, explorar la línea enterrada para controlar posibles fugas de agua.
 - Abrir las válvulas de limpieza para evitar los sedimentos existentes.
 - Verificar el buen estado y funcionamiento del flotador, de tal manera que permita la entrada de agua.

- Válvulas
 - Revisar el buen funcionamiento de las válvulas, abrir y cerrar las válvulas lentamente para evitar daño a la tubería debido a las altas presiones.
 - Observar que no haya fuga ruptura o falta de limpiezas, si existieran debe separarse o cambiarse. Esta actividad se puede hacer cada tres meses.

- Tanque de distribución
 - Realizar inspecciones cada tres meses y observar que el tanque no tenga grietas o filtraciones.
 - Revisar que la escalera que conduce a la parte superior, se encuentre en buenas condiciones.
 - Inspeccionar que la tapa de visita esté en buenas condiciones.
 - Verificar que el tanque esté limpio y con suficiente agua.
 - Vigilar que las válvulas de limpieza, tubos de salida y distribución se encuentren en buen estado.

- Reparación de tubería PVC

Si en la tubería de PVC de media pulgada de la toma domiciliar existe fuga, hay que excavar 2 metros a la izquierda y 2 metros a la derecha, y luego hacer un niple con un traslape de 2 pulgadas y eliminar el agua de la zanja y tubería (trabajar en seco), esperar media hora para hacer circular el agua y probar las presión en las uniones.

2.1.18. Propuesta de tarifa

Para que el sistema cumpla con el cometido y sea autosostenible se requiere de un fondo de operaciones y mantenimiento, por lo que se determina una tarifa que cada una de las viviendas deberá cancelar, con la ecuación siguiente:

$$TAR = \frac{G.O.M.M.}{No. VIV.}$$

Donde:

TAR = tarifa por usuario [Q.]

G.O.M.M. = gasto de operación y mantenimiento mensual [Q.]

No. VIV = No. de viviendas.

Estimando el costo de operación y mantenimiento se presenta el siguiente cuadro:

Tabla III. **Cuadro de costo operación y mantenimiento mensual**

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	COSTO
Operación (Fontanero)	1	Mes	Q 2,200.00	Q 2,200.00
Mantenimiento	1	Global	Q 700.00	Q 700.00
Desinfección	31	Unidad	Q 18.00	Q 558.00
Administración	15	%		Q 518.70
Reserva	10	%		Q 345.80
TOTAL GASTO OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO MENSUAL				Q 4,322.50

Fuente: elaboración propia.

Utilizando la ecuación para el cálculo de tarifa se obtiene lo siguiente:

$$\text{TAR} = \frac{4\,322,50}{283} = \text{Q.15,27}$$

Se establece una cuota de Q.20,00 por vivienda que se utilizará los gastos arriba descritos.

2.1.19. Impacto ambiental

Para los proyectos de infraestructura en el sector de agua potable no se presentan impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, sino al contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad a la población de la comunidad.

2.1.19.1. Diagnóstico de riesgo de impacto ambiental

En la etapa de construcción del sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario preparar los terrenos donde se instalará la fuente de agua. El tanque de almacenamiento que no debiera generar impactos significativos en el medio ambiente, como la tubería de la red de distribución y de este a las conexiones a las viviendas con la instalación de tubería de muy poca envergadura y que no afecta el desplazamiento de la población o fauna del lugar. Se deben estudiar la fuente de abastecimiento que puede generar impactos ambientales adversos de magnitud; sin embargo, buenas medidas constructivas y de mitigación hacen poco probable la generación de impactos.

2.1.19.2. Descripción del ambiente físico

Estos constituyen los elementos del entorno del medio ambiente que es todo aquello que rodea al proyecto del abastecimiento de agua potable.

Este ambiente está constituido desde la captación que afectará el manantial, tanque de almacenamiento, red de distribución y conexiones domiciliarias, todo el entorno del proyecto. El ambiente físico se debe cuidar para mantener limpio el lugar del proyecto, mientras que ambiente es el entorno total de aquello que se encuentra alrededor, que afecta, condiciona la vida de las personas o la sociedad en conjunto, comprende el conjunto de valores naturales.

2.1.19.3. Análisis de vulnerabilidad del entorno

Dentro de los aspectos que pueden ocurrir al momento del desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua potable están los siguientes:

- Afectar la cobertura vegetal del terreno
- Contaminación de cursos de agua por sedimentos y residuos
- Generación de aguas residuales y de residuos sólidos domésticas
- Abuso y mal uso del agua por falta de normas y control

Por lo que deben existir medidas precautorias dedicadas sobre todo a las alteraciones dentro del proyecto, durante la ejecución y medidas correctoras para evitar impactos tras el desarrollo del proyecto.

2.1.19.4. Consideraciones a tomar para no causar daños

- Enfatizando en las consideraciones siguientes:
- Que las obras no perjudiquen ni entorpezcan el aprovechamiento de agua para otros fines como el riego o la recreación.
- No almacenar temporalmente en cauces o en los lechos de los ríos o en sectores que desembocan en ellos, material de excavación.
- Las zonas verdes intervenidas deben ser restauradas de tal forma que las condiciones sean iguales o que sean mejores a las existentes antes de ejecutar la obra.
- Recuperar el espacio público afectado una vez finalizada la actividad, retirando todos los materiales y residuos que se provocaron, reutilizando la mayor cantidad de residuos de excavaciones.
- Se deben realizar reuniones con los trabajadores al inicio de la construcción de la obra y reforzar con charlas breves al inicio de la jornada en cada uno de los frentes de trabajo acerca de buenas prácticas ambientales.
- Educar e informar al personal sobre las normas elementales de comportamiento para proteger el ambiente, debido a que muchos de los daños se provocan por desconocimiento y no por maldad generando una mayor concienciación social del problema ecológico.

Para un mejor análisis del estudio de impacto ambiental se utiliza como herramienta para la evaluación ambiental la matriz de Leopold, la cual considera diferentes aspectos importantes de magnitud de impacto e importancia en especial en criterios físicos y biológicos.

2.1.20. Planos

Los planos forman parte importante del presente estudio, ya que en ellos se detallan los diferentes elementos constructivos así como la instalación de la tubería y accesorios del proyecto. Dentro de los planos realizados se encuentran la planta general, planta y perfil de cada tramo, obras de arte y detalles específicos, los cuales se adjuntan en los anexos.

2.1.21. Presupuesto

A continuación se presenta el resumen de los renglones unitarios que conforman el presupuesto del sistema de abastecimiento de agua potable, los cuales fueron previamente cuantificados en función de los materiales a utilizar, así como la mano de obra calificada y no calificada según los diferentes trabajos a realizar, además del costo indirecto del proyecto, siendo los datos finales del presupuesto los que se describen en la tabla IV.

Tabla IV. **Integración de costos del sistema de abastecimiento de agua**

RESUMEN DE PRESUPUESTO				
<i>PROYECTO:</i>				
<i>"DISEÑO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHIJACORRAL, PANSACHÉ Y CHAMAOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC. DEPARTAMENTO DE A.V."</i>				
REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES	1.00	GLOBAL	Q 118,692.74	Q 118,692.74
TANQUE DE CAPTACIÓN CHIALLI	1.00	GLOBAL	Q 38,768.98	Q 38,768.98
TANQUE DE CAPTACIÓN LAS FLORES	1.00	GLOBAL	Q 40,047.43	Q 40,047.43
LÍNEA DE CONDUCCIÓN CHIALLI	1268.96	M	Q 107.47	Q 136,371.44
RED DE DISTRIBUCIÓN CHIALLI	3977.52	M	Q 62.37	Q 248,089.88
LÍNEA DE CONDUCCIÓN LAS FLORES	4779.85	M	Q 67.93	Q 324,689.24
RED DE DISTRIBUCIÓN LAS FLORES	2427.23	M	Q 62.24	Q 151,059.32
TANQUE DISTRIBUCIÓN	1.00	UNIDADES	Q 98,411.77	Q 98,411.77
CONEXIONES DOMICILIARES	457.00	UNIDADES	Q 1,187.52	Q 542,694.81
VALVULA DE COMPUERTA	6.00	UNIDADES	Q 10,261.32	Q 61,567.95
VALVULA DE LIMPIEZA	4.00	UNIDADES	Q 11,640.79	Q 46,563.14
VALVULA DE AIRE	3.00	UNIDADES	Q 12,158.68	Q 36,476.03
CAJA DE CLORACIÓN	2.00	UNIDADES	Q 10,033.90	Q 20,067.80
COSTO TOTAL DEL PROYECTO				Q 1,863,500.52
COSTO X ML=				Q 149.64

Fuente: elaboración propia.

2.1.22. Cronograma de ejecución

Para la ejecución de este proyecto se contempla el siguiente cronograma físico – financiero, tomando como factor para el tiempo de cada trabajo, la ubicación del proyecto, la disponibilidad de materiales y el número de personas que podrían laborar en este proyecto.

Tabla V. **Cronograma físico financiero del sistema de abastecimiento de agua**

CRONOGRAMA DE TRABAJO FISICO FINANCIERO																							
PROYECTO:																							
"DISEÑO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHIJA CORRAL, PANSACHÉ Y CHAMAJOJ DEL MUNICIPIO DE TACTIC. DEPARTAMENTO DE A. V."																							
REGLON	UNIDAD	TOTAL	%	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
TRABAJOS PRELIMINARES	1.00	Q 118.692.74	6.37%																				
TANQUE DE CAPTACIÓN CHIALLI	1.00	Q 38.768.98	2.08%																				
TANQUE DE CAPTACIÓN LAS FLORES	1.00	Q 40.047.43	2.15%																				
LINEA DE CONDUCCIÓN CHIALLI	1268.96	Q 136.371.44	7.32%																				
RED DE DISTRIBUCIÓN CHIALLI	3977.52	Q 248.089.88	13.31%																				
LINEA DE CONDUCCIÓN LAS FLORES	4779.85	Q 324.689.24	17.42%																				
RED DE DISTRIBUCIÓN LAS FLORES	2427.23	Q 151.059.32	8.11%																				
TANQUE DISTRIBUCIÓN	1.00	Q 98.411.77	5.28%																				
CONEXIONES DOMICILIARES	457.00	Q 542.694.81	29.12%																				
VALVULA DE COMPUERTA	6.00	Q 61.567.95	3.30%																				
VALVULA DE LIMPIEZA	4.00	Q 46.563.14	2.50%																				
VALVULA DE AIRE	3.00	Q 36.476.03	1.96%																				
CAJA DE CLORACIÓN	2.00	Q 20.067.80	1.08%																				
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q 1,863,500.52	100.00%																				

Fuente: elaboración propia.

2.1.23. Evaluación socioeconómica

El análisis financiero de un proyecto es diferente al análisis económico, aunque ambos conceptos están íntimamente relacionados. Este análisis en un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución en la que opera en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

2.1.23.1. Valor Presente Neto (VPN)

Es el procedimiento que permite calcular el valor presente (de donde surge el nombre) de una determinada suma de los flujos netos de caja actualizados, que incluyen la inversión inicial. El proyecto de inversión según este criterio, se acepta cuando el VPN es positivo, porque agrega capital.

El método descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del Valor Presente Neto constituye una herramienta fundamental para la evaluación de proyectos como para la administración financiera para estudiar el ingreso futuro a la hora de realizar una inversión en algún proyecto.

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés, mientras que por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. Al ser un método que tiene en cuenta el valor tiempo de dinero, los ingresos futuros esperados, como también los egresos, son a la fecha del inicio del proyecto.

Para el proyecto de abastecimiento de agua potable para los caseríos Chijacorral, Pansalché y Chamaoj, del municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz, se requiere hacer la inversión inicial de Q. 1 863 500,52, teniendo únicamente los ingresos anuales del proyecto de la forma siguiente:

$$I_a = N \times Pt \times 12$$

Donde:

I_a = ingreso anual

N = número de viviendas

Pt = propuesta de tarifa

$$I_a = 457 \times 20 \times 12 = \text{Q. } 109\,680,00$$

Para el ingreso anual de Q. 109 680,00 y con valor de rescate nulo, con tasa de interés 5 % anual para 20 años, se calculó el valor presente neto con la siguiente ecuación:

$$VPN = -I_0 + I_a \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i * (1+i)^n} \right]$$

Donde:

I_0 = inversión del proyecto

I_a = ingreso anual

n = número de períodos

i = tasa de interés

Se obtiene lo siguiente:

$$VPN = -Q.1863\,500,52 + Q.109\,680,00 (P/A, 5\%, 20)$$

$$VPN = -Q.1863\,500,52 + Q.109\,680,00 \left[\frac{(1+0,05)^{20} - 1}{0,05 * (1+0,05)^{20}} \right]$$

$$VPN = -Q.496\,645,29$$

Con base en el Valor Presente Neto obtenido se concluye que se tienen pérdidas para el desarrollo del proyecto de abastecimiento de agua potable a estas comunidades, pero se puede justificar la inversión sabiendo que el tipo de

proyecto a desarrollar es un servicio básico que es de beneficio social para estas comunidades.

2.1.23.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es igual a la suma de los ingresos actualizados, con la suma de los egresos actualizados igualando al egreso inicial, también se puede decir que es la tasa de interés que hace que el VPN del proyecto sea igual a cero. Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión y se obtiene del valor presente.

Para la TIR, el proyecto es rentable cuando es mayor que la tasa de costo de capital, dado que se ganará más ejecutando el proyecto, que efectuando otro tipo de inversión.

El modelo matemático es el siguiente:

$$(VP - VR) * Crf + (VR * i) + D = I$$

Donde:

VP = valor presente

VR = valor de rescate

D = desembolsos

I = ingresos

n = número de períodos

i = tasa de interés

Crf = factor de recuperación de capital

El cálculo de la TIR consiste en prueba y error se comienza con una tasa tentativa de actualización y con el mismo se trata de calcular un valor actual neto, se tantea hasta que sufra un cambio de signo el (VP). Después continúa a través de la siguiente fórmula:

$$TIR = R + (R_2 - R_1) * \left(\frac{VPN(+)}{VPN(+)-VPN(-)} \right)$$

Donde:

TIR = Tasa Interna de Retorno

R = tasa inicial de descuento

R₁ = tasa de descuento que origina el VPN (+)

R₂ = tasa de descuento que origina el VPN (-)

VPN (+) = Valor Presente Neto positivo

VPN (-) = Valor Presente Neto negativo

Para el proyecto se tiene para inversión I = Q. 1 863 500,52 y producir un beneficio anual de Q.109 680,00, con vida de servicio de 20 años.

$$VPN(3\%) = - 1\,863\,500,52 + 109\,680,00 (P/A, 3\%, 20)$$

$$VPN(3\%) = - 1\,863\,500,52 + 109\,680,00 * 14,8775 = - Q. 231\,739,08$$

$$VPN(2\%) = - 1\,863\,500,52 + 109\,680,00 (P/A, 2\%, 20)$$

$$\text{VPN}(2\%) = -1\,863\,500,52 + 109\,680,00 \cdot 16,3514 = -\text{Q. } 70\,078,97$$

$$\text{VPN}(1\%) = -1\,863\,500,52 + 109\,680,00 (P/A, 1\%, 20)$$

$$\text{VPN}(1\%) = -1\,863\,500,52 + 109\,680,00 \cdot 18,0456 = \text{Q. } 115\,735,73$$

Obteniendo un valor positivo del valor presente neto, se calcula la Tasa Interna de Retorno:

$$\text{TIR} = \frac{70\,078,97}{70\,078,97 + 115\,735,73} + 1 = 1,38\%$$

$$\text{TIR} = 1,38\%$$

Los cálculos generan una Tasa Interna de Retorno menor a la tasa de interés anual, concluyendo que el proyecto financieramente no sería factible para la ejecución. Desde el punto de vista social esta necesidad es de carácter prioritario debido a que es un servicio básico que requiere la población para lo cual, desde esta perspectiva, sería factible la ejecución.

CONCLUSIONES

1. El diseño presentado del sistema de abastecimiento de agua potable para los caseríos Chijacorral, Pansalché y Chamaoj del municipio de Tactic, departamento de Alta Verapaz, será de gran beneficio porque dará solución a los problemas que padece la población ante la carencia de un servicio básico como lo es el vital líquido.
2. El sistema de abastecimiento de agua potable que dotará a la población de los caseríos Chijacorral, Pansalché y Chamaoj, tiene un costo total de Q. 1 863 500,52, teniendo un costo por metro lineal del proyecto de Q. 149,64, el cual se encuentra dentro de los márgenes actuales de este tipo de proyectos.
3. El proyecto de abastecimiento de agua potable proporcionará el vital líquido durante cualquier época del año, habiéndose diseñado el sistema por gravedad debido a la topografía del lugar. Asimismo, la distribución será con ramales abiertos debido a lo disperso de las viviendas, utilizando tubería PVC por las características mecánicas de instalación y bajo mantenimiento.

4. El proyecto de abastecimiento de agua potable no presenta impactos ambientales adversos de gran magnitud que pudieran poner en riesgo la salud de las personas o del medio ambiente, sino por el contrario, se espera satisfacer una demanda de primera necesidad de la población, así como disminuir considerablemente los índices de enfermedades gastrointestinales que se presentan en estas comunidades.

RECOMENDACIONES

1. Durante la ejecución del proyecto se tendrá que tener el acompañamiento de la supervisión técnica profesional, para garantizar que se cumpla con lo contenido en el presente estudio, cumpliendo con las especificaciones y requerimientos contenidos en los planos, así como verificar que los materiales empleados sean de calidad, para cumplir con el período de diseño establecido.
2. Realizar monitoreos periódicamente de la calidad del agua cuando el sistema este en funcionamiento, para asegurarse que el agua se encuentre exenta de patógenos y sustancias tóxicas para el consumo humano.
3. Para garantizar la cantidad de agua de los nacimientos es necesario conservar las fuentes, realizando reforestaciones en las partes altas, así como en el perímetro, además de visitar periódicamente las obras de captación para darle el mantenimiento respectivo.
4. Es necesario que se realicen procesos de sensibilización a las comunidades beneficiadas sobre la racionalización del servicio de agua potable, para que se garantice la dotación adecuada a toda la población, debido a que por las costumbres de la población lo utilizan muchas veces para sistemas de riego, para lo cual no fue diseñado el sistema.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria I*. Trabajo de graduación. Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2007. 112 p.
2. American Concrete Institute. *Código de Construcción para el Hormigón Estructural*. Estados Unidos: ACI 318-05. 2005. 132 p.
3. CARRILLO VELÁSQUEZ, Daniela Alejandra. *Diseño de abastecimiento de agua potable para el caserío de los Gonzales y escuela normal de educación física Jalapa, en el municipio de Jalapa, departamento de Jalapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009. 171 p.
4. GARCÍA LUNA, Juan Carlos. *Diseño de abastecimiento de agua potable para el caserío de la Consolación, aldea Carrizal y diseño de puente vehicular en el caserío Villa Nuevo, aldea El Rodeo, municipio de Olopa, Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 119 p.
5. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 78 p.

6. MACZ MÓ, Ronald Fernando. *Diseño de dos puentes vehiculares para las aldeas de Saquijá y Purhá y sistema de agua potable para la aldea de Granadillas, del municipio de San Juan Chamelco, departamento de Alta Verapaz*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004. 136 p.

7. Municipalidad de Tactic, Dirección Municipal de Planificación de Tactic. *Plan de desarrollo municipal 2011 – 2025 para el municipio de Tactic*. Guatemala: Municipalidad de Tactic. 2010. 85 p.

APÉNDICES

ETAPAS	ESTUDIO AMBIENTAL PARA EL DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LOS CASERÍOS CHUACORRAL, PANSALCHE Y CHAMAQUÍ, DEL MUNICIPIO DE TACTIC, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ, COMPONENTES AMBIENTALES												SEPARADORA		
	BIÓTICO			GEOGRÁFICO			FÍSICO			SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL					
	BIÓTICO		Capacidad de carga	GEOGRÁFICO		Elevación	FÍSICO		SOCIO ECONÓMICO Y CULTURAL						
	Vegetación	Factor limitante		Vegetación	Compendio		Superficial	Subterráneo	Atmósferico	Uso de la tierra	Asentamientos humanos y servicios	Socio cultural		Estado y estudio	
Captación Típica y caja rompe presión	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	38	1,38
Tanque de distribución 38 m3	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	41	1,38
Caja de hipocentador	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	28	1,48
Valvulas de aire	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	43	1,28
Tuberías de conducción	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	22	1,48
Conexiones domiciliarias	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	35	1,50
Caja de valvula de limpieza	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	48	1,58
Tuberías de distribución	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	POTIL	53	1,57

Magnitud 1-3
Importancia 1-5

CARACTERÍSTICAS CUALITATIVAS	Símbolo	Significado
Naturaleza	N	negativo
Dirección	D	directo
Influencia	I	intermedio
Reversibilidad	R	reversible
	V	irreversible

Grados de Satisfacción

DISEÑO LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD NACIMIENTO "CHALLI"

De	Tramo	Inicio	Cota terreno	Long.	β	β interno	Q	Hf	Vel.	C. P.	P. E.	P. D.	Canal.	Presión
1	5	1681	1658.53	41.67	4	4.154	3.54	0.087170043	0.4367475	m.c.a.	m	m	Tubos	Trabajo
5	9	1658.53	1652.44	89.7	4	4.154	3.54	0.20647188	0.4367475	1660.11	8.56	8.27	18	160
9	12	1652.44	1646.99	94.25	4	4.154	3.54	0.197162964	0.4367475	1660.51	14.01	13.52	17	160
12	15	1646.99	1647.62	71.97	4	4.154	3.54	0.150555027	0.4367475	1660.36	13.38	12.74	13	160
15	17	1647.62	1650.26	62.8	4	4.154	3.54	0.133727179	0.4367475	1660.23	10.74	9.97	11	160
17	19	1650.26	1654.36	61.02	4	4.154	3.54	0.127646573	0.4367475	1660.10	6.62	5.72	11	160
19	20	1654.36	1655.94	37.85	4	4.154	3.54	0.079718933	0.4367475	1660.02	5.86	4.68	7	160
20	22	1655.94	1659.39	40.5	4	4.154	3.54	0.084722504	0.4367475	1659.84	5.47	4.31	8	160
22	24	1659.39	1655.53	45.12	4	4.154	3.54	0.094387145	0.4367475	1659.81	9.52	8.73	3	160
24	25	1655.53	1651.08	15.35	4	4.154	3.54	0.032110875	0.4367475	1659.79	7.18	5.97	2	160
25	26	1651.08	1653.82	9.11	4	4.154	3.54	0.019657334	0.4367475	1659.75	10.34	9.09	4	160
26	28	1653.82	1650.86	19.84	4	4.154	3.54	0.041727259	0.4367475	1659.75	10.34	9.09	4	160
28	30	1650.86	1654.66	36.8	2.5	2.655	3.54	0.759374298	1.180736	1658.99	6.34	4.33	7	160
30	33	1654.66	1655.43	59.37	2.5	2.655	3.54	1.20447484	1.180736	1657.78	5.57	2.35	11	160
33	34	1655.43	1656.4	23.37	2.5	2.655	3.54	0.48224395	1.180736	1657.30	4.60	0.90	5	160
34	36	1656.4	1650.96	34.02	2.5	2.655	3.54	0.70208522	1.180736	1656.80	10.04	5.64	6	160
36	37	1650.96	1649.97	24.95	2.5	2.655	3.54	0.386393453	1.180736	1656.09	11.03	6.12	5	160
37	39	1649.97	1646.86	41.35	2.5	2.655	3.54	0.833264327	1.180736	1655.24	14.14	8.38	8	160
39	40	1646.86	1647.81	16.9	2.5	2.655	3.54	0.348734392	1.180736	1654.69	13.19	7.08	3	160
40	41	1647.81	1645.78	6.17	2.5	2.655	3.54	0.127319006	1.180736	1654.76	15.22	8.98	2	160
41	45	1645.78	1644.53	58.11	2.5	2.655	3.54	1.199109796	1.180736	1653.57	18.47	11.04	11	160
45	46	1644.53	1644.83	17.87	2.5	2.655	3.54	0.398759608	1.180736	1653.20	16.07	8.27	4	160
46	47	1644.83	1641.9	12.93	2.5	2.655	3.54	0.266812763	1.180736	1652.93	19.10	11.03	3	160
47	49	1641.9	1643.74	22.63	2.5	2.655	3.54	0.466973923	1.180736	1652.46	17.26	8.72	4	160
49	52	1643.74	1644.72	48.82	2.5	2.655	3.54	1.007409055	1.180736	1651.46	16.28	6.74	9	160
52	54	1644.72	1646.67	38.21	2.5	2.655	3.54	0.788469889	1.180736	1650.87	14.33	4.00	7	160
54	57	1646.67	1640.81	48.06	2.5	2.655	3.54	0.712361466	1.180736	1649.85	20.19	8.84	9	160
57	60	1640.81	1647.07	38.91	2.5	2.655	3.54	0.822914266	1.180736	1648.85	13.93	1.78	7	160
60	62	1647.07	1644.97	25.67	2.5	2.655	3.54	0.529704643	1.180736	1648.32	16.03	3.35	5	160
62	64	1644.97	1639.36	32.21	2.5	2.655	3.54	0.646568683	1.180736	1647.86	21.64	8.30	6	160
64	67	1639.36	1641.51	31.88	2.5	2.655	3.54	0.657649256	1.180736	1647.00	19.49	5.49	6	160
67	68	1641.51	1640.19	15.52	2.5	2.655	3.54	0.320257856	1.180736	1646.88	20.81	6.49	3	160
68	69	1640.19	1642.33	17.33	2.5	2.655	3.54	0.357607516	1.180736	1646.32	18.67	3.99	4	160
69	71	1642.33	1645.57	20	2.5	2.655	3.54	0.412703423	1.180736	1645.91	15.43	0.34	4	160

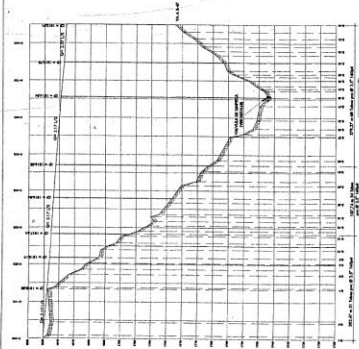
Tramo	De	A	Cota Ingreso		Long. m	No. Ventanas	CV	Cil	Ø teor.	Ø Com.	Ø mínimo	HF	Vel	C.P.	P.E	P.D.	Canté Tarp	Presión Tarp
			Inicio	Final														
70	70	70	1582.57	1585.13	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
71	71	71	1585.13	1587.69	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
72	72	72	1587.69	1590.25	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
73	73	73	1590.25	1592.81	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
74	74	74	1592.81	1595.37	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
75	75	75	1595.37	1597.93	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
76	76	76	1597.93	1600.49	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
77	77	77	1600.49	1603.05	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
78	78	78	1603.05	1605.61	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
79	79	79	1605.61	1608.17	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
80	80	80	1608.17	1610.73	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
81	81	81	1610.73	1613.29	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
82	82	82	1613.29	1615.85	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
83	83	83	1615.85	1618.41	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
84	84	84	1618.41	1620.97	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
85	85	85	1620.97	1623.53	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
86	86	86	1623.53	1626.09	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
87	87	87	1626.09	1628.65	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
88	88	88	1628.65	1631.21	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
89	89	89	1631.21	1633.77	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
90	90	90	1633.77	1636.33	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
91	91	91	1636.33	1638.89	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
92	92	92	1638.89	1641.45	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
93	93	93	1641.45	1644.01	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
94	94	94	1644.01	1646.57	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
95	95	95	1646.57	1649.13	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
96	96	96	1649.13	1651.69	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
97	97	97	1651.69	1654.25	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
98	98	98	1654.25	1656.81	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
99	99	99	1656.81	1659.37	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
100	100	100	1659.37	1661.93	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
101	101	101	1661.93	1664.49	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
102	102	102	1664.49	1667.05	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
103	103	103	1667.05	1669.61	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
104	104	104	1669.61	1672.17	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
105	105	105	1672.17	1674.73	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
106	106	106	1674.73	1677.29	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
107	107	107	1677.29	1679.85	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
108	108	108	1679.85	1682.41	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
109	109	109	1682.41	1684.97	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
110	110	110	1684.97	1687.53	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
111	111	111	1687.53	1690.09	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
112	112	112	1690.09	1692.65	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
113	113	113	1692.65	1695.21	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
114	114	114	1695.21	1697.77	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
115	115	115	1697.77	1700.33	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
116	116	116	1700.33	1702.89	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
117	117	117	1702.89	1705.45	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
118	118	118	1705.45	1708.01	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
119	119	119	1708.01	1710.57	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
120	120	120	1710.57	1713.13	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
121	121	121	1713.13	1715.69	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
122	122	122	1715.69	1718.25	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
123	123	123	1718.25	1720.81	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
124	124	124	1720.81	1723.37	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
125	125	125	1723.37	1725.93	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
126	126	126	1725.93	1728.49	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
127	127	127	1728.49	1731.05	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
128	128	128	1731.05	1733.61	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
129	129	129	1733.61	1736.17	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
130	130	130	1736.17	1738.73	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
131	131	131	1738.73	1741.29	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
132	132	132	1741.29	1743.85	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
133	133	133	1743.85	1746.41	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
134	134	134	1746.41	1748.97	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
135	135	135	1748.97	1751.53	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
136	136	136	1751.53	1754.09	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
137	137	137	1754.09	1756.65	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
138	138	138	1756.65	1759.21	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84	1640.41	5.62	7.08	17	180.00	
139	139	139	1759.21	1761.77	25.56	283	0.0220	6.50	3.00	3.20	0.18	1.84						

DISÑO LINEA DE CONDUCCION POR GRAVEDAD NACIMIENTO FINCA LAS FLORES

Tramo	Cota terreno		Long.	Ø	Ø Interno		Q	Hf	Vol	C.P.	P.E.	P.D.	Cantif.	Presión Trabajo
	A	B			phg	phg								
1	4	1820	1117.72	133.88	2.5	2.655	2.17	1.117167394	0.8633728	1818.88	178	0.15	24	160
4	9	1818.72	1802.18	83.46	2.5	2.655	2.17	0.999435845	0.8633728	1818.10	1782	18.01	15	160
9	14	1802.18	1792.11	65.13	2.5	2.655	2.17	0.543480074	0.8633728	1817.54	27.89	25.53	12	160
14	21	1792.11	1783.11	96.09	2.5	2.655	2.17	0.80182712	0.8633728	1816.54	41.70	38.54	17	160
21	25	1783.11	1786.43	91.65	2.5	2.655	2.17	0.79477735	0.8633728	1816.50	53.37	40.05	17	160
25	32	1786.43	1746.97	184.21	2.5	2.655	2.17	1.537148235	0.8633728	1814.54	73.03	67.57	33	160
32	40	1746.97	1781.69	94.45	2.5	2.655	2.17	0.788142007	0.8633728	1813.75	50.31	52.08	17	160
40	46	1781.69	1777.44	100.51	2.5	2.655	2.17	0.839844464	0.8633728	1812.91	42.56	35.47	18	160
46	50	1777.44	1788.09	57.4	2.5	2.655	2.17	0.41982781	0.707885	1811.49	48.39	39.17	6	160
50	52	1788.09	1771.51	28.92	2	2.193	2.17	0.15400936	1.078985	1810.79	51.91	43.40	11	160
52	58	1771.51	1785.06	97.19	2	2.193	2.17	2.462203944	1.078985	1808.37	51.94	40.31	18	160
58	68	1785.06	1784.21	184.95	2	2.193	2.17	4.575184687	1.078985	1803.80	35.79	19.59	33	160
68	73	1784.21	1774.49	71.49	2	2.193	2.17	1.786477764	1.078985	1803.37	45.51	27.54	13	160
73	77	1774.49	1789.02	70.85	2	2.193	2.17	3.288539759	1.078985	1803.28	50.98	31.26	13	160
77	82	1789.02	1776.87	98.96	2	2.193	2.17	2.985495300	1.078985	1802.03	43.33	21.21	17	160
82	88	1776.87	1784.38	72.49	2	2.193	2.17	1.933215159	1.078985	1797.86	55.02	31.70	13	160
88	96	1784.38	1774.74	138.97	2	2.193	2.17	3.46246698	1.078985	1796.05	42.26	17.89	25	160
96	102	1774.74	1780.05	110.83	2	2.193	2.17	2.744647892	1.078985	1796.75	43.67	10.42	20	160
102	107	1780.05	1788.53	166.26	2	2.193	2.17	3.190045659	1.078985	1796.49	39.95	9.44	23	160
107	117	1788.53	1786.53	166.26	2	2.193	2.17	4.119423945	1.078985	1792.94	51.47	14.11	30	160
117	123	#REF!	1741.21	91.34	2	2.193	2.17	2.797144526	1.078985	1779.85	63.72	23.57	20	160
123	129	1756.28	1741.21	91.34	2	2.193	2.17	2.59846448	1.078985	1777.59	78.79	36.38	15	160
129	133	1741.21	1720.4	112.41	2	2.193	2.17	2.789737976	1.078985	1774.81	99.60	54.41	20	160
133	140	1720.4	1700.43	121.04	2	2.193	2.17	2.864166671	1.078985	1771.62	119.57	71.39	22	160
140	146	1700.43	1681.92	163.47	2	2.193	2.17	4.202332029	1.078985	1765.50	138.08	86.62	10	160
146	153	1681.92	1671.63	189.89	2	2.193	2.17	2.874662035	1.078985	1764.30	148.37	92.67	30	160
153	164	1671.63	1654.45	108.12	2	2.193	2.17	2.988041691	1.078985	1761.62	165.55	107.17	19	160
164	171	1654.45	1634.69	95.94	2	2.193	2.17	1.818237539	1.078985	1759.23	185.31	124.54	17	160
171	180	1634.69	1645.52	48.26	2	2.193	2.17	1.838717032	1.078985	1758.03	174.48	112.51	9	160
180	196	1645.52	1649.73	96.46	2	2.193	2.17	2.209282810	1.078985	1756.05	170.27	105.92	17	160
196	191	1649.73	1652.1	89.31	2	2.193	2.17	1.64869675	1.078985	1753.44	167.90	101.34	16	160
191	201	1652.1	1657.57	63.41	2	2.193	2.17	1.54869675	1.078985	1751.87	162.43	94.30	12	160
201	205	1657.57	1648.5	107.6	2	2.193	2.17	2.442334933	1.078985	1749.21	171.50	100.71	19	160
205	208	1648.5	1643.25	98.85	2	2.193	2.17	2.442334933	1.078985	1746.76	176.75	103.51	18	160
208	213	1643.25	1645.44	107.69	2	2.193	2.17	2.871333453	1.078985	1744.09	174.56	98.65	19	160
213	219	1645.44	1640.79	157	1.5	1.754	2.17	5.18464274	1.803813333	1728.32	179.21	87.53	28	160
219	225	1640.79	1630.39	94.39	1.5	1.754	2.17	8.49333272	1.803813333	1718.85	189.61	88.46	17	160
225	232	1630.39	1615.51	119.82	1.5	1.754	2.17	6.301629371	1.803813333	1697.17	214.50	91.20	21	160
232	237	1615.51	1605.5	95.03	1.5	1.754	2.17	6.44976805	1.803813333	1688.60	225.81	92.41	19	160
237	242	1605.5	1594.19	105.24	1.5	1.754	2.17	6.36886218	1.803813333	1676.03	249.07	105.10	19	160
242	251	1594.19	1570.93	105.24	1.5	1.754	2.17	8.36886218	1.803813333	1665.36	264.73	110.09	19	160
251	258	1570.93	1555.27	106.34	1.5	1.754	2.17	8.03866198	1.803813333	1655.32	246.06	83.38	18	160
258	264	1555.27	1571.94	99.98	1.5	1.754	2.17	8.03866198	1.803813333	1646.70	222.84	49.64	16	160
264	272	1571.94	1597.06	85.79	1.5	1.754	2.17	7.884120669	1.803813333	1638.72	209.95	28.67	14	160
272	279	1597.06	1510.05	79.51	1.5	1.754	2.17	9.53522611	1.803813333	1628.78	195.52	6.30	18	160
279	284	1510.05	1523.46	98.84	1.5	1.754	2.17							

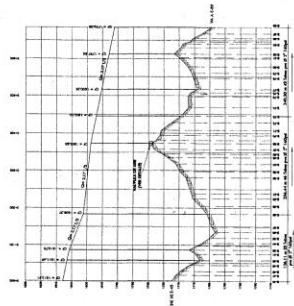
DISEÑO LINEA DE DISTRIBUCIÓN CASERÍOS PANSALCHE Y CHAMAQI

De	Tramo	A	Cota terreno		Long.	No.	Qv	Ia	Qd	Ia	Qd	Ø boor.	Ø com.	Ø interno	Hf	Vel.	C. P.	P. E.	P. D.	Cantil.	Presión
			Inicio	Final	m	Vyalendas	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	l/s	m	ms	m.c.a.	m	m	Tubos	Trabajo
294		292	1624.52	1585.35	219.37	174	0.0293	5.09	1.82	2.50	2.55	2.55	2.55	2.55	8.45	3.02	1616.07	30.16	30.71	39	1600.00
292		301	1585.35	1607.14	246.87	20	0.0293	0.59	0.83	1.50	1.54	1.54	1.54	1.54	2.09	1.34	1613.98	17.38	6.84	44	1600.00
292		305	1585.35	1547.26	191.92	116	0.0293	3.40	1.53	2.00	2.193	2.193	2.193	2.193	10.35	2.86	1603.62	77.26	56.36	34	1600.00
305		305	1547.26	1529.26	211.07	28	0.0293	0.82	0.91	1.00	1.195	1.195	1.195	1.195	24.01	1.95	1579.61	115.26	70.35	37	1600.00
315		315	1547.26	1555.08	371.15	95	0.0293	2.78	2.05	2.00	2.193	2.193	2.193	2.193	13.84	1.30	1569.78	89.44	54.70	65	1600.00
315		322	1555.08	1512.12	84.47	7	0.0293	0.20	0.49	0.50	0.716	0.716	0.716	0.716	21.62	1.65	1568.16	112.40	56.04	15	3150.00
324		324	1512.12	1504.22	164.81	51	0.0293	1.49	1.13	1.26	1.532	1.532	1.532	1.532	19.18	2.29	1570.90	120.30	66.38	29	1600.00
338		338	1504.22	1482.14	523.23	22	0.0293	0.64	1.27	1.25	1.532	1.532	1.532	1.532	12.85	0.79	1557.75	133.38	66.01	92	1600.00
338		339	1482.14	1461.19	66.83	4	0.0293	0.12	0.73	0.75	0.926	0.926	0.926	0.926	0.84	0.43	1556.91	133.33	65.72	12	250.00
338		341	1461.19	1466.21	156.29	7	0.0293	0.20	0.74	0.75	0.926	0.926	0.926	0.926	5.55	0.74	1552.20	138.31	65.99	28	250.00
342		344	1466.21	1464.97	36.47	11	0.0293	0.32	0.82	0.75	0.926	0.926	0.926	0.926	2.98	0.85	1554.76	134.35	64.59	7	250.00
342		344	1464.97	1464.97	81.45	6	0.0293	0.18	0.63	0.75	0.926	0.926	0.926	0.926	2.18	0.88	1552.98	139.55	67.61	15	250.00
342		346	1464.97	1463.10	71.50	5	0.0293	0.15	0.60	0.75	0.926	0.926	0.926	0.926	1.40	0.80	1553.36	138.42	67.26	13	250.00

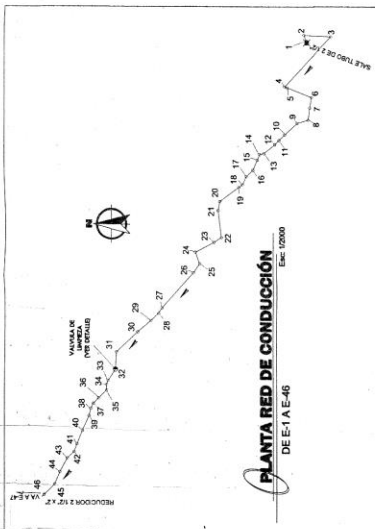


PERFIL RED DE CONDUCCIÓN
 DE-E-1 A E-46
 E.V. = 1725. E.K. = 17000

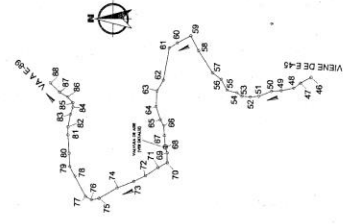
SIMBOLOGIA	
[]	VIVIENDA
75	ESTACION
[]	DEFINICION
[]	DIRECCION DEL FLUJO
C.P.	COTA PIROMETRICA
○	CAJUAL
⊗	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO



PERFIL RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-46 A E-88
 E.V. = 1725 E.K. = 10000



PLANTA RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-1 A E-46
 Esc. 1:2000

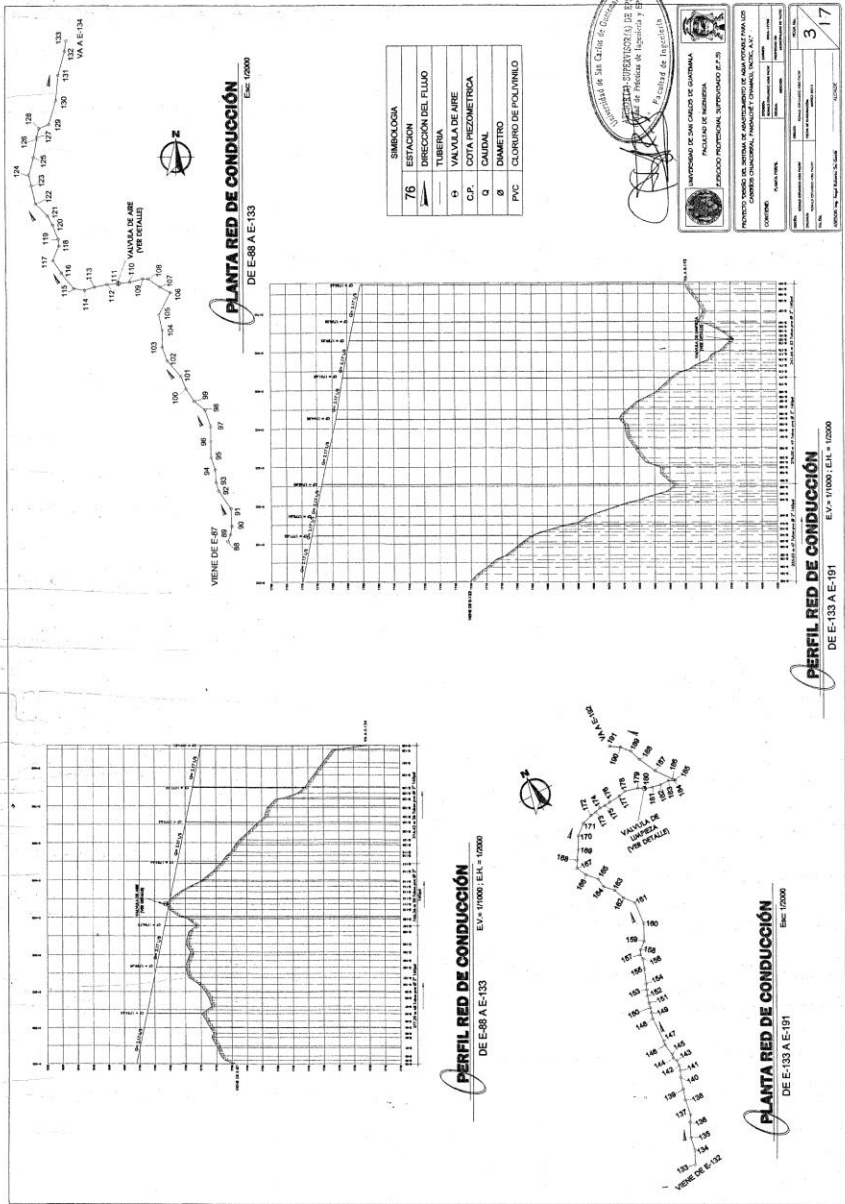


PLANTA RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-46 A E-88
 Esc. 1:2000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN
 PROYECTOS DE SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE AGUA POTABLE Y
 COMERCIALIZACION, MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUA
 INGENIERO EN SISTEMAS DE ADMINISTRACION DE AGUA POTABLE Y
 COMERCIALIZACION, MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUA
 [Signature]

Nombre: []
 No. de Identificación: []
 Fecha: []
 Escala: []
 Hoja: [] de []

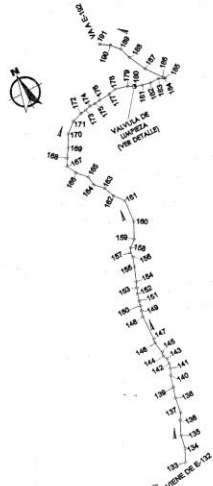
2/17



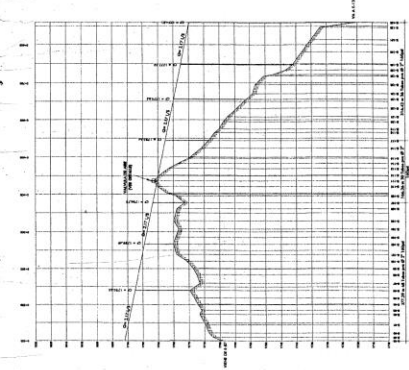
SIMBOLOGIA	
76	ESTACION
—	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
⊕	VALVULA DE AIRE
⊕	COTA PIEZOMÉTRICA
⊕	CAUDAL
⊕	DIÁMETRO
⊕	CLOSURO DE POLIVINILO

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
 PROYECTO TÍTULO DE INGENIERÍA DE MANEJO DE AGUAS PARA EL COMERCIO INDUSTRIAL, PUEBLO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
 CATEDRÁTICO: DR. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ
 ALUMNO: JUAN JOSÉ GONZÁLEZ
 FOLIO: 3/17

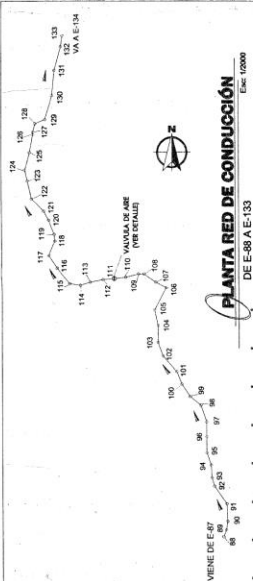
INSTITUTO DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
 PROYECTO TÍTULO DE INGENIERÍA DE MANEJO DE AGUAS PARA EL COMERCIO INDUSTRIAL, PUEBLO DE SAN CARLOS, GUATEMALA
 CATEDRÁTICO: DR. JOSÉ ANTONIO GONZÁLEZ
 ALUMNO: JUAN JOSÉ GONZÁLEZ
 FOLIO: 3/17



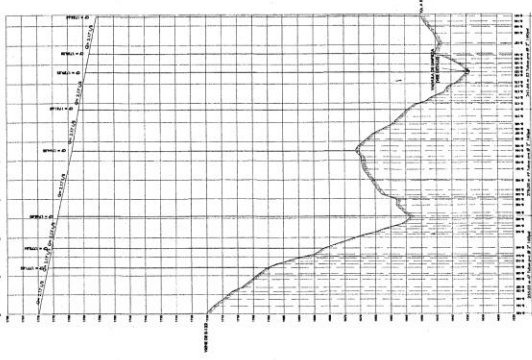
PLANTA RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-133 A E-191
 Esc. 1:10000



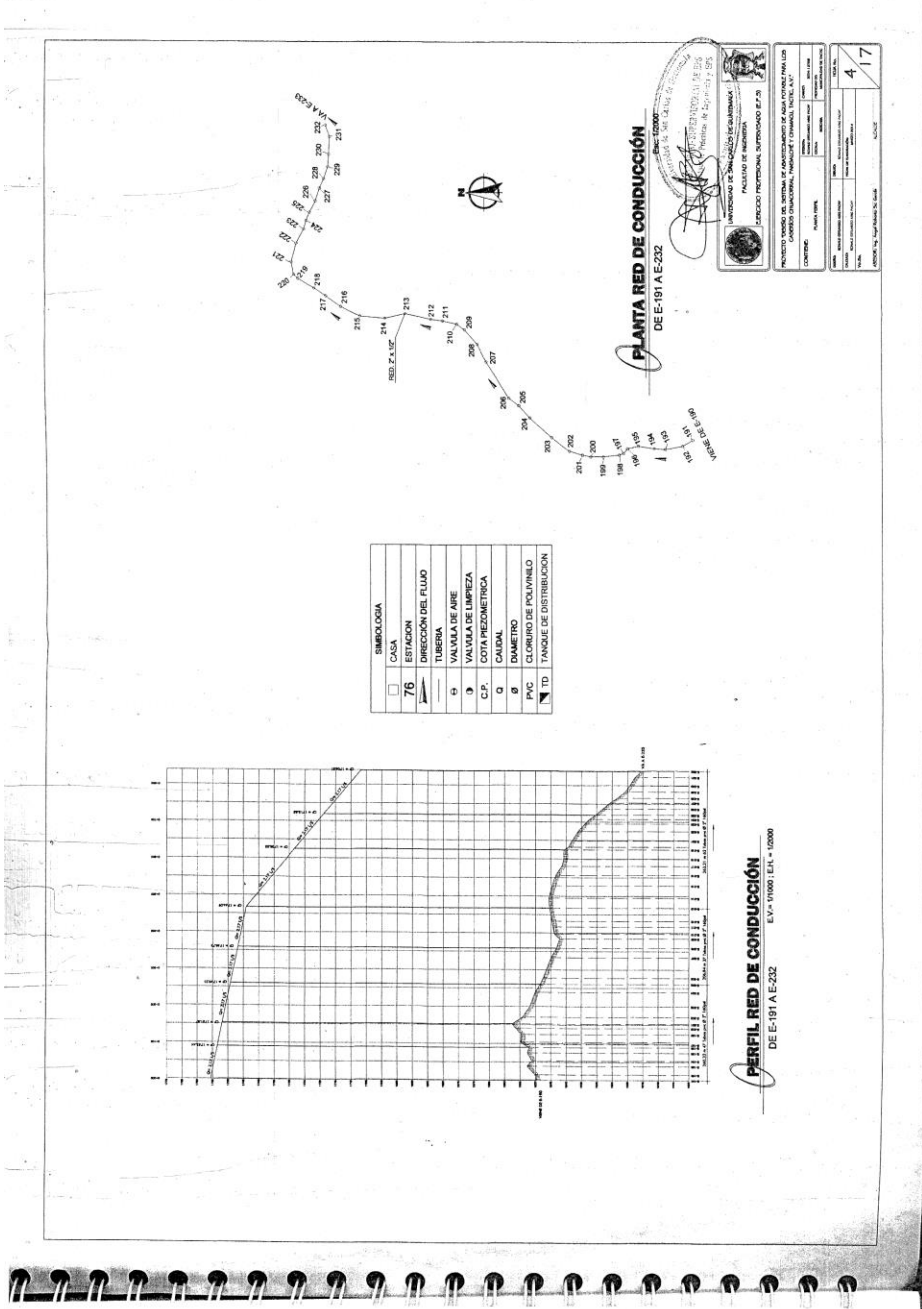
PERFIL RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-88 A E-133
 E.L. = 10000', E.L. = 102000
 Esc. 1:10000

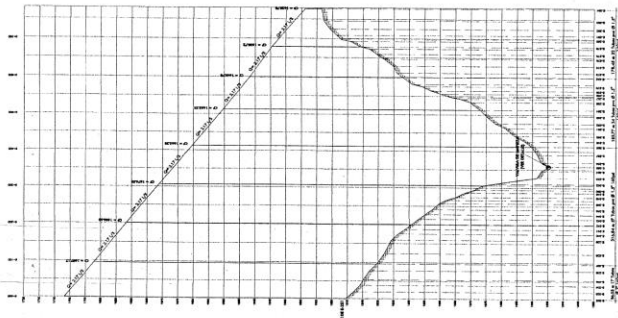


PLANTA RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-88 A E-133
 Esc. 1:10000

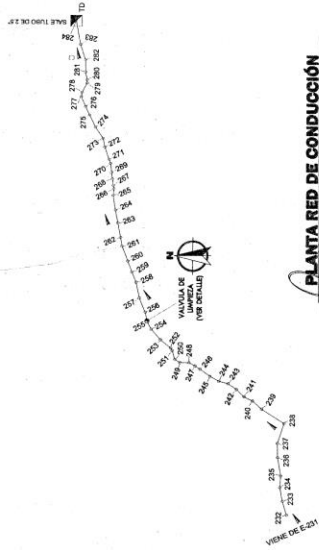


PERFIL RED DE CONDUCCIÓN
 DE E-133 A E-191
 E.L. = 11000', E.L. = 12000
 Esc. 1:10000





PERFIL RED DE CONDUCCIÓN
DE E-232 A E-264 E.L.C. 117000. E.L.A. = 102000



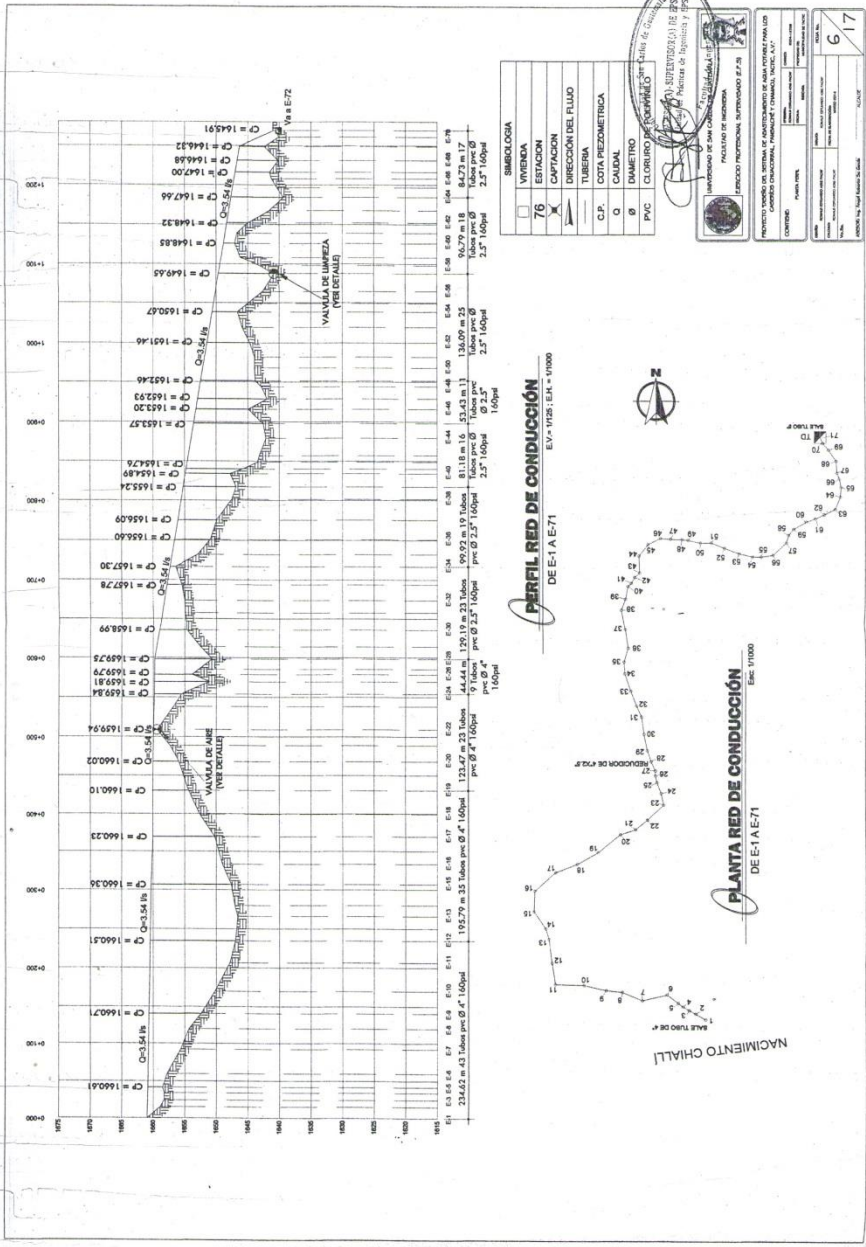
PLANTA RED DE CONDUCCIÓN
DE E-232 A E-264 E.L.C. 102000

SYMBOL	SYMBOL
CASA	76
ESTACION	DIRECCION DEL FLUJO
TUBERIA	9
VALVULA DE AIRE	3
VALVULA DE LIMPIEZA	C.P.
COTA PIEZOMETRICA	0
CAUDAL	9
DIAMETRO	14C
CLORURO DE PLUMBILO	TD
TANQUE DE DISTRIBUCION	

[Handwritten signature]



PROYECTO	RECONSTRUCCION DE LA RED DE SANEAMIENTO DE LA COMUNIDAD DE SAN JUAN DE LOS RIOS
CONTRATO	CONTRATO N° 001/2008
FECHA	15/05/2008
ESCALA	1:1000
HOJA	5
TOTAL	17



76	ESTACION
X	CAPTACION
	TUBERIA
	C.P. COTA PIEZOMETRICA
Ø	CAUDAL
Ø	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO

PERFIL RED DE CONDUCCION
DE E-1 A E-71
E.L.V. = 1125; S.L.H. = 11000

PLANTA RED DE CONDUCCION
DE E-1 A E-71
E.L.V. = 11000



NACIMIENTO CHIALLI

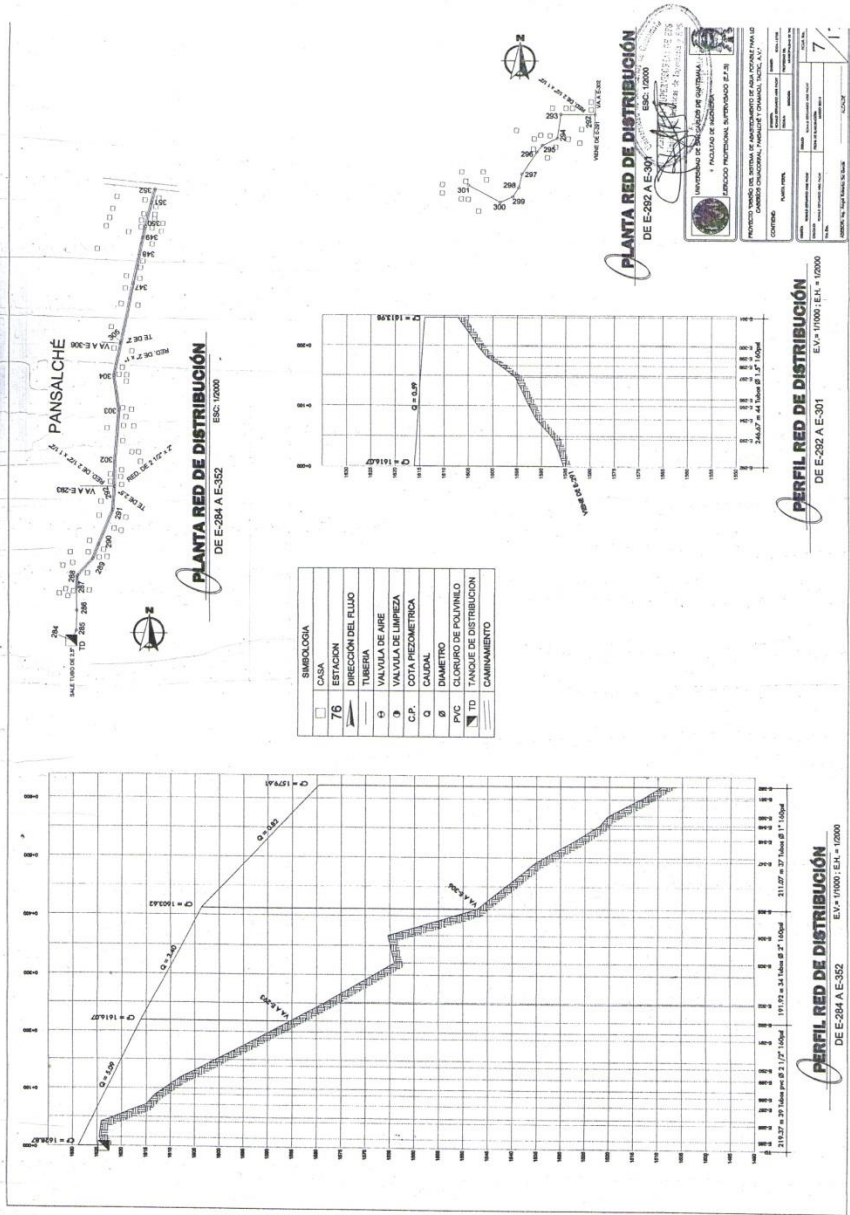
RECONEXION DE TUBERIA

SALE TUBO DE 4"

SALE TUBO DE 4"

INGENIERO PROFESIONAL SUPLENENTE # 23
 FACULTAD DE INGENIERIA
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, CHIHUAHUA, S.L.U.
 INGENIERO EN TUBERIAS Y ACCESORIOS

6	17
---	----



SIMBOLOGIA	
	CASA
	ESTACION
	DIRECCION DE FLUJO
	TUBERIA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LIMPIEZA
	C.P. (CERRAJE)
	CANTON
	DIAMETRO
	PVC
	CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAMINAMENTO

PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-282 A E-301
ESCALA: 1:1000

UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
CARRERAS DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS
CARRERAS DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN DE SAN JUAN CANTÓN DE SAN JUAN, DEPARTAMENTO DE SAN JUAN, GUATEMALA

CONTIENE: PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE

FECHA: 15/05/2018

PROFESOR: DR. JUAN CARLOS GONZALEZ

ALUMNO: JUAN CARLOS GONZALEZ

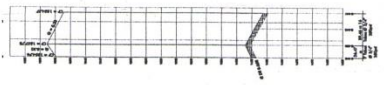
GRUPO: 7

PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-282 A E-301
E.L.V. = 11000; E.H. = 10200

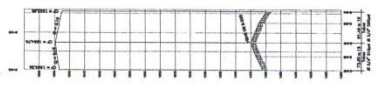
PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-284 A E-352
E.L.V. = 11000; E.H. = 10200



PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-342 A E-341 EBC: 10/2000



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-342 A E-341 E.V. 1/1000 E.H. 1/2000



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-346 A E-344 E.V. 1/1000 E.H. 1/2000



PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-346 A E-344 EBC: 10/2000

SÍMBOLOGÍA	
CALLE	
ESTACION	
DIRECCION DEL FLUJO	
TUBERIA	
VALVULA DE AIRE	
VALVULA DE IMPRESA	
C.P. COTA PIEZOMETRICA	
CAUDAL	
DIMETRO	
CLORURO DE POLYMETILO	
TANQUE DE DISTRIBUCION	
CAMBIAMIENTO	

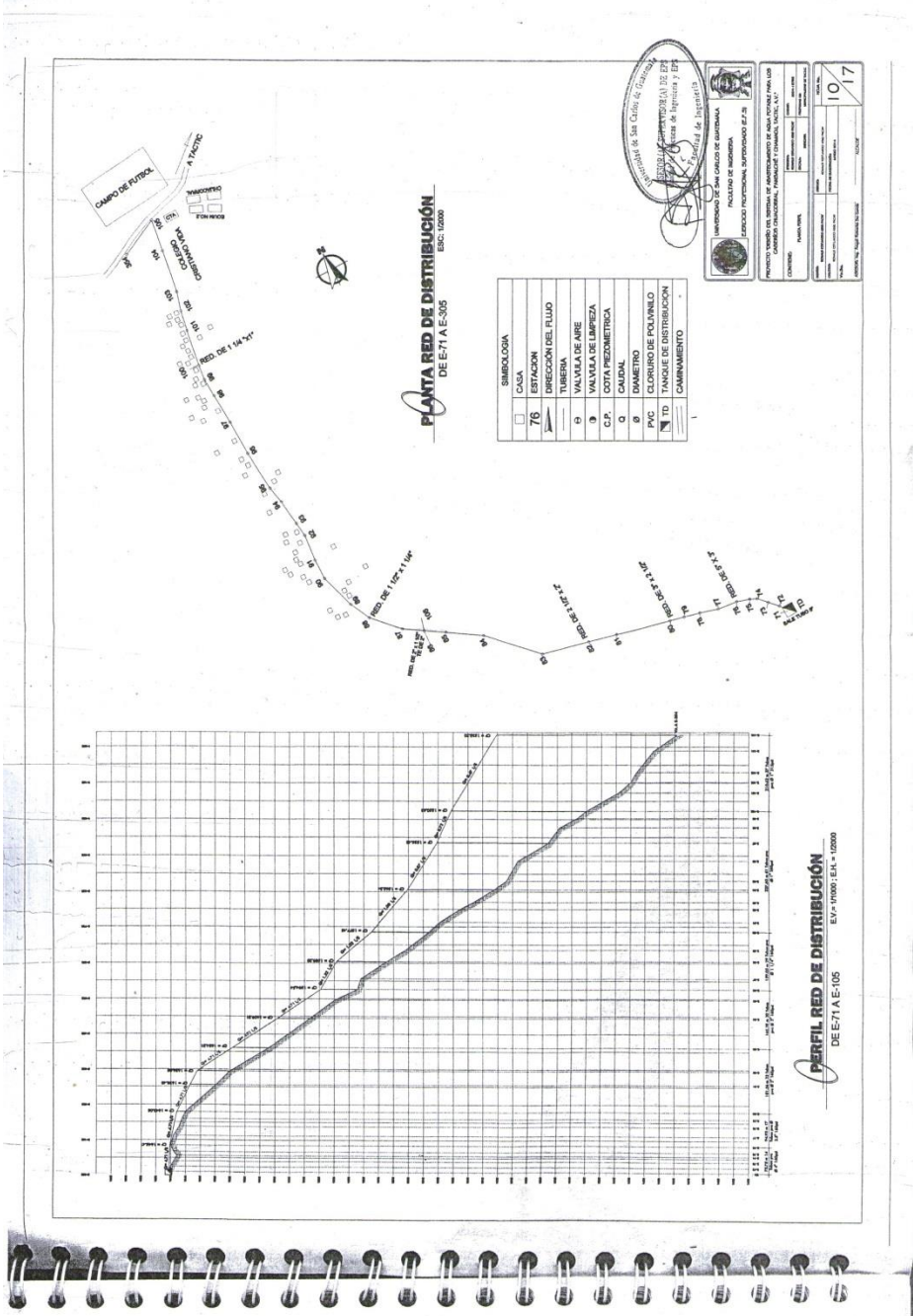
INGENIEROS DE SAN CARLOS DE SANTANA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 LICENCIADO NACIONAL SUPERIOR EN INGENIERIA EN SAN CARLOS DE SANTANA
 COMITÉ NACIONAL FACULTAD TECNOLÓGICA S.C.

INGENIERO EN INGENIERIA EN SAN CARLOS DE SANTANA
 NOMBRE: _____
 N°: _____
 FIRMADO: _____
 FECHA: _____

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (INTEC)
 COMITÉ NACIONAL FACULTAD TECNOLÓGICA S.C.

N°: _____
 FECHA: _____

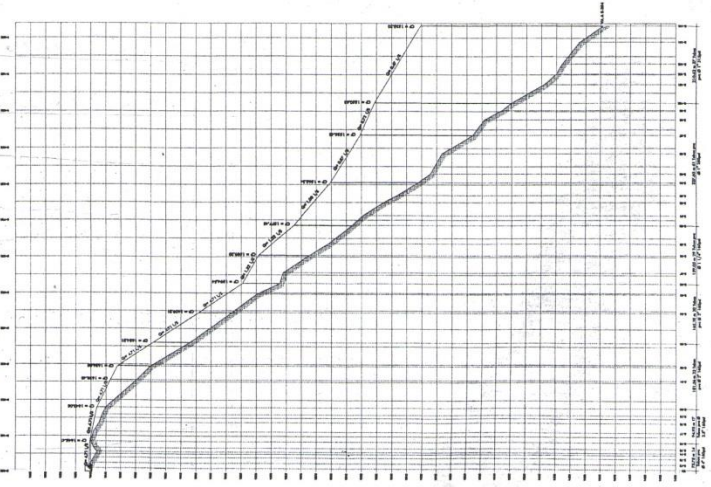
9 17



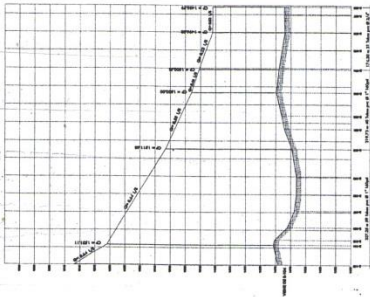
PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-71 A E-305
ESCALA: 1:500

SIMBOLOGÍA	
□	CASA
76	ESTACION
→	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
D	VALVULA DE AIRE
∅	VALVULA DE LIMPIEZA
C-C	PERIMETRO
∅	CALIBRA
∅	DIAMETRO
PVC	CLORURO DE POLIVINILO
TD	TANQUE DE DISTRIBUCIÓN
—	CAMINAMENTO

INSTITUCIÓN: Universidad de Ingenieros
 DEPARTAMENTO: Obras de Infraestructura y EPT
 PROYECTO: PLAN DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
 CLIENTE: MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUAYAMA
 FECHA: 10/17
 ESCALA: 1:500

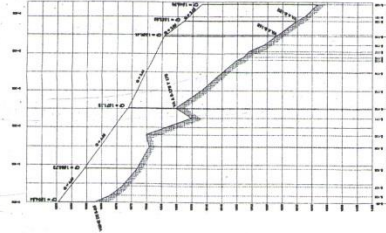


PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-71 A E-105
E.V. = 1:500 - E.H. = 1:2000

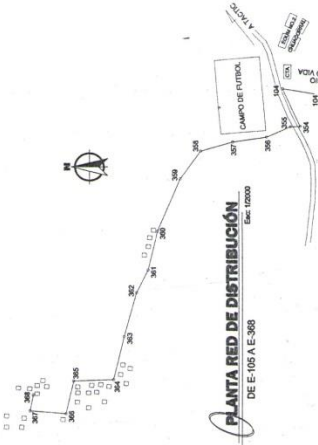


PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-106 A-E-388 E.V. 1:10000, E.L. 1:10000

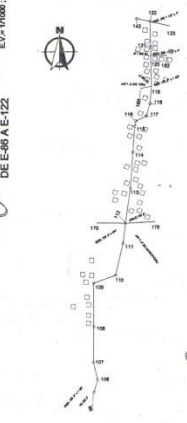
SIMBOLOGÍA	
[]	CASA
75	ESTACION
—	DIRECCIÓN DEL FLUJO
—	TUBERÍA
⊕	VALVULA DE AIRE
⊖	VALVULA DE LIMPIEZA
C.P.	COTA PEZOMETRICA
Q	CAUDAL
⊘	DIAMETRO
PVC	CUBIERTO DE POLIURETANO
T.D.	TANQUE DE DISTRIBUCION
—	COMUNICACION



PERFIL RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-98 A-E-122 E.V. 1:10000, E.L. 1:10000



PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-106 A-E-388 E.S.C. 1:10000



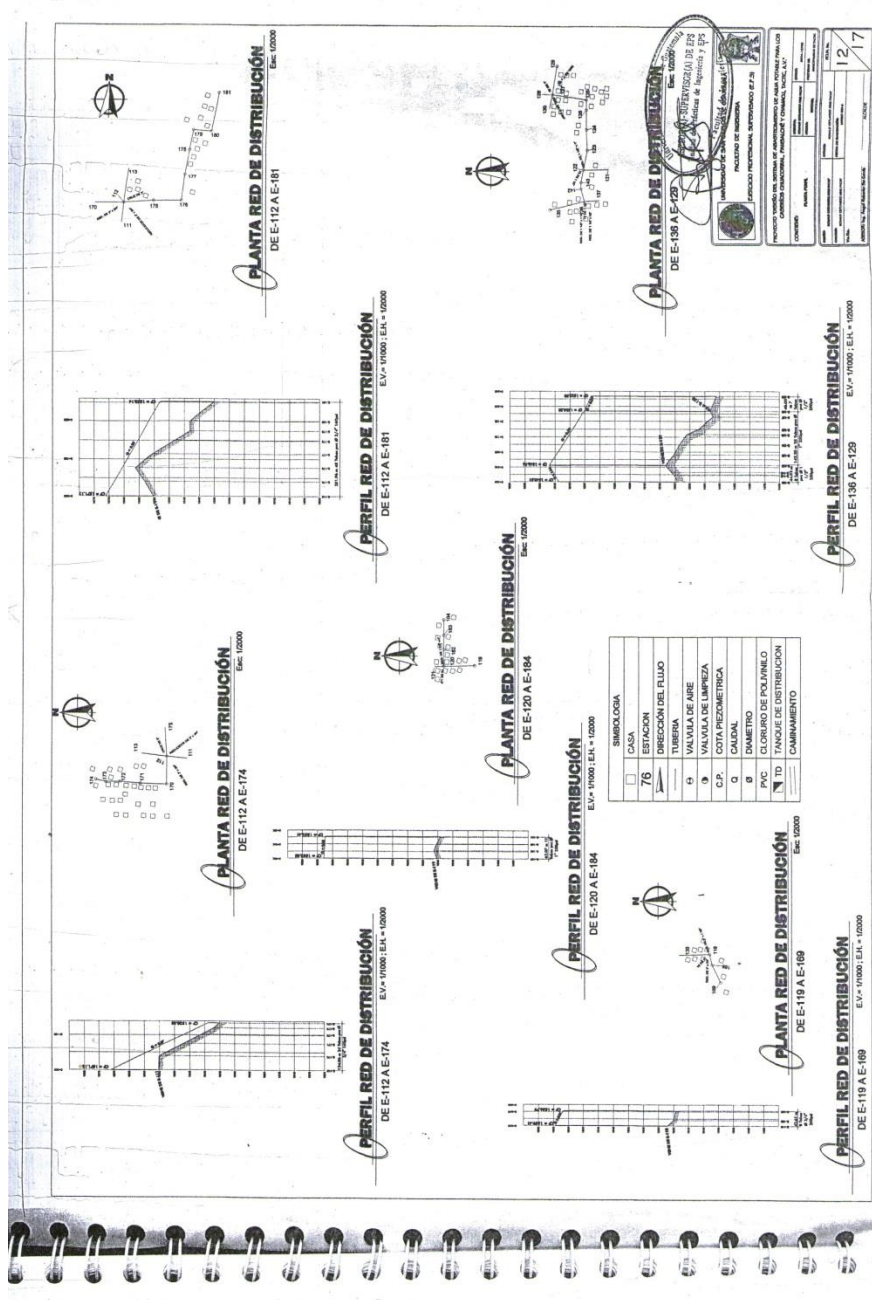
PLANTA RED DE DISTRIBUCIÓN
DE E-98 A-E-122 E.S.C. 1:10000

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUAS Y SANEAMIENTO
 COMITÉ DE CALIFICACIÓN DE TRABAJOS DE GRADUACIÓN

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA EL CANTÓN DE SAN CARLOS, GUATEMALA.
 AUTORES: [Nombres de los autores]
 ASesor: [Nombre del asesor]

FECHA DE ENTREGA: [Fecha]
 FECHA DE CALIFICACIÓN: [Fecha]
 CALIFICACIÓN: [Calificación]
 OBSERVACIONES: [Observaciones]

NÚMERO DE FOLIO: 17
 TOTAL DE FOLIOS: 17



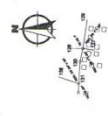
SIMBOLOGIA	
<input type="checkbox"/>	CASA
76	ESTACION
	DIRECCION DE FLUJO
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE LAJREZA
	COTA PIEZOMETRICA
	CAUDAL
	DIAMETRO
	CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	DIRAMINAMENTO



PLANTA RED DE DISTRIBUCION
DE-E-131/AE-154 Esc: 1/2000



PERFIL RED DE DISTRIBUCION
DE-E-131/AE-154 E.V.: 1/1000; E.H.: 1/2000



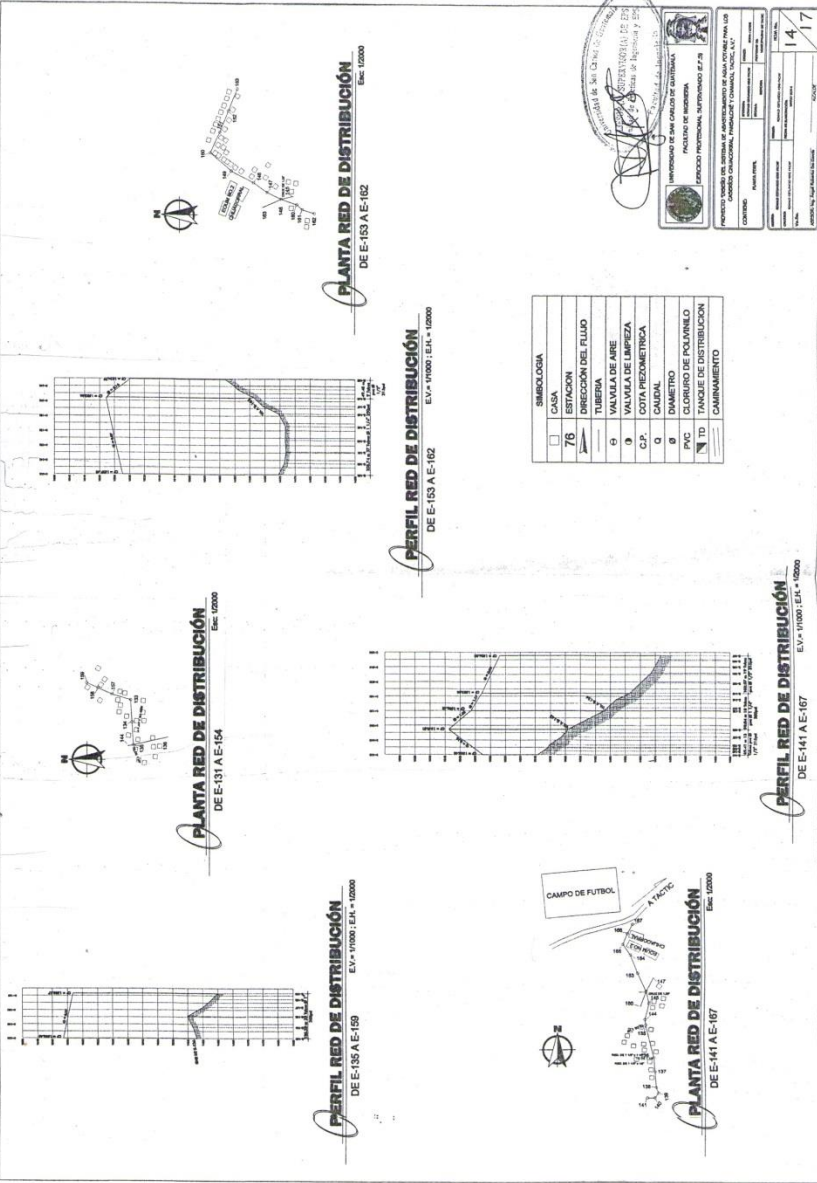
PLANTA RED DE DISTRIBUCION
DE-E-132/AE-128 Esc: 1/2000



PERFIL RED DE DISTRIBUCION
DE-E-132/AE-128 E.V.: 1/1000; E.H.: 1/2000



INSTITUCION: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS DEPARTAMENTO: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS CENTRO: INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS	
NOMBRE DEL AUTORIZADO: [Signature] CARGO: INGENIERO EN SISTEMAS DE AGUAS Y RESERVA	NOMBRE DEL PROYECTO: PROYECTO DE DISTRIBUCION DE AGUAS POTABLES EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DEL ZULIA UBICACION: PARQUE INDUSTRIAL GUAYARUNA
FECHA: 13 ESCALA: 17	NOMBRE DEL PROYECTO: PROYECTO DE DISTRIBUCION DE AGUAS POTABLES EN EL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DEL ZULIA UBICACION: PARQUE INDUSTRIAL GUAYARUNA



Simbología

<input type="checkbox"/>	CAUSA
	ESTACION
	DIRECCION DEL FLUIDO
	TUBERIA
	VALVULA DE AIRE
	VALVULA DE HERMETICIDAD
	C.P.
	COTA PROYECTOMETRICA
	CAJALIN
	DIAMETRO
	PVC
	CLORURO DE POLIVINILO
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	CAMPAÑAMIENTO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUARIANO

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCION DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE EN LA ZONA NOROCCIDENTAL DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS DE GUARIANO

INSTITUCION NACIONAL PARA EL DESARROLLO DE LOS RECURSOS HUMANOS

EDIFICIO REGIONAL, INTERMEDIO # 275

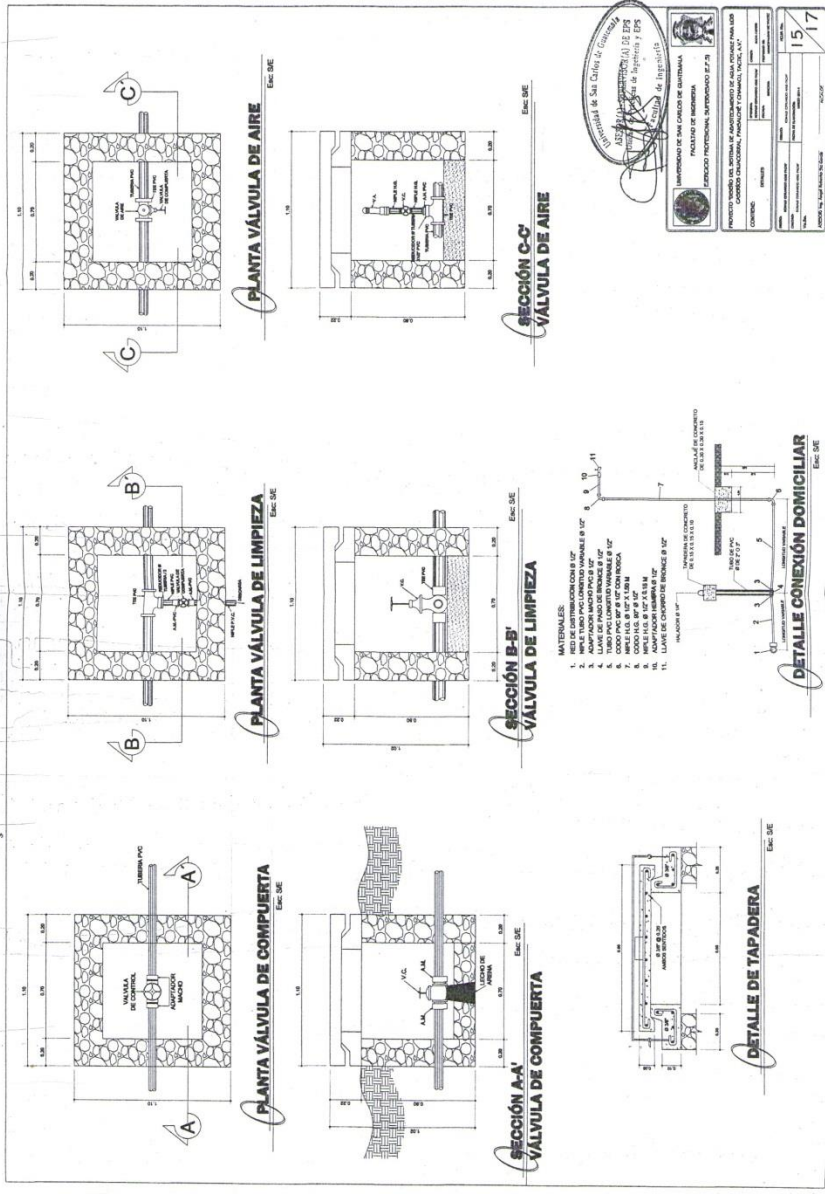
CONDOMINIO CONVENCIONAL, PARROQUIA COMANAL, VALLE DEL GUAYABO

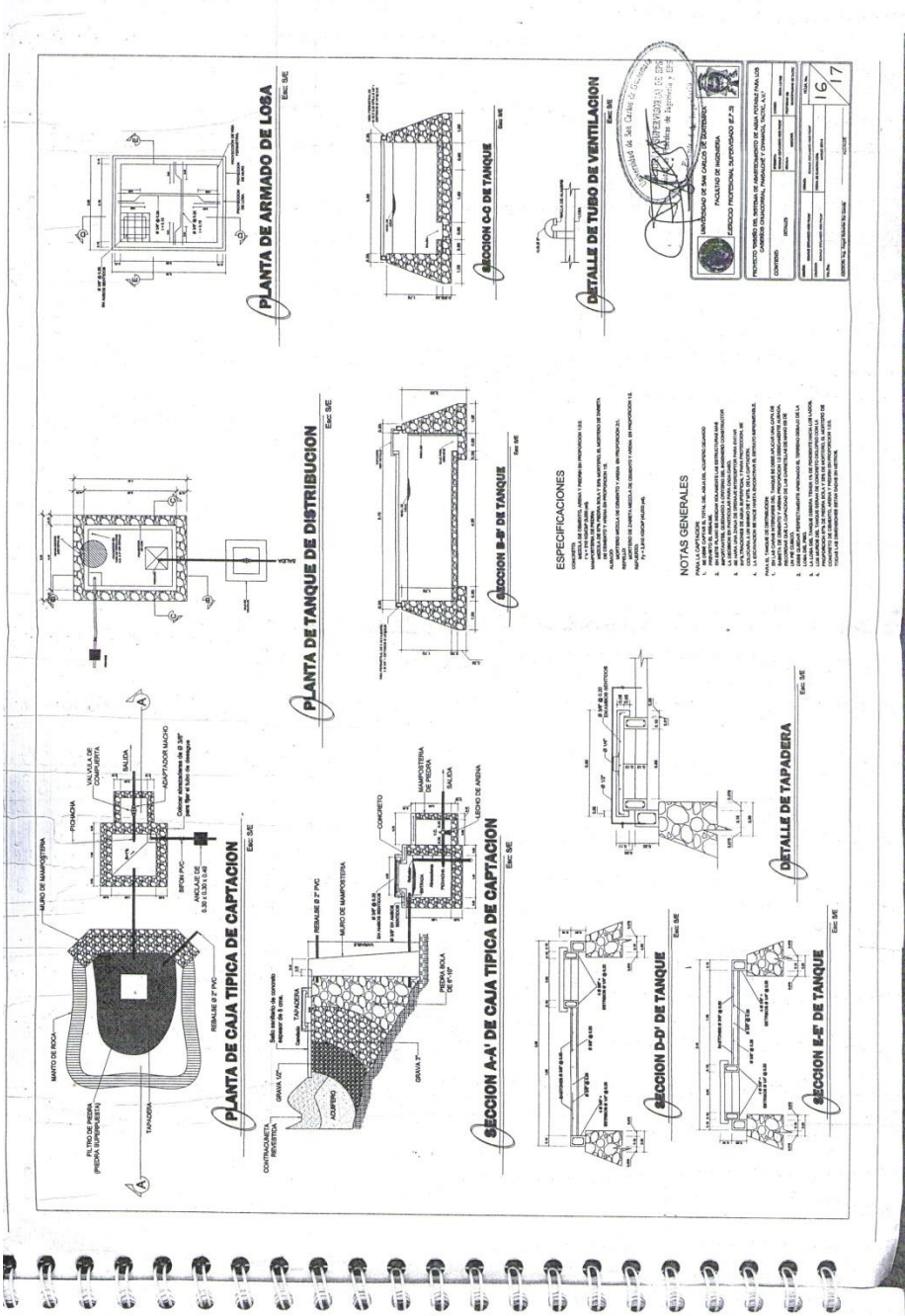
CONTRATO

PROYECTO

FECHA

14 / 17





ESPECIFICACIONES

1. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

2. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

3. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

4. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

5. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

6. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

7. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

8. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

9. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

10. EL TANKER DEBEN SER DE TIPO DE INYECCION DE HIERRO.

NOTAS GENERALES

1. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

2. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

3. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

4. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

5. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

6. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

7. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

8. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

9. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

10. PARA LA CAPTACION DE AGUA DE LA RED PUBLICA DE AGUA POTABLE.

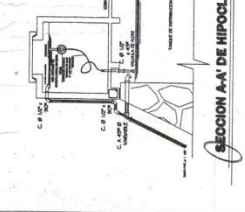
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

ESCUELA NACIONAL DE INGENIERIA

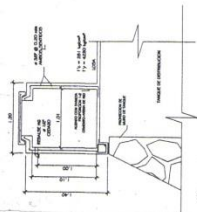
PROYECTO: DISEÑO DE UN TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.

CONTEXTO:

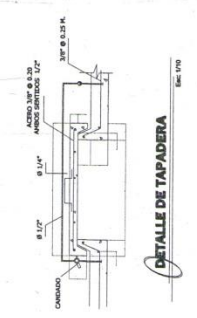
Nombre del Proyecto	16
Fecha de Emisión	17
Autores	
Revisores	
Escalafón	
Profesores	
Alumnos	



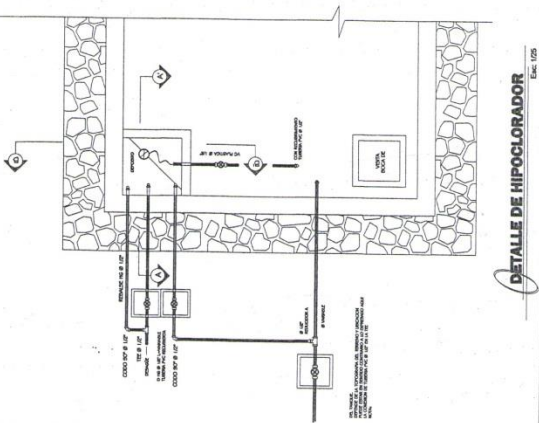
SECCION A-A' DE HIPOCLORADOR
Escala 1/25



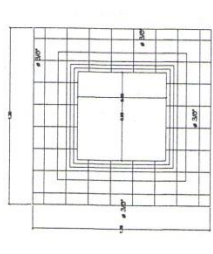
DETALLE DE ARMADO
Escala 1/25



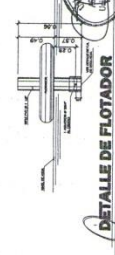
DETALLE DE TAPADERA
Escala 1/10



DETALLE DE HIPOCLORADOR
Escala 1/25



DETALLE DE LOSA
Escala 1/10



DETALLE DE FLOTADOR
Escala 1/10

1. PERFORAR LA SOLUCION CONCRETORA Y FUNDIRLA EN EL MOLDE, ANTES DE QUITARLO.
2. PASAR UN CORDON DE ALAMBRE #16 A TRAVES DE LOS ANILLOS DE LA TAPADERA, PARA AYUDAR EN SU QUETE Y SU CERRAMIENTO.
3. EN LA PARTE SUPERIOR DEL MOLDE, COLOCAR UN CORDON DE ALAMBRE #16 PARA AYUDAR EN SU QUETE Y SU CERRAMIENTO.
4. EN LA PARTE SUPERIOR DEL MOLDE, COLOCAR UN CORDON DE ALAMBRE #16 PARA AYUDAR EN SU QUETE Y SU CERRAMIENTO.
5. EN LA PARTE SUPERIOR DEL MOLDE, COLOCAR UN CORDON DE ALAMBRE #16 PARA AYUDAR EN SU QUETE Y SU CERRAMIENTO.

HIPOCLORIDO DE SODIO PARA PREPARAR
CANTIDAD DE HIPOCLORIDO

VOLUMEN DE AGUA (GAL)	CONCENTRACION DE SODIO HIPOCLORITO (%)	CONCENTRACION DE SODIO HIPOCLORITO (PPM)	CANTIDAD DE SODIO HIPOCLORITO (LIBRAS)
10	5.25	5250	0.11
20	5.25	5250	0.22
30	5.25	5250	0.33
40	5.25	5250	0.44
50	5.25	5250	0.55
60	5.25	5250	0.66
70	5.25	5250	0.77
80	5.25	5250	0.88
90	5.25	5250	0.99
100	5.25	5250	1.10
120	5.25	5250	1.32
140	5.25	5250	1.54
160	5.25	5250	1.76
180	5.25	5250	1.98
200	5.25	5250	2.20
250	5.25	5250	2.75
300	5.25	5250	3.30
350	5.25	5250	3.85
400	5.25	5250	4.40
450	5.25	5250	4.95
500	5.25	5250	5.50
550	5.25	5250	6.05
600	5.25	5250	6.60
650	5.25	5250	7.15
700	5.25	5250	7.70
750	5.25	5250	8.25
800	5.25	5250	8.80
850	5.25	5250	9.35
900	5.25	5250	9.90
950	5.25	5250	10.45
1000	5.25	5250	11.00

INSTRUMENTOS DE MEDICION DE CALIDAD DEL AGUA
LABORATORIO DE ANALISIS DE AGUA
MINISTERIO DE SALUD Y PROTECCION SOCIAL

FECHA DE EMISION: 17/17

PROYECTO: []

CLIENTE: []

ANALISIS: []

LABORANTE: []

