



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

**DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**

Jimy Macz Noriega

Asesorado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano

Guatemala, junio de 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL
CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JIMY MACZ NORIEGA

ASESORADO POR EL ING. SILVIO RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

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	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
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
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Civil, con fecha julio de 2011.


Jimy Macz Noriega

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 25 de enero de 2012
Ref.EPS.DOC.128.01.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Jimmy Macz Noriega** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199940011**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ"**.

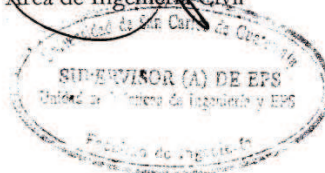
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

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



c.c. Archivo
SJRS/ra

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 20 de abril de 2012
Ref.EPS.D.436.04.12

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 Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Jimmy Macz Noriega**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



Guatemala,
1 de marzo de 2012

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 Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Jimy Macz Noriega, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Silvio José Rodríguez Serrano y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Jimy Macz Noriega, titulado DISEÑO Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, junio 2012

/bbdeb.

Más de 130^{Años} de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 261.2011

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 Y PLANIFICACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN Y SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ**, presentado por el estudiante universitario **Jimmy Macz Noriega**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olyppo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 8 de junio de 2012

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Como máximo ser supremo y a quien le debo toda mi alegría por haberme brindado la vida y permitirme alcanzar mis sueños para servir a mis semejantes.
- Mi padre** Jorge Macz, por su dedicación y esfuerzo al hacer de mí, una persona de bien. Por su gran sacrificio y trabajo incansable, honradez y dedicación, estarás siempre en mi memoria (q.e.p.d.).
- Mi madre** Sara Noriega de Macz, por tu apoyo incomparable, amor, consejos, comprensión, pero sobre todo tu sabiduría; porque creíste en mí y sabías que podía lograrlo, gracias.
- Mi esposa** Jessica Martinez de Macz, por tu apoyo y motivación. Porque tu amor me acompañó siempre y fue mi fuerza para cumplir un sueño que soñamos juntos. Por creer en mí aún cuando yo mismo no lo hacía. Porque mis ideales y mis luchas han sido tuyas también. Muchas gracias mi amor por ser mi complemento perfecto.

Mis hermanos

Oscar y Max, por su amor, paciencia, esperanza, atenciones, ayuda, apoyo, sobre todo por ser como son y estar conmigo en esos momentos donde más los necesité.

Mis amigos

Por todos los momentos de alegría y estudio que compartimos.

AGRADECIMIENTOS A:

Instituto Normal Mixto del Norte “Emilio Rosales Ponce”	Por abrirme sus puertas hacia el aprendizaje y convertirse en mi segunda casa.
Universidad de San Carlos de Guatemala	En especial a la Facultad de Ingeniería y sus catedráticos.
Ing. Silvio Rodríguez	Por su asesoría y ayuda desinteresada en la elaboración de este trabajo de graduación.
Municipalidad de Tukurú, Alta Verapaz	Por abrirme amablemente las puertas de su comunidad para poder realizar el Ejercicio Profesional Supervisado y depositaron su confianza en mí.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR	
1.1. Características físicas	1
1.1.1. Localización y colindancias.....	1
1.1.2. Ubicación geográfica.....	2
1.1.3. Topografía.....	3
1.1.4. Clima.....	3
1.1.5. Tipo de vivienda.....	4
1.1.6. Situación demográfica.....	4
1.1.7. Población actual.....	4
1.2. Características de infraestructura	5
1.2.1. Vías de acceso	5
1.2.2. Servicios públicos	5
1.3. Características socioeconómicas.....	6
1.3.1. Origen de la comunidad	6
1.3.2. Actividad económica	7
1.3.3. Idioma y religión	7
1.3.4. Organización de la comunidad.....	8

2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL		
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción y sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín del municipio de Tucurú, Alta Verapaz		9
2.1.1.	Sistema de agua potable		9
2.1.2.	Descripción del proyecto		10
2.1.3.	Localización de la fuente		11
2.1.4.	Análisis de la calidad de agua		11
	2.1.4.1.	Análisis físico-químico	12
	2.1.4.2.	Análisis bacteriológico	12
2.1.5.	Aforos		13
2.1.6.	Levantamiento topográfico		15
	2.1.6.1.	Planimetría	16
	2.1.6.2.	Altimetría.	17
2.1.7.	Período de diseño.....		17
2.1.8.	Cálculo de población		18
	2.1.8.1.	Población actual	18
	2.1.8.2.	Población futura.....	19
2.1.9.	Requerimientos de diseño		20
	2.1.9.1.	Caudal de diseño.....	20
	2.1.9.2.	Bases de diseño.....	21
	2.1.9.3.	Dotación.	22
2.1.10.	El caudal y sus variaciones		23
	2.1.10.1.	Caudal medio diario.....	23
	2.1.10.2.	Caudal máximo diario.....	24
	2.1.10.3.	Caudal máximo horario.	25
2.1.11.	Diseño hidráulico		26
	2.1.11.1.	Diseño y tipo de tubería.....	27

2.1.11.2.	Diseño de la captación.....	28
2.1.11.3.	Diseño de línea de conducción.....	30
2.1.11.4.	Tanque de almacenamiento	35
2.1.11.5.	Volumen tanque de almacenamiento.	36
2.1.11.5.1	Diseño del tanque de almacenamiento.	38
2.1.11.5.2	Diseño de muro.	44
2.1.11.5.3	Diseño de columna. ...	50
2.1.11.5.4	Diseño de la zapata. ...	54
2.1.11.6.	Diseño de la red de distribución.....	61
2.1.11.7.	Sistema de desinfección	69
2.1.11.8.	Válvulas	72
2.1.11.8.1	Válvula de limpieza....	72
2.1.11.8.2	Válvula de aire.....	73
2.1.12.	Obras hidráulicas.....	73
2.1.12.1.	Cajas de captación	73
2.1.12.2.	Cajas rompe presión.....	74
2.1.12.3.	Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes.....	75
2.1.12.4.	Conexión predial	76
2.1.12.5.	Pasos aéreos	76
2.1.13.	Operación y mantenimiento	76
2.1.14.	Propuesta de tarifa.....	80
2.1.15.	Elaboración de planos	83
2.1.16.	Elaboración de presupuestos	85
2.1.17.	Evaluación socioeconómica.....	90
2.1.17.1.	Valor presente neto.....	90
2.1.17.2.	Tasa interna de retorno.....	94

2.1.18. Evaluación de impacto ambiental	99
CONCLUSIONES	103
RECOMENDACIONES	105
BIBLIOGRAFÍA.....	107
APÉNDICE	109
ANEXO	121

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación del departamento de Alta Verapaz, en el mapa de la República de Guatemala.....	2
2.	Mapa 1/50,000 del municipio de Tukurú, Alta Verapaz.....	3
3.	Planta y perfil de captación típica.....	29
4.	Planta tanque de captación.....	38
5.	Detalle armado de losa.....	43
6.	Detalle de muro de tanque de distribución.....	44
7.	Detalle de columna.....	52
8.	Planta de zapata.....	57
9.	Área de corte actuante en zapata.....	58
10.	Área de punzonamiento que actúa en la zapata.....	59
11.	Sección de detalle de zapata.....	60

TABLAS

I.	Aforo de la fuente de agua para el caserío Nueva Concepción.....	14
II.	Aforo de la fuente de agua para el caserío Nuevo Amanecer Pantín....	15
III.	Dotaciones.....	22
IV.	Cálculo de momentos actuantes.....	47
V.	Lista de planos del caserío Nueva Concepción.....	83
VI.	Lista de planos del caserío Nuevo Amanecer Pantín.....	84

VII.	Costo y precios unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva concepción.....	86
VIII.	Cronograma físico-financiero de ejecución para sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción....	87
IX.	Costo y precios unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín.....	88
X.	Cronograma físico-financiero de ejecución para sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín.....	89

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
H	Altura
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
q	Caudal de diseño
Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
cm	Centímetro
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coefficiente para tubería PVC
ϕ	Diámetro
D.H.	Distancia horizontal
Fqm	Factor de caudal medio

GPM	Galones por minuto
hab	Habitantes
HG	Hierro Galvanizado
h	Horas
kg	Kilogramos
km	Kilómetros
psi	Libras sobre pulgada cuadrada
Fy	Límite de fluencia
l	Litros
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
m	Metros
m.c.a.	Metros columna de agua
mm	Milímetros

S	Pendiente del terreno
Hf	Pérdida de carga
P	Período de diseño
Pa	Población actual
pf	Población futura
Po	Población inicial o actual
%	Porcentaje
P	Presión
PD	Presión Dinámica
pulg	Pulgada
F'c	Resistencia del concreto a compresión
s	Segundos
Σ	Sumatoria
V	Velocidad mínima y máxima.
Vt	Volumen del tanque de distribución

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).
Accesorios	Elementos secundarios en las líneas de las tuberías, tales como codos, niples, tees, coplas, etc.
Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
Acuífero	Son formaciones geológicas capaces de contener y permitir el movimiento del agua a través de sus poros. Manto: formación o estructura geológica de rocas, grava y arena situada encima de una capa impermeable, que posee la capacidad de agua que fluye en su interior. Este flujo se produce entre los poros que se intercomunican, es de velocidad variable y obedece a las condiciones específicas de permeabilidad de cada tipo de formación. Los términos manto acuífero y depósito manto acuífero, estrato acuífero y acuífero son sinónimos.

Aforo	Acción de medir el caudal de una fuente.
Agua potable	Agua apta para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Análisis Físico-Químico	Conjunto de técnicas y procedimientos de laboratorio mediante los cuales se determinan los componentes físicos y químicos presentes en una muestra de agua.
Azimut	Es el ángulo medido a partir de un norte magnético arbitrario, varía entre 0 a 360 grados.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
Captación	Es parte de un sistema de abastecimiento, que tiene como función brindar una ayuda a la fuente para recoger agua adecuadamente.
Conexión domiciliar	Tubería que conduce las aguas negras desde el interior de la vivienda hasta el frente.
Cota de terreno	Indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.

Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
Desinfectar	Quitar al agua la infección o la propiedad de causarla, destruyendo gérmenes nocivos y evitando su desarrollo.
Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
Dotación	Estimación de la cantidad de agua que en promedio consume cada habitante por día.
Estación	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico, en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.
Flujo	Líquido en movimiento.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
INSIVUMEH	Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Manto freático	Acumulación de agua subterránea.

Nacimiento Lugar del brote a la superficie de un acuífero.

Pérdida de carga Es la energía por unidad de peso del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, es convertida de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por fricción contra las paredes de la tubería, rugosidad, los cambios de diámetro y los cambios de dirección.

Piezométricas Carga de presión en el funcionamiento hidráulico de tuberías.

Planimetría Es parte de la topografía que representa un área determinada en un plano horizontal.

Presión Es la que fuerza por unidad de área.

Topografía Ciencia y arte de determinar posiciones relativas de puntos situados encima y debajo de la superficie.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación contiene, en forma detallada, el procedimiento con el cual se desarrolló el proyecto denominado: diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción y sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín del Municipio de Tucurú, Alta Verapaz.

En dichos caseríos se realizó un estudio para conocer las necesidades de sus pobladores, encontrándose que la falta de dos sistemas de agua potable, perjudicando la salud y el desarrollo de sus habitantes. Por ello fue necesario la implementación de la planificación de estos sistemas que cubrieran las mayores necesidades y cuyo mayor objetivo fuera la minimización del índice de morbilidad que impera en los caseríos.

Por tal razón se decidió realizar el diseño de la introducción de agua, con el propósito de brindar un buen servicio a todos los usuarios. Entre las actividades necesarias que se desarrollaron para el diseño fueron: visita preliminar de campo, levantamiento topográfico, determinación de aforo de fuente, análisis de laboratorio de agua, etc. Con las actividades realizadas se determinó que el sistema de abastecimiento de agua fuera por gravedad, debido a las características topográficas del lugar.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de agua potable para el caserío Nueva Concepción y caserío Nuevo Amanecer Pantín, del municipio de Tucurú, Alta Verapaz.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades prioritarias del municipio de Tucurú, Alta Verapaz.
2. Aplicar los conocimientos adquiridos a la largo del estudio de la carrera universitaria para proveer soluciones a problemas reales.
3. Capacitar a los miembros de Consejo Comunitario de Desarrollo y a los miembros de la municipalidad de Tucurú, sobre lo referente al desarrollo e implementación del abastecimiento de agua potable, para el caserío Nueva Concepción y caserío Nuevo Amanecer Pantín, del municipio de Tucurú, Alta Verapaz.

INTRODUCCIÓN

Es indispensable mencionar que la salud es consecuencia de la interacción de factores biológicos, ambientales, económicos y sociales, por lo que el mejoramiento sustancial del nivel de la misma dependerá de la complementariedad y articulación de las acciones que realicen las dependencias y entidades involucradas y los distintos sectores de la sociedad, para mejorar la calidad de vida de la población.

La municipalidad es un intermediario entre el Estado y los individuos; siendo una de sus funciones atender los servicios públicos. La limitación de recursos financieros ha contribuido a la ineficiencia en atender este servicio. Esta situación trae como consecuencia problemas de saneamiento ambiental, implicando el incremento de tasas de morbilidad y mortalidad.

La investigación elaborada en el municipio de Tukurú, determinó la existencia de varias necesidades urgentes que satisfacer, entre ellas se dio prioridad a la falta de abastecimiento de agua potable en el Caserío Nueva Concepción y Caserío Nuevo Amanecer Pantín para el departamento de Alta Verapaz.

Este trabajo presenta la solución y la planificación de los proyectos mencionados, los cuales han sido asesorados por la unidad del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) que fue concebido para lograr que el estudiante tenga contacto directo con la población del país, en especial la del área rural. Se logra, de esta manera, mantener la proyección social de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

1. MONOGRAFÍA DEL LUGAR

1.1. Características físicas

Ya que en todo proyecto es necesario conocer el entorno geográfico, condiciones climáticas, socioeconómicas, etc. del sitio donde quedará construido el proyecto, a continuación se presenta esta información, la cual corresponde al municipio de Tucurú del departamento de Alta Verapaz.

1.1.1. Localización y colindancias

El municipio de Tucurú se encuentra situado en la parte sureste en el departamento de Alta Verapaz en la región II o región norte. Se localiza en la latitud $15^{\circ} 17' 32''$ y en la longitud $90^{\circ} 07' 06''$. Limita al norte con los municipios de Senahú y San Pedro Carchá (Alta Verapaz); al sur con el municipio Purulhá (Baja Verapaz); al este con los municipios de Senahú y Panzos (Alta Verapaz); y al oeste con los municipios de San Juan Chamelco y Tamahú (Alta Verapaz).

Cuenta con una extensión territorial de 96 kilómetros cuadrados y se encuentra a una altura de 476 metros sobre el nivel del mar. La distancia de este municipio a la cabecera departamental es de 62 kilómetros.

La división geopolítica del municipio se definió tomando en cuenta diversos factores, dividiéndose en dos áreas: urbana y rural. El sector urbano está dividido en 6 sectores y el área rural en 11 sectores.

1.1.2. Ubicación geográfica

El municipio de Tukurú está ubicado al sur de la cabecera departamental de Alta Verapaz, su localización se aprecia mejor en las siguientes figuras.

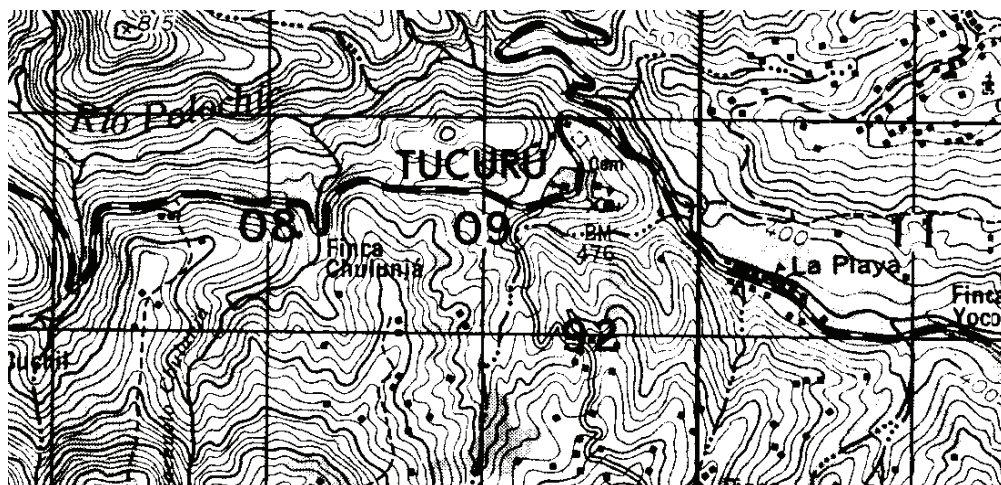
Figura 1. **Ubicación del departamento de Alta Verapaz en el mapa de la República de Guatemala**



Fuente: elaboración propia.

La siguiente figura muestra la ubicación del municipio en mención dentro de un mapa a escala uno cincuenta mil, el cual fue tomado de una hoja topográfica del Instituto Geográfico Nacional de Guatemala.

Figura 2. Mapa 1/50,000 del municipio de Tucurú, Alta Verapaz



Fuente: hoja topográfica del municipio de Tucurú, del Instituto Geográfico Nacional "Ing. Alfredo Obiols Gomex"

1.1.3. Topografía

Dada su ubicación en el inicio del Valle del Polochic, San Miguel Tucurú tiene una topografía sumamente quebrada con pendientes mayores de 32 por ciento. Las principales montañas son Guaxac y Valijux; la Sierra de Chuacus; y los cerros El Pinal y Pilapec.

1.1.4. Clima

El municipio de Tucurú posee un clima cálido, en diciembre y enero la temperatura baja a diez grados centígrados y en abril sube a veintisiete grados centígrados; en la actualidad existen dos estaciones meteorológicas cercanas a este municipio, estas se encuentran situadas en Cobán y Papalha, ambos sitios pertenecen al departamento de Alta Verapaz.

1.1.5. Tipo de vivienda

En el área urbana se cuenta con viviendas formales. En el área rural son muy pocas las viviendas que llenan los requisitos necesarios de habilidad, mayoritariamente son viviendas construidas bajo un mismo patrón, las dimensiones son similares de aproximadamente 8 metros de largo por 4 de ancho, techo de lámina galvanizada o paja, paredes de madera, adobes y tañiles, piso de tierra, un porcentaje muy bajo posee una cocina aparte. Hasta la fecha no se ha implementado ningún proyecto de vivienda mínima.

1.1.6. Situación demográfica

El municipio de San Miguel Tucurú está conformado por una población eminentemente indígena (97,0 por ciento) de la comunidad lingüística Q'eqchi' que alcanza a ser el 90,26 por ciento. Está catalogado entre los 6 municipios en condiciones de extrema pobreza del país 49,28 por ciento de la población. Existe una población igualitaria entre hombre y mujeres; y el 59,21 por ciento de la población comprendida entre los 15 y 25 años es alfabeta, siendo uno de los municipios con bajos niveles de alfabetización, lo que lo sitúa en desventaja en la formación de capital humano sobre el resto de municipios del departamento de Alta Verapaz. Considerando su extensión territorial se determina que tiene una densidad poblacional de 406 habitantes por kilómetro cuadrado.

1.1.7. Población actual

Según proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (INE), para el 2010, San Miguel Tucurú asciende a una población total de 39 055 habitantes, de los cuales el 49,67 por ciento son mujeres y el 50,33 por ciento son hombres.

1.2. Características de infraestructura

A continuación se presenta el conjunto de elementos o servicios que se consideran necesarios para el funcionamiento y desarrollo económico del municipio de Tukurú.

1.2.1. Vías de acceso

La principal vía de comunicación es la Ruta Nacional 7-E que comunica hacia Tamahú y Santa Catalina La Tinta, la que se mantiene en regular condición la mayor parte del año, existe también una vía alterna que va de la aldea Raxquix a Purulhá, Baja Verapaz y otra del Cruce el Centenario comunica a varias comunidades de la parte central media con salida en la Finca Pápala de la Tinta. Actualmente se han construido nuevas carreteras, principalmente en el altiplano del municipio ubicado en la parte norte beneficiando a las comunidades de Xochéla, Covadonga, San Antonio y Chelemá consideradas entre las más lejanas del municipio.

1.2.2. Servicios públicos

El municipio de Tukurú cuenta con escuelas y un colegio de preprimaria, escuelas primarias y centros de estudio a nivel básico y un centro de estudios para diversificado, cuenta con un cementerio aunque en la actualidad esta es muy pequeña la extensión que cubre, un mercado no con los servicios necesarios pero funciona en una mínima parte. Parques debidamente iluminada y bien jardinizada siendo una buena presentación para el municipio. Plantas de tratamiento solo el área urbana cuenta con servicio de drenaje sanitario, el cual aún no cubre al 100 por ciento de la población.

Puentes, existen algunos aunque no se les da el mantenimiento debido, ya que en varias comunidades donde existen puentes colgantes no se les ha dado el mantenimiento debido y están a punto de colapsar y en otros casos ya no existe el puente por el crecimiento del caudal del río Polochic. Se cuenta con dos academias de mecanografía, biblioteca Municipal y se cuenta con dos distritos de salud.

1.3. Características socioeconómicas

Las características de la sociedad y economía del municipio de Tukurú serán expuestas en esta sección, donde las características económicas se referirán a las labores o actividades productivas desarrolladas por los habitantes. Las características de la sociedad del municipio serán enfocadas en el origen de la comunidad, idioma y religión.

1.3.1. Origen de la comunidad

Según los habitantes del lugar, su nombre Tukurú se debe a la presencia del Búho, que ellos con su creencia aseguran que tiene incidencia en la vida de las personas.

La historia de este municipio se remonta a la época precolombina. En el Popol Vuh aparece una referencia que hace mención de los Tukur, mensajeros de los señores de Xibalbá, cuyo pueblo era Tukurub.

Según se dice que Tukurú fue fundado en 1558, sin embargo no se cuenta con una fecha exacta, se encuentra situado en la parte Sureste en el departamento de Alta Verapaz.

Tucurú es tan antigua como la historia Maya, se menciona en el libro sagrado Popol Vuh (Tucurub), y fue localizado hace más de 500 años por los españoles, siendo los primeros en llegar los Sacerdotes Católicos de la orden de Santo Domingo de Guzmán, quienes lo llamaron San Miguel Tucurú.

Los primeros habitantes pertenecían a la etnia Pocomchí, vivían en forma dispersa, las inclemencias topográficas y el clima no favorecían la colonización de las tierras bajas situadas al centro y sur del municipio. A finales del siglo XIX y principios de este surgieron empresas agrícolas dedicadas al cultivo del café cuyos propietarios eran de origen Alemán. Esto produjo migraciones de población proveniente principalmente de San Juan Chamelco y de la etnia Q'eqchí'.

1.3.2. Actividad económica

En el área urbana existe un sector que se dedica al comercio y otra parte trabaja en el sector público. En el área rural la mayoría de los comunitarios se dedican a la agricultura, un tiempo en sus parcelas y mayoritariamente continúan trabajando para fincas privadas en calidad de voluntarios, principalmente en la época de recolección del café meses en los cuales hay dinero circulante. En la época que la fincas del municipio no emplean mano de obra se da el fenómeno de la emigración hacia otros municipios del departamento. Es necesario diversificar la producción para que existan más fuentes de empleo.

1.3.3. Idioma y religión

En el municipio de Tucurú el idioma es el pocomchí (predominante), Q'eqchí' y español.

La religión predominante en esta región es la católica, en menor escala sigue la evangélica. Las personas que más se relacionan con las comunidades son los verdaderos católicos quienes no han perdido sus creencias respecto a la bendición de granos y otros.

1.3.4. Organización de la comunidad

El municipio de Tucurú está organizado en municipalidad, comités, cooperativas, asociaciones y ONG'S.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción y sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín del municipio de Tukurú, Alta Verapaz

El diseño de ambos sistemas de agua potable será por gravedad, esto debido a la topografía del terreno donde se ubica la fuente de abastecimiento, el tanque de distribución y la población beneficiada.

2.1.1. Sistema de agua potable

Un sistema de agua potable se proyecta para suministrar un volumen suficiente de agua a una presión adecuada y con una calidad aceptable, desde la fuente de suministro hasta los consumidores. El sistema básico de abastecimiento de agua potable, incluye la infraestructura necesaria para captar el agua de una fuente que reúna condiciones aceptables, realizar un tratamiento previo para luego conducirla, almacenarla y distribuirla a la comunidad en forma regular.

Clasificación de los sistemas de agua potable según la fuente:

- Agua de lluvia almacenada en aljibes.
- Agua proveniente de manantiales naturales, donde el agua subterránea aflora a la superficie.
- Agua subterránea, captada a través de pozos o galerías filtrantes.

- Agua superficial, proveniente de ríos, arroyos, embalses o lagos naturales.
- Agua de mar.

Según el origen del agua, para transformarla en agua potable, deberá ser sometida a tratamientos, que van desde la simple desinfección, hasta la desalinización.

Los sistemas de abastecimiento de agua que se van a diseñar en este trabajo se clasificará como uno de agua superficial, ya que su fuente de abastecimiento van a ser nacimientos de arroyos.

2.1.2. Descripción del proyecto

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

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

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

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

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

2.1.3. Localización de la fuente

El tipo de fuentes para los dos proyectos es de nacimiento de tipo acuífero libre con brote definido en ladera. Estos nacimientos se encuentran en las comunidades, uno en el Caserío Nueva Concepción, aproximadamente a 7 kilómetros al noreste de la Municipalidad de Tukurú. El otro nacimiento se encuentra en el Caserío Nuevo Amanecer Pantín, aproximadamente a 9,30 kilómetros al norte de la Municipalidad de Tukurú.

2.1.4. Análisis de la calidad de agua

El agua potable debe llenar ciertas condiciones, tales como:

- Incolora en pequeñas cantidades o ligeramente azulada en grandes masas.
- Inodora, insípida y fresca.
- Aireada, sin sustancias en disolución y sobre todo sin materia orgánica.
- Libre de microorganismos que puedan ocasionar enfermedades.

Para el análisis del agua es indispensable realizar los siguientes exámenes:

- Bacteriológico
- Físico-químico

Para garantizar que el agua pueda ser bebida por una población es necesario que cumpla con los requisitos mínimos establecidos por las normas COGUANOR NGO 29-001.

2.1.4.1. Análisis físico-químico

Este análisis determina las características físicas y químicas del agua tales como: el aspecto, el color, el olor, el sabor, su pH y su dureza. Específicamente para este proyecto, desde el punto de vista físico-químico, el agua es apta para consumo humano de acuerdo con los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presentan en el anexo.

2.1.4.2. Análisis bacteriológico

El examen bacteriológico se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación del agua con organismos patógenos, porque éstos pueden transmitir enfermedades. Este examen se apoya en métodos estadísticos, los cuales determinan el número más probable de bacterias presentes. Dicho examen es útil como control de calidad, para verificación de alguna eventual contaminación, los cuales deben hacerse periódicamente por seguridad y previsión de cualquier brote de contaminación que pueda causar daños a la salud de la población en general.

Según los resultados de los exámenes de calidad de agua que se presentan en el anexo; desde el punto de vista bacteriológico, el agua es apta para el consumo humano, por ese motivo, se sugiere implementar una desinfección mínima con cloro o hipoclorito de calcio, para aprovechar los efectos residuales del cloro; con esto, se logrará un mayor nivel de seguridad, pues se disminuirán los riesgos de contaminación del agua.

2.1.5. Aforos

Consiste en la realización de medidas del caudal que produce la fuente donde se captará el agua para trasladarla a la comunidad. Existen diferentes métodos para realizar dicha medida entre los cuales se encuentran:

Velocidad y área: se realiza por medio de molinete, pitot, flotadores, productos químicos etc.

De descarga directa: gravímetro, volumétrico, vertederos, reducción de áreas, son algunos de los sistemas utilizados por este método para medir el caudal.

En fuentes donde el caudal es pequeño se recomienda que se realice el aforo por el método volumétrico, ya que es más adaptado para este tipo de aforos. Los pasos que se realizaron para aforar nuestras fuentes son los siguientes.

Procurar captar todo el volumen de agua mediante una obra provisoria teniendo en cuenta que se necesitara llevar todo el caudal a un recipiente.

Se busca un recipiente de volumen conocido, que en nuestro caso utilizamos una cubeta de 5 galones.

Luego se coloca la cubeta en la obra provisoria y se toma el tiempo en que se llena nuestro recipiente. Realizando esta misma operación cinco veces para obtener un promedio del caudal.

En la siguiente tabla se observan los resultados del primer aforo realizado, el cual fue hecho en un nacimiento ubicado dentro del caserío Nueva Concepción.

Tabla I. **Aforo de la fuente de agua para el caserío Nueva Concepción**

Prueba	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)
1	18,75	4,72
2	18,75	4,84
3	18,75	4,75
4	18,75	4,74
5	18,75	4,79

Fuente: elaboración propia.

Tiempo promedio: 4,77 segundos

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{Tiempo promedio}} = \frac{18,75 \text{ litros}}{4,77 \text{ segundos}} = 3,93 \text{ l/s}$$

En la tabla II se pueden observar los resultados de aforo que fueron hechos en un nacimiento que se encuentra dentro del caserío Nuevo Amanecer Pantín, los cuales servirán para determinar el caudal de la fuente de la comunidad.

Tabla II. **Aforo de la fuente de agua para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**

Prueba	Volumen (litros)	Tiempo (segundos)
1	18,75	4,42
2	18,75	4,33
3	18,75	4,30
4	18,75	4,41
5	18,75	4,27

Fuente: elaboración propia.

Tiempo promedio: 4,35 segundos

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{Tiempo promedio}} = \frac{18,75 \text{ litros}}{4,35 \text{ segundos}} = 4,31 \text{ l/s}$$

2.1.6. Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño del sistema, ya que tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno.

Las notas realizadas en la libreta de campo deben ser lo más claras posibles, especificando los problemas que se puedan suscitar en el trayecto de la tubería. Es necesario realizar inspecciones preliminares para formarse un criterio sobre los elementos que serán determinantes en el diseño hidráulico del sistema.

Los levantamientos topográficos para acueductos rurales contienen las dos acciones principales de la topografía las cuales son:

- Altimetría
- Planimetría

La planimetría y altimetría pueden ser de 1er., 2do. y 3er. Esto dependiendo de las características del proyecto y las normas que el diseñador utilice. En la realización de este proyecto se aplicó una topografía de segundo orden; para el levantamiento topográfico se utilizó un teodolito, trípode, estadal, cinta métrica y plomadas.

2.1.6.1. Planimetría

El levantamiento planimétrico se ejecutó como una poligonal abierta, utilizando para ello el método de conservación de Azimut con vuelta de campana. Las distintas horizontales (D_h) se calcularon, según la siguiente fórmula:

$$D_h = \Delta H \times 2h \times \sin 2\beta$$

Donde:

ΔH = diferencia de hilos (superior – medio).

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

β = ángulo vertical.

2.1.6.2. Altimetría

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

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

Donde:

CPO = cota del punto observado

CEA = cota de la estación anterior

AI = altura del instrumento

HM = lectura del hilo medio

β = ángulo vertical.

2.1.7. Período de diseño

Se entiende como período de diseño de un sistema de abastecimiento de agua o de sus componentes, al tiempo comprendido entre la puesta en servicio y el momento en el que sobrepase las condiciones establecidas en el diseño.

El período de diseño que recomiendan instituciones como Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR); es de 20 años, esto no significa que dentro de 20 años el sistema deje de funcionar, éste seguirá funcionando pero empezarán a dar problemas de deficiencia, dependiendo de la tendencia de crecimiento de la población, del cuidado y mantenimiento que se le proporcione. También se debe tomar en cuenta el tiempo que se lleva en realizar el diseño, gestión y ejecución de la obra por lo que se le agrega un año más, por lo que se adoptan 21 años para el período de diseño, para este proyecto.

2.1.8. Cálculo de población

El crecimiento de población está determinado por factores de tipo socioeconómico: crece por nacimientos, decrece por muertes, crece o decrece por migración y aumenta por anexión. La institución que proporciona datos oficiales de población es el Instituto Nacional de Estadística INE.

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

- Incremento aritmético
- Incremento geométrico
- Exponencial
- Saturación

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

2.1.8.1. Población actual

De acuerdo al censo que se practicó conjuntamente con el comité del Caserío Nueva Concepción se verificó que existen 161 casas y 966 habitantes, y en el Caserío Nuevo Amanecer Pantín se verificó que existen 176 casas y 1056 habitantes.

2.1.8.2. Población futura

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

$$Pf = Pa \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = población futura

Pa = población actual

r = tasa de crecimiento poblacional

n = período de diseño (en años)

Según los datos poblacionales del Instituto Nacional de Estadística, obtenidos de censos anteriores, además de parámetros utilizados en la Oficina de Planificación Municipal, se optó por una tasa del 4,15 por ciento, tomada en cuenta para estimar la población futura.

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene para el Caserío Nueva Concepción:

$$Pf = 966 \times \left(1 + \frac{4,15}{100}\right)^{21}$$

$$Pf = 2\,269 \text{ habitantes}$$

Para el caserío Nuevo Amanecer Pantín:

$$Pf = 1\,056 \times \left(1 + \frac{4,15}{100}\right)^{21}$$

$$Pf = 2\,481 \text{ habitantes}$$

2.1.9. Requerimientos de diseño

En el diseño de una red de distribución de agua, se deben de tener en cuenta una serie de normas que ayudarán a definir con mayor exactitud los factores más importantes para el óptimo funcionamiento del sistema. Los parámetros de diseño se relacionan con la población futura, dotación velocidades máximas y mínimas así como las presiones máximas y mínimas.

2.1.9.1. Caudal de diseño

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

Dicho de otra forma, para el diseño debe tomarse en cuenta el mayor de los caudales siguientes:

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

2.1.9.2. Bases de diseño

Las bases de diseño en el proyecto de abastecimiento de agua potable para el Caserío Nueva Concepción, se describen a continuación:

Las bases de diseño en el proyecto de abastecimiento de agua potable para el Caserío Nuevo Amanecer Pantín, se describen a continuación:

2.1.9.3. Dotación

La dotación es la determinación de la cantidad de consumo de agua utilizada en cualquier lugar por la población, para cubrir todo tipo de necesidades de la mejor forma posible. Desde el punto de vista económico, la consideración de la dotación es importante, ya que a mayor dotación, mayor será el diámetro de la tubería y, por consiguiente, mayor el costo del proyecto.

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

Tabla III. Dotaciones

Servicio a base de llena cántaros	40 a 60 l
Servicio mixto: llena cántaros-conexiones prediales	60 a 90 l
Servicio exclusivo: conexiones prediales fuera del domicilio	60 a 120 l
Servido de conexiones domiciliarias con opción a varias unidades	90 a 150 l
Servicio de pozo excavado, con bomba de mano	30 l

Fuente: Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales.

Instituto de Fomento Municipal. p. 21.

De acuerdo con las normas y debido a que la comunidad tiene un clima cálido, se decidió adoptar una dotación de 100 litros/habitante/día. El tipo de servicio útil en el área rural, es el servicio de conexiones prediales o domiciliarias, y de acuerdo con la producción de la fuente, el tipo de servicio más adecuado y factible en el diseño de esta red de distribución, es el de conexiones domiciliarias.

2.1.10. El caudal y sus variaciones

Durante el día, el caudal dado por una red pública varía continuamente: en horas diurnas supera el valor medio, alcanzando valores máximos alrededor del medio día y los valores mínimos en las primeras horas de la madrugada.

2.1.10.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que va a consumir la población durante un día (24 horas), el cual se expresa como el promedio de los consumos diarios en el período de un año.

Cuando no se conocen registros, generalmente se asume como el producto de la dotación por el número posible de usuarios al final del período de diseño; se calcula según la siguiente expresión:

Dotación

$$Q_m = \frac{\text{Dotación} \times P_f}{86\,400}$$

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene para el Caserío Nueva Concepción:

$$Q_m = \frac{100 \text{ l/ hab /dia} \times 2269 \text{ hab}}{86\,400 \text{ s}}$$

$$Q_m = 2,63 \text{ l / s}$$

Para el caserío Nuevo Amanecer Pantín:

$$Q_m = \frac{100 \text{ l/ hab /dia} \times 2481 \text{ hab}}{86400 \text{ s}}$$

$$Q_m = 2,88 \text{ l / s}$$

2.1.10.2. Caudal máximo diario

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

A falta del registro, el consumo máximo diario (CMD) será el producto de multiplicar el consumo medio diario por un factor de día máximo (FDM) según las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas. Se establece que oscile entre 1,2 y 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, por lo que en este caso se utilizará un factor de 1,2, con lo cual se tiene:

$$QDM = FDM \times Qmd$$

Donde:

QDM = Caudal de día máximo o máximo diario

FDM = Factor de día máximo

Qmd = Caudal medio diario

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene para el Caserío Nueva Concepción:

$$QDM = 1,2 \times 2,63 \text{ l/s}$$

$$QDM = 3,16 \text{ l/s}$$

Para el caserío Nuevo Amanecer Pantín:

$$QDM = 1,2 \times 2,88 \text{ l/s}$$

$$QDM = 3,46 \text{ l/s}$$

2.1.10.3. Caudal máximo horario

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

Para determinar este caudal se debe multiplicar el consumo medio diario por el coeficiente o factor de hora máximo (FHM) según las especificaciones del Instituto de Fomento Municipal y la Dirección General de Obras Públicas. Se establece que oscile entre 2,0 a 3,0 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 2,0 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, por lo que en este caso se utilizará un factor de 2,0.

El caudal máximo horario se determina mediante la siguiente ecuación:

$$QHM = FHM \times Qmd$$

Donde:

QHM = caudal máximo horario o de hora máxima

FHM = factor de hora máxima

Qmd = caudal medio diario.

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene para el Caserío Nueva Concepción:

$$QHM = 2,0 \times 2,63 \text{ l/s}$$

$$QHM = 5,26 \text{ l/s}$$

Para el Caserío Nuevo Amanecer Pantín:

$$QHM = 2,0 \times 2,88 \text{ l/s}$$

$$QHM = 5,76 \text{ l/s}$$

2.1.11. Diseño hidráulico

Debido a la topografía donde se encuentran ubicados los dos proyectos, el diseño hidráulico será por gravedad, tanto en la línea de conducción como la de distribución.

2.1.11.1. Diseño y tipo de tubería

Para el diseño hidráulico, el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo con el tipo de sistema que se trate; sin embargo, para todo diseño, se debe utilizar el diámetro interno de la tubería, no así el diámetro comercial.

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

Tubería de PVC de 160 psi.

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

La presión hidrostática en la línea de conducción se recomienda mantenerla, en lo posible, debajo de 80 metros columna de agua. La máxima presión permisible es de 90 metros columna de agua. La presión hidrodinámica en la línea no debe ser mayor de 60 metros columna de agua. La velocidad en la línea de conducción se debe mantener entre 0,3 y 4 metros por segundo, en todo el sistema.

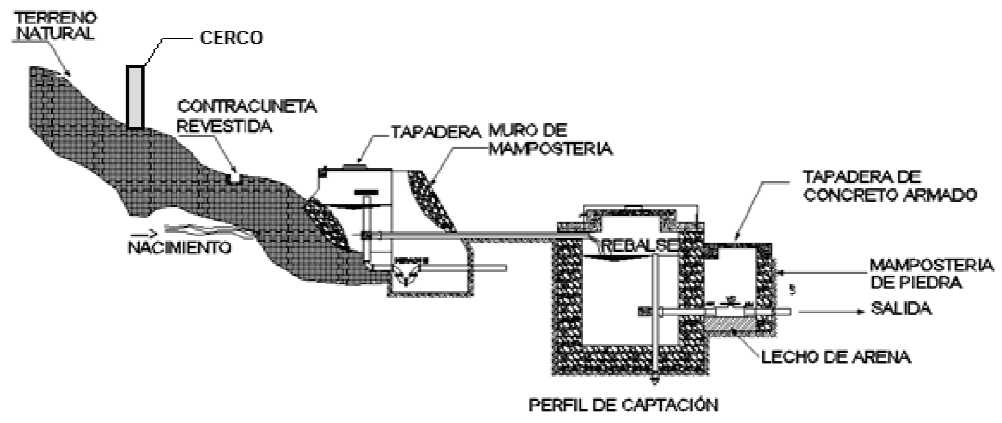
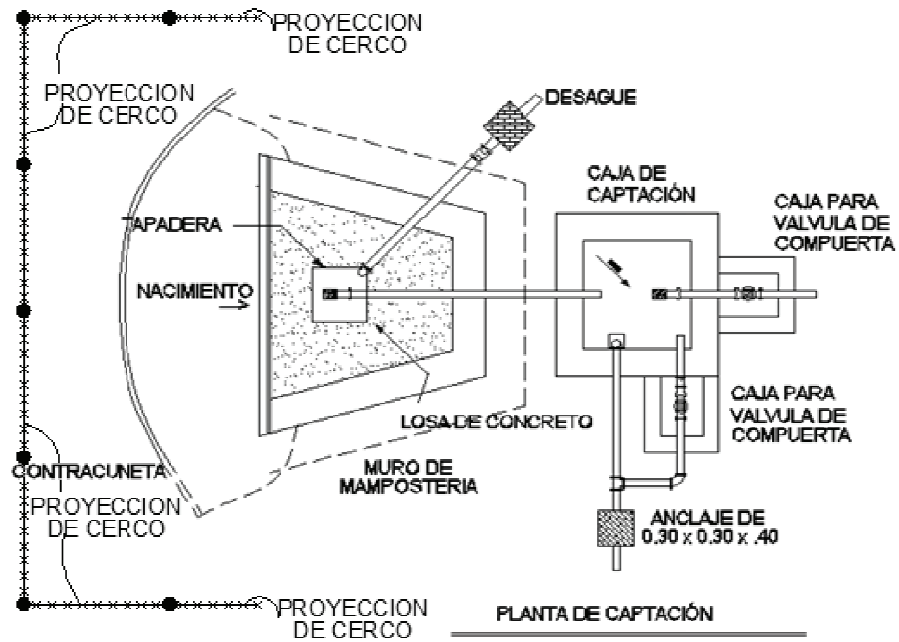
2.1.11.2. Diseño de la captación

Esta obra sirve para recolectar el agua proveniente de fuentes o nacimientos, en el caso de este proyecto, el agua se recolectará de un nacimiento tipo acuífero de brote definido en ladera. La estructura de esta obra se compone de un filtro que será construido de piedra bola, y grava, rebalse, desagüe para limpieza, pichacha y tapadera con sello sanitario para la inspección. El tanque será de mampostería de piedra bola y deberá protegerse con una cuneta para evitar el ingreso de corrientes pluviales; finalmente, con un cerco perimetral para evitar el ingreso de personas y animales.

Los componentes del tanque de captación son básicamente:

- Contra cuneta
- Filtro de grava y arena
- Entrada de agua
- Tapadera
- Rebalse
- Válvula de pila
- Tanque de captación
- Caja de válvula
- Llave de compuerta
- Salida de agua, tubo PVC

Figura 3. Planta y perfil de captación típica



Fuente: elaboración propia.

Para más detalle de los componentes de la captación ver en anexos los planos constructivos.

2.1.11.3. Diseño de línea de conducción

La línea de conducción es la tubería que puede ser de PVC o de HG, sale desde la captación o de una caja reunidora de caudales hacia el tanque de distribución. En ella se consideran las siguientes obras: válvulas de limpieza, válvulas de aire, pasos de zanjón, pasos aéreos con tubería de HG y anclajes para tubería de HG.

Para fines de este diseño, se estableció con tubería de PVC, siempre y cuando las presiones no sobrepasen los límites estimados por sus fabricantes, y sólo se utilizará tubería de HG donde existan pasos aéreos o pasos de zanjón.

Todo el proyecto funcionará por gravedad. Una línea de conducción debe aprovechar al máximo la energía disponible para conducir el caudal deseado, por lo cual, en la mayoría de los casos, se determinará el diámetro mínimo que satisfaga las condiciones tanto topográficas como hidráulicas.

Para una línea de conducción por gravedad deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Carga disponible o diferencia de altura entre la captación y el tanque de distribución
- Capacidad para transportar el caudal día máximo (Q_c)
- Clase de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- Considerar obras necesarias en el trayecto de la línea de conducción
- Considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto

Se aplica la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1743,811141 \times L \times Q_c^{1,85}}{D_i^{4,87} \times C^{1,85}}$$

$$V = \frac{1,973525241 \times Q_c}{D_i^2}$$

Donde:

H_f = Pérdida de carga (m)

V = Velocidad de la tubería

L = Longitud de la tubería + 5% por la topografía del terreno

Q_c = Caudal de día máximo, o caudal de conducción (l/s)

D_i = Diámetro interno de tubería (pulg)

C = Calidad de la tubería. Para PVC se usará $C=150$, para HG se usará $C=100$

Diseño de la línea de conducción para el caserío Nueva Concepción: entre las estaciones 0-7.

Datos:

E-0 a E-7

E-0, Cota 495,88 m

E-7, Cota 480,96 m

Longitud (+5%) = 736,68

Caudal (Q_c) = 3,16 l/s

$C = 150$

$H_f = 4,92$

Aplicando la fórmula de Hazen-Williams, para obtener el diámetro teórico y seguidamente sustituir valores se obtiene el resultado siguiente:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 \times L \times Q_c^{1,85}}{H_f \times C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 \times 736,68 \times 3,16^{1,85}}{4,92 \times 150^{1,85}}} = 2,99$$

Luego se verifica la Hf para diámetros comerciales inferior y superior:

Diámetro comercial 1 = 4 pulg. → Diámetro interno 1 = 4,154

Diámetro comercial 2 = 2 1/2 pulg. → Diámetro interno 2 = 2,655

$$Hf1 = \frac{1743,811141 \times 736,68 \times 3,16^{1,85}}{4,154^{4,87} \times 150^{1,85}} = 0,99$$

$$Hf2 = \frac{1743,811141 \times 736,68 \times 3,16^{1,85}}{2,655^{4,87} \times 150^{1,85}} = 8,75$$

Longitud diámetro 1 = 363,59

Longitud diámetro 2 = 373,09

No. de Tubos de diámetro 1 = 61

No. de Tubos de diámetro 2 = 63

Hf Real 1 = 0,49 m

Hf Real 2 = 4,43 m

Sumatoria de pérdidas = 4,92 mca

Cota piezométrica 1 = 495,39 m

Cota piezométrica 2 = 490,96 m

Verificación de la velocidad:

Velocidad diámetro 2 (4"):

$$V = \frac{1,973525241 \times Q_c}{D_i^2}$$
$$V = \frac{1,973525241 \times 3,16}{2,655^2} = 0,89 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \quad \text{OK} \quad 0,3 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Velocidad diámetro 1 (2 ½"):

$$V = \frac{1,973525241 \times 3,16}{4,154^2} = 0,37 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \quad \text{OK} \quad 0,3 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Presión dinámica: cota terreno final (480,96 m) – Cota piezométrica 2 (490,96 m) = 10 metros.

Resumen: se usaran 61 tubos PVC de 160 psi con diámetro de 4 pulgada y 63 tubos PVC de 160 psi con diámetro de 2 ½ pulgada.

Diseño de la línea de conducción para el caserío Nuevo Amanecer Pantín entre las estaciones 0-19.

Datos:

E-0 a E-19

E-0, Cota 1004,5 m

E-7, Cota 982,81 m

Longitud (+5%) = 1113,93

Caudal (Qc) = 3,46 l/s

C = 150

Hf = 9,69 m

Aplicando la fórmula de Hazen-Williams, para obtener el diámetro teórico y seguidamente sustituir valores se obtiene el resultado siguiente:

Sustituyendo:

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 \times l \times Qc^{1,85}}{Hf \times C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 \times 1113,93 \times 3,46^{1,85}}{9,69 \times 150^{1,85}}} = 2,93$$

Luego se verifica la Hf para diámetros comerciales inferior y superior:

Diámetro comercial 1 = 3 pulg. Diámetro interno 1 = 3,23

Diámetro comercial 2 = 2 1/2 pulg. Diámetro interno 2 = 2,655

$$Hf1 = \frac{1743,811141 \times 1113,93 \times 3,46^{1,85}}{3,23^{4,87} \times 150^{1,85}} = 6,03$$

$$Hf2 = \frac{1743,811141 \times 1113,93 \times 3,46^{1,85}}{2,655^{4,87} \times 150^{1,85}} = 15,66$$

Longitud diámetro 1 = 690,57

Longitud diámetro 2 = 423,36

No. de Tubos de diámetro 1 = 116

No. de Tubos de diámetro 2 = 71

Hf Real 1 = 3,74 m

Hf Real 2 = 5,95 m

Sumatoria de Perdidas = 9,69 m.c.a.

Cota piezométrica 1 = 1 000,76 m

Cota piezométrica 2 = 994,81 m

Verificación de la velocidad:

Velocidad Diámetro 2 (3"):

$$V = \frac{1,973525241 \times Q_c}{D_i^2}$$
$$V = \frac{1,973525241 \times 3,46}{2,655^2} = 0,97 \frac{m}{s} \quad \text{OK} \quad 0,3 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Velocidad Diámetro 1 (2 ½"):

$$V = \frac{1,973525241 \times 3,46}{3,23^2} = 0,66 \frac{m}{s} \quad \text{OK} \quad 0,3 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Presión dinámica: cota terreno final (480,96 m) – cota piezométrica 2 (490,96 m) = 12 metros.

Resumen: se usaran 116 tubos PVC de 160 psi con diámetro de 3 pulgadas y 71 tubos PVC de 160 psi con diámetro de 2 ½ pulgadas.

2.1.11.4. Tanque de almacenamiento

El tanque de distribución tiene como fin principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

Los componentes del tanque son básicamente:

- Entrada de agua, tubo PVC de diámetro ¾"
- Caja de válvula
- Clorador
- Llave de compuerta

- Tanque con paredes de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado
- Rebalse
- Acceso
- Ventilación
- Salida de agua de rebalse
- Salida de agua de limpieza

Por lo que se diseña, para un volumen de 100 metros cúbicos enterrado, con paredes de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado.

2.1.11.5. Volumen tanque de almacenamiento

El volumen de los tanques de almacenamiento o distribución, se calculará de acuerdo con la demanda real de las comunidades. Cuando no se tengan estudios de dichas demandas, el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR recomienda utilizar sistemas por gravedad 25 a 40 por ciento del consumo medio diario estimado y sistemas por bombeo de 40 a 65 por ciento. Entonces, en este caso se construirá un tanque de almacenamiento con muros y cimientado de piedra y una losa en dos sentidos simplemente apoyada que sea capaz de almacenar el 40 por ciento del consumo medio diario estimado en este proyecto.

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

Resumiendo, el volumen total del tanque será:

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

El volumen de almacenamiento se calcula por la expresión:

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

Sustituyendo datos en la fórmula anterior se obtiene para el Caserío Nueva Concepción:

$$Q_m = 2,63 \text{ l/s}$$

$$1 \text{ día} = 86\,400 \text{ Segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ Litros}$$

$$\text{Volumen} = 0,44 \times (2,63 \text{ litros/segundos}) \times (86\,400 / 1\,000)$$

$$\text{Volumen} = 100 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 100 \text{ m}^3$$

Para el caserío Nuevo Amanecer Pantín:

$$Q_m = 2,88 \text{ l/s}$$

$$1 \text{ día} = 86\,400 \text{ Segundos}$$

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ Litros}$$

$$\text{Volumen} = 0,40 \times (2,88 \text{ litros/segundos}) \times (86\,400 / 1\,000)$$

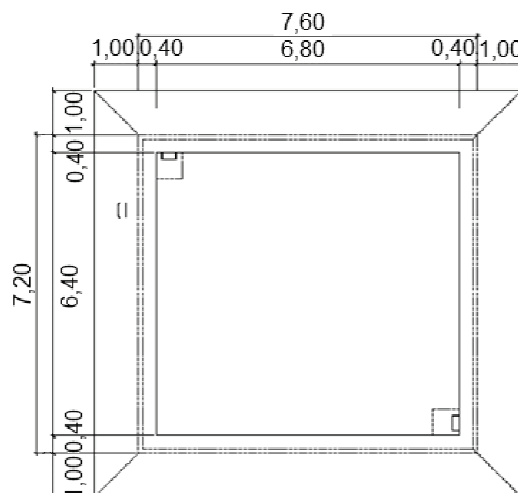
$$\text{Volumen} = 100 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de almacenamiento} = 100 \text{ m}^3$$

2.1.11.5.1. Diseño del tanque de almacenamiento

El tanque tendrá una capacidad para almacenar 100 metros cúbicos de agua, sus muros estarán semienterrados, la tapadera será de concreto armado, también cuenta con un hipoclorador, para más información ver planos.

Figura 4. Planta tanque de distribución



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2$$

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

$$\begin{aligned} \text{Carga muerta} &= 2400 \text{ kg/m}^3 \times 0,10 \text{ m (espesor)} \times 1 \text{ m (largo)} \\ &= 240 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$m = a/b = 3,80 \text{ m} / 3,30 \text{ m} =$ por lo que es mayor que 1,15 lo que indica que se trata de una losa en dos sentidos.

t (espesor) = $P/180$; donde P es el igual al perímetro o a la suma de los cuatro lados en planta de la losa,

$$t = (3,80 + 3,80 + 3,30 + 3,30) / 180$$

$$t = 0,08 \text{ m por lo que se aproxima a } 0,10 \text{ m}$$

Carga última

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} = 100 \text{ kg/m}$$

$$\text{Carga muerta} = 240 \text{ kg/m} + 60 \text{ kg/m} = 300 \text{ kg/m}$$

Por lo que la carga última se calcula de la siguiente manera:

$$C.U. = C.M. + C.V.$$

$$C.U. = 1,4 \text{ c.m.} + 1,7 \text{ c.v.}$$

$$C.U. = (1,4 \times 300) + (1,7 \times 100)$$

$$C.U. = 590 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Cálculo de momentos

Se calcula momentos positivos y negativos, y luego se calcula acero para que pueda resistir los momentos más grandes en ambos sentidos.

- Momentos positivos en lado “a”

$$Ma^+ = M_{cm}^+ + M_{cv}^+$$

$$Ma^+ = Ca.cv^+ \times CV \times a^2 + Ca.cm^+ \times CM \times a^2$$

$$Ma^+ = (0,036 \times 170 \times 3,30^2) + (0,036 \times 420 \times 3,80^2)$$

$$Ma^+ = 284,98 \text{ kg-m}$$

Donde:

Ma^+ = momento positivo en lado “a”

$Ca.cv^+$ = coeficiente positivo para los momentos positivos, producidos para la carga viva

$Ca.cm^+$ = coeficiente positivo para los momentos positivos, producidos para la carga muerta

CV = carga viva factorizada

CM = carga muerta factorizada

- Momentos positivos en lado “b”

$$Mb^+ = Mb_{cv}^+ + Mb_{cm}^+$$

$$Mb^+ = Cb.cv^+ \times CV \times b^2 + Cb.cm^+ \times CM \times b^2$$

$$Mb^+ = 0,036^+ \times 170 \times 3,30^2 + 0,036^+ \times 420 \times 3,80^2$$

$$Mb^+ = 284,98 \text{ kg-m}$$

Donde:

Mb^+ = momento positivo en lado “b”

$Cb.cv^+$ = coeficiente positivo para los momentos positivos, producidos para la carga viva

$Cb.cm^+$ = coeficiente positivo para los momentos positivos, producidos para la carga muerta

CV = carga viva factorizada

CM = carga muerta factorizada

- Momentos negativos en lado "a"

$$Ma^- = Ca \text{ negativo} \times C.U. \times a^2$$

$$Ma^- = 0 \times 590 \text{ kg/m} \times 3,30^2$$

$Ma^- = 0$ debido a que se considero como una losa simplemente apoyada

Donde:

Ma^- = momento negativo en lado "a"

Ca negativos = coeficiente para los momentos negativo en lado "a"

C.U. = carga última

- Momentos negativos en la "b"

$$Mb^- = Cb \text{ negativo} \times C.U. \times b^2$$

$$Mb^- = 0 \times 590 \times 3,80^2$$

$Mb^- = 0$ debido a que se considero como una losa simplemente apoyada

Debido a que se consideró que la losa esta simplemente apoyada, los momentos negativos han resultado cero, por lo que se vuelve necesario calcular el tercio de los momentos positivos de "a" y "b", dando como resultado para los dos momentos la cantidad de 127,88 kilogramo metro.

Cálculo de acero

$$As \text{ mín} = 40\% \times \frac{14,1}{fy} \times b \times d$$

$$As \text{ mín} = 40\% \times \frac{14,1}{2810} \times 100 \times (7,5)$$

$$A_{s \text{ mín}} = 1,51 \text{ cm}^2$$

Dónde:

$A_{s \text{ mín}}$ = área de acero mínimo

F_y = resistencia del acero

b = franja unitaria en la losa

d = peralte efectivo

Teniendo el acero mínimo, se calcula el espaciamiento máximo que luego se comprueba.

$$S_{\text{máx}} = 3 \times t$$

$$S_{\text{máx}} = 3 \times 10 \text{ cm}$$

$$S_{\text{máx}} = 30 \text{ cm}$$

Obteniendo el espaciamiento máximo de 30 centímetros, pero por criterio se utilizará un espaciamiento de 25 centímetros, lo que lleva a calcular el área de acero que necesita los momentos en la losa, en un espaciamiento de 100 centímetros, esto se logra con una regla de tres simple:

$$X \text{-----} 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{-----} 25 \text{ cm}$$

Dando el área necesaria de 2,84 centímetros cuadrados, por lo que se cálculo si el área es la adecuada para soportar los momentos.

$$M_u = \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{A_s \times f_y}{1,7 \times f'_c \times b} \right)$$

$$M_u = 0,9 \times 2,37 \times 2\,810 \times \left(7,5 - \frac{2,84 \times 2\,810}{1,7 \times 210 \times 100} \right)$$

$$M_u = 437 \text{ kg-m}$$

Ahora se calcula el área de acero para el momento analizado

$$M_u = \phi \times A_s \times f_y \times \left(d - \frac{A_s \times f_y}{1,7 \times f'_c \times b} \right)$$

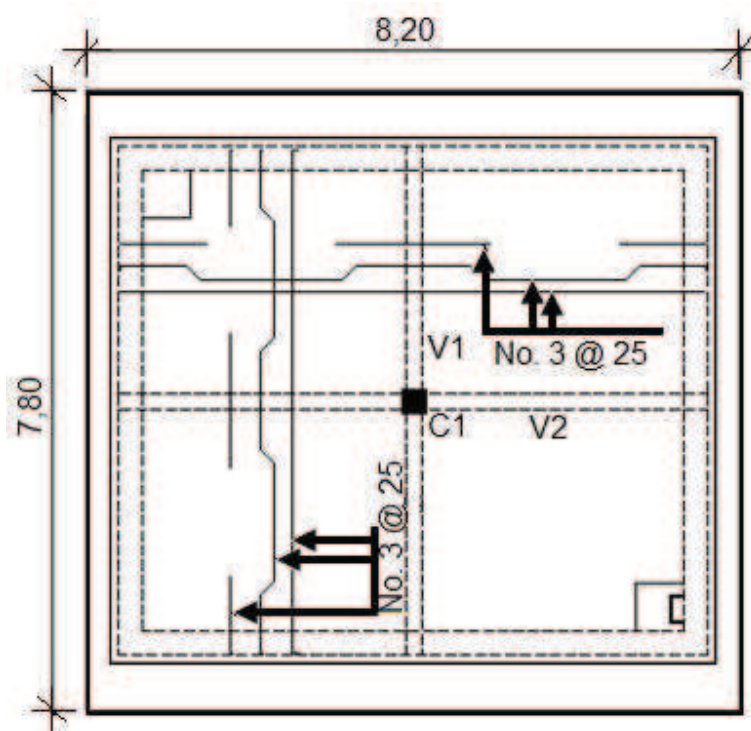
$$43\,800 = 0,9 \times A_s \times 2\,810 \times \left(7,5 - \frac{A_s \times 2\,810}{1,7 \times 210 \times 100} \right)$$

$$A_{s1} = 2,36 \text{ cm}^2$$

$$A_{s1} = 92,92 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto se tiene que el diseño será de varillas No. 3 @ 25 centímetros en ambas direcciones.

Figura 5. **Detalle armado de losa**

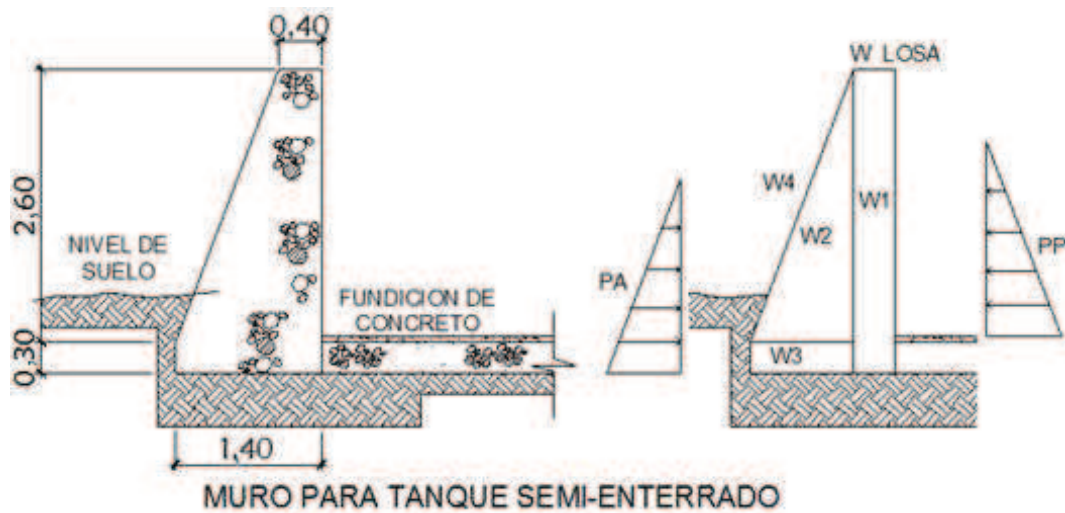


Fuente: elaboración propia.

2.1.11.5.2. Diseño del muro

Los muros del tanque estarán semienterrados, trabajarán por gravedad por lo que se construirán con concreto ciclópeo, la piedra bola a usar puede ser de canto rodado.

Figura 6. Detalle de muro de tanque de distribución



Fuente: elaboración propia.

Donde:

Pa = presión activa

Pp = presión pasiva

W losa = carga de la losa en muro

Cálculo del peso de la losa

Se calcula el peso de la losa con la carga última que genera ésta, la cual es igual a 590 kilogramo metro, la cual se convierte en carga puntual para que trabaje como se presenta en el dibujo.

$$W_{\text{losa}} = \frac{C_u \times A}{L}$$
$$W_{\text{losa}} = \frac{590 \text{ kg/m} \times 12,54 \text{ m}^2}{14,20 \text{ m}}$$
$$W_{\text{losa}} = 521,10 \text{ kg}$$

Donde:

C_u = carga última de la losa

A = área tributaria de la losa

L = longitud de muro

Cálculo de presión activa

$$P_a = \frac{C_a \times w \times H^2}{2}$$

Donde:

w = peso específico del agua (1 000 kg/m³)

H = altura efectiva del muro

C_a = coeficiente de fricción, que va ser igual a:

$$C_a = \frac{1 - \text{sen } \phi}{1 + \text{sen } \phi}$$

$$C_a = \frac{1 - \text{sen } 30^\circ}{1 + \text{sen } 30^\circ}$$

$$C_a = 0,33$$

Dado los anteriores resultados, se calcula la presión activa.

$$P_a = \frac{0,33 \times 1\,000 \times 2,60^2}{2}$$
$$P_a = 1\,115,40 \text{ kg}$$

Cálculo de presión pasiva

$$P_p = \frac{C_p \times w \times H^2}{2}$$

Donde:

W = peso específico del aire (1 800 kg/m³)

H = altura efectiva de trabajo

C_p = coeficiente de fricción, que va ser igual a

$$C_p = \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} = \frac{1 + \text{sen } 30^\circ}{1 - \text{sen } 30^\circ}$$
$$C_p = 3$$

Dado los anteriores resultados, se calcula la presión pasiva.

$$P_p = \frac{3 \times 1\,800 \times 2,30^2}{2} = 14\,283,00 \text{ kg}$$

Tabla IV. Cálculo de momentos actuantes

FIG.	PESO ESPECÍFICO	ÁREA	FUERZA KG	BRAZO DE MOMENTO	MOMENTO
1	2 250 kg/m ³	0,5 x 2,90	3 206,25	1,20	4 007,81 kg-m
2	2 250 kg/m ³	½ x 1 x 2,30	2 531,25	0,67	1 687,5 kg-m
3	2 250 kg/m ³	0,30 x 1	1 350,0	0,50	675 kg-m
4	1 800 kg/m ³	½x1,00x2,60	61 875,0	0,18	1 113,38 kg-m
5(losa)	-----	-----	626,87	1,25	783,59 kg-m
6	-----	-----	6 075,0	1	6 075,00 kg-m
SUMATORIA			14 408,0		14 342,28 kg-m

Fuente: elaboración propia.

Chequeo contra volteo

Para que el muro que se utilice en el tanque de distribución resista el momento de volteo que le produce el líquido, el factor de seguridad debe ser mayor a 1,5; y el factor de seguridad se encuentra dividiendo el momento resistente entre el momento de volteo.

$$Mv = Pa \times \frac{h}{3}$$

$$Mv = \frac{835,31 \times 2,60}{3}$$

$$Mv = 723,94 \text{ kg-m}$$

Donde:

Mv = momento de volteo

Pa = presión activa

H = altura del muro

Teniendo el momento de volteo, se encuentra el factor de seguridad que será la división entre el momento resistente y el momento de volteo.

$$F_s = \frac{M_r}{M_v} = \frac{14\,342,28}{723,94} = 19,81$$

$F_s > 1,5$ por lo cual si resistirá el momento de volteo.

Chequeo contra el deslizamiento

Al igual que en el chequeo contra volteo, el chequeo contra deslizamiento debe de dividirse la fuerza de fricción más la presión pasiva entre la presión activa en el muro.

$$F_f = \mu \times \text{sumatoria de fuerzas}$$

$$F_f = 0,45 \times 14\,408,12$$

$$F_f = 7\,486,46 \text{ kg}$$

Donde:

F_f = fuerza de fricción entre el suelo y el muro

μ = factor de deslizamiento entre el muro y el suelo

$$F_s = \frac{P_p + F_f}{P_a}$$

$$F_s = \frac{14\,283,0 + 7\,486,46}{1\,115,40} = 19,52$$

$F_s > 1,5$, por lo tanto si chequea contra el deslizamiento.

Ahora se debe comprobar si el suelo soportará la carga que se le proporcione por la construcción del tanque. Debido a que se trata de un suelo limo arcilloso, se tendrá que el valor soporte de este será de 25 toneladas metro cuadrado.

$$X = \frac{Mr - Mv}{w} = \frac{14\,342,28 - 723,94}{14\,408,12}$$

$$x = 0,94\text{m}$$

Donde:

X = distancia aplicada

Mr = momento resistente

Mv = momento volteo

W = carga del muro

$$e = X - l/2$$

$$e = 0,94 - 1,5/2$$

$$e = 0,19\text{ m}$$

Donde:

e = excentricidad

l = longitud de la base del muro

$$q = \frac{w}{l} \pm 6 \times e \times \frac{w}{l^2}$$

$$q = \frac{14\,408,12}{1,4} \pm 6 \times 0,2 \times \frac{14\,408,12}{1,4^2}$$

$$q_{\text{máx}} = 19\,112,81 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$q_{\text{máx}} < q_{\text{uh}}$, por lo tanto sí resistirá el suelo la presión que se le haga

2.1.11.5.3. Diseño de la columna

La columna estará ubicada en la parte interna del tanque de distribución, ésta será diseñada para soportar el peso de la losa y cargas vivas que pudieran presentarse sobre el tanque de distribución.

$$f'c = 21 \text{ T/cm}^2$$

$$F_y = 4,2 \text{ T/cm}^2$$

$$P = 17,92 \text{ Ton}$$

$$\text{Sección de la columna: } 30 \times 30 \text{ cm (h x b)}$$

$$M_x = 1,49 \text{ T-m}$$

$$M_y = 2,80 \text{ T-m}$$

$$e_x = \frac{M_x}{P} = \frac{1,49 \text{ T-m}}{17,92 \text{ T}}$$

$$\frac{e_x}{h} = \frac{0,08 \text{ m}}{0,3 \text{ m}} = 0,28$$

$$e_y = \frac{M_y}{P} = \frac{2,80 \text{ T-m}}{17,92 \text{ T}}$$

$$e_y = \frac{M_y}{P} = \frac{2,80 \text{ T-m}}{17,92 \text{ T}}$$

$$\lambda_x = \frac{(h-2\text{rec})}{h} = \frac{(30 \text{ cm} - 6 \text{ cm})}{30 \text{ cm}} = 0,80$$

$$\text{La carga de falla, } P_{ua} = \frac{P}{0,70} = \frac{17,92 \text{ T}}{0,70} = 25,60 \text{ T}$$

Se asume A_s , donde $A_{smin} = 0,01 \times A_g = 0,01 \times (900 \text{ cm}^2) = 9$ centímetros cuadrados, donde como mínimo deben usarse 4 varillas.

Se asumen 4 varillas No.6 que sería un área de acero de:
11,4 centímetros cuadrados.

$$\rho_{tu} = \left(\frac{A_s}{A_g} \right) \left(\frac{4,2 \text{ t/cm}^2}{0,85 F'_c} \right)$$

$$\rho_{tu} = \left(\frac{11,4 \text{ cm}^2}{900 \text{ cm}^2} \right) \left(\frac{4,2 \text{ T/cm}^2}{0,85 \times 0,21 \text{ T/cm}^2} \right) = 0,30$$

$\lambda_x = 0,8$; $e / h = 0,28$; $\rho_{tu} = 0,3$; por tabla sabemos $K'_x = 0,60$

$\lambda_y = 0,8$; $e / h = 0,52$; $\rho_{tu} = 0,3$; por tabla sabemos $K'_y = 0,39$

Calcular las 3 cargas

$$P'_o = (0,85 \times f'_c \times A_g) + (A_s \times F_y)$$

$$P'_o = (0,85 \times 0,21 \text{ T/cm}^2 \times 900 \text{ cm}^2) + (11,4 \text{ cm}^2 \times 4,2 \text{ T/cm}^2)$$

$$P'_o = 208,53 \text{ T}$$

$$P'_{xo} = K'_x \times f'_c \times A_g = 0,60 \times 0,21 \text{ T/cm}^2 \times 900 \text{ cm}^2 = 113,4 \text{ T}$$

$$P'_{yo} = K'_y \times f'_c \times A_g = 0,39 \times 0,21 \text{ T/cm}^2 \times 900 \text{ cm}^2 = 73,71 \text{ T}$$

Calculo de P'u

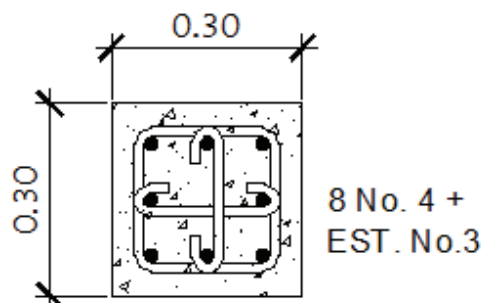
$$P'_u = \frac{1}{\left(\frac{1}{P'_{xo}}\right) + \left(\frac{1}{P'_{yo}}\right) + \left(\frac{1}{P'_o}\right)}$$
$$P'_u = \frac{1}{\left(\frac{1}{208,53 \text{ T}}\right) + \left(\frac{1}{113,40 \text{ T}}\right) + \left(\frac{1}{73,71 \text{ T}}\right)} = 36,79 \text{ T}$$

Como $P'_u > P_{ua}$ quiere decir que es mayor la carga que resiste a la real que está soportando la columna por lo tanto está bien.

Si se colocan 4 hierros # 6 el espaciamiento entre las varillas es de 20 centímetros y el máximo permitido por el ACI es de 15 centímetros por lo que se propone otro armado.

Para cumplir con los requisitos del código, se propone 8 No. 4 para un A_s igual a 10,16 centímetros cuadrados, aunque es mayor a la cantidad con que se chequeo no importa ya que la cuantía esta en un rango aceptable que es del 1,44 por ciento.

Figura 7. **Detalle de columna**



Fuente: elaboración propia.

Ductilidad de la columna

El diseño de columnas requiere que se estime la acción de cualquier sismo que pueda afectar a la estructura, razón por la cual la columna debe ser lo suficientemente dúctil para absorber parte de la energía de sismo, por lo tanto, se diseñará el confinamiento necesario. El confinamiento consiste en colocar estribos espaciados a cierta distancia, la cual depende de las condiciones propias del elemento analizado. El código American Concret Institute (ACI), recomienda una longitud de confinamiento L_o , la que está sujeta a las siguientes condiciones:

- Una sexta parte de la altura libre de la columna
- Lado mayor de la sección de la columna
- 18 pulgadas (45 cms)

Datos:

$$H_{col} = 3,18 \text{ m} \quad A_v \text{ estribo \#3} = 0,71 \text{ cm}^2$$

$$rec = 3 \text{ cm} \quad B = 30 \text{ cm}$$

$$S = \frac{2A_v}{(B-2rec)\rho}$$

$$S = \frac{2 \times 0,71 \text{ cm}^2}{(30 \text{ cm} - 6 \text{ cm}) \times 0,0144} = 4,11 \text{ cm}$$

Por lo tanto en $L / 6 = 51$ centímetros se tendrá un confinamiento de estribos a cada 4 centímetros libres, en la parte superior e inferior de la columna.

Cálculo de estribos para el área restante, la que no va confinada; para esto se tendrá el siguiente criterio:

- 16 veces el diámetro de la barra longitudinal
- 48 veces el diámetro de la barra del estribo
- Lado menor de la columna

El menor es el que se tomará

16 veces el diámetro de la barra longitudinal = $16 \times (1,27) = 20,32 \text{ cm}$

48 veces el diámetro de la barra del estribo = $48 \times (0,95) = 45,72 \text{ cm}$

Lado menor de la columna = 30 cm

El menor es de 20,32 centímetros, por lo que el área que no va confinada tendrá los estribos con un espaciamiento de 20 centímetros.

2.1.11.5.4. Diseño de zapata

La zapata estará ubicada debajo del tanque de distribución, pero ésta en ningún momento deberá soportar el peso del mismo, únicamente el de la columna y las fuerzas que esta le transfiera a la zapata.

Datos:

$P_u = 38 \text{ T}$

$M_{ux} = 2,36 \text{ T-m}$

$M_{uy} = 7,96 \text{ T-m}$

$f'_c = 281 \text{ Kg/cm}^2$

$F_y = 4\,200 \text{ Kg/cm}^2$

$V_s = 23 \text{ T/m}^2$

$Y_s = 0,75 \text{ T/m}^3$

$F_{cu} = 1,49$

$Y_c = 2,4 \text{ T/m}^3$

Sección de la columna = 0,3 x 0,3m

Carga de servicio

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}}$$

$$P' = \frac{38 \text{ T}}{1,49} = 25,5 \text{ T}$$

Momentos de Trabajo

$$M_{tx} = \frac{M_{ux}}{F_{cu}}$$

$$M_{tx} = \frac{2,36 \text{ T-m}}{1,49} = 1,58 \text{ T-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_{uy}}{F_{cu}}$$

$$M_{ty} = \frac{7,96 \text{ T-m}}{1,49} = 5,34 \text{ T-m}$$

Área de la zapata:

$$A_z = \frac{1,5P'}{V_s}$$

$$A_z = \frac{(1,5 \times 25,5 \text{ T})}{23 \text{ T/m}^2} = 1,66 \text{ m}^2$$

Si la suponemos cuadrada tendríamos una zapata de

$$1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 2,25 \text{ m}^2$$

Chequeo de presión sobre el suelo

$$P = P' + P_s + P_{col} + P_{cim}$$

Donde:

P_s : Peso del suelo sobre la zapata

P_{col} : Peso de la columna que resiste la zapata

P_{cim} : Peso de la zapata

$$\begin{aligned}
P_s &: (2,25 \text{ m}^2) \times 1 \text{ m} \times 0,75 \text{ T/m}^3 &= 1,69 \text{ T} \\
P_{col} &: (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 4 \text{ m} \times 2,4 \text{ T/m}^3 &= 0,86 \text{ T} \\
P_{cim} &: (2,25 \text{ m}^2) \times 0,4 \text{ m} \times 2,4 \text{ T/m}^3 &= 2,16 \text{ T} \\
P' & &= \underline{25,5 \text{ T}} \\
P & &= 30,21 \text{ T}
\end{aligned}$$

Presión sobre el suelo:

$$q = \left(\frac{P}{Az} \right) \pm \left(\frac{M_{tx}}{S_x} \right) \pm \left(\frac{M_{ty}}{S_y} \right), \text{ donde } S = \frac{1}{6} bh^2$$

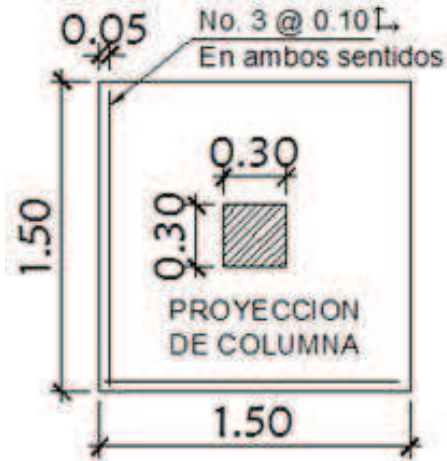
$$q = \left(\frac{30,21 \text{ T}}{2,25 \text{ m}^2} \right) \pm \left(\frac{1,58 \text{ T-m}}{(1/6)(1,5)^3} \right) \pm \left(\frac{5,34 \text{ T-m}}{(1/6)(1,5)^3} \right)$$

$$q_{\text{máx}} = 25,73 \text{ T} \quad ; \quad q_{\text{mín}} = 1,12 \text{ T}$$

Como $q_{\text{máx}}$ es mayor al valor soporte del suelo se debe de aumentar la sección de la zapata, ya que el peso es mayor al que puede soportar esa sección de zapata.

Cómo el momento en Y es mayor se aumentara en esa dirección y se mantendrá la misma medida en X.

Figura 8. Planta de zapata



Fuente: elaboración propia.

$$A_z = 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 2,25 \text{ m}^2$$

$$P_s: (2,25 \text{ m}^2) \times 1 \text{ m} \times 0,75 \text{ T/m}^3 = 1,69 \text{ T}$$

$$P_{col}: (0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 4 \text{ m} \times 2,4 \text{ T/m}^3 = 0,86 \text{ T}$$

$$P_{cim}: (2,70 \text{ m}^2) \times 0,4 \text{ m} \times 2,4 \text{ T/m}^3 = 2,59 \text{ T}$$

$$P' = \underline{25,5 \text{ T}}$$

$$P = 30,64 \text{ T}$$

Presión sobre el suelo:

$$q = \left(\frac{P}{A_z} \right) \pm \left(\frac{M_{tx}}{S_x} \right) \pm \left(\frac{M_{ty}}{S_y} \right), \text{ donde } S = \frac{1}{6} b h^2$$

$$q = \left(\frac{30,64 \text{ T}}{2,70 \text{ m}^2} \right) \pm \left(\frac{1,58 \text{ T-m}}{(1/6)(1,5)(1,8)^2} \right) \pm \left(\frac{5,34 \text{ T-m}}{(1/6)(1,5)(1,8)^3} \right)$$

$$q_{\text{máx}} = 20,02 \text{ T} \quad ; \quad q_{\text{mín}} = 2,93 \text{ T}$$

Como $q_{\text{máx}} < V_s$ no excede el valor soporte por lo que está bien la sección seleccionada; y $q_{\text{mín}} > 0$ no existe presión de tensión.

$$Q_{\text{dis}} = q_{\text{máx}} = 20,02 \text{ T}$$

$$Q_{\text{disu}} = 20,02 \text{ T} \times 1,49 = 29,83 \text{ T/m}^2$$

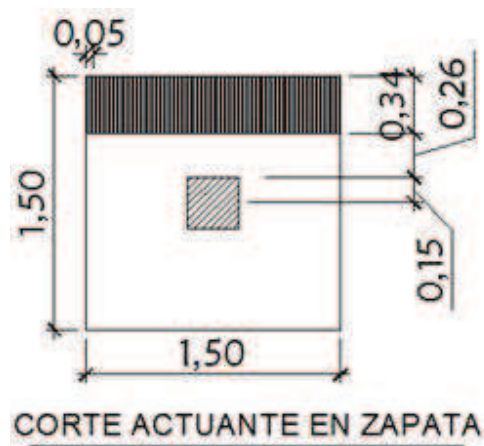
Diseño del espesor de la zapata

Espesor asumido; $t = 30 \text{ cm}$

$$d = t - \text{rec} - \Phi/2$$

$$d = 30 \text{ cm} - 7,5 \text{ cm} - (1,91 / 2) = 21,5 \text{ cm}$$

Figura 9. **Área de corte actuante en zapata**



Fuente: elaboración propia.

Corte actuante:

$$\text{Área ashurada: } 0,9 \text{ m} - 0,15 \text{ m} - 0,26 \text{ m} = 0,49 \text{ m}$$

$$V_{\text{act}} = \text{área ashurada} \times q_{\text{disu}}$$

$$V_{act} = (1,5 \text{ m} \times 0,49 \text{ m}) \times 29,83 \text{ T/m}^2 = 21,93 \text{ T}$$

Calculo del corte simple resistente:

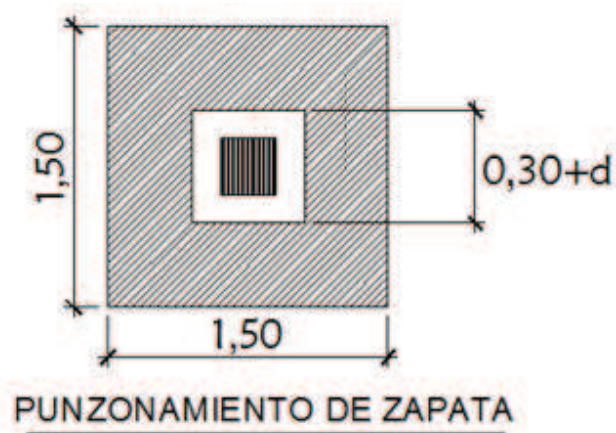
$$V_r = \frac{0,85 \times 0,53 \times \sqrt{f'_c} \times b \times d}{1\ 000}$$

$$V_r = \frac{0,85 \times 0,53 \times \sqrt{281 \text{ Kg/cm}^2} \times 150 \text{ cm} \times 31,5 \text{ cm}}{1\ 000} = 35,68 \text{ T}$$

Como $V_r > V_{act}$, el espesor asumido si chequea a corte simple.

Chequeo de corte por punzonamiento

Figura 10. **Área de punzonamiento que actúa en la zapata**



Fuente: elaboración propia.

El área ashurada es el área de punzonamiento.

$$\text{Área ashurada} = (1,5 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}) - (0,315 \text{ m} + 0,3 \text{ m})^2 = 2,32 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = 2,32 \text{ m}^2 \times 29,83 \text{ T/m}^2 = 69,26 \text{ T}$$

Corte que resiste:

$$V_r = \frac{0,85 \times 1,06 \times \sqrt{f'_c} \times b_o \times d}{1\ 000}$$

Donde:

b_o = perímetro de la sección crítica de punzonamiento.

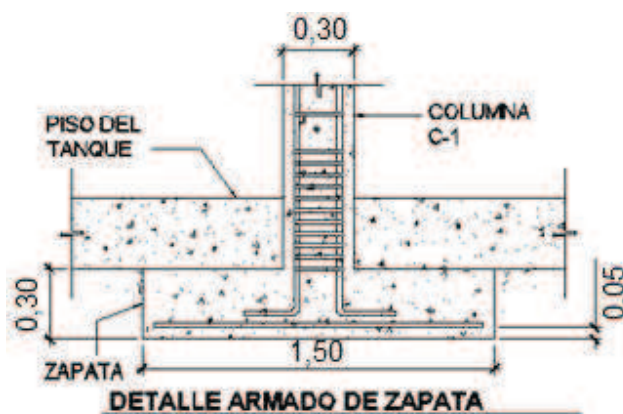
$$b_o = 4(61,5 \text{ cm}) = 246 \text{ cm}$$

$$V_r = \frac{0,85 \times 1,06 \times \sqrt{281 \text{ Kg/cm}^2} \times 246 \text{ cm} \times 31,5 \text{ cm}}{1\ 000} = 117,00 \text{ T}$$

$V_r > V_{act}$, por lo tanto si chequea por punzonamiento.

Diseño de refuerzo por flexión

Figura 11. **Sección de detalle de zapata**



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$\mu = 5,37 \text{ T-m}$$

$$F_y = 4\,200 \text{ kg/cm}^2$$

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$d = 40 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = 0,002 \times b \times d = 0,002 \times 100 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} = 8 \text{ cm}^2$$

As para el $\mu = 3,58 \text{ cm}^2$, por lo que se tomará el A_{smin} .

$$8 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 100 \text{ cm}$$

$$0,95 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 11,87 \text{ cm, se aproxima a } 10,00 \text{ cm}$$

Por lo que queda un armado con varilla # 3 a cada 10 cm.

2.1.11.6. Diseño de la red de distribución

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

- El diseño se hará para el caudal de hora máxima, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento para el período de diseño, siempre y cuando sea mayor que el caudal simultáneo; en caso contrario se utilizará este último.
- La distribución de gastos debe hacerse mediante cálculo, de acuerdo con el consumo real de la localidad, durante el período de diseño.
- Se deberá tratar de servir, directamente, al mayor porcentaje de la población con conexiones domiciliarias, aunque se podrían instalar llena cántaros, si la capacidad de la fuente no lo permitiera.

- Se deberá dotar a las redes de distribución de los accesorios, las obras de arte necesarias, con el fin de asegurar su correcto funcionamiento, dentro de las normas establecidas para tal efecto, y así facilitar su funcionamiento.

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

Para diseñar la red de distribución, se tomaron en cuenta las siguientes consideraciones:

- Caudal de diseño: tal como se explico en el inciso 2.1.9.1.
- Presión estática en la tubería: se produce cuando todo el líquido de la tubería y del recipiente que la alimenta está en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua en el recipiente. La máxima presión estática que soportan las tuberías es de 160 libras-fuerza por pulgada cuadrada o 90 metros columna de agua, teóricamente pueden soportar más, pero por efectos de seguridad, si hay presiones mayores que la presente, es necesario colocar una caja rompe presión o tubería de 250 libras-fuerza por pulgada cuadrada o tubería HG.

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

- Presión dinámica en la tubería: cuando hay movimiento de agua, la presión estática modifica su valor, que se disminuye por la resistencia o fricción de las paredes de la tubería; lo que era altura de carga estática, ahora se convierte en altura de presión más pequeña, debido al consumo de presión, conocida como pérdida de carga. La energía consumida o pérdida de carga varía, respecto a la velocidad del agua y en proporción inversa al diámetro de la tubería.

La presión en un punto A es la diferencia entre la cota piezométrica del punto A y la cota de terreno de ese punto. La menor presión dinámica que puede haber en la red de distribución es de 10 metros columna de agua, que es la necesaria, para que el agua pueda subir con cierta presión a las llaves de chorro. Se pueden tener presiones hasta 7 metros columnas de agua. siempre que sea debidamente justificado. La presión máxima sugerida es de 40 metros columna de agua, pudiendo exceder este límite siempre y cuando se tengan razones justificadas para hacerlo.

- Línea piezométrica: es la forma de representar gráficamente los cambios de presión en la tubería. Esto indica, para cada punto de la tubería, 3 elementos: la distancia que existe entre la línea piezométrica y la presión estática en cada punto, que representa la pérdida de carga o la pérdida de altura de presión que ha sufrido el líquido, a partir del recipiente de alimentación, es decir, el tanque de distribución hasta el punto de estudio.

La distancia entre la línea piezométrica y la tubería, que representa el resto de presión estática, es decir, la presión que se mediría si se pone en el momento del flujo un manómetro en ese punto. Esta presión está disponible para ser gastada en el recorrido del agua dentro de la tubería. La pendiente de la línea piezométrica, que representa la cantidad de altura de presión que se está consumiendo por cada unidad de longitud en metros, que recorre el agua. Cuanto mayor sea la velocidad, mayor será el consumo de presión por metro de tubería.

- Verificación de velocidades: en todo diseño hidráulico, es necesario revisar la velocidad del líquido, para ver si ésta se encuentra entre los límites recomendados. Para el diseño de sistemas de abastecimiento de agua con material en suspensión, sedimentable o erosivo, se consideran los límites de velocidad desde 0,60 metros por segundo hasta 3 metros por segundo máxima. Si se trata de agua sin material sedimentable o erosivo, no hay límite inferior y se dará lo que resulte del cálculo hidráulico. El límite superior se fijará solamente en precaución a la sobre presión, que se debe al golpe de ariete.
- Descripción de la conexión domiciliar: esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad, suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliar o bien un servicio tipo comunitario (llena cántaros o chorros públicos). Hoy en día, se construyen con tubería y accesorios de PVC, y dependiendo de las condiciones del funcionamiento del sistema, pueden incluir o no aparatos de medición del caudal servido (contadores de agua).

Básicamente, consiste en una derivación de la tubería de la red a través de un tubo de diámetro pequeño, generalmente de ½ o ¾" de poca longitud, que termina en una llave de paso o en un medidor de caudal para la instalación interna del servicio en el domicilio y termina en un grifo en los servicios públicos.

Las conexiones domiciliarias estarán compuestas por los siguientes accesorios:

- Contador
- Tees PVC
- Reducidores PVC
- Niples (tubo) PVC longitud variable.
- Adaptador macho de PVC
- Llave de paso de bronce
- Tubo PVC longitud y diámetro variable
- Codo PVC 90°
- Niple HG
- Tubería PVC Ø 2" o 3"
- Adaptador hembra PVC
- Válvula de chorro

Importante considerar diámetros mínimos para la economía del proyecto se utilizó la fórmula de Hazen-Williams, la cual es:

$$H_f = \frac{1743,811141 \times L \times Q_d^{1,85}}{D^{4,87} \times C^{1,85}}$$

$$V = \frac{1,973525241 \times Qd}{D^2}$$

Donde:

Hf = Pérdida de carga (m)

V = Velocidad de la tubería (m/s)

L = Longitud de la tubería + 5% por la topografía del terreno

Qd = Caudal de hora máximo, o caudal de distribución en litros por segundo

D = Diámetro interno de tubería en pulgadas

C = Calidad de la tubería. Para PVC se usará C=150

Ejemplo de diseño para el Caserío Nueva Concepción: se diseñará el tramo entre las estaciones 7-12 del ramal1.

Datos:

E-7 a E-12

E-7, Cota 480,96 m

E-12, Cota 477,38 m

Longitud (+5%) = 251,25

Caudal (Qd) = 0,82 l/s

C = 150

Hf = 3,58

Aplicando Hazen-Williams para obtener diámetro teórico.

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 \times L \times Qc^{1,85}}{Hf \times C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4,87]{\frac{1743,811141 \times 251,25 \times 0,82^{1,85}}{3,58 \times 150^{1,85}}} = 1,53$$

Luego se verifica la Hf para el diámetro comercial:

Diámetro comercial = 1 1/2 pulgada. Diámetro interno = 1,754

$$H_f = \frac{1743,811141 \times 251,25 \times 0,82^{1,85}}{1,754^{4,87} \times 150^{1,85}} = 1,84$$

Verificación de velocidad

$$V = \frac{1,973525241 \times 0,82}{1,754^2} = 0,52 \text{ m/s} \quad \text{OK} \quad 0,4 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$$

Cota piezométrica inicial = 480,96 m

Cota piezométrica final = 479,12 m

Presión Dinámica: 1,74 metros

No. de Tubos de diámetro 1 1/2 = 42

NOTA: Los cálculos se hicieron en hoja electrónica, se presentan en el apéndice.

Ejemplo de diseño para el Caserío Nuevo Amanecer Pantín: se diseñará el tramo entre las estaciones 4 - 4.1 del ramal 2.1.

Datos:

E-4 a E-4.1

E-4, Cota 908,74 m

E-4.1, Cota 901,20 m

Longitud (+5%) = 72,64

Caudal (Qd) = 0,60 l/s.

C = 150

Hf = 7,54

Aplicando Hazen-Williams para obtener diámetro teórico.

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743,811141 \times I \times Q_c^{1,85}}{H_f \times C^{1,85}}}$$

$$D = \sqrt[4.87]{\frac{1743,811141 \times 72,64 \times 0,60^{1,85}}{7,54 \times 150^{1,85}}} = 0,91$$

Luego se verifica la H_f para el diámetro comercial:

Diámetro comercial = 1 pulgada. Diámetro interno = 1,195

$$H_f = \frac{1743,811141 \times 72,64 \times 0,60^{1,85}}{1,195^{4,87} \times 150^{1,85}} = 1,95$$

Verificación de velocidad

$$V = \frac{1,973525241 \times 0,60}{1,195^2} = 0,83 \frac{\text{m}}{\text{seg}} \quad \text{OK} \quad 0,4 \text{ m/seg} < V < 4 \text{ m/s}$$

Cota piezométrica inicial = 920,97 m

Cota piezométrica final = 919,02 m

Presión Dinámica: 17,82 metros.

No. de Tubos de diámetro 1" = 13

NOTA: Los cálculos se hicieron en hoja electrónica, se presentan en el apéndice.

2.1.11.7. Sistema de desinfección

Desinfección es el proceso de destrucción de microorganismos patógenos presentes en el agua, mediante la aplicación directa de medios físicos y químicos para obtener agua potable.

El tratamiento o sistema de desinfección mínimo, que se le debe dar al agua para consumo humano, es de control sanitario y generalmente se aplica para comunidades del área rural, con fuentes provenientes de manantiales, donde el caudal requerido no es muy grande.

La filtración es un método físico, aunque por sí solo no garantiza la calidad del agua. Por ebullición es otro método que destruye gérmenes nocivos que suelen encontrarse en el agua, los rayos ultravioleta es otro método, pero tiene muy alto costo.

Los métodos químicos más empleados para desinfección son: el yodo, la plata y el cloro, siendo éste último el más recomendado.

Cloración: cloración es el proceso que se le da al agua utilizando el cloro o alguno de sus derivados (hipoclorito de calcio o tabletas de tricolor). Este método es el de más fácil aplicación y el más económico.

Tabletas de tricloro: es una forma de hipoclorito de calcio $\text{Ca}(\text{ClO}_2)$ con no menos del 65 por ciento de ingredientes activos, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3 1/8 pulgadas de diámetro, por 1 1/4 pulgadas de espesor, el peso de la tableta es de 300 gramos y la velocidad a que se disuelve en agua en reposo es de 15 gramos en 24 horas.

Alimentador automático de tricolor: el alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, las que se disuelven mediante el paso del agua en el mismo; estos alimentadores vienen en diferentes capacidades de tabletas, lo que depende del caudal requerido para el proyecto.

De entre los derivados del cloro se eligieron las tabletas a través del alimentador automático, dado que este es mucho más económico en cuanto a su costo de operación, comparado con el hipoclorito que necesita de un operador experimentado y a tiempo completo, sin mencionar el costo y operación del gas que es otra opción en el mercado.

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

Para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua para el proyecto se hace mediante la fórmula que se utiliza para hipocloritos, la cual es:

$$G = \frac{C \times M \times D}{\% \text{ Cl}}$$

Donde:

G= gramos de tricolor

C= miligramos por litro

M= litros de agua a tratarse por día = $Q_m \times 86\,400 \text{ seg}$

D = número de días que durará el tricolor

%Cl= concentración de cloro

Para el proyecto del caserío Nueva Concepción se determina la cantidad de tabletas de tricolor que se necesita para clorar el agua, para un período de 15 días.

$$M = Q_m \times 86\,400 \text{ s} = 2,63 \text{ l/s} \times (86\,400 \text{ s}) = 227\,232 \text{ litros por día}$$

$$G = \frac{C \times M \times D}{\% \text{ Cl}}$$

$$G = \frac{0,002 \times 227\,232 \times 15}{0,65} = 10487,63 \text{ gramos}$$

Esto significa que se necesitan 10487,63 gramos de tricloro, el equivalente a $7\,574,4 / 300 = 34,95$ aproximadamente 35 tabletas cada 15 días, por lo cual se requiere de un alimentador automático.

Para el proyecto del Caserío Nuevo Amanecer Pantín se determina la cantidad de tabletas de tricolor que se necesita para clorar el agua, para un período de 15 días.

$$M = Q_m \times 86\,400 \text{ seg} = 2,88 \text{ l/seg} \times (86\,400 \text{ seg}) = 248\,832 \text{ litros por día}$$

$$G = \frac{C \times M \times D}{\% \text{ Cl}}$$

$$G = \frac{0,002 \times 248\,832 \times 15}{0,65} = 11\,484,55 \text{ gr}$$

Esto significa que se necesitan 11 484,55 gramos de tricloro, el equivalente a $8\ 194,4 / 300 = 38,28$ aproximadamente 38 tabletas cada 15 días, por lo cual se requiere de un alimentador automático.

2.1.11.8. Válvulas

Una válvula se puede definir como un aparato mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

Las válvulas son unos de los instrumentos de control más esenciales en la industria. Debido a su diseño y materiales, las válvulas pueden abrir y cerrar, conectar y desconectar, regular, modular o aislar una enorme serie de líquidos y gases, desde los más simples hasta los más corrosivos o tóxicos. Sus tamaños van desde una fracción de pulgada hasta 30 pies (9 metros) o más de diámetro. Pueden trabajar con presiones que van desde el vacío hasta más de 20 000 libras sobre pulgada cuadrada (140 mega pascales) y temperaturas desde las criogénicas hasta 1 500 grados Fahrenheit (815 grados Celsius). En algunas instalaciones se requiere un sellado absoluto; en otras, las fugas o escurrimientos no tienen importancia.

2.1.11.8.1. Válvulas de limpieza

Son aquellas que se usan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos de la tubería; para su instalación se requiere agregar una te a la red y de allí se desprende un niple que al final tiene una válvula de compuerta, protegida por una caja de mampostería.

2.1.11.8.2. Válvula de aire

Estas válvulas tienen la función de permitir que se expulse automáticamente el aire acumulado en la tubería en sus puntos altos, para evitar así la formación de cámaras de aire comprimido que bloquean el libre paso del agua.

2.1.12. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas serán el conjunto de estructuras construidas con el objetivo de conducir el agua potable, serán construidas en la línea de conducción y la línea de distribución.

2.1.12.1. Cajas de captación

Este es una estructura que tiene como fines recolectar el agua necesaria para luego trasladarla al tanque de distribución. Su objetivo principal es dotar al tanque de distribución de flujo de agua previsto durante todo el año. El tipo de obra que se puede emplear depende de la fuente, y estas son las siguientes:

Manantial de ladera: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento horizontal del agua en uno o varios puntos definidos.

Manantial con fondo concentrado: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento vertical en un punto definido.

Manantial de fondo difuso: es la captación de una fuente subterránea con afloramiento en zonas verticales en un área extensa.

Galerías de infiltración: son usadas en caso de fuentes subsuperficiales o en aquellas fuentes superficiales que no reúnen condiciones de potabilidad requeridas o que tiene una turbidez por encima de los límites establecidos por las normas. Constituyen un método de captación indirecta en el cual se aprovecha la filtración natural para mejorar las condiciones de potabilidad del agua superficial. Pero en el área rural su uso es limitado debido a su alto costo de construcción y a lo difícil de su mantenimiento.

Pozos escavados: se emplean en casos de fuentes del subsuelo o para la captación indirecta de aguas superficiales, cuando la contaminación y turbidez está por encima de los límites aceptados.

Pozos perforados: estos tiene la característica de que se usan cuando la fuente se encuentra muy profunda.

Aguas superficiales: estas aguas son captadas a nivel superficial y que poseen en su mayoría agua de lluvia, pero además poseen agua que corre por el suelo o que brota de la tierra.

2.1.12.2. Cajas rompe presión

Tiene como objetivo disminuir las presiones en donde esta sea necesario, ya que muchas veces las tuberías se sobre cargan debido a la pendiente del terreno, por lo que se vuelve necesario colocar dichas cajas para regresar la presión dentro de estas a 0. Las dimensiones que deben de tener se fundamenta en la maniobra dentro de la caja, y por ningún motivo serán menores a 0,65 x 0,50 x 0,80 metros, en nuestro caso hemos colocado cajas de 1 metro cúbico.

2.1.12.3. Pasos de zanjón, recubrimientos y anclajes

Para librar las irregularidades del terreno o atravesar arroyos, ríos o depresiones pronunciadas se ha considerado la construcción de pasos de zanjón y aéreos los cuales utilizan tubería de hierro galvanizado (HG) del mismo diámetro en donde se instale tubería expuesta, es decir, en todo el paso aéreo o de zanjón. Para obtener los detalles constructivos respectivos, se debe de consultar el plano típico de INFOM-UNEPAR.

El recubrimiento mínimo medido a partir del diámetro del tubo para un ramal distribuidor de agua será de 0,30 metros.

Los anclajes son estructuras que se construyen para fijar al terreno las tuberías. Estas estructuras se construirán para levantar la tubería del suelo de ser HG ó para absorber las reacciones que se producen en la tubería en los cambios de dirección, tanto vertical como horizontal, así como en pendientes pronunciadas para mantener fija la tubería.

Estos anclajes serán contruidos de concreto clase B DE 175 kilogramos sobre pulgada cuadrada (2 500 libras sobre pulgada cuadrada), de acuerdo a las dimensiones y alineaciones que se indiquen en los planos o en las disposiciones especiales y complementarias. Su ubicación en planos o al momento de su construcción, a las indicaciones del Supervisor. Cuando la tubería se instale en superficies pantanosas o cenagosas, ésta deberá elevarse sobre la superficie por medio de anclajes altos y nunca soportes con elementos de madera.

2.1.12.4. Conexión predial

El tipo de conexión que se realizará, será del tipo predial el cual consiste en instalar un chorro en el predio de la vivienda, tal como lo indica el plano típico de INFOM-UNEPAR.

2.1.12.5. Pasos aéreos

Los pasos aéreos se utilizan para superar obstáculos naturales como barrancos, zanjones, ríos, quebradas, etc. Los pasos aéreos están constituidos por dos torres de concreto reforzado debidamente cimentadas que sostienen un cable de acero, el cual va sujetado a dos pesos muertos que están enterrados uno a cada lado; esto con la finalidad de que este cable cuelgue, por medio de péndolas.

2.1.13. Operación y mantenimiento

- **Mantenimiento preventivo**

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

- Evitar daños
- Disminuir los efectos dañinos
- Asegurar la continuidad del servicio de agua potable

- **Mantenimiento correctivo**

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

- Accidentes naturales (crecidas de ríos, derrumbes, etc.)
 - Deterioro
 - Desgaste, (daño de accesorios)
- Mantenimiento de válvulas

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

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

- Válvula de chorro

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

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

- Caja de válvulas

Cada tres meses:

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

- Tanque de distribución

Cada tres meses:

Revisar estructuras y válvulas, como ya se explicó. Lavar el interior del tanque, de la forma siguiente:

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

- Mantenimiento del hipoclorador

Cada semana:

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

- Verificar el nivel de la solución en el depósito

Cada tres días:

- Preparar la dosificación correspondiente
- Limpiar el residuo existente en el fondo del hipoclorador
- Verificar la concentración de cloro libre residual, la cual no deberá ser inferior a 0,3 miligramos por litro en la parte más lejana del proyecto.

Cada mes:

- Verificar la existencia de cloro para todo el mes próximo de operación.
- Verificar la concertación de cloro durante los primeros días para calibrar la cantidad de agua que debe ingresar al dispositivo, de tal manera que tenga la concertación de cloro libre residual no menor de 0,3 miligramos por litro en el punto más lejano de la red de distribución, se necesita tener una pesa para poder obtener la cantidad exacta de cloro que hay que agregarle al agua para obtener la cloración adecuada.

- Mantenimiento de la línea de distribución

Cada mes:

Revisar recorrido completamente la línea, para:

- Verificar si hay fugas
- Comprobar el estado de la tubería
- Proceder a reparar las fugas en la tubería

Para reparar daños en tubos de PVC, se necesita lo siguiente:

- Sierra
- Niple PVC
- Solvente o pegamento

Si se encuentran daños en la tubería, se procede de la siguiente forma:

- Descubrir el tubo uno o dos metros en ambos lados de la fuga
- Cortar un pedazo de treinta centímetros aproximadamente
- Hacerle campana con calor en ambos extremos

Empalme de tubería:

Habiendo preparado el niple con la campana, se procede de la siguiente forma:

- Eliminar rebabas de los cortes
- Limpiar los extremos con un trapo
- Aplicar solvente alrededor de los extremos de la tubería
- Aplicar solvente dentro de la campana
- Mantener la presión y dejar secar

2.1.14. Propuesta de tarifa

En la propuesta de tarifa se contemplan los gastos de mantenimiento, operación, pago del fontanero, pago del guardián y gasto de cloro.

- Cantidad de cloro

Tomando el caudal y el hipoclorito de calcio se tiene:

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción:

$$\frac{35 \text{ tabletas}}{15 \text{ días}} = \frac{70 \text{ tabletas}}{1 \text{ mes}}$$

$$70 \text{ tabletas} \times 300 \text{ gramos } C/U = 21000 \text{ gramos} = 46,30 \text{ libras}$$

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

Costo de 100 libras de hipoclorito de calcio (CH) = Q900,00

Costo mensual de la cloración = 46,30 libras x (Q 9/libra) = **Q 416,70 /mes**

Para el Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para el Caserío

Nuevo Amanecer Pantín:

$$\frac{38 \text{ tabletas}}{15 \text{ días}} = \frac{76 \text{ tabletas}}{1 \text{ mes}}$$

$$76 \text{ tabletas} \times 300 \text{ gramos } C/U = 22\ 800 \text{ gramos} = 50,26 \text{ libras}$$

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

Costo de 100 libras de hipoclorito de calcio (CH) = Q900,00

Costo mensual de la cloración = 50,26 libras x (Q 9/libra) = **Q 452,34 /mes**

- Costo de operación y mantenimiento

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción:

1 fontanero =	Q 500,00
1 guardián =	Q 1 875,00
1 operador =	Q 600,00
Consumo mensual de cloro =	Q 416,70
Mantenimiento del sistema =	Q 300,00
Monto de operación y mantenimiento =	Q 3 691,70

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín:

1 fontanero =	Q 500,00
1 guardián =	Q 1 875,00
1 operador =	Q 600,00
Consumo mensual de cloro =	Q 452,34
Mantenimiento del sistema =	Q 300,00
Monto de operación y mantenimiento =	Q 3 727,34

- Tarifa por vivienda mensual

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción:

$$\text{TARIFA} = \frac{\text{Q}3691.7}{161 \text{ viviendas}} = \text{Q}22,93 / \text{mes}$$

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín:

$$\text{TARIFA} = \frac{\text{Q}3727.34}{176 \text{ viviendas}} = \text{Q}21,18 / \text{mes}$$

2.1.15. Elaboración de planos

La elaboración de planos finales se realizó en *Autocad* y *Softdesk 8 Civil Survey*, se encuentran en el apéndice y contienen todos los detalles de la planta general y planta-perfil de todos los ramales para cada proyecto, así como también todos los detalles constructivos de las diferentes obras hidráulicas.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción, se realizó una serie de planos los cuales se enumeran a continuación:

Tabla V. **Lista de planos del caserío Nueva Concepción**

No.	CONTENIDO DEL PLANO
1	Planta general
2	Planta y perfil línea de conducción
3	Planta y perfil línea de distribución ramal 1, de E7 A E19
4	Planta y perfil línea de distribución ramal 1, de E19 A E27
5	Planta y perfil línea de distribución ramal 3 y ramal 1.1
6	Planta y perfil línea de distribución ramal 2 de E7 A E33
7	Planta y perfil línea de distribución ramal 2 de E33 A E47
8	Planta y perfil Línea de distribución ramal 2.1
9	Detalles constructivos de captación superficial
10	Detalles constructivos tanque de distribución 100 M3
11	Detalles constructivos de hipoclorador
12	Detalles constructivos de caja rompe presión
13	Detalles constructivos de caja para válvulas, llena cántaro y conexión predial

Fuente: elaboración propia.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín, se realizó una serie de planos los cuales se enumeran a continuación:

Tabla VI. **Lista de planos del caserío Nuevo Amanecer Pantín**

No.	CONTENIDO DEL PLANO
1	Planta general
2	Planta y perfil línea de conducción de E0 a E11
3	Planta y perfil línea de conducción de E11 a E19 y distribución de E19 a E5
4	Planta y perfil línea de distribución ramal 1, de E5 a E29
5	Planta y perfil línea de distribución ramal 1 de E29 a E53
6	Planta y perfil línea de distribución ramal 1.1 , 1.1A , 1.3 y 1.5
7	Planta y perfil línea de distribución ramal 1.2 y 1.5
8	Planta y perfil línea de distribución ramal 2 de E5 a E12
9	Planta y perfil línea de distribución ramal 2 de E12 a E15.1
10	Planta y perfil línea de distribución ramal 2 de E15.1 a E15.8
11	Planta y perfil línea de distribución ramal 2 de 2.1 , 2.1A y 2.2
12	Detalles constructivos de captación superficial
13	Detalles constructivos tanque de distribución 100 M3
14	Detalles constructivos de hipoclorador
15	Detalles constructivos de caja rompe presión
16	Detalles constructivos de caja para válvulas y conexión predial

Fuente: elaboración propia.

2.1.16. Elaboración de presupuestos

El presupuesto se integro de la siguiente manera:

- Planilla de materiales, herramienta y equipo: en este listado, se integraron las unidades o diferentes renglones proyectados, con los materiales de construcción tubería accesorios y materiales de ferretería respectivos. Además, se realizó un cálculo global de la herramienta y equipo considerado, tomando como referencia los precios de la región.
- Resumen de presupuesto por renglones: en éste se consignó la mano de obra calificada, mano de obra no calificada con relación al salario del lugar, total de materiales, transporte de los mismos y la suma de estos renglones para cada una de las unidades proyectadas, más el total de herramientas y equipo, para obtener el total de costos directos. Después, se establecieron los costos indirectos que comprenden: gastos administrativos, legales, imprevistos, supervisión técnica y utilidad.

Tabla VII. **Costo y precios unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.

UBICACIÓN: TUCURÚ DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

LONGITUD TOTAL: 4,078.10 ML

FECHA: JUNIO DE 2011

No.	DESCRIPCION DE RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1.0	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Replanteo Topográfico y Trazo	4,078.10	ml	Q 3.02	Q 12,320.76
1.2	Limpieza y chapeo	3,122.16	m ²	Q 1.51	Q 4,716.34
TOTAL DE RENGLON					Q 17,037.09
2.0	LINEA DE CONDUCCION				
2.1	Captación	1.00	Global	Q 28,866.64	Q 28,866.64
2.2	Tubería de Conducción	701.60	ml	Q 235.67	Q 165,348.56
2.3	Válvula de Limpieza + Caja	1.00	Unidad	Q 1,064.08	Q 1,064.08
2.4	Válvula de Aire + Caja	1.00	Unidad	Q 1,064.08	Q 1,064.08
TOTAL DE RENGLON					Q 196,343.36
3.0	TANQUE DE DISTRIBUCION				
3.1	Tanque de Distribución 100M ³	1.00	Global	Q 339,819.72	Q 339,819.72
3.2	Hipoclorador	1.00	Global	Q 9,842.32	Q 9,842.32
TOTAL DE RENGLON					Q 349,662.04
4.0	LINEA DE DISTRIBUCION				
4.1	Tubería de Distribución	3,376.50	ml	Q 151.43	Q 511,307.89
4.2	Caja Rompe Presión	4.00	Unidad	Q 10,468.07	Q 41,872.28
4.3	Conexiones Predial	161.00	Unidad	Q 1,020.07	Q 164,232.04
4.4	Llena cantaros	1.00	Unidad	Q 2,374.66	Q 2,374.66
4.5	Caja para Contro de Caudal	5.00	Unidad	Q 863.70	Q 4,318.51
TOTAL DE RENGLON					Q 724,105.39
COSTO TOTAL DE LA OBRA					Q 1,287,147.88

COSTO EN LETRAS: UN MILLON DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE QUETZALES CON 88/100

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII.

Cronograma físico-financiero de ejecución para sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO

DURACION DE LA OBRA: 4 MESES (16 SEMANAS)

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.
 UBICACIÓN: TUCURÚ DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
 LONGITUD TOTAL: 4.078.10 ML
 FECHA: JUNIO DE 2011

No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	% POR RENGLON	COSTO POR RENGLON	MESES																
						MES 1	MES 2	MES 3	MES 4													
						S.1	S.2	S.3	S.4	S.5	S.6	S.7	S.8	S.9	S.10	S.11	S.12	S.13	S.14	S.15	S.16	
1.0 TRABAJOS PRELIMINARES																						
1.1	Replanteo Topográfico y Trazo	4,078.10	ml	0.96%	Q. 12,320.76																	
1.2	Limpieza y chapeo	3,122.16	m ²	0.37%	Q. 4,716.34																	
2.0 LINEA DE CONDUCCIÓN																						
2.1	Capatación	1.00	Global	2.24%	Q. 28,866.64																	
2.2	Tubería de Conducción	701.60	ml	12.85%	Q. 165,348.56																	
2.3	Válvula de Limpieza + Caja	1.00	Unidad	0.08%	Q. 1,064.08																	
2.4	Válvula de Aire + Caja	1.00	Unidad	0.08%	Q. 1,064.08																	
3.0 TANQUE DE DISTRIBUCIÓN																						
3.1	Tanque de Distribución 100M ³	1.00	Global	26.40%	Q. 339,819.72																	
3.2	Hipoclorador	1.00	Global	0.76%	Q. 9,842.32																	
4.0 LINEA DE DISTRIBUCIÓN																						
4.1	Tubería de Distribución	3,376.50	ml	39.72%	Q. 511,307.89																	
4.2	Caja Rompe Presión	4.00	Unidad	3.25%	Q. 41,872.28																	
4.3	Conexiones Predial	161.00	Unidad	12.76%	Q. 164,232.04																	
4.4	Llena cantaros	1.00	Unidad	0.18%	Q. 2,374.66																	
4.5	Caja para Control de Caudal	5.00	Unidad	0.34%	Q. 4,318.51																	
						100.00%																
						Q. 1,287,147.88																
PORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO						10.07%	10.07%	27.63%	47.40%	14.91%												
PORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO ACUMULADO						10.07%	20.14%	47.77%	75.17%	85.09%	100.00%											
DESEMBOLSO MENSUAL						Q. 129,642.09	Q. 259,284.18	Q. 388,926.27	Q. 518,568.36	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29
DESEMBOLSO MENSUAL ACUMULADO						Q. 129,642.09	Q. 259,284.18	Q. 388,926.27	Q. 518,568.36	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	Q. 610,050.29	

SEMANA EN LA CUAL SE EJECUTARA EL RENGLON, IDENTIFICADA CON:

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Costo y precios unitarios del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**

CUADRO DE CANTIDADES ESTIMADAS DE TRABAJO, PRECIOS UNITARIOS Y COSTOS

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ.”
UBICACIÓN: TUCURÚ DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ
LONGITUD TOTAL: 5,787.47 ML
FECHA: JULIO DE 2011

No.	DESCRIPCION DE RENGLON	CANTIDAD	UNIDAD	P.U.	MONTO
1.0 TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Replanteo Topográfico y Trazo	5,787.47	ml	Q 3.02	Q 17,485.10
1.2	Descripción de mano de obra	4,417.81	m ²	Q 1.51	Q 6,673.55
TOTAL DE RENGLON					Q 24,158.65
2.0 LINEA DE CONDUCCION					
2.1	Captación	1.00	Global	Q 28,866.64	Q 28,866.64
2.2	Tubería de Conducción	1,060.89	ml	Q 212.56	Q 225,508.07
2.3	Válvula de Limpieza + Caja	2.00	Unidad	Q 1,040.49	Q 2,080.97
2.4	Válvula de Aire + Caja	1.00	Unidad	Q 1,064.08	Q 1,064.08
TOTAL DE RENGLON					Q 257,519.77
3.0 TANQUE DE DISTRIBUCION					
3.1	Tanque de Distribución 100M ³	1.00	Global	Q 339,819.72	Q 339,819.72
3.2	Hipoclorador	1.00	Global	Q 9,842.32	Q 9,842.32
TOTAL DE RENGLON					Q 349,662.04
4.0 LINEA DE DISTRIBUCION					
4.1	Tubería de Distribución	4,726.58	ml	Q 158.92	Q 751,138.64
4.2	Caja Rompe Presión	4.00	Unidad	Q 10,468.07	Q 41,872.28
4.3	Conexiones Predial	176.00	Unidad	Q 991.18	Q 174,447.47
4.4	Caja para Control de Caudal	10.00	Unidad	Q 961.35	Q 9,613.48
TOTAL DE RENGLON					Q 977,071.87
COSTO TOTAL DE LA OBRA					Q 1,608,412.34

COSTO EN LETRAS: UN MILLON SEISCIENTOS OCHO MIL CUATROCIENTOS DOCE QUETZALES CON 34/100

Fuente: elaboración propia.

Tabla X.

Cronograma físico-financiero de ejecución para sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín

CRONOGRAMA FÍSICO-FINANCIERO

DURACION DE LA OBRA: 5 MESES (20 SEMANAS)

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO NUEVO AMANECER PANTIN DEL MUNICIPIO DE TUCURU, ALTA VERAPAZ.
 UBICACION: TUCURU DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ.
 LONGITUD TOTAL: 5,787.47 ML
 FECHA: JULIO DE 2011

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	% POR RENGLON	COSTO POR RENGLON	MESES																				
						MES 1 \$1 \$2 \$3 \$4	MES 2 \$5 \$6 \$7 \$8	MES 3 \$9 \$10 \$11 \$12	MES 4 \$13 \$14 \$15 \$16	MES 5 \$17 \$18 \$19 \$20																
1.0	TRABAJOS PRELIMINARES																									
1.1	Replanteo Topográfico V Trazo	5,787.47	ml	1.09%	Q. 17,485.10																					
1.2	Descripción de mano de obra	4,417.81	m ²	0.41%	Q. 6,673.55																					
2.0	LINEA DE CONDUCCION																									
2.1	Capatación	1.00	Global	1.79%	Q. 28,866.64																					
2.2	Tubería de Conducción	1,060.89	ml	14.02%	Q. 225,508.07																					
2.3	Válvula de Limpieza + Caja	2.00	Unidad	0.13%	Q. 2,080.97																					
2.4	Válvula de Aire + Caja	1.00	Unidad	0.07%	Q. 1,064.08																					
3.0	TANQUE DE DISTRIBUCION																									
3.1	Tanque de Distribución 100M ³	1.00	Global	21.13%	Q. 339,819.72																					
3.2	Hipoclorador	1.00	Global	0.61%	Q. 9,842.32																					
4.0	LINEA DE DISTRIBUCION																									
4.1	Tubería de Distribución	4,726.58	ml	46.70%	Q. 751,138.64																					
4.2	Caja Rompe Presión	4.00	Unidad	2.60%	Q. 41,872.28																					
4.3	Conexiones Predial	176.00	Unidad	10.85%	Q. 174,447.47																					
4.4	Caja para Control de Caudal	10.00	Unidad	0.60%	Q. 9,613.48																					
				100.00%	Q. 1,609,412.34																					
PORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO						10.44%	23.98%	31.52%	24.14%	9.93%																
PORCENTAJE MENSUAL EJECUTADO ACUMULADO						10.44%	34.41%	65.94%	90.07%	100.00%																
DESEMBOLSO MENSUAL						Q. 167,860.31	Q. 385,673.90	Q. 507,028.34	Q. 388,210.27	Q. 159,639.53																
DESEMBOLSO MENSUAL ACUMULADO						Q. 167,860.31	Q. 553,334.20	Q. 1,060,362.54	Q. 1,448,572.81	Q. 1,608,412.34																

SEMANA EN LA CUAL SE EJECUTARA EL RENGLON, IDENTIFICADA CON: ■

Fuente: elaboración propia.

2.1.17. Evaluación socioeconómica

Con la evaluación socioeconómica, se podrá determinar si la inversión que se haga en ambos proyectos es factible, esto se medirá en función del beneficio que los proyectos le generen a la población beneficiada.

2.1.17.1. Valor presente neto

El valor presente neto es una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, también significa algo muy importante en lo relacionado a la administración financiera. Cuando calculamos este valor debemos de considerar una tasa de interés superior a la tasa de interés de oportunidad, para que se tenga un margen de seguridad que cubrirá liquidez, inflación, o desviaciones que no se tengan previstas. El valor presente neto viene dado por:

$$VAN = \sum_{n=0}^N \frac{In - En}{(1+i)^n}$$

Donde:

In = ingresos

En = egresos

N = número de periodos considerado

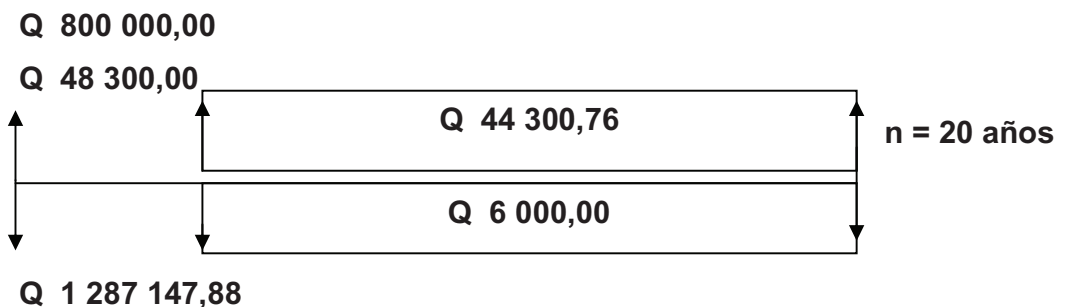
i = tasa de interés de oportunidad

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción se tiene:

La Municipalidad de Tukurú pretende invertir Q 1 287 147,88 en la ejecución del proyecto de la introducción de agua potable para el Caserío Nueva Concepción. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 500,00. Se estima tener los siguientes ingresos: el Consejo de Desarrollo Departamental aportara Q 800 000,00 para la construcción del proyecto, por la instalación de la acometida se hará un pago único de Q 300,00 por vivienda, también se pedirá un aporte mensual por vivienda de Q 22,93. Suponiendo una tasa del 13 por ciento al final de los 20 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo Inicial		Q 1 287 147,88
Ingreso Inicial	(Q300,00/viv)(161 viv)	Q 48 300,00
	Consejo de Desarrollo	Q 800 000,00
Costos Anuales	(Q500/mes)(12 meses)	Q 6 000,00
Ingreso Anual	(Q22,93/viv)(161 viv)(12 meses)	Q 44 300,76
Vida útil, en años		20 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 13 por ciento.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos; se tiene entonces:

$$VPN = -1\,287\,147,88 + 48\,300 + 800\,000 - 6\,000 \cdot (1 + 0,13)^{20} + 44\,300,76 \cdot (1 + 0,13)^{20}$$

$$VPN = 2\,495,13$$

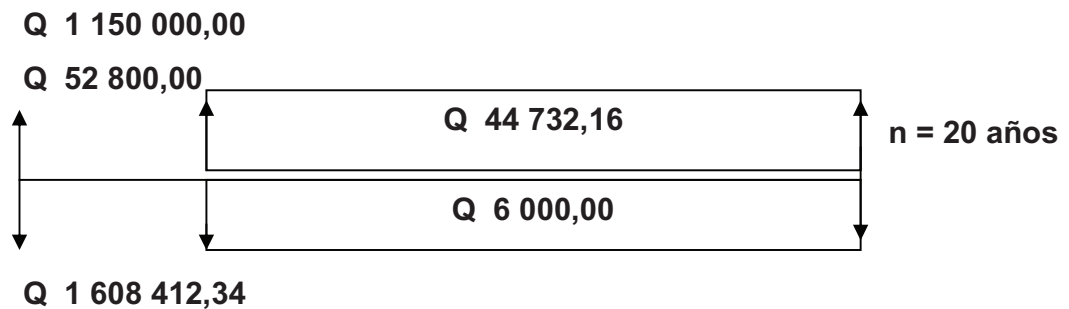
Como el Valor Presente Neto calculado es mayor que cero, lo más recomendable sería aceptar el proyecto, pero se debe tener en cuenta que éste es solo el análisis matemático y que también existen otros factores que pueden influir en la decisión como el riesgo inherente al proyecto, el entorno social,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

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín se tiene:

La Municipalidad de Tukurú pretende invertir Q 1 608 412,34 en la ejecución del proyecto de la introducción de agua potable para el Caserío Nuevo Amanecer Pantín. Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 500.00. Se estima tener los siguientes ingresos: el Consejo de Desarrollo Departamental aportará Q 1 150 000,00 para la construcción del proyecto, por la instalación de la acometida se hará un pago único de Q 300,00 por vivienda, también se pedirá un aporte mensual por vivienda de Q 21,18. Suponiendo una tasa del 13 por ciento al final de los 20 años de vida útil, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

	OPERACION	RESULTADO
Costo Inicial		Q 1 608 412,34
Ingreso Inicial	(Q300,00/viv)(176 viv)	Q 52 800,00
	Consejo de Desarrollo	Q 1 150 000,00
Costos Anuales	(Q500/mes)(12 meses)	Q 6 000,00
Ingreso Anual	(Q21,18/viv)(176 viv)(12 meses)	Q 44 732,16
Vida útil, en años		20 años

Una forma de analizar este proyecto es situar en una línea de tiempo los ingresos y egresos y trasladarlos posteriormente al valor presente, utilizando una tasa de interés del 13 por ciento.



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos; se tiene entonces:

$$VPN = -1\,608\,412,34 + 52\,800 + 1\,150\,000 - 6\,000 \cdot (1+0,13)^{20} + 44\,732,16 \cdot (1+0,13)^{20}$$

$$VPN = 40\,701,74$$

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

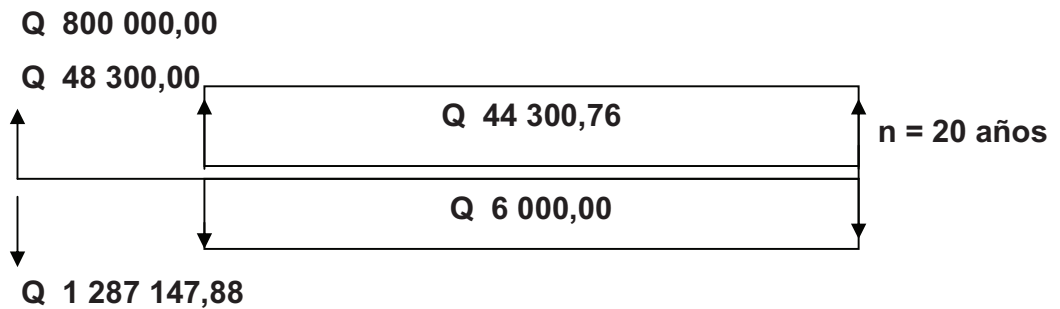
2.1.17.2. Tasa interna de retorno

Esta tasa interna de retorno se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial del proyecto. Este método es el más utilizado para comparar alternativas de inversión. Es la tasa interna de retorno la que sirve como una tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, es decir que el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

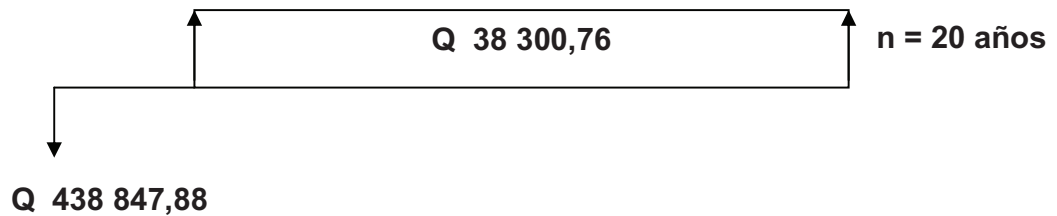
Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción se tiene:

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía ejecutar la introducción de agua para el caserío Nueva Concepción, con un costo inicial aproximado de Q 1 287 147,88. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6 000,00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 44 300,76 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar; éste será de Q 48 300,00 por el total de 161 viviendas existentes, y un aporte del Consejo de Desarrollo Departamental de Q 800 000,00, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 20 años, el cual corresponde al sistema.

- Se realiza la gráfica del problema



- Puesto que los Q 44 300,76 y los Q 6 000,00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 1 287 147,88 y los Q 848 300,00, la gráfica se podría simplificar a:



- Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor, por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).
 - Se utiliza una tasa de interés de 13 %

$$VPN = - 438 847,88 + 38 300,76 \cdot (1 + 0,13)^{20}$$

$$VPN = 2 495,13$$

- Se utiliza una tasa de interés de 10 %

$$VPN = - 438\,847,88 + 38\,300,76 \cdot (1 + 0,1)^{20}$$

$$VPN = - 181\,179,52$$

- Se aplica la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$13\% \rightarrow 2\,495,13$$

$$i \rightarrow 0$$

$$10\% \rightarrow -181\,179,52$$

- Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{13-i}{13-10} = \frac{2\,495,13}{2\,495,13 - (-181\,179,52)}$$

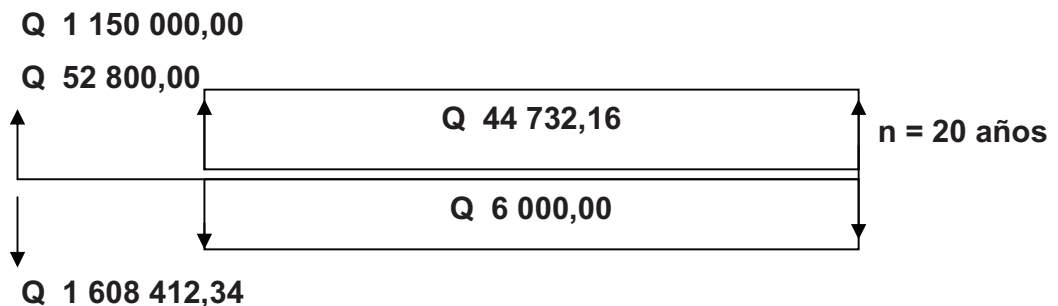
Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 12,95924647$ por ciento, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$i = 12,95924647 \%$$

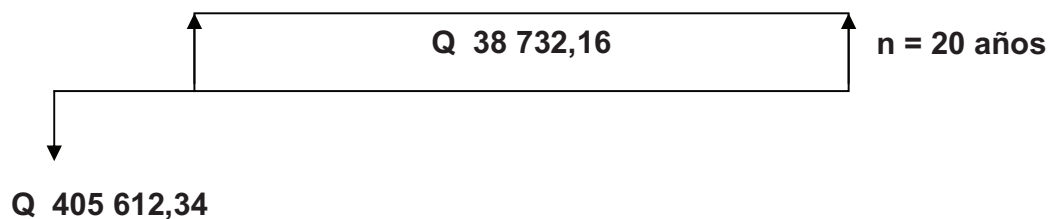
Para el sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín se tiene:

La empresa ejecutora propondrá a la alcaldía ejecutar la introducción de agua para el Caserío Nuevo Amanecer Pantín, con un costo inicial aproximado de Q 1 608 412,34. Por otra parte, la alcaldía necesita de Q 6 000,00 al final de cada año, como costo de mantenimiento y Q 44 732,16 por la cuota de amortización, también se tendrá un ingreso inicial por el derecho de cada conexión domiciliar; éste será de Q 52 800,00 por el total de 176 viviendas existentes, y un aporte del Consejo de Desarrollo Departamental de Q 1 150 000,00, con lo cual se pretende cubrir los gastos en el período de 20 años, el cual corresponde al sistema.

- Se realiza la gráfica del problema



- Puesto que los Q 44 732,16 y los Q 6 000,00 se encuentran enfrentados en el mismo período de tiempo, como también Q 1 608 412,34 y los Q 1 202 800,00, la gráfica se podría simplificar a:



- Teniendo claro lo anterior, se plantea y soluciona la ecuación de valor, por medio de la metodología de la tasa interna de retorno (TIR).
 - Se utiliza una tasa de interés de 13 por ciento

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -405\,612,34 + 38\,732,16 \cdot (1 + 0,13)^{20} \\ \text{VPN} &= 40\,701,74 \end{aligned}$$

- Se utiliza una tasa de interés de 10 %

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= -405\,612,34 + 38\,732,16 \cdot (1 + 0,1)^{20} \\ \text{VPN} &= -145\,041,73 \end{aligned}$$

- Se aplica la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$\begin{aligned} 13\% &\rightarrow 40\,701,74 \\ i &\rightarrow 0 \\ 10\% &\rightarrow -145\,041,73 \end{aligned}$$

- Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\frac{13-i}{13-10} = \frac{40\,701,74}{40\,701,74 - (-145\,041,73)}$$

Después de una serie de interpolaciones matemáticas sucesivas se tiene que, la tasa de interés $i = 12,34261366$ por ciento, representaría la tasa efectiva mensual de retorno.

$$i = 12,34261366 \%$$

2.1.18. Evaluación de impacto ambiental

En cualquier construcción de ingeniería que se realice, ya sea sistema de abastecimiento de agua potable, escuelas, entre otras, se debe de considerar de que sea cualquier tipo de construcción ocasionara un impacto de carácter positivo, negativo, irreversible o negativo con posibles mitigaciones en forma directa los ambientes (social, físico, biológico).

Por tal motivo el congreso de la República con el decreto No. 68-86 (reformado por el decreto del Congreso No. 1-93) indica que para todo proyecto, obra, industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos especializados. El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental.

- Impactos ambientales

Componente social: habitantes del caserío Nueva Concepción y Caserío Nuevo Amanecer Pantín, de Tukurú, Alta Verapaz, recibirán directamente el impacto ya que se tendrá que acarrear los materiales utilizados para la construcción de los tanques de captación, tanques de alimentación, tanque de distribución, la línea de ramales, la línea de conducción la línea de impulsión entre otros ya que la carretera únicamente atraviesa una parte de la comunidad.

Estética: esto refiere a la contaminación que se produce por la construcción y se afectada el medio ambiente. Debemos de recordar que en dicha aldea existe vegetación por lo cual hay que evitar que con la construcción de elementos grandes como los tanques, las cajas no se produzca contaminación en el paisaje.

Amenaza naturales: debemos de construir cualquier elemento de ingeniería en un lugar fuera de peligro de los deslizamientos, ya que podrían provocar daños irreparables. Además debemos de recordar que Guatemala es un país altamente sísmico por lo que cualquier construcción puede verse afectado por este fenómeno natural.

- Medidas de mitigación

Para mitigar la contaminación debemos de tener en cuenta que en la construcción nos debemos de regir a lo siguiente:

- Diseñar y construir adaptándose al entorno natural del terreno.
- Conocer o recorrer el terreno donde se diseñara el edificio.

- Las bolsas de cemento o cualquier otro material, enterrarlas evitar quemarlas.
- Trasladar los materiales evitando los días festivos o de plaza.
- Limpiar el área después de cada día de trabajo.
- Evitar dejar tablas, estacas, palas, o cualquier otro elemento en el espacio utilizado para moverse dentro de la obra.
- Poseer una bodega que sea de fácil acceso.
- Evitar los materiales de mala calidad.
- Poseer un botiquín de primeros auxilios en el proyecto.
- Realizar un plan de educación ambiental.

En operación debemos de reducir riesgos de la siguiente manera:

- Evaluación ambiental permanente del área
 - Capacitación permanente a operadores del sistema
 - Mantenimiento preventivo
- Riesgos y vulnerabilidad

La importancia de la educación ambiental en Guatemala y la posibilidad de sufrir algún daño natural o por descuido es ello lo que vuelve necesario el estudio de vulnerabilidad en las obras de estructura que se planifiquen, así como poseer una respuesta a las emergencias, ya sea en gran magnitud o en pequeña escala, por lo que se tendrá que solicitar ayuda a CONRED para elaborar el estudio o de los riesgos que considera dicha institución, a manera de evitar desastres.

- Recomendaciones

Entre los procesos que se deben de seguir en el sector manera de reducir los desastres se encuentran.

- Organizar una directiva de medio ambiente de la aldea que velara por la seguridad de los comunitarios y evitar la contaminación de cualquier tipo, proveniente de la construcción del sistema de abastecimiento.
- Poner en claro a los comunitarios cuales son los riesgos que se tienen.
- Capacitar al personal encargado en la aldea y al comité de agua de la comunidad para que sepan que hacer al momento de un desastre o de la contaminación y también como evitar dichos acontecimientos.
- Crear una comisión que sea la encargada de velar por la seguridad de los niños y evitar la contaminación de cualquier tipo dentro de la infraestructura.

CONCLUSIONES

1. Los proyectos de agua potable por gravedad constituyen una de las mejores opciones para abastecer de agua a las comunidades del área rural de nuestro país, ya que para su operación no se requiere de ningún gasto por concepto de energía.
2. La realización de proyectos de abastecimiento de agua potable requiere de una alta inversión, el cual en estos casos de no ser por el aporte del Consejo de Desarrollo Departamental no serían ejecutados. Ya que la evaluación socioeconómica determina que sin este aporte no hay posibilidad de recuperación del capital, sin embargo, esta inversión se verá reflejada en las condiciones de salud y saneamiento de los habitantes, además se estaría incrementando el valor de las propiedades de la zona convirtiéndola en una comunidad con mayor y mejor escenario de desarrollo local.
3. En lo que se refiere al impacto ambiental para los proyectos de abastecimiento de agua potable en el caserío Nueva Concepción y Caserío Nuevo Amanecer Pantín, uno de los factores más importantes son las amenazas naturales, ya que estas áreas son muy frecuentes los deslizamientos del suelo, porque las poblaciones han deforestado incontrolablemente. Esto conlleva implementar un plan de reforestación conjuntamente con las comunidades para mantener la estética natural del paisaje.

4. Para los sistemas de agua potable se diseñó conforme a lo que dicta la Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su inciso 4.8.3, la cual indica las presiones que se deben de manejar dentro de un sistema de agua potable a manera de garantizar que el agua llegue por lo menos una casa de dos niveles, además de que la tubería resista la presión del sistema. Además en el sistema de abastecimiento se tomo en cuenta los patrones de potabilidad que dicta la COGUANOR que indican si el agua es apta para el consumo humano.

RECOMENDACIONES

1. La Oficina Municipal de Planificación deberá exigir a la entidad ejecutora del proyecto el cumplimiento de las especificaciones contenidas en los planos.
2. La Municipalidad de Tucurú, Alta Verapaz, deberá poner en marcha un sistema de monitoreo y mantenimiento en cada uno de los proyectos que se ejecuten, para que éstos puedan ser funcionales a lo largo de los años, para los cuales fueron diseñados.
3. Corroborar, fehacientemente, que todos los materiales a utilizar cumplan con las especificaciones de resistencia mínima que se indican en los planos adjuntos, teniendo mayor cuidado en cuanto a la resistencia de la tubería de PVC.
4. Evitar en el mayor grado posible la tala inconsciente e inmoderada de árboles y tomar medidas y acciones de reforestación, para evitar erosiones y degeneración del suelo.
5. Capacitar a la población del lugar, sobre el funcionamiento y mantenimiento del proyecto para que tenga la durabilidad planificada.

BIBLIOGRAFÍA

1. CAMEROS MARROQUÍN, *Leonel Orlando*. *Estudio para introducción de agua potable a las aldeas El Chile, La Laguna y Guaranda, Gualán, Zacapa*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1998. 88 p.
2. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 1997. 66 p.
3. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento*. Guatemala: MINSAL, 1991. 65 p.
4. *Manual de normas sanitarias que establecen los procesos y métodos de purificación de agua para consumo humano: Acuerdo Ministerial No. 1148-09*. Guatemala: MINSAL, 2009. 4 p.
5. Organización Panamericana de la Salud. *Guía para el diseño de redes de distribución en sistemas rurales de abastecimiento de agua*. Lima, Perú: OPS, 2005. 13 p.

APÉNDICE

Apéndice I. **Diámetros internos en pulgadas de tubería PVC**

DIAMETRO COMERCIAL	DIAMETRO INTERIOR 125 PSI	DIAMETRO INTERIOR 160 PSI	DIAMETRO INTERIOR 250 PSI	DIAMETRO INTERIOR 315 PSI
1/2"				
3/4"				0,926
1"			1,195	1,161
1 1/2"			1,754	1,676
2"			2,193	2,095
2 1/2"			2,655	2,537
3"		3,284	3,230	3,088
4"	4,280	4,224	4,154	3,970
6"	6,301	6,217	6,115	5,845
8"	8,205	8,095	7,961	7,609

Fuente: elaboración propia.

Apéndice II. **Espesores mínimos en pulgadas de tubería PVC**

DIAMETRO COMERCIAL	ESPELOR 125 PSI	ESPELOR 160 PSI	ESPELOR 250 PSI
1/2"			
3/4"			0,062
1"		0,60	0,077
1 1/2"		0,073	0,112
2"		0,091	0,140
2 1/2"		0,110	0,169
3"	0,108	0,135	0,206
4"	0,138	0,173	0,265
6"	0,204	0,255	0,390
8"	0,265	0,332	0,508

Fuente: elaboración propia.

Apéndice III. **Cálculos hidráulicos de línea de conducción y red de distribución del Caserío Nueva Concepción**

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ

UBICACIÓN: MUNICIPIO TUCURÚ

DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ

FECHA: MAYO DE 2012

DATOS DE DISEÑO		
Total de Viviendas	161	
Densidad por vivienda	6	habitante/vivienda
Población actual	966	habitantes
Tasa de crecimiento (INE 2002)	4,15	%
Dotación	100	lt/hab/día
Periodo de diseño	21	años
Población futura	2 269	habitantes
Qmedio diario	2,63	lt/seg
F.D.M (1.2 a 1.5 Pf < 1,000; 1.2 Pf >	1,2	
F.H.M (2 a 3 Pf < 1,000; 2 Pf > 1,00	2	
Caudal de aforo	3,64	lt/seg

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice III.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN			
CALCULO 1/2		POR GRAVEDAD	
TRAMO DE ESTACIÓN 0 A ESTACIÓN 19			
Q de conducción (Q. diario maximo)	3,16	Lts/seg	
Como Qaforo>Q.diario maximo, Si es suficiente el caudal de aforo			
Cota de terreno inicial	495,88	m	
Cota de terreno final	480,96	m	
Carga dinámica	10	m	
Carga disponible	4,92	m	
Longitud tramo	701,598	m	
Longitud Real del Tramo (+5%)	736,68	m	
Coefficiente "C"	150		
FORMULA A UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS"			
Diámetro Téorico (en Plg)	2,99		
Diámetro 1 (Interno en Plg)	4,154	<u>4</u>	<u>160 PSI</u>
Diámetro 2 (Interno en Plg)	2,655	<u>2 1/2</u>	<u>160 PSI</u>
hf Diametro 1	0,99		
hf Diametro 2	8,75		
Longitud Diametro 1	363,59		
Longitud Diametro 2	373,09		
No. de Tubos de Diám.1	61		
No. de Tubos de Diám.2	63		
Hf Real 1	0,49	m	
Hf Real 2	4,43	m	
Sumatoria de Perdidas	4,92	mca	
Cota Piezometrica 1	495,39	m	
Cota Piezometrica 2	490,96	m	OK
Velocidad Diametro 2	0,89	m/seg	
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Velocidad Diametro 1	0,37	m/seg	
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Presión dinámica	10	m	
RESUMEN: SE USARAN 61 TUBOS PVC DE 160 PSI CON DIAMETRO DE 4Plg Y 63 TUBOS PVC DE 160 PSI CON DIAMETRO DE 2 1/2Plg			

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice III.

VOLUMEN DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		
CALCULO 2/2		POR GRAVEDAD
UBICADO EN ESTACIÓN 19		
Qmd		2,63 Lts/seg
Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR se recomienda utilizar 25%-40% para $PF < 1,000$ entre 40%-50% para $1,000 < PF < 5,000$ Y 55% para $PF > 5,000$		
Para este proyecto se utilizara el		44 %
VOLUMEN CALCULADO	100	Metros cúbicos
VOLUMEN DEL TANQUE A USAR	100	Metros cúbicos
Dimesiones del tanque		
Altura efectiva	2,0	m
Ancho	5,0	m
Largo	10,0	m
NOTA: Por criterio del EPESISTA que realiza el presenta cálculo se usará un tanque con volumen de 100 Metros cúbicos		

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice III.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LÍNEA DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO NUEVA CONCEPCIÓN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERAPAZ
 UBICACIÓN: MUNICIPIO TUCURÚ
 DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ
 FECHA: MAYO DE 2012

DATOS DE DISEÑO	
Conexiones Domiciliares	161 Casas
Densidad por Vivienda	6 Habitaca
Población actual	966 Habitantes
Tasa de crecimiento (NE 2)	4.15 %
Dotación	100 l/hab/día
Período de diseño	21 años
Población futura	2 269 habitantes
Medio diario	2,63 l/seg
F.D.M (1.2 a 1.5 Pk < 1,000; 1.2 Pk > 1,000)	
F.H.M (2 a 3 Pk < 1,000; 2 Pk > 1,000)	
Q de distribución	5.28 l/seg
Q unitario	0.03 l/seg
Coefficiente "C"	150
FORMULA A UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS", Factor "K" Osimultaneo (por tramo) (0.15-55 viviendas, 0.20-55viviendas)	

TRAMO	COTA DEL TERRENO (m)		DIFERENCIA DE ALTURA (m)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	PENDIENTE (% DEL TERRENO)	LONGITUD DE TUBERIA DEL TRAMO (+5%) (m)	No. DE VIVIENDAS DEL TRAMO	Q d1 (Distribución) l/s	Factor "K" de Q Instantaneo	Q d2 (Instantaneo) l/s	Q DE DISEÑO A USAR (l/s)	DIAMETRO TEÓRICO (Pul)	DIAMETRO COMERCIAL (Pul)	DIAMETRO INTERNO REAL (Pul)		HF (m)	V m/s	CHEQUEO DE VELOCIDAD 0.4m/s < v <= 1.5m/s	Piezométrica (m)		Presión Disponible (mca)	No. TUBOS	
	EST	P.O.												Inicial	Final				Inicial	Final			
RAMAL 1																							
E1	E12	480.96	477.36	3.68	239.28	1.50	261.25	0.82	0.15	0.73	0.82	1.53	1.12	1.754	1.60	1.84	0.52	OK	480.96	479.12	1.74	42	
E2	E19	477.38	423.23	54.15	317.20	17.07	333.06	0.69	0.15	0.67	0.69	0.87	3.4	0.926	2.50	39.65	1.58	OK	477.38	437.73	14.50	56	
E3	E26	423.23	394.06	29.17	319.32	9.14	335.29	0.46	0.15	0.54	0.54	0.91	1	1.195	1.60	7.43	0.75	OK	423.23	415.80	21.74	56	
E4	E27	394.06	389.36	4.70	51.42	9.14	54.00	0.26	0.15	0.40	0.40	0.81	1	1.195	1.60	0.68	0.55	OK	415.80	415.12	25.76	9	
RAMAL 1.1																							
E19	E28	423.23	387.91	35.32	49.82	70.90	52.32	0.20	0.15	0.34	0.34	0.50	3.4	0.926	2.50	1.66	0.77	OK	415.80	414.14	26.23	9	
RAMAL 2																							
E1	E33	480.96	461.79	19.17	233.81	8.20	245.51	4.18	0.20	2.25	4.18	2.01	2	2.183	1.60	12.44	1.72	OK	480.96	468.52	6.73	41	
E3	E37	461.79	429.10	32.69	282.76	11.56	296.90	2.29	0.20	1.66	2.29	1.49	1.12	1.754	1.60	14.61	1.47	OK	468.52	453.91	24.81	49	
E37	E47	429.10	365.78	63.32	772.37	8.20	810.99	1.86	0.20	1.50	1.86	1.46	1.14	1.532	1.60	52.74	1.57	OK	429.10	376.36	10.58	135	
RAMAL 2.1																							
E33	E52	429.10	421.76	7.34	365.98	1.90	405.28	1.50	0.15	1.01	1.50	1.84	1.14	1.532	1.60	17.73	1.26	OK	468.52	450.79	29.03	68	
E52	E60	421.76	403.20	18.56	450.76	4.12	473.30	0.95	0.15	0.79	0.95	1.32	1.14	1.532	1.60	8.82	0.80	OK	421.76	412.94	9.74	79	
RAMAL 3																							
E7	E-C8	480.96	475.74	5.22	273.78	1.91	287.48	0.26	0.15	0.40	0.40	1.11	1	1.195	1.60	3.59	0.55	OK	480.96	477.37	1.63	48	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice IV. **Cálculos hidráulicos de línea de conducción y red de distribución del Caserío Nuevo Amanecer Pantín**

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LINEA DE CONDUCCIÓN POR GRAVEDAD

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECER PANTÍN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERPAZ

UBICACIÓN: MUNICIPIO TUCURÚ

DEPARTAMENTO: ALTA VERPAZ

FECHA: MAYO DE 2012

DATOS DE DISEÑO		
Total de Viviendas	176	
Densidad por vivienda	6	habitante/vivienda
Población actual	1 056	habitantes
Tasa de crecimiento (INE 2002)	4,15	%
Dotación	100	lt/hab/día
Periodo de diseño	21	años
Población futura	2 481	habitantes
Qmedio diario	2,88	lt/seg
F.D.M (1.2 a 1.5 Pf < 1,000; 1.2 Pf >	1,2	
F.H.M (2 a 3 Pf < 1,000; 2 Pf > 1,00	2	
Caudal de aforo	3,64	lt/seg

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice IV.

LÍNEA DE CONDUCCIÓN			
CALCULO 1/2		POR GRAVEDAD	
TRAMO DE ESTACIÓN 0 A ESTACIÓN 19			
Q de conducción (Q. diario maximc	3,46	Lts/seg	
Como Qaforo>Q.diario maximo, Si es suficiente el caudal de aforo			
Cota de terreno inicial	1004,5	m	
Cota de terreno final	982,81	m	
Carga dinámica	12	m	
Carga disponible	9,69	m	
Longitud tramo	1060,890	m	
Longitud Real del Tramo (+5%)	1113,93	m	
Coeficiente "C"	150		
FORMULA A UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS"			
Diámetro Téorico (en Plg)	2,93		
Diámetro 1 (Interno en Plg)	3,23	<u>3</u>	<u>160 PSI</u>
Diámetro 2 (Interno en Plg)	2,655	<u>2 1/2</u>	<u>160 PSI</u>
hf Diametro 1	6,03		
hf Diametro 2	15,66		
Longitud Diametro 1	690,57	657,69	-2,31
Longitud Diametro 2	423,36	403,2	
No. de Tubos de Diám.1	116		
No. de Tubos de Diám.2	71		
Hf Real 1	3,74	m	
Hf Real 2	5,95	m	
Sumatoria de Perdidas	9,69	mca	
Cota Piezometrica 1	1000,76	m	
Cota Piezometrica 2	994,81	m	OK
Velocidad Diametro 2	0,97	m/seg	
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Velocidad Diametro 1	0,66	m/seg	
Chequeo de Velocidad	0.3m/s<V<=4m/s		OK
Presión dinámica	12	m	
RESUMEN: SE USARAN 116 TUBOS PVC DE 160 PSI CON DIAMETRO DE 3Plg Y 71 TUBOS PVC DE 160 PSI CON DIAMETRO DE 2 1/2Plg			

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice IV.

VOLUMEN DEL TANQUE DE DISTRIBUCIÓN		
CALCULO 2/2		POR GRAVEDAD
UBICADO EN ESTACIÓN 19		
Qmd		2,88 Lts/seg
Según el Instituto de Fomento Municipal (INFOM) y UNEPAR se recomienda utilizar 25%-40% para $PF < 1,000$ entre 40%-50% para $1,000 < PF < 5,000$ Y 55% para $PF > 5,000$		
Para este proyecto se utilizara el		40 %
VOLUMEN CALCULADO	100	Metros cúbicos
VOLUMEN DEL TANQUE A USAR	100	Metros cúbicos
NOTA: Por criterio del EPESISTA que realiza el presenta cálculo se usará un tanque con volumen de 100 Metros cúbicos		

Fuente: elaboración propia.

Continuación del apéndice IV.

CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA LINEA DISTRIBUCIÓN POR GRAVEDAD

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERO NUEVO AMANECEER
 PANTIN DEL MUNICIPIO DE TUCURÚ, ALTA VERPAZ
 UBICACIÓN: MUNICIPIO TUCURÚ
 DEPARTAMENTO: ALTA VERPAZ
 FECHA: MAYO DE 2012

DATOS DE DISEÑO
 Conexiones Domiciliares 176 Casas
 Densidad por Vivienda 6 Hab/casa
 Población actual 1056 Habitantes
 Tasa de crecimiento (INE 2002) 4,15 %
 Dotación 100 l/hab/día
 Período de diseño 21 años
 Población futura 2.481 habitantes

Omeio diario 2,88 l/sseg
 1,2 F.D.M (1,2 a 1,5 Pk < 1.000; 1,2 Pk > 1.000)
 F.D.M 2 F.H.M (2 a 3 Pk < 1.000; 2 Pk > 1.000)
 Q de distribución 5,76 l/sseg
 Q unitario 0,03 l/sseg
 Coeficiente "C" 150
 FORMULA UTILIZAR "HAZEN WILLIAMS", Factor "K" Qsimulaneo (por tramo) (0,45-0,55 viviendas, 0,20-0,55 viviendas)

TRAMO	COTA DEL TERRENO (m)		DIFERENCIA DE ALTURA (m)	LONGITUD DEL TRAMO (m)	PENDIENTE (% DEL TERRENO)	LONGITUD DE TUBERIA DEL TRAMO (m)	No. DE VIVIENDAS DEL TRAMO (% 5%)	Q di (Distribución) l/s	Factor "K" de Q Instantaneo	Q de DISEÑO A USAR (l/s)	DIAMETRO TEÓRICO (Pul)	DIAMETRO COMERCIAL (Pul)	DIAMETRO INTERIOREAL (Pul)	HF (m) PSI	V m/s	CHEQUEO DE VELOCIDAD (0,4m/s < v < 4m/s)	Piezométrica (m)		Presión Disponible (Inca)	No. TUBOS		
	EST. P.O.	Final															Inicial	Final				
RAMAL 1	E-19	E-20	982,81	918,50	64,31	415,00	15,50	4,34	0,20	3,34	1,62	2	2,085	2,50	18,17	1,50	OK	982,81	984,94	46,14	73	
E-20	E-21	E-22	918,50	901,41	17,09	589,87	2,85	2,52	0,20	1,74	2,52	2	2,085	2,50	15,62	1,13	OK	964,64	949,02	47,61	105	
E-21	E-22	E-23	901,41	905,91	4,50	234,79	1,92	2,03	0,20	1,56	2,03	2	2,085	1,80	3,28	0,83	OK	949,02	945,74	39,93	42	
E-22	E-23	E-24	905,91	926,62	20,71	140,36	14,76	1,18	0,15	0,89	1,10	1	1,754	1,80	2,13	0,76	OK	945,74	943,61	16,97	25	
E-23	E-24	E-25	926,62	927,43	0,79	139,80	0,57	0,85	0,15	0,76	1,00	1	1,754	1,80	1,18	0,65	OK	943,61	942,65	15,02	23	
E-24	E-25	E-26	927,43	927,43	0,00	40,00	0,75	0,85	0,15	0,26	1,15	3	0,926	2,30	0,83	0,60	OK	942,65	941,92	14,49	7	
RAMAL 1A	E-20	E-21	918,50	908,38	9,14	37,77	24,99	0,82	0,15	0,73	0,82	3	0,926	2,30	6,44	1,88	OK	964,64	956,20	48,84	7	
E-21	E-22	E-23	908,38	899,26	9,10	167,44	29,92	0,49	0,15	0,56	0,72	3	0,926	2,30	14,44	1,29	OK	949,02	894,92	35,66	30	
RAMAL 1B	E-21	E-22	905,91	886,00	19,91	101,80	22,11	0,29	0,15	0,42	0,69	3	0,926	2,30	5,22	0,98	OK	949,02	904,14	17,24	18	
E-22	E-23	E-24	886,00	894,06	7,35	60,76	12,10	0,65	0,15	0,65	0,92	3	0,926	2,30	6,97	1,51	OK	949,02	942,05	47,89	11	
E-23	E-24	E-25	894,06	853,04	41,02	394,86	10,39	0,59	0,15	0,62	0,93	1	1,995	1,60	11,77	0,85	OK	894,06	882,29	29,25	70	
RAMAL 1C	E-43	E-45	905,91	929,95	24,04	90,07	26,69	0,20	0,15	0,34	0,61	3	0,926	2,30	3,00	0,77	OK	945,74	942,74	12,79	16	
RAMAL 1A	E-48	E-48	926,24	907,50	18,74	210,83	8,88	0,33	0,15	0,45	0,85	3	0,926	2,30	12,89	1,04	OK	943,61	931,32	24,02	37	
RAMAL 1B	E-52	E-53	927,43	938,38	8,95	84,73	10,96	0,16	0,15	0,30	0,71	1	1,995	1,60	0,67	0,41	OK	942,65	941,78	5,40	15	
RAMAL 2	E-19	E-3	982,81	931,77	51,04	332,01	15,55	2,42	0,20	1,71	2,42	1,43	1,102	1,60	18,07	1,55	OK	982,81	983,74	32,57	59	
E-3	E-4	E-5	931,77	907,74	24,03	79,68	29,41	1,77	0,15	1,09	1,72	1,104	1,532	1,60	4,94	1,49	OK	931,77	926,23	18,49	14	
E-4	E-6	E-7	907,74	886,42	19,32	84,71	22,81	1,77	0,15	1,09	1,77	1,118	1,532	1,60	5,28	1,49	OK	926,23	920,97	32,55	15	
E-6	E-9	E-9	886,42	886,15	22,27	64,94	36,01	1,73	0,15	1,06	1,73	1,06	1,104	1,754	1,60	1,92	1,11	OK	886,42	886,50	20,35	11
E-9	E-15	E-15	886,15	819,78	46,37	1194,50	3,88	1,60	0,15	1,04	1,60	1,104	1,754	1,60	36,00	1,03	OK	886,50	884,50	34,72	210	
RAMAL 2A	E-4	E-4	907,74	901,20	7,54	69,18	10,90	0,56	0,15	0,60	0,91	1	1,995	1,60	1,95	0,83	OK	926,23	919,02	17,62	13	
E-4	E-4	E-4	901,20	878,91	21,39	58,80	36,38	0,61	0,15	0,40	0,61	3	0,926	2,30	6,97	0,91	OK	901,20	898,53	18,72	11	
RAMAL 2A-A	E-4	E-4	901,20	888,63	11,57	76,05	15,21	0,23	0,15	0,37	0,71	1	1,995	2,30	0,87	0,51	OK	901,20	900,33	10,70	14	
RAMAL 2B	E-9	E-8	886,15	845,19	20,96	52,53	39,30	0,16	0,15	0,30	0,54	3	0,926	1,60	1,43	0,69	OK	886,50	885,07	39,88	10	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Planos constructivos**

Planos caserío Nueva Concepción

Las escalas indicadas en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos no corresponden a la escala indicada, pues se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.

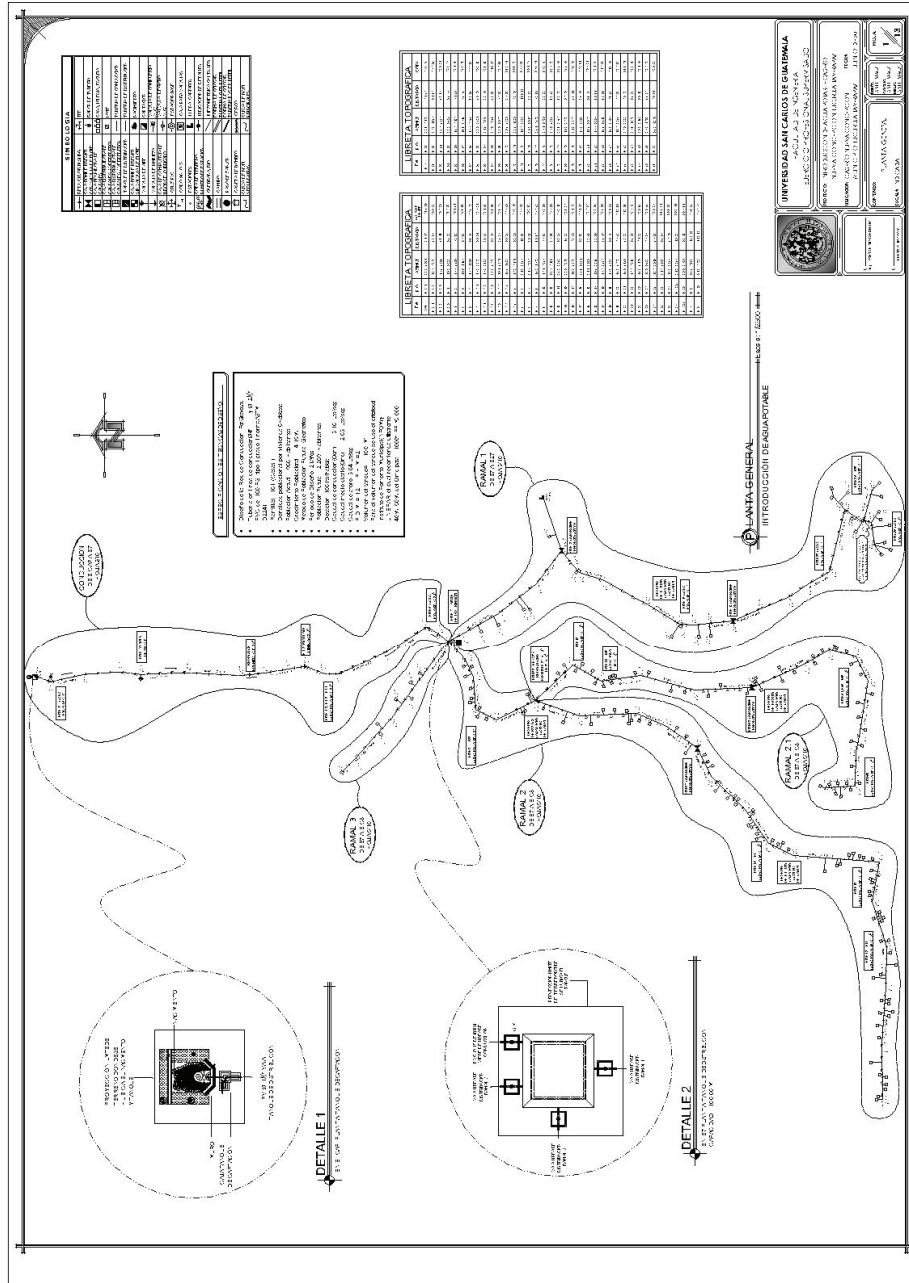
Fuente: elaboración propia.

Planos caserío Nuevo Amanecer Pantín

Las escalas indicadas en los planos son originales para un formato A-1, por lo que los dibujos dentro de los planos no corresponden a la escala indicada, pues se han tenido que reducir para poder incorporarlos en el presente trabajo.

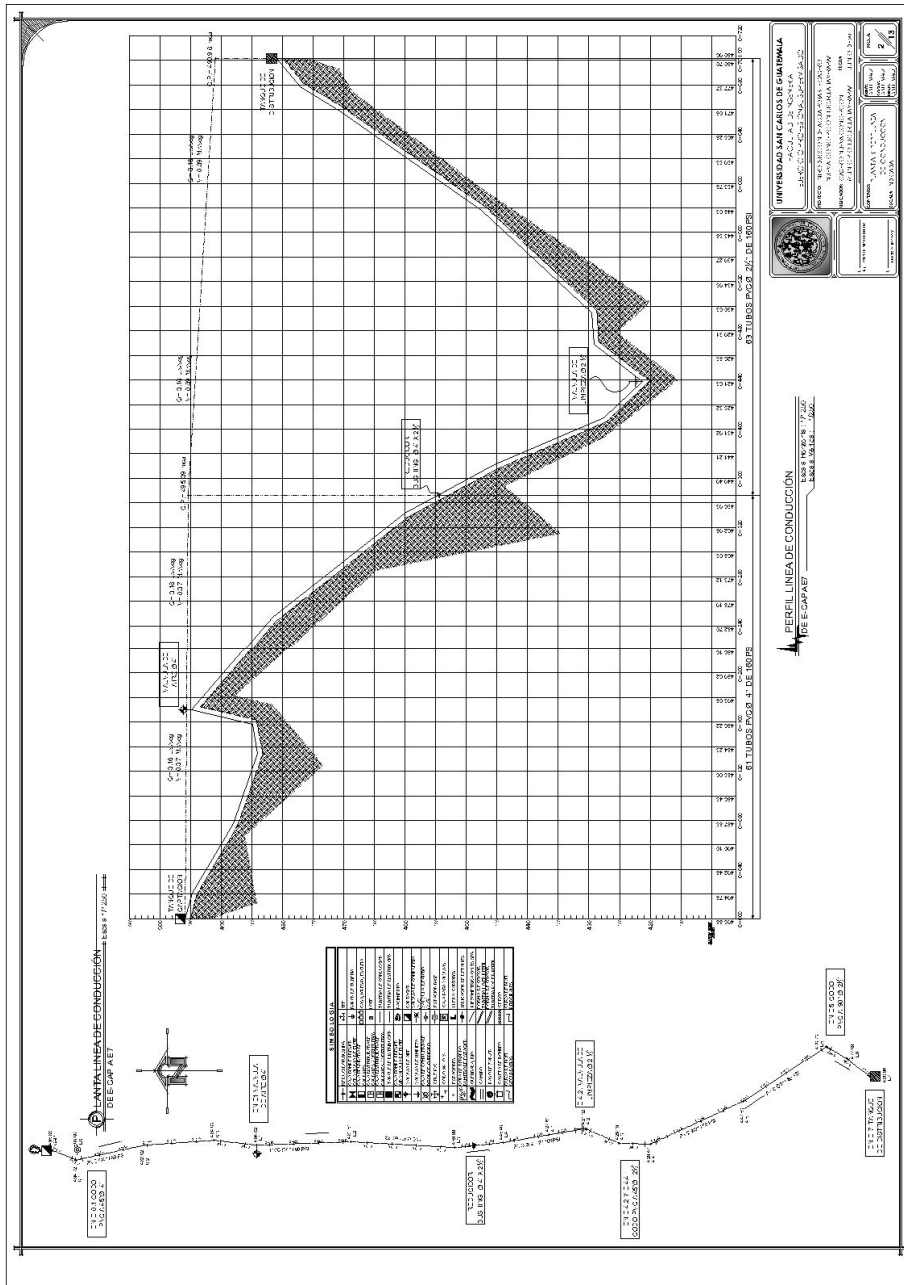
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 1/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción



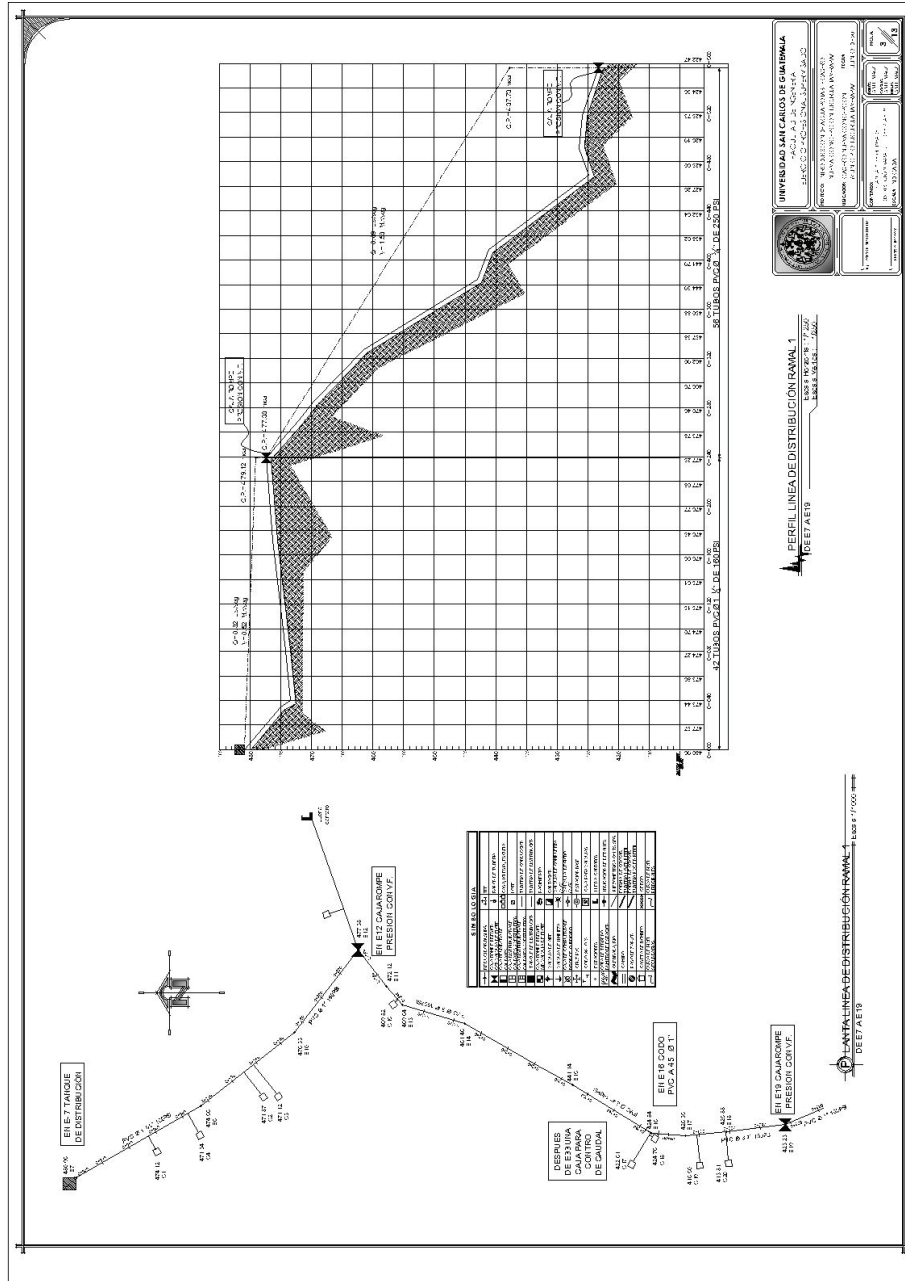
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 2/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**



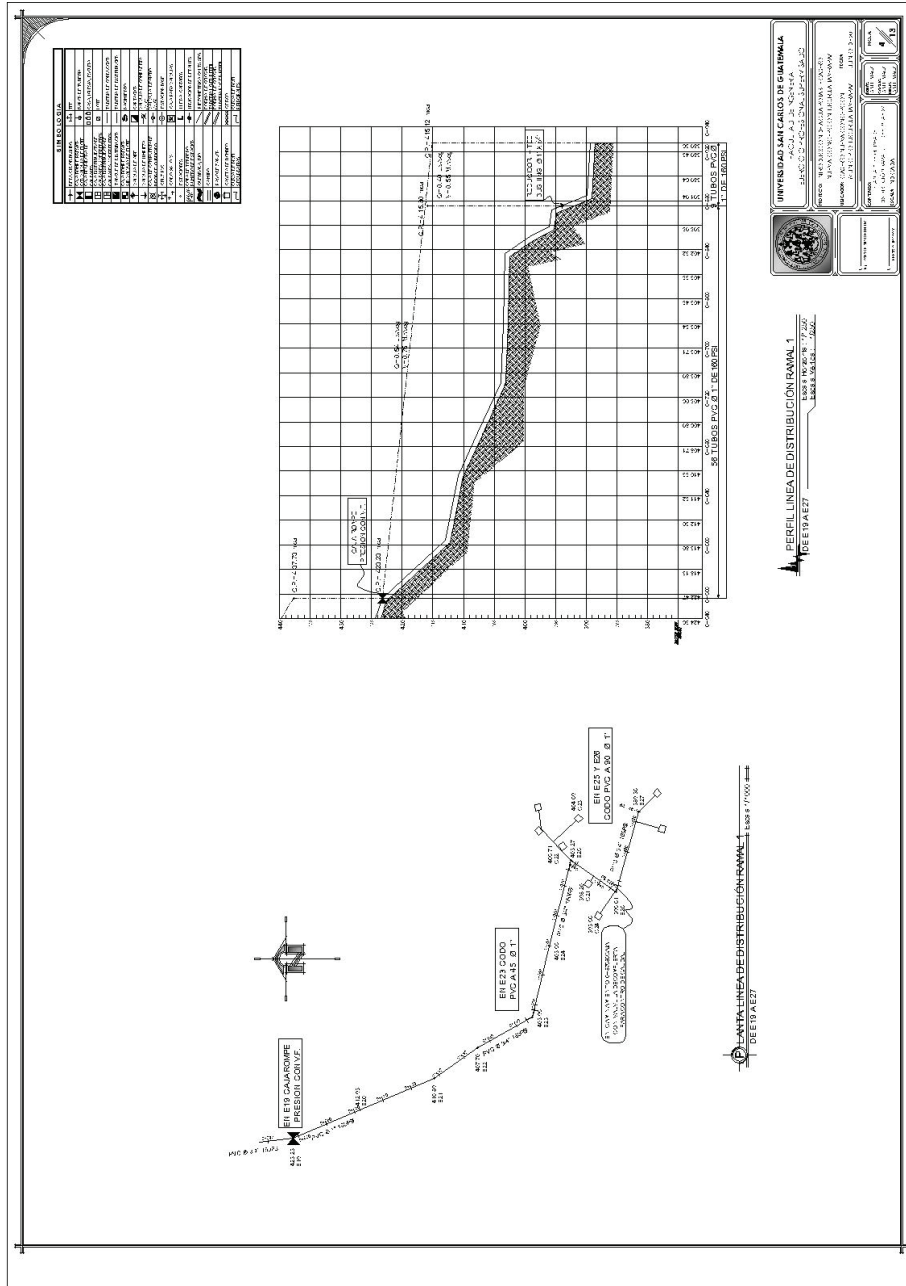
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 3/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**

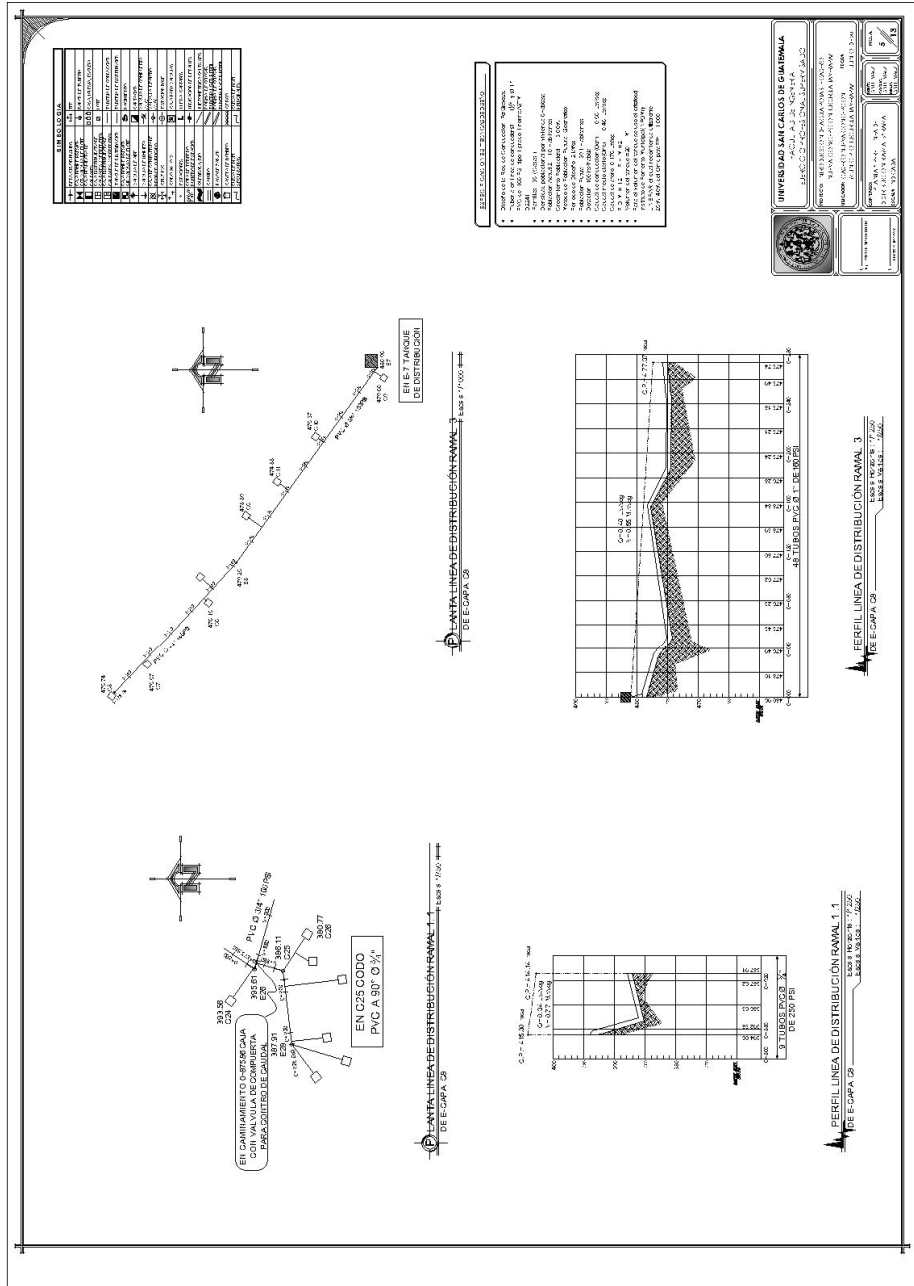


Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 4/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**

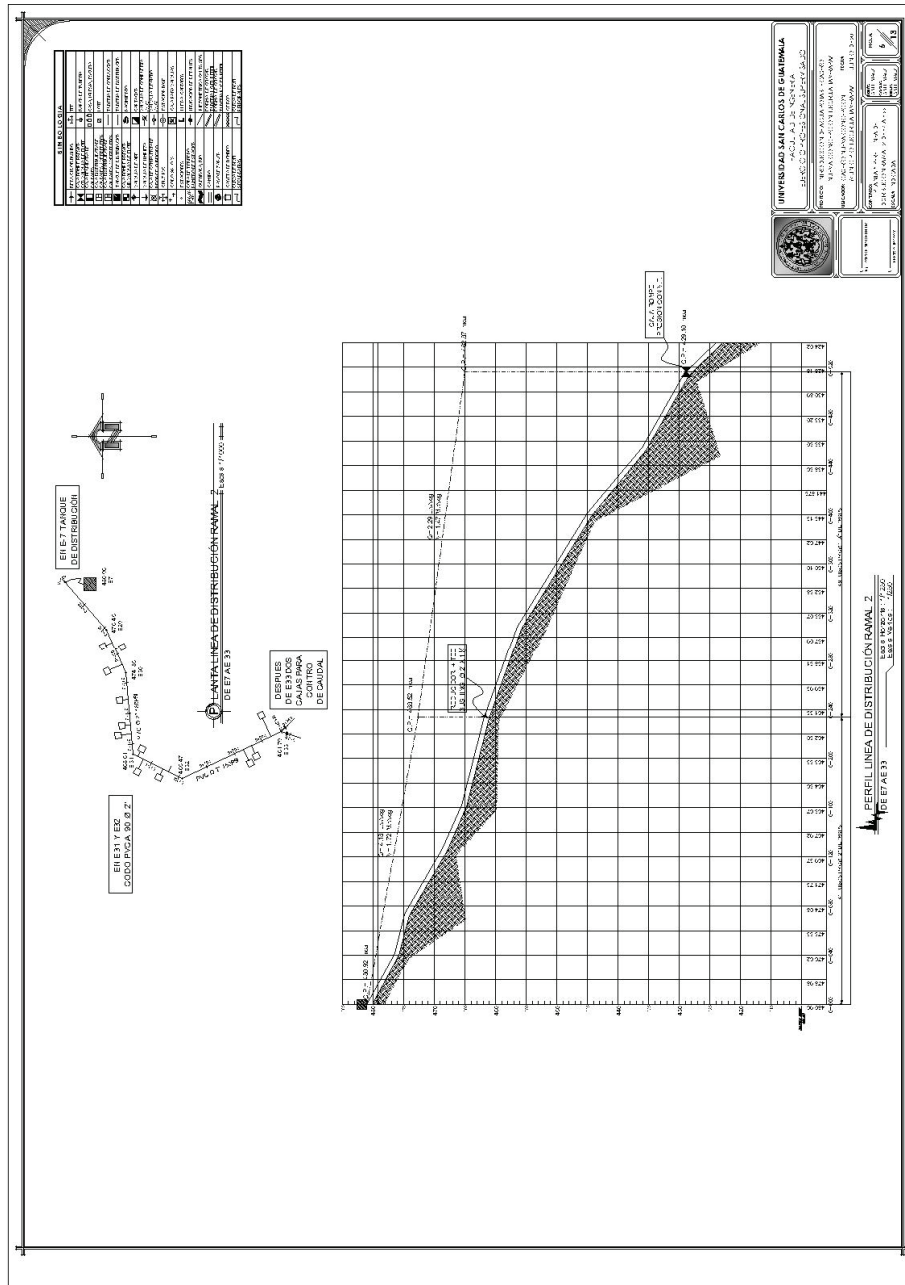


Fuente: elaboración propia.



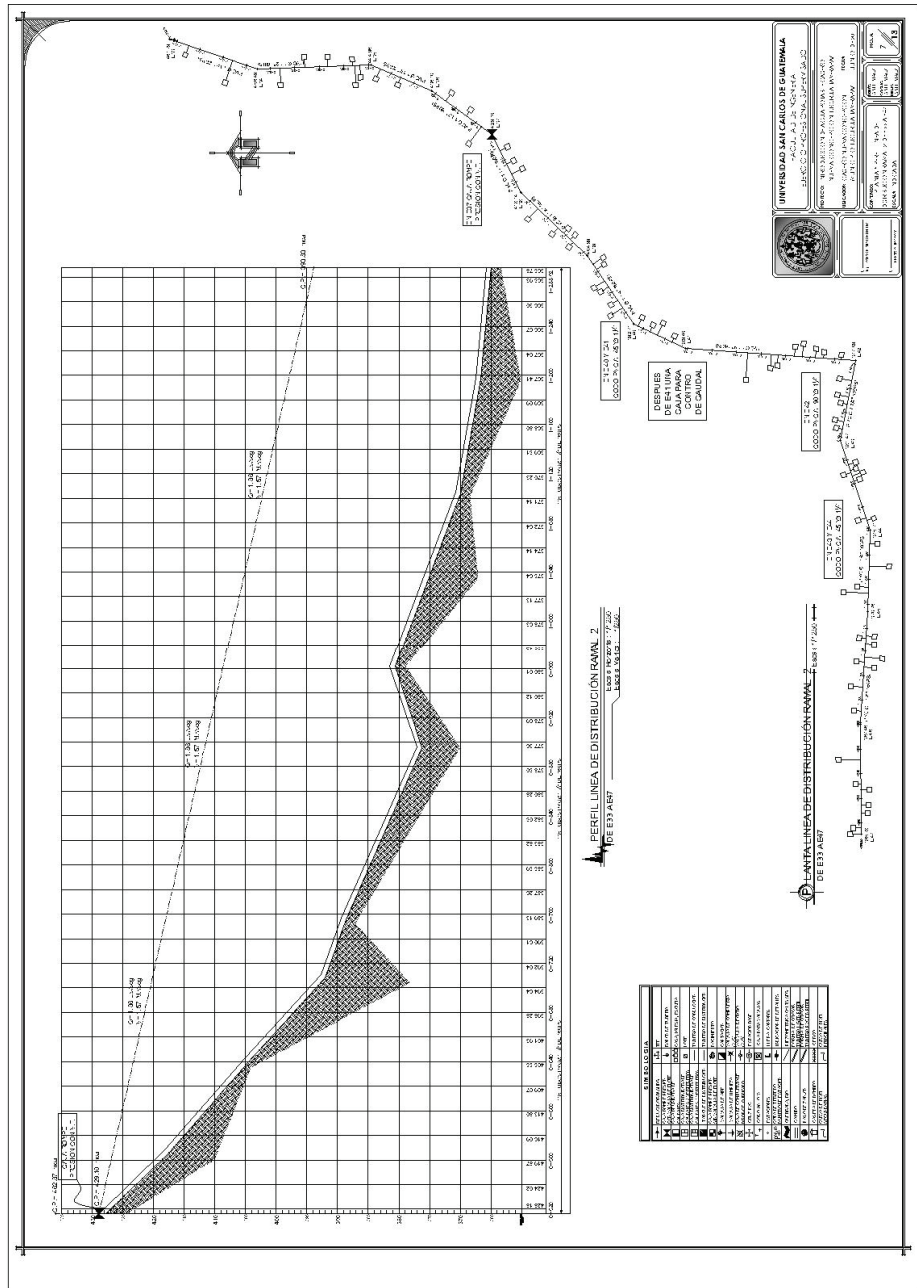
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 6/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción



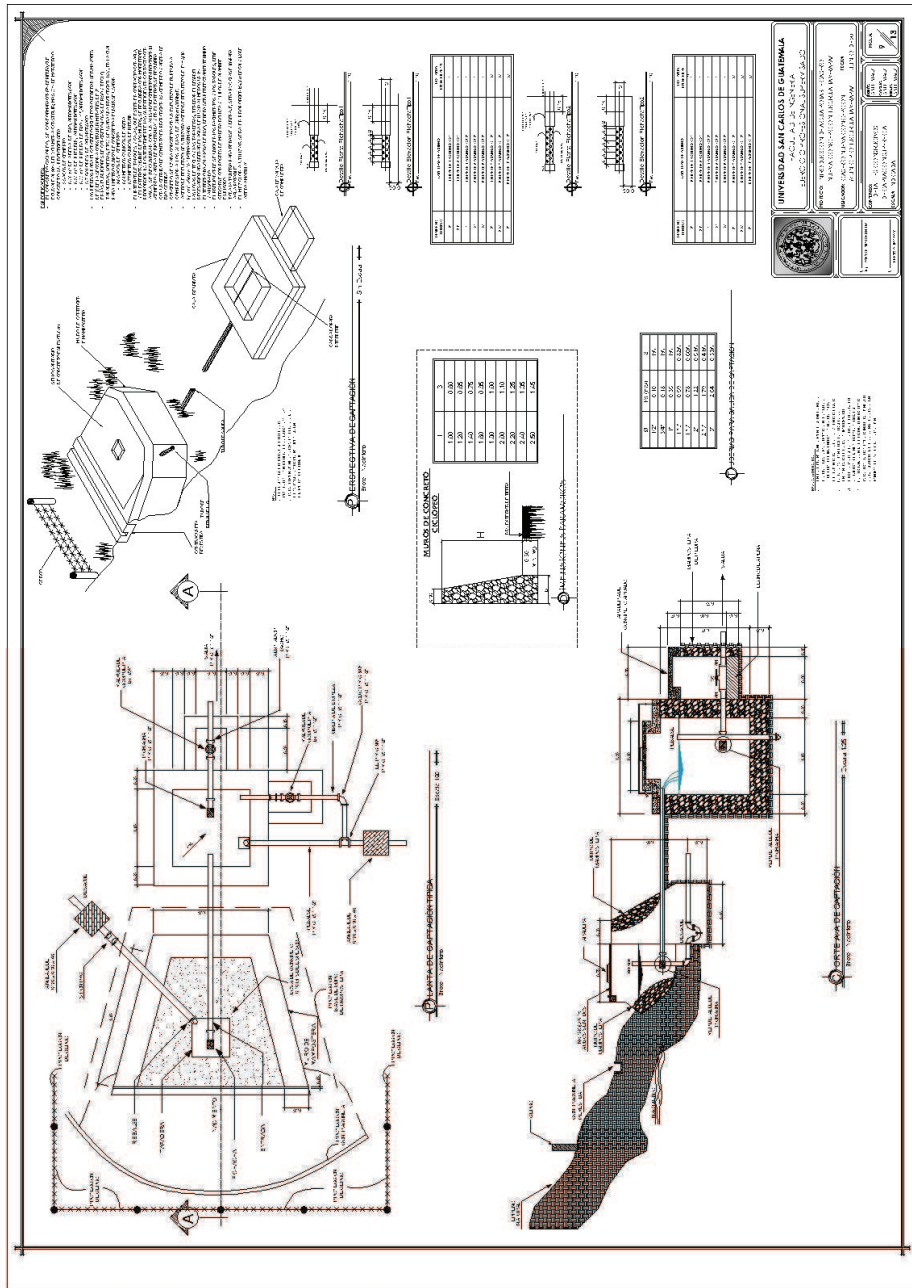
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 7/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**



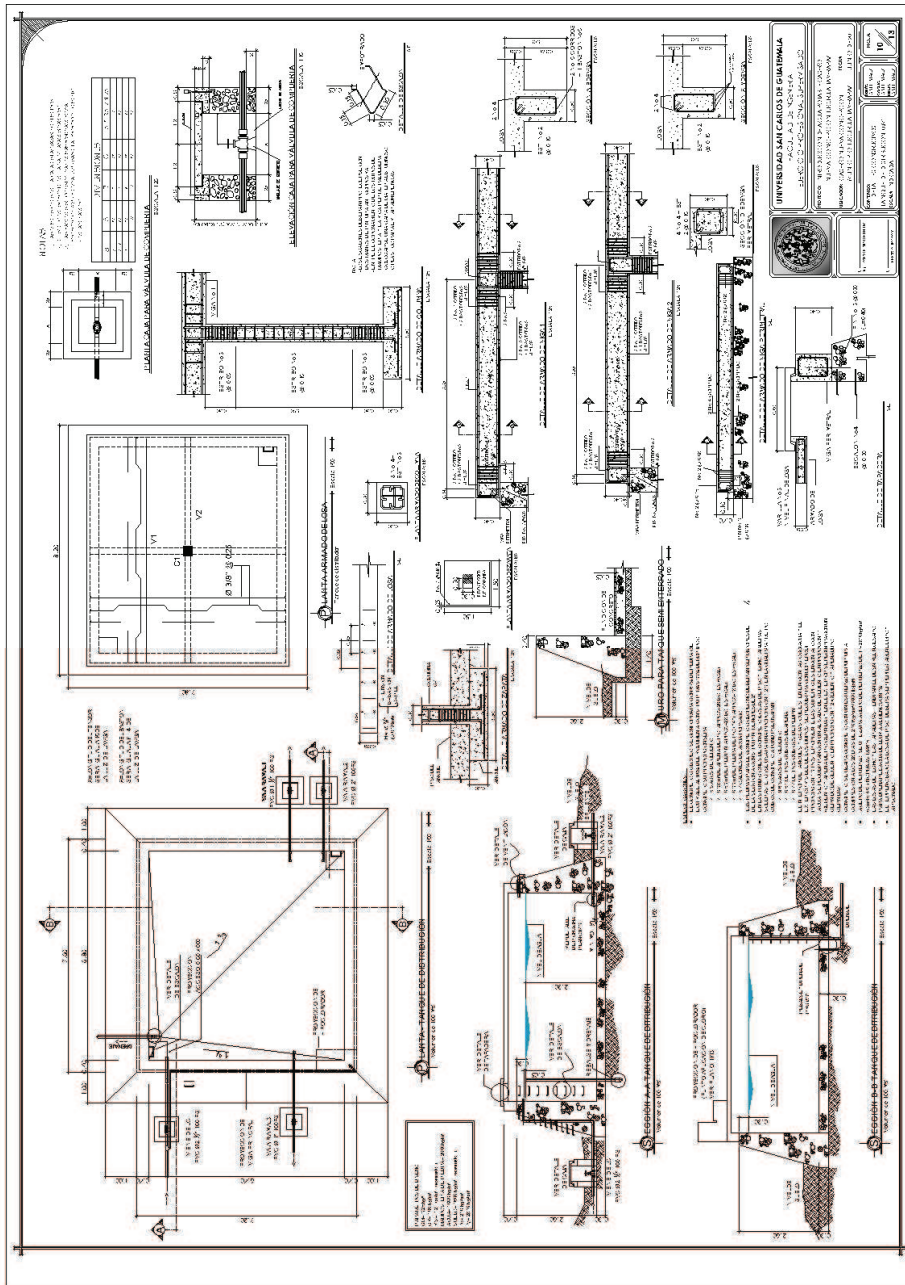
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 9/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**



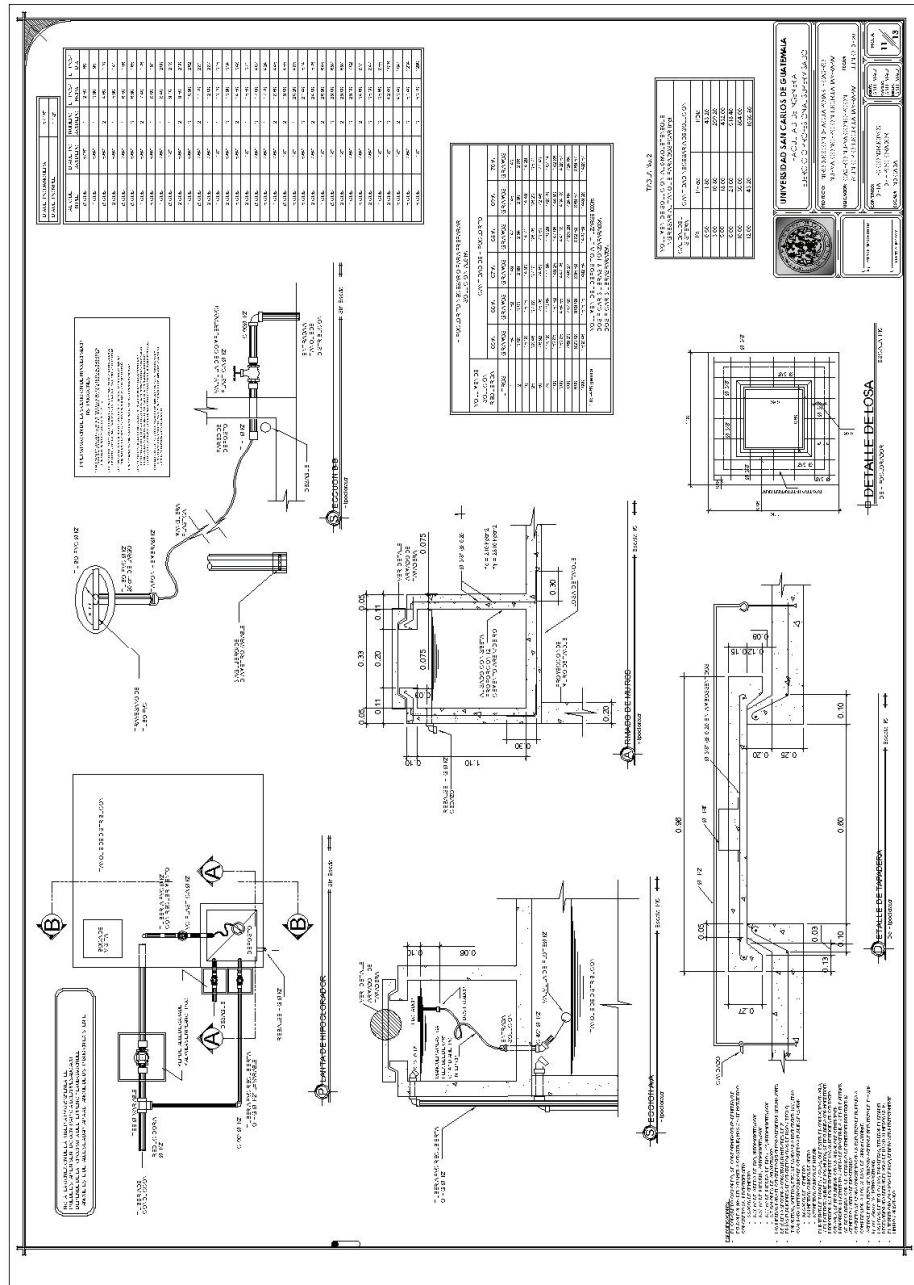
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 10/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción**



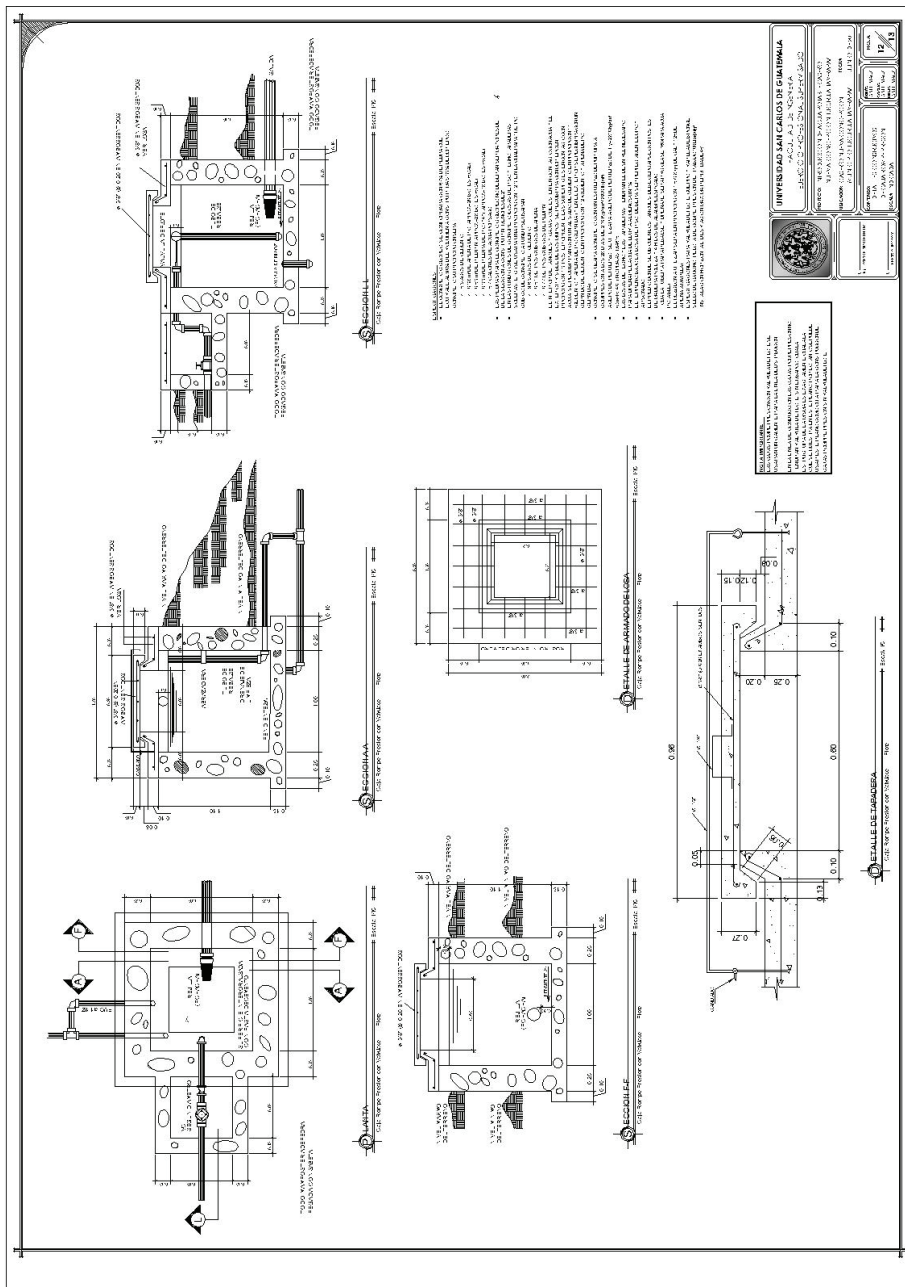
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 11/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción



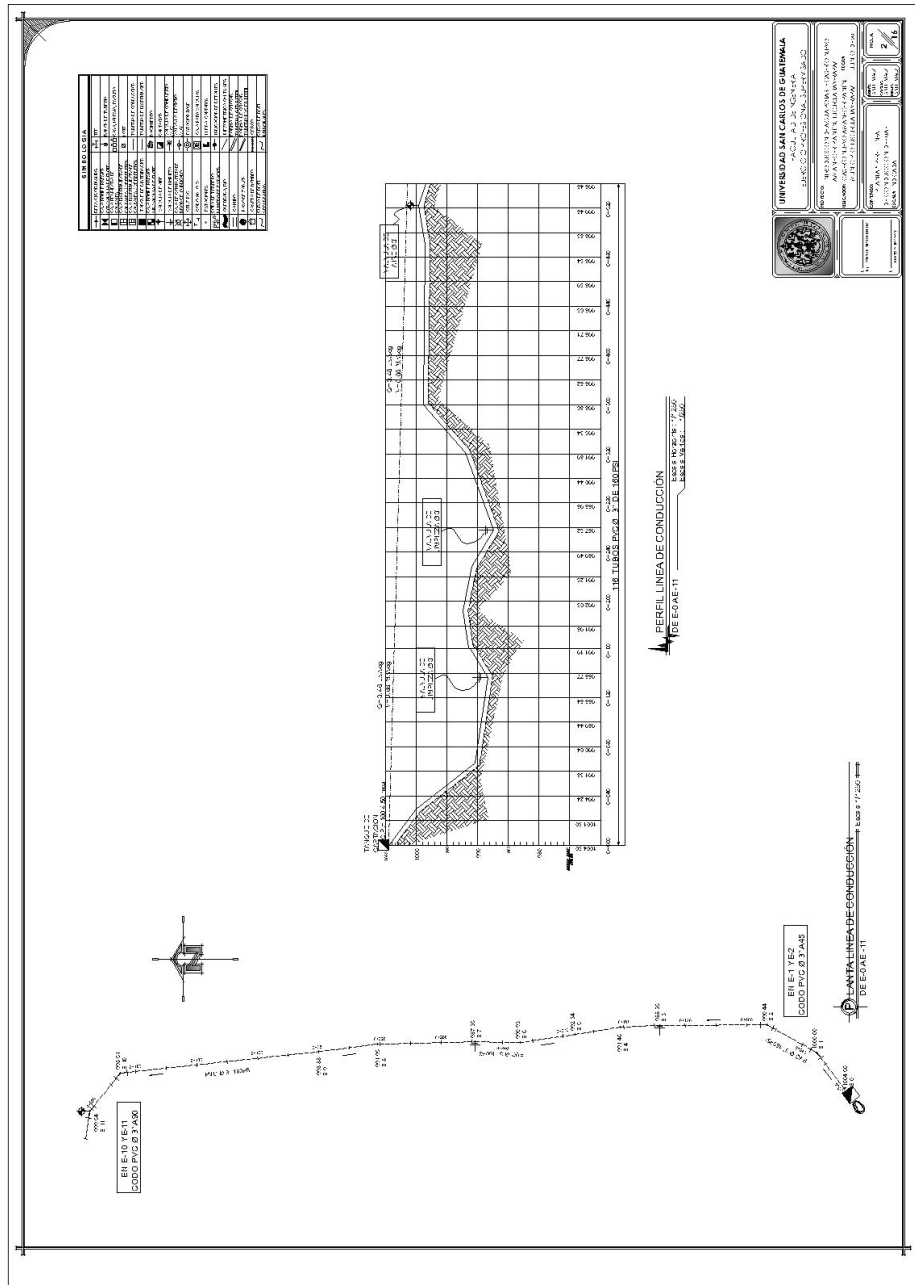
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 12/13 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nueva Concepción



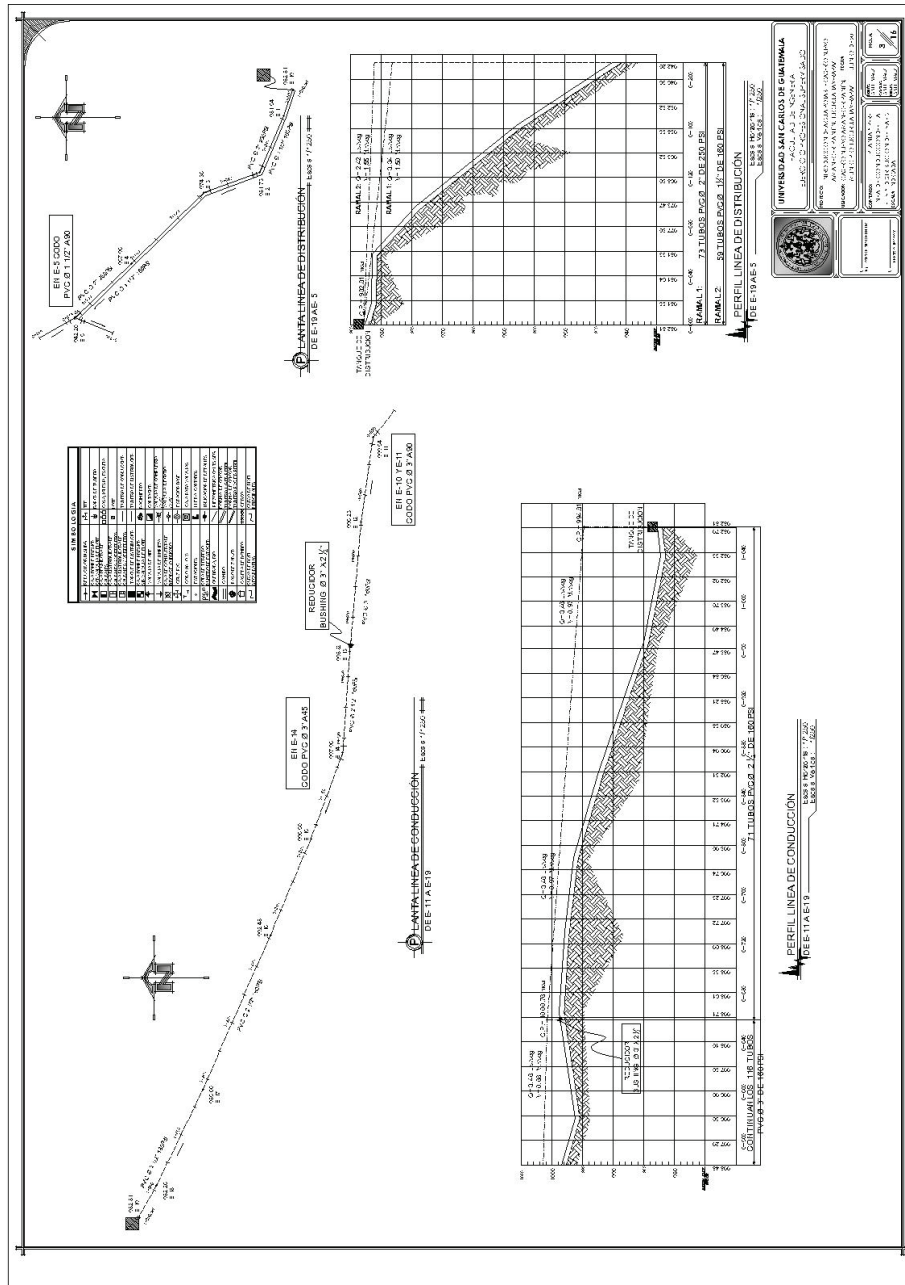
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 2/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



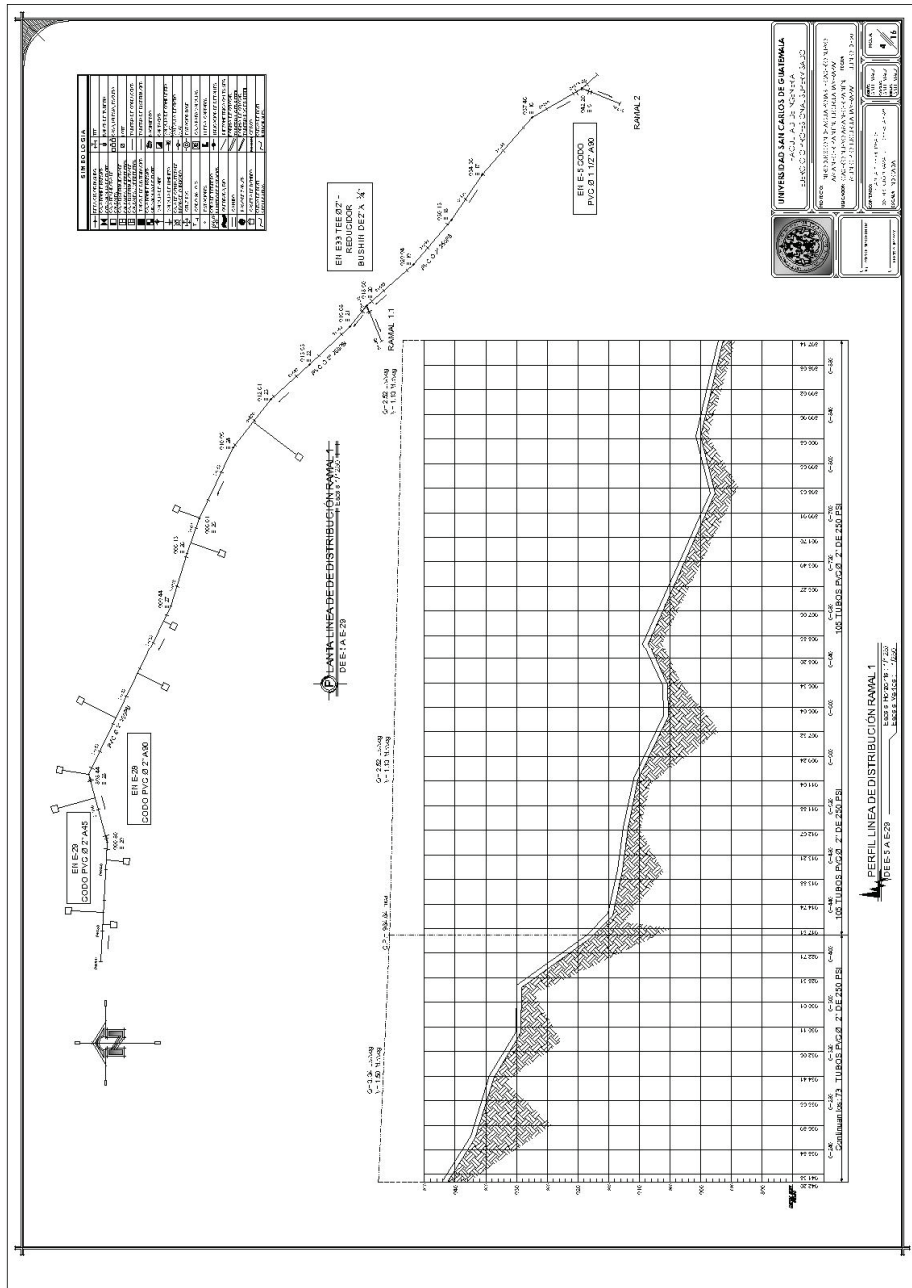
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 3/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín



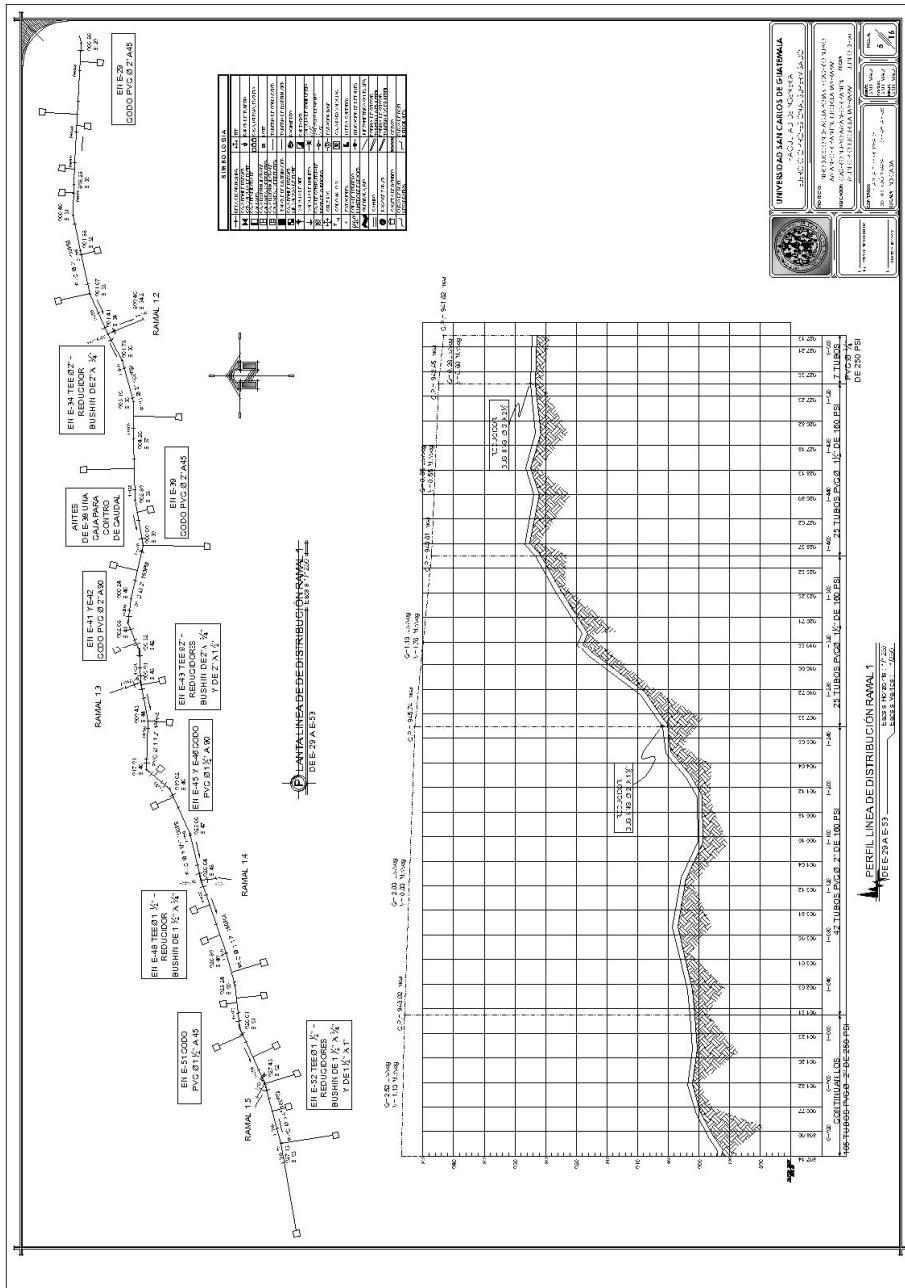
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 4/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín



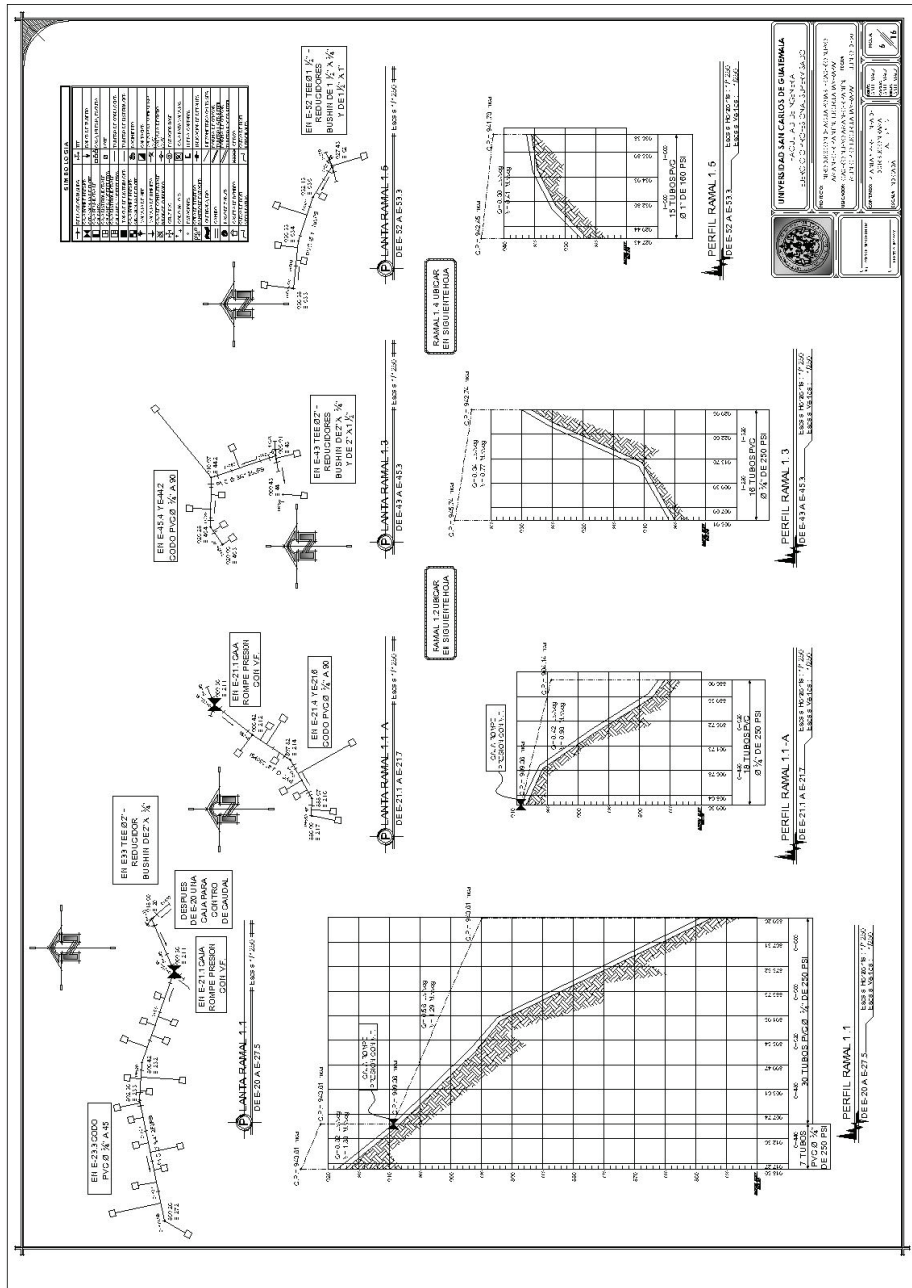
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 5/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



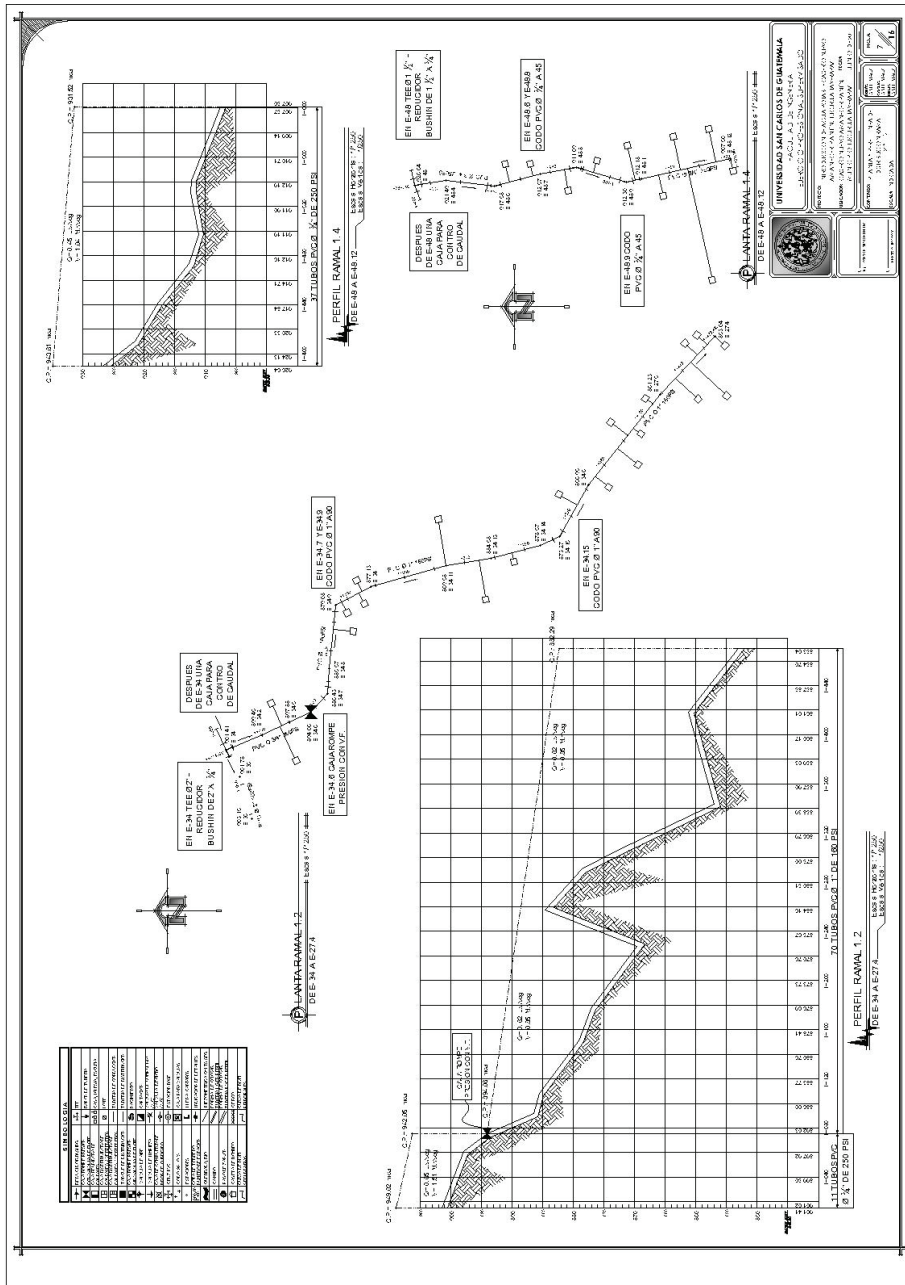
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 6/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



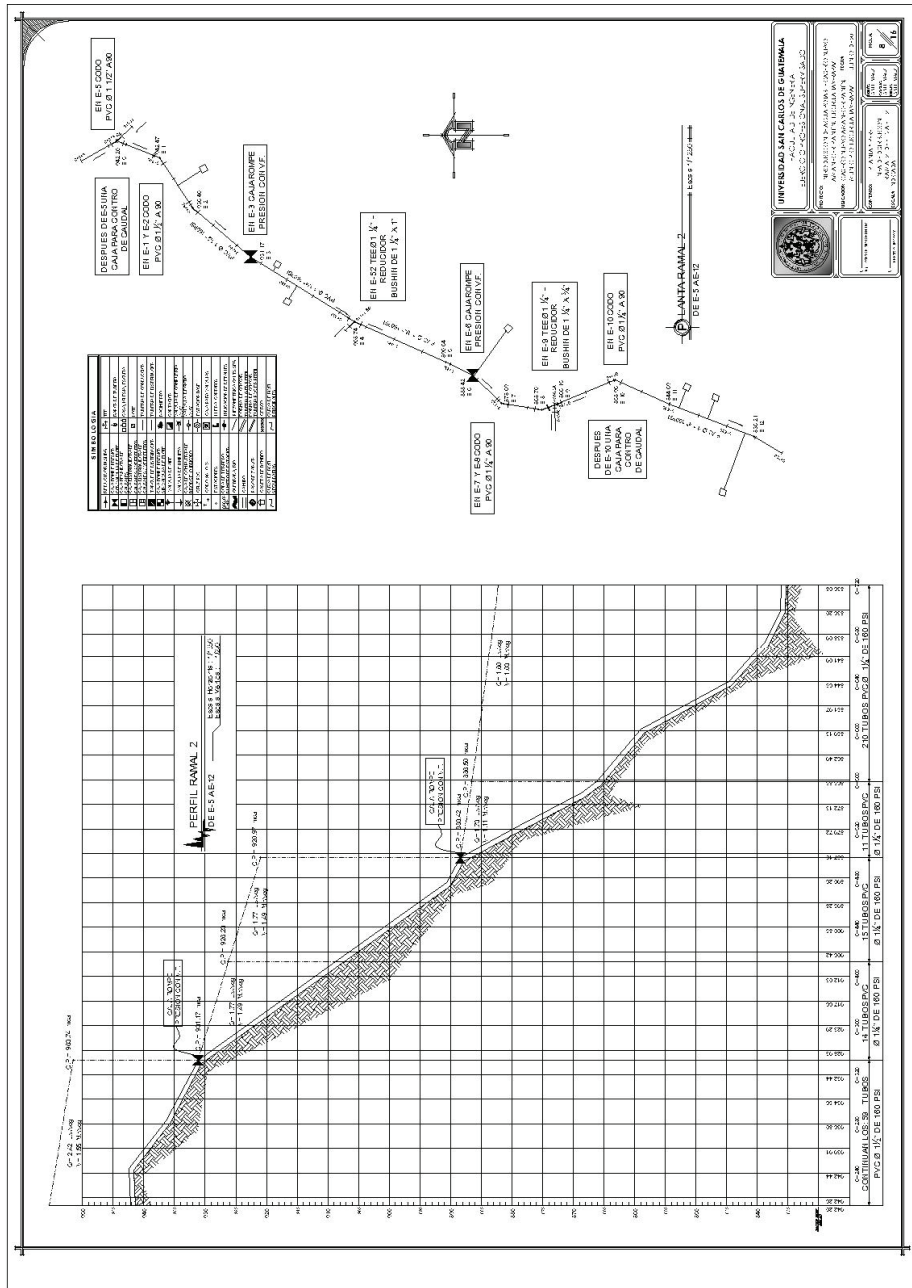
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 7/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín



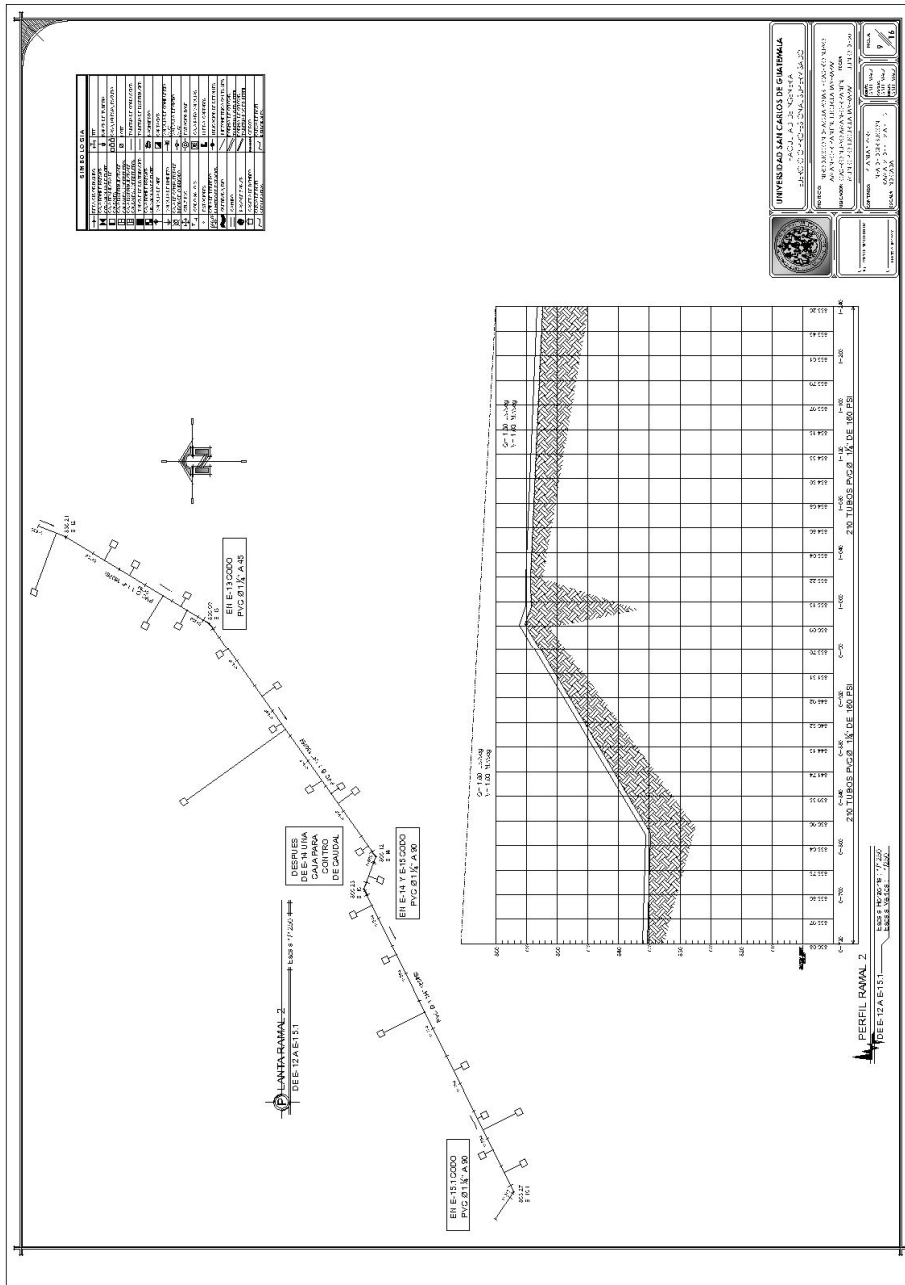
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 8/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



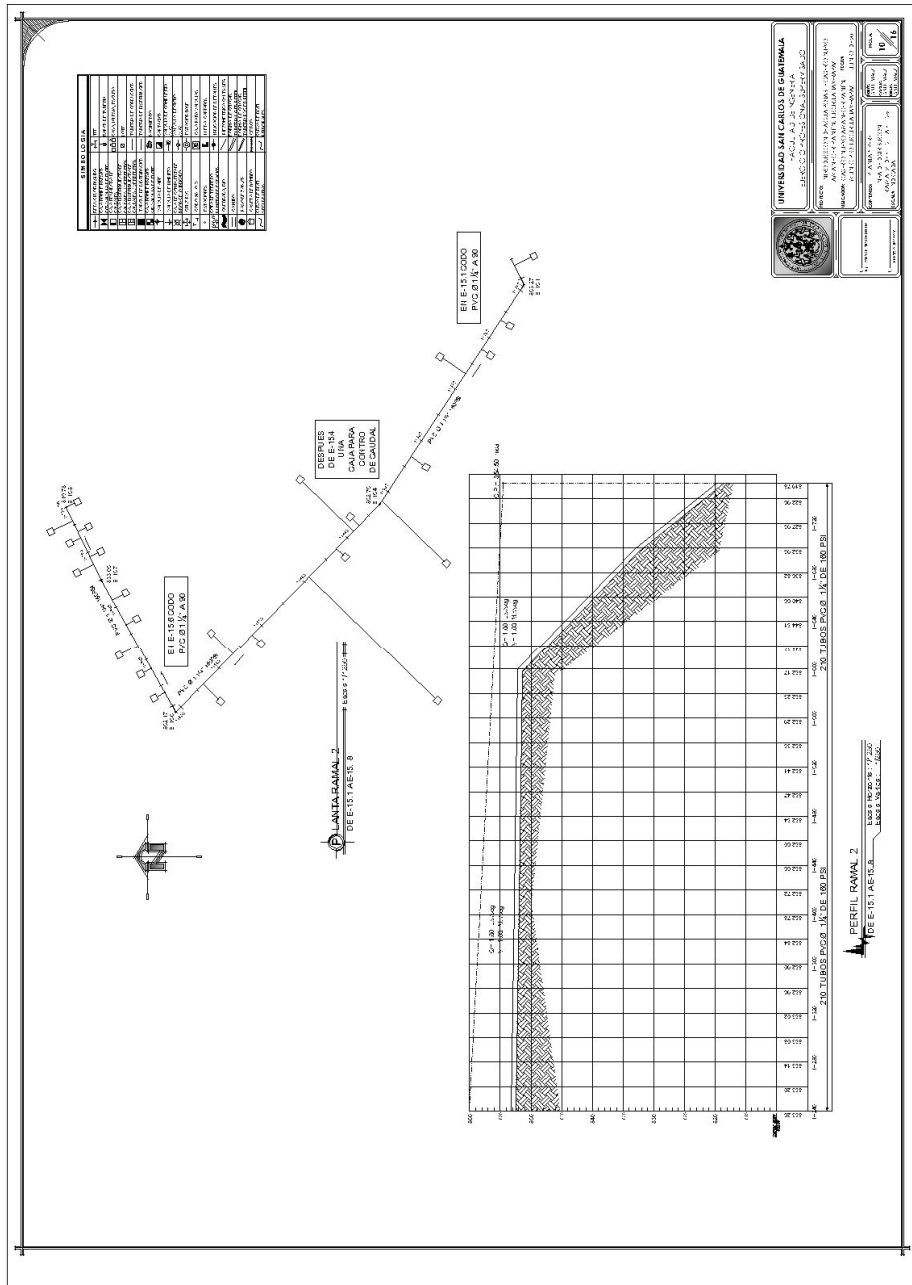
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 9/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



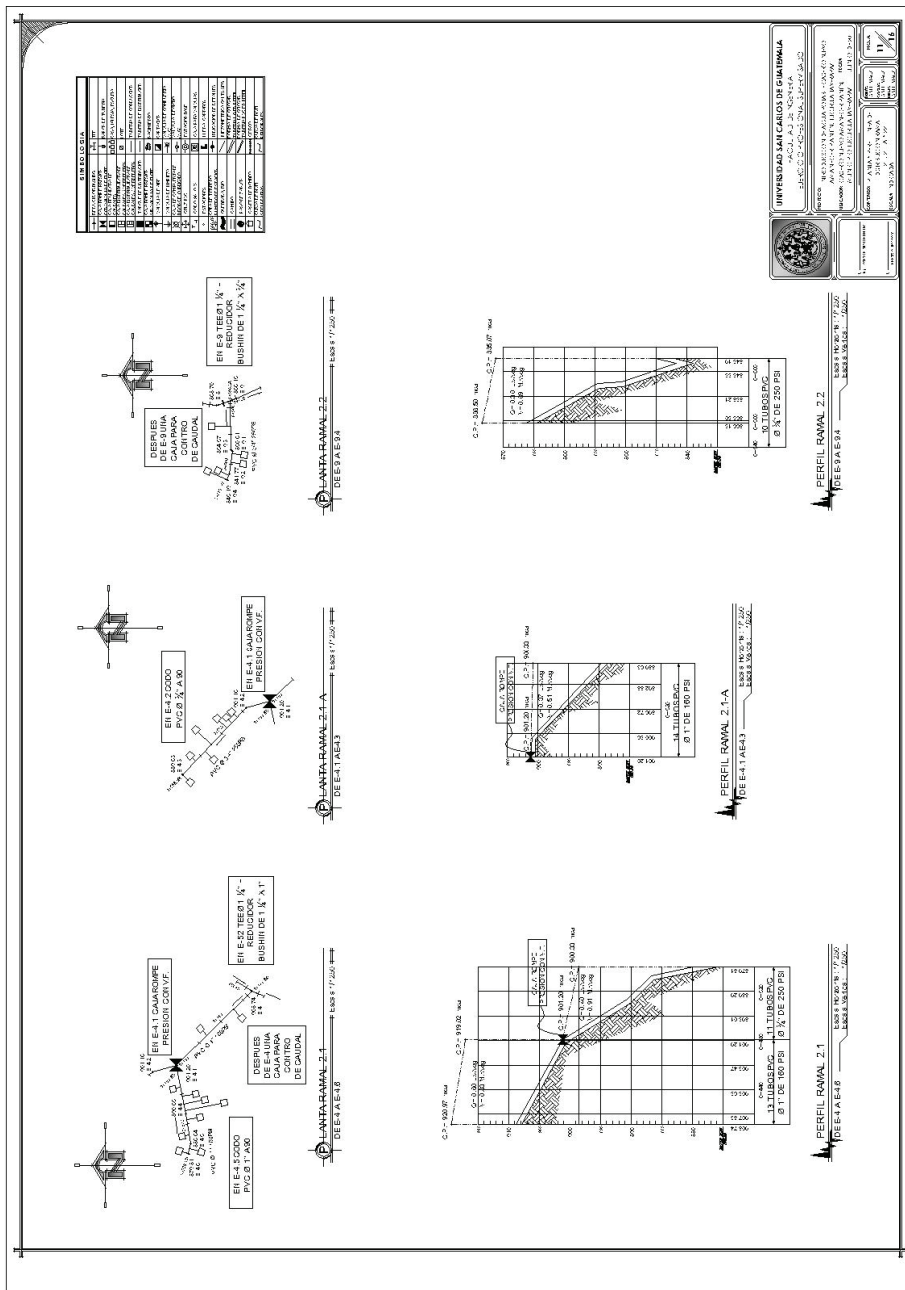
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 10/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



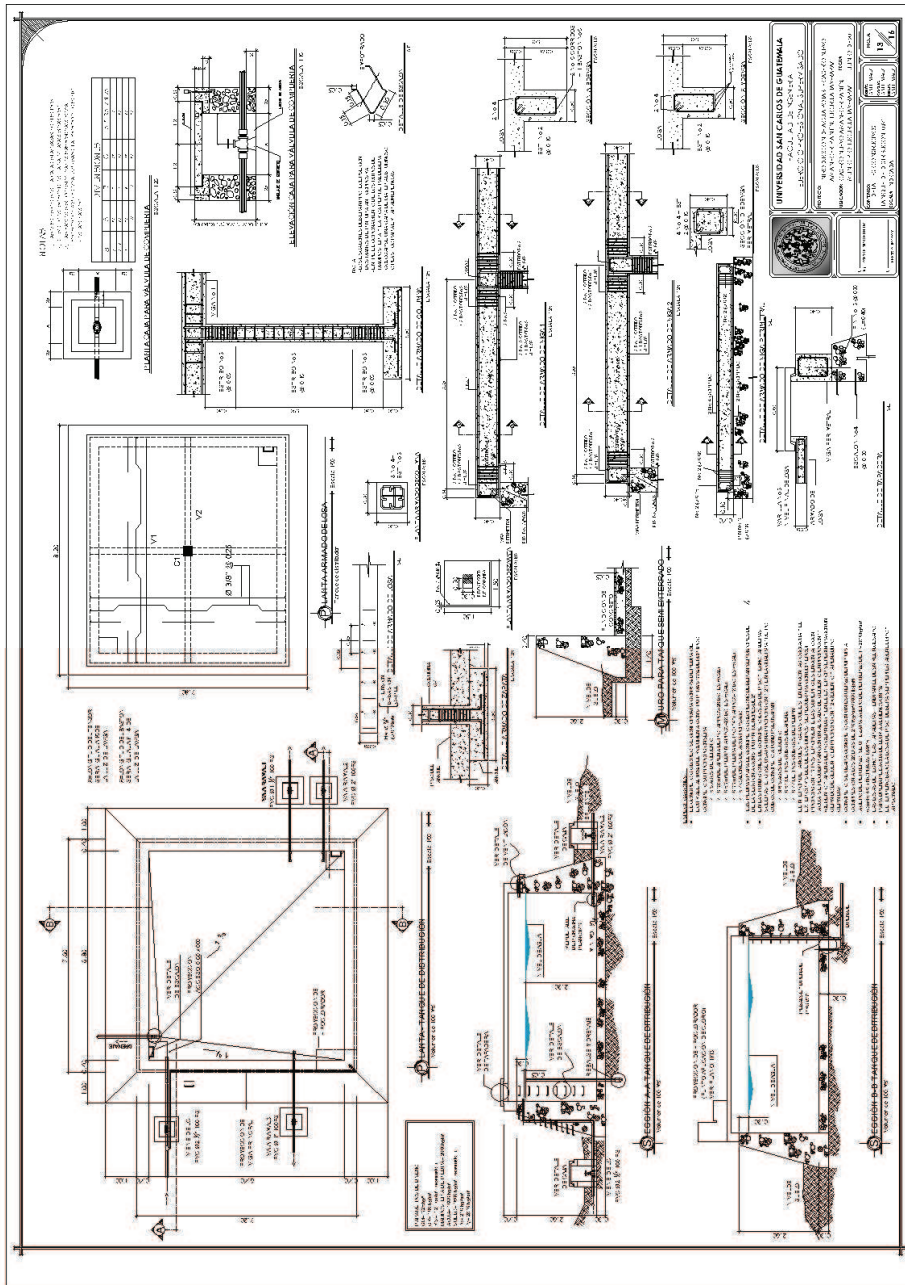
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 11/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín



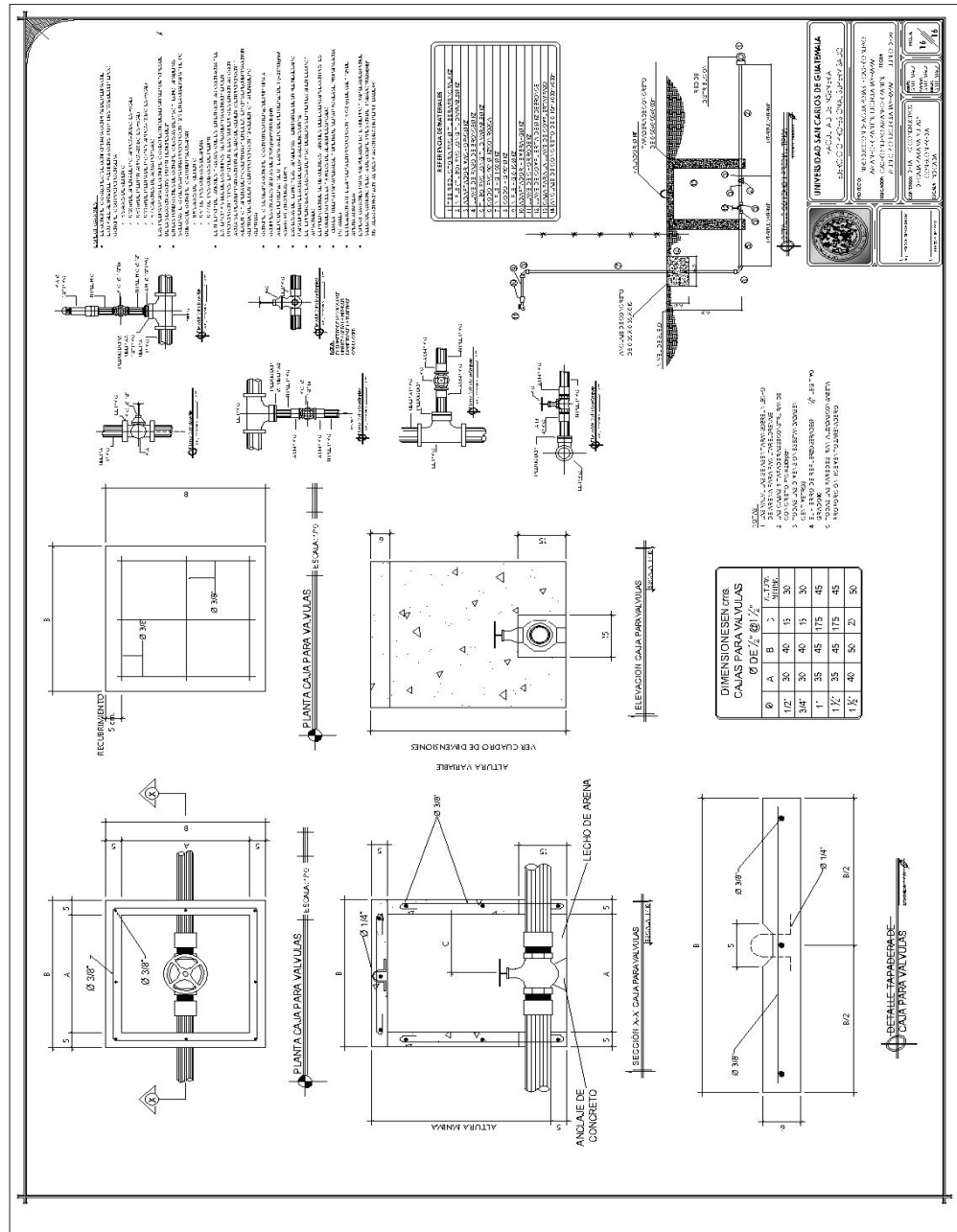
Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. Plano 13/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín



Fuente: elaboración propia.

Apéndice V. **Plano 16/16 sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Nuevo Amanecer Pantín**



Fuente: elaboración propia.

ANEXO

Anexo I. Examen bacteriológico caserío Nueva Concepción



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19771

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 29075		INF. No. A - 311 961
INTERESADO <u>JIMY MACZ NORIEGA</u>	PROYECTO: <u>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO NUEVA CONCEPCION</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>particular</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Caserío Nueva Concepción</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2011-10-04; 16 h00 min.</u>	
FUENTE: <u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2011-10-05; 11 h 20 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Tucurú</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>		
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Clara</u>	CLORO RESIDUAL _____	
OLOR: <u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++--
01,00 cm ³	+++--	+++	++-
0,10 cm ³	+++--	+++	+--
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		170	17

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2011-10-25

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zoraida Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefa Técnica Laboratorio




FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo II. Examen bacteriológico caserío Nuevo Amanecer Pantín



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19769

EXAMEN BACTERIOLOGICO

O.T. No. 29074 **INF. No. A – 311 962**

INTERESADO <u>JIMY MACZ NORIEGA</u> MUESTRA RECOLECTADA POR <u>Interesado</u> LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Caserío Nuevo Amanecer-Pantín</u> FUENTE: <u>Nacimiento</u> MUNICIPIO: <u>Tucurú</u> DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>	PROYECTO: <u>SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVO AMANECEER, PANTIN</u> DEPENDENCIA: <u>particular</u> FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2011-10-04; 17 h00 min.</u> FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2011-10-05; 11 h 20 min.</u> CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>
SABOR: <u>-----</u> ASPECTO: <u>Clara</u> OLOR: <u>Inodora</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN <u>No hay</u> CLORO RESIDUAL <u>-----</u>

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	+++++	+++++	+ + + - -
01,00 cm ³	+++++	+++++	+ - - - -
0,10 cm ³	+ + + - -	+ + +	- - -
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		900	11

TÉCNICA “STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER” DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21ST NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Guatemala, 2011-10-25

Vo.Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zender Michel Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA —USAC—
 Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo: 2418-9115, Planta: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121
 Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo III. Análisis físico químico caserío Nueva Concepción



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19779

O.T. No. 29 075		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 24 591	
INTERESADO: JIMY MACZ NORIEGA		PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO NUEVA CONCEPCIÓN			
RECOLECTADA POR: Interesado		DEPENDENCIA: Particular			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: Caserío Nueva Concepción		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 2011-10-04; 16 h 00 min.			
FUENTE: Nacimiento		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: 2011-10-05; 11 h 20 min.			
MUNICIPIO: Tucurú		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: Con refrigeración			
DEPARTAMENTO: Alta Verapaz					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: Clara	4. OLOR: Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) 21° C			
2. COLOR: 01.00 Unidades	5. SABOR: -----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA 339.00 µmhos/cm			
3. TURBIEDAD: 00.62 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) : 07.68 unidades				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,26	6. CLORUROS (Cl ⁻)	12,00	11. SÓLIDOS TOTALES	206,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,003	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,22	12. SÓLIDOS VOLÁTILES	07,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	03,08	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	10,00	13. SÓLIDOS FIJOS	199,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SÓLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,019	10. DUREZA TOTAL	198,00	15. SÓLIDOS DISUELTOS	180,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	172,00	172,00		
OTRAS DETERMINACIONES _____					
OBSERVACIONES: <u>Desde el punto de la vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.</u>					
<small>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21ST EDITION 2 005. NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.</small>					
<small>Guatemala, 2011-10-25</small>					

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.

Anexo III. Análisis físico químico caserío Nuevo Amanecer Pantín



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



Nº 19768

O.T. No. 29 074		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 24 592	
INTERESADO: JIMY MACZ NORIEGA		PROYECTO: SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO NUEVO AMANECER PANTIN			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>Particular</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Caserío Nuevo Amanecer Pantín</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2011-10-04; 17 h 00 min.</u>			
FUENTE: <u>Nacimiento</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2011-10-05; 11 h 20 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>Tucurú</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Alta Verapaz</u>					
RESULTADOS					
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: <u>21° C</u> <small>(En el momento de recolección)</small>			
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>261,00 µmhos/cm</u>			
3. TURBIEDAD: <u>00,94 UNT</u>	6.potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,67 unidades</u>				
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,20	6. CLORUROS (Cl ⁻)	10,00	11. SOLIDOS TOTALES	157,00
2. NITRITOS (NO ₂)	00,004	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,08	12. SOLIDOS VOLÁTILES	06,00
3. NITRATOS (NO ₃)	00,88	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	05,00	13. SOLIDOS FIJOS	151,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,02	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,010	10. DUREZA TOTAL	152,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	138,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	140,00	140,00		
OTRAS DETERMINACIONES: _____					
OBSERVACIONES: <u>Desde el punto de la vista de la calidad física y química el agua cumple con las normas de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.</u>					
<small>TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21^{ra} EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NCO 4.010.1 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA. Guatemala, 2011-10-25</small>					
Vo.Bo.  Ing. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CI/USAC		 Ing. Zensy Much Cantos Ing. Químico Col. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria			
FACULTAD DE INGENIERIA —USAC— Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12 Teléfono directo: 2418-9115, Plania: 2418-8000 Exts. 86209 y 86221 Fax: 2418-9121 Página web: http://cii.usac.edu.gt					

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería.