



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

Hugo Roberto Salguero Hernández

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, febrero de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA
GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 6 de mayo de 2019.

Hugo Roberto Salguero Hernández



Guatemala, 14 de noviembre de 2019
REF.EPS.DOC.793.11.2019

Ingeniero
Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente.

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.


Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Hugo Roberto Salguero Hernández, Registro Académico 201403506 y CUI 2387 04408 2205** de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.**

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"


Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra
Asesora Supervisora de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MRGS/ra



USAC
TRICENTENARIA
 Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



Guatemala,
 19 de noviembre de 2019

Ingeniero
 Pedro Antonio Aguilar Polanco
 Director Escuela Ingeniería Civil
 Facultad de Ingeniería
 Universidad de San Carlos

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Hugo Roberto Salguero Hernández con CUI 2387044082205 Registro Académico No. 201403506, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria.

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
 Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO
 DE
 HIDRAULICA
USAC

/mrrm.





Guatemala, 25 de noviembre de 2019
REF.EPS.D.429.11.2019

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Director Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Hugo Roberto Salguero Hernández, CUI 2387 04408 2205 y Registro Académico 201403506**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación por parte de la Asesora-Supervisora, como Director apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala
FACULTAD DE INGENIERÍA

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

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Hugo Roberto Salguero Hernández titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, febrero 2020

/mrrm.

Mas de 136 años de Trabajo y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.080.2020

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA**, presentado por el estudiante universitario: **Hugo Roberto Salguero Hernández**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Febrero de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres	Elba Leticia Hernández López y Roberto Alfonso Salguero Menéndez (q.e.p.d.) por darme la virtud de la vida.
Mis hermanas	Esther, Elba y Sara, por la motivación incondicional brindada para mi formación profesional y moral.
Mis sobrinos	Angel y José Salguero, esperando ser su apoyo y un ejemplo digno de emular.
Mi familia	Renato Mendez, y Luz Aminta, por todo el apoyo incondicional recibido.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de formarme y superarme.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme obtener los conocimientos necesarios para desenvolverme en mi vocación.
Mis amigos de la Facultad	Diego Zea, Bryan Valdéz, Katherine Callejas, Allan Paniagua, Marcos Muñoz y Ricardo por hacerse presentes en momentos especiales de mi carrera.
Mis compañeros de EPS	Douglas Castillo y Paolo Pinto, por brindarme el apoyo técnico y conocimientos en el área de la Ingeniería Civil.
Mancomunidad Gran ciudad del Sur	Por permitirme ser parte del equipo de colaboración a la infraestructura municipal.
Municipalidad de San Miguel Petapa	Por poner a mi disposición recursos y conocimientos, específicamente al área de servicios públicos.
Asesor Supervisor	Inga. Mayra García e Ing. Alfredo Arrivillaga, por brindarme sus conocimientos y apoyarme en cada etapa del periodo de EPS.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio.....	1
1.1.1. Ubicación y localización.....	1
1.1.2. Límites y colindancias.....	2
1.1.3. Extensión	3
1.1.4. Población	4
1.1.5. Topografía del lugar.....	5
1.1.6. Aspectos climáticos	5
1.1.7. Actividades económicas	6
1.1.8. Autoridades y servicios públicos.....	7
1.1.9. Servicios existentes	7
1.1.9.1. Educación	8
1.1.9.2. Salud	9
1.1.9.3. Energía eléctrica.....	10
1.1.9.4. Agua potable.....	10
1.1.9.5. Drenajes	11
1.1.9.6. Acceso vial.....	12
1.2. Principales necesidades del municipio	13

1.2.1.	Descripción de las necesidades	13
1.2.2.	Evaluación y priorización de las necesidades	13
1.3.	Vulnerabilidad del proyecto	14
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	17
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable	17
2.1.1.	Descripción del proyecto actual.....	17
2.1.2.	Propuesta de mejoras al sistema actual.....	19
2.1.3.	Localización de fuentes de abastecimiento	19
2.1.4.	Aforo de fuentes	20
2.1.5.	Calidad del agua	21
2.1.5.1.	Análisis físicoquímico	22
2.1.5.2.	Análisis bacteriológico	24
2.1.6.	Levantamiento topográfico	25
2.1.6.1.	Planimetría	25
2.1.6.2.	Altimetría	25
2.1.7.	Criterios de diseño	26
2.1.7.1.	Periodo de diseño	26
2.1.7.2.	Tasa de crecimiento poblacional	27
2.1.7.3.	Estimación de la población de diseño ..	28
2.1.7.4.	Dotación	29
2.1.7.5.	Consumo público, comercial e industrial	30
2.1.8.	Determinación de caudales	31
2.1.8.1.	Caudal medio diario	32
2.1.8.2.	Caudal máximo diario.....	34
2.1.8.3.	Caudal máximo horario	35
2.1.9.	Parámetros de diseño	37
2.1.10.	Diseño de los componentes del sistema	37

2.1.10.1.	Línea de conducción.....	38
2.1.10.1.1.	Diseño de la línea de conducción	41
2.1.10.2.	Tanque de almacenamiento	51
2.1.10.3.	Red de distribución	85
2.1.10.3.1.	Diseño de red de distribución	88
2.1.10.4.	Obras hidráulicas.....	91
2.1.11.	Desinfección	93
2.1.12.	Elaboración de planos	97
2.1.13.	Costo de operación y mantenimiento	97
2.1.13.1.	Gastos de Operación (O).....	97
2.1.13.2.	Gastos de Mantenimiento (M).....	98
2.1.13.3.	Gastos de Desinfección (D).....	98
2.1.13.4.	Gastos de Administración (A)	98
2.1.13.5.	Gastos de Reserva (R)	98
2.1.14.	Propuesta de tarifa	99
2.1.15.	Presupuesto.....	100
2.1.16.	Evaluación económica-financiera	100
2.1.16.1.	Valor presente neto	100
2.1.17.	Cronograma.....	102
2.1.18.	Especificaciones técnicas	103
2.1.19.	Evaluación de impacto ambiental inicial	111
2.1.19.1.	Presentación de la evaluación ambiental inicial	113
CONCLUSIONES		125
RECOMENDACIONES.....		127
BIBLIOGRAFÍA.....		129

APÉNDICES..... 131
ANEXOS..... 135

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa de la República de Guatemala, departamento de Guatemala y municipio de San miguel Petapa	2
2.	Casco urbano San Miguel Petapa y colindancias	3
3.	Crecimiento poblacional 2002-2025, San Miguel Petapa.....	4
4.	Comportamiento climático de San Miguel Petapa.....	6
5.	Esquema de la losa del tanque de almacenamiento	56
6.	Diagrama de momentos de la losa del tanque de almacenamiento	63
7.	Diagrama de momentos finales de la losa del tanque de almacenamiento	67
8.	Sección de viga intermedia de tanque de almacenamiento	72
9.	Diagrama de áreas tributarias sobre viga crítica	73
10.	Diagramas de cortes y momentos en viga crítica.....	75
11.	Sección del muro del tanque de almacenamiento.....	81

TABLAS

I.	Características generales de la población año 2002, municipio de San Miguel Petapa.....	5
II.	Servicios públicos.....	7
III.	Principales cifras en educación año 2018, San Miguel Petapa.....	8
IV.	Ubicación de establecimientos abiertos al 2 de diciembre del 2009, San Miguel Petapa.....	9
V.	Hogares por tipo de alumbrado, San Miguel Petapa.....	10

VI.	Situación habitacional del hogar año 2002 San Miguel Petapa	11
VII.	Hogares por tipo de servicio sanitario, San Miguel Petapa.....	12
VIII.	Características físicas del agua	23
IX.	Características químicas del agua	23
X.	Cálculo de población futura	29
XI.	Dotaciones.....	30
XII.	Consumo comercial e industrial.....	31
XIII.	Cálculo de caudal medio diario	32
XIV.	Cálculo de caudal máximo diario	35
XV.	Cálculo de caudal máximo horario.....	36
XVI.	Costo de tubería mensual por bombeo.....	44
XVII.	Costo por bombeo mensual.....	45
XVIII.	Costo total de tubería económica	45
XIX.	Funcionamiento de las losas	57
XX.	Coeficientes de momentos positivos para carga viva	60
XXI.	Coeficientes de momentos positivos para carga muerta	60
XXII.	Coeficientes de momentos negativos para carga total	60
XXIII.	Cálculo de momentos negativos y positivos en losa.....	63
XXIV.	Cálculo de momentos positivos y negativos finales balanceados.....	67
XXV.	Áreas de acero y espaciamientos para momentos actuantes.....	70
XXVI.	Datos de muro	83
XXVII.	Gastos de operación y mantenimiento.....	99
XXVIII.	Cronograma de ejecución del proyecto	102
XXIX.	Evaluación ambiental inicial.....	113

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As máx	Área de acero máxima
As mín	Área de acero mínima
GPM	Caudal en galones por minuto
L/s	Caudal en litros sobre segundo
QMD	Caudal máximo diario
QMH	Caudal máximo horario
Qmd	Caudal medio diario
PVC	Cloruro de polivinilo
C	Coefficiente de rugosidad de tubería
Kg	Kilogramo
m	Metro
mca	Metros columna de agua

GLOSARIO

Aforo	Determinación del caudal de la fuente. Debe medirse en verano.
Agua potable	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos del ser humano.
Caudal	Volumen de fluido por unidad de tiempo.
Conexión domiciliar	Conjunto de accesorios y tuberías destinados a llevar el servicio de agua potable de la red de distribución hacia cada una de las viviendas.
Consumo	Cantidad de agua que es utilizada. Depende de varios factores propios de la localidad y es diferente para cada comunidad.
Demanda	Cantidad de agua asignada al usuario.
Dotación	Es la cantidad de agua que se le asigna a una persona por día.
Fuente	Lugar del cual se extrae el agua para abastecer a la comunidad.

Límite máximo aceptable

Es el valor de concentración de cualquier característica de calidad de agua, arriba de la cual el agua pasa a ser rechazable por los consumidores desde el punto de vista sensorial, pero sin implicar un daño a la salud del consumidor.

Límite máximo permisible

Es el valor de concentración de cualquier característica de calidad del agua, arriba de la cual, el agua no es adecuada para el consumo humano.

RESUMEN

El presente informe de graduación consiste en el desarrollo del proyecto “Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para Gerona, Zona 8, San Miguel Petapa, Guatemala”.

San Miguel Petapa es uno de los municipios con mayor densidad poblacional, esta elevada concentración de personas requiere contar con servicios básicos para la población, actualmente la comunidad de Gerona cuenta con un servicio ineficiente de agua potable, la dotación que recibe la población es insuficiente para realizar las tareas diarias y vitales, ciertos sectores del lugar son abastecidos por medio de camiones cisterna, esto implica gastos extra para la municipalidad. El sistema actual presenta desperfectos que obligan a realizar reparaciones constantes en las tuberías, por lo tanto, se ha considerado realizar un nuevo diseño que cubra las necesidades de la población.

El presente diseño está basado en parámetros y normas para sistemas de abastecimiento de agua potable de la República de Guatemala. El diseño se realizó para cumplir con factores tales como: dotación, periodo de diseño, tasa de crecimiento poblacional, calidad del agua, presiones y velocidades (máximas y mínimas) y desinfección del agua.

El sistema consta de tres ramales abiertos, dos de ellos son abastecidos por un tanque semi enterrado, que abastece por medio de gravedad, dicho tanque es alimentado por una línea de conducción. El ramal restante es abastecido por un tanque elevado, funcionando de igual forma por gravedad. El

proyecto beneficiará a aproximadamente 1 504 casas y está proyectado para llegar a cubrir la demanda de más de 15 mil personas.

OBJETIVOS

General

Diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable que cubra la necesidad básica que demanda la población de Gerona, zona 8 de San Miguel Petapa.

Específicos

1. Aumentar la calidad de vida de los habitantes del sector de Gerona, zona 8 de San Miguel Petapa.
2. Aplicar conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil, beneficiando así a los habitantes de la comunidad.
3. Contribuir al fomento del cuidado y correcta distribución del agua potable, generando una cultura de protección a los recursos naturales.
4. Disminuir la propagación de enfermedades gastrointestinales causadas por contaminación del agua de consumo en la población, por uso de fuentes inadecuadas.

INTRODUCCIÓN

Para mejorar la calidad de vida de las personas de una comunidad, es necesario contar con servicios vitales como es el agua potable, en cantidad y calidad suficientes para que esta sea apta para el consumo humano. El agua es uno de los medios de transmisión de enfermedades más efectivo, y para ser llevada hasta los hogares debe cumplir con requerimientos de calidad y distribución.

El presente trabajo de graduación se enfoca en actividades realizadas sobre investigación y estudio de la comunidad de Gerona, cálculos necesarios para el diseño del proyecto de abastecimiento de agua potable para la comunidad, donde se detectó la carencia de un correcto sistema de distribución del vital líquido, buscando mejorar el servicio prestado por la municipalidad.

La zona 8 de San Miguel Petapa por su topografía se divide en Gerona parte alta y Gerona parte baja, cuenta con aproximadamente 1 504 predios, entre los cuales la mayor parte son viviendas y una parte se dedica a la industria, se determinó una densidad de vivienda de 6 personas, y se estima una población actual de 9 024 personas que, proyectada al periodo de diseño de 22 años, este nuevo sistema estaría beneficiando a aproximadamente 15 536 habitantes.

Las fuentes de abastecimiento consideradas son 2 pozos mecánicos, uno de los cuales abastece por medio de una línea de conducción a la propuesta de un nuevo tanque semi enterrado, que abastecería Gerona parte baja para dos de los ramales, y el ramal restante es Gerona parte alta, este cuenta con pozo

mecánico y tanque metálico elevado, por lo cual el sistema completo estaría funcionando por gravedad. Se presentan las conclusiones, recomendaciones, planos y presupuestos correspondientes para el diseño lo que permite y facilita la ejecución de este.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio

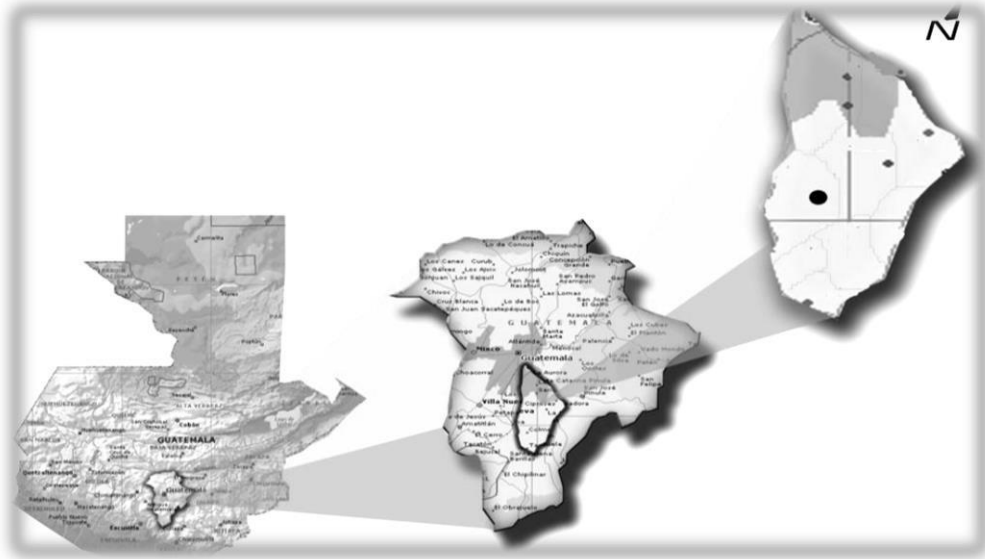
La monografía del lugar en estudio no es más que, una reseña en cuanto a la ubicación, localización, colindancias, idioma, población, entre otras.

Esta información es importante obtenerla debido a que con la misma se pueden hacer estudios topográficos, estudios hídricos y con esto predecir un crecimiento poblacional de la misma manera como un diseño de alcantarillado, así como pluvial y que el mismo cumpla con su tiempo de vida o tiempo diseño, que, por lo general, es de 20 a 30 años.

1.1.1. Ubicación y localización

Situado al sur del departamento de Guatemala, en la región Metropolitana o región I, se encuentra el municipio de San Miguel Petapa. A una distancia de 20 kilómetros de la cabecera departamental de Guatemala. Se localiza en la latitud $14^{\circ} 30' 06''$ y en una longitud $90^{\circ} 33' 37''$ y se encuentra a una altura de 1 285 metros sobre el nivel del mar.

Figura 1. **Mapa de la República de Guatemala, departamento de Guatemala y municipio de San miguel Petapa**

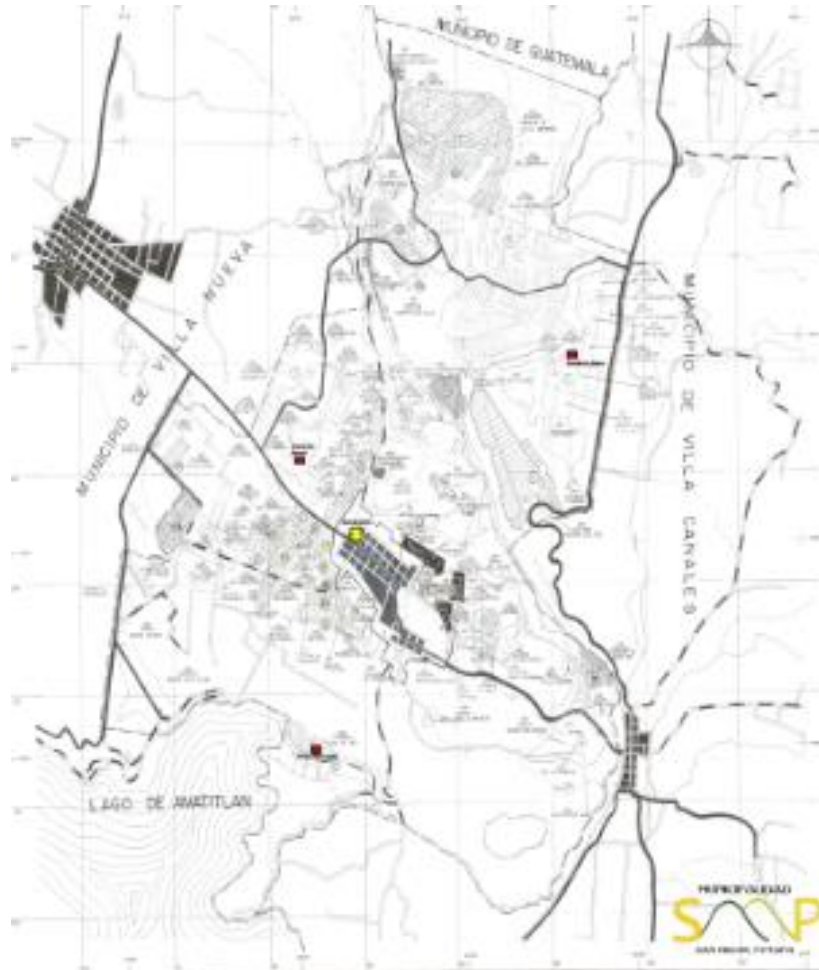


Fuente: Municipalidad de San Miguel Petapa. Plan de Desarrollo 2011-2025. p.10.

1.1.2. Límites y colindancias

Limita al norte con el municipio de Villa Nueva; al sur con el lago de Amatitlán; al este con el municipio de Villa Canales y al oeste con el municipio de Villa Nueva.

Figura 2. **Casco urbano San Miguel Petapa y colindancias**



Fuente: Municipalidad San Miguel Petapa.

1.1.3. **Extensión**

Cuenta con una extensión territorial de 24,64 kilómetros cuadrados. En el municipio se reconocen oficialmente un total de 69 lugares poblados, El municipio de Petapa está dividido por 1 pueblo, 1 aldea y 2 caseríos. En su territorio se encuentra el cerro gordo, 5 ríos, 2 quebradas y el lago de Amatitlán.

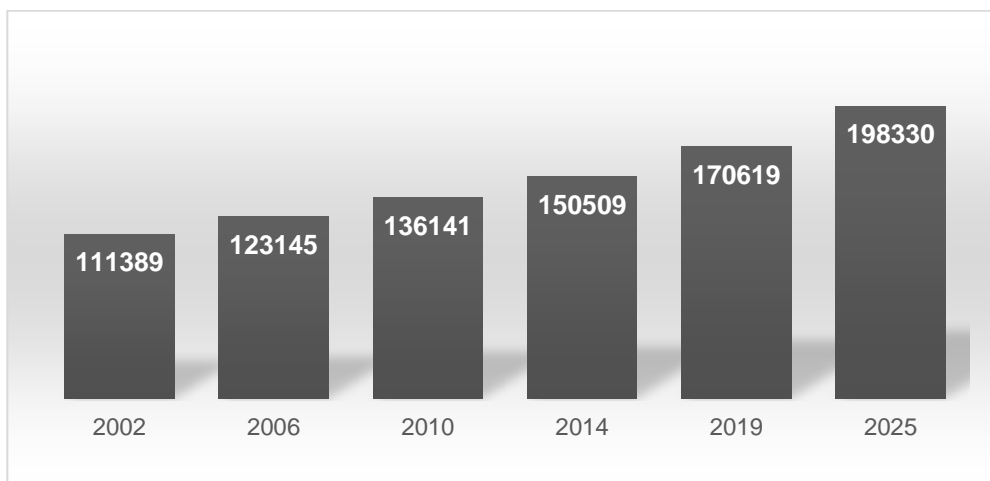
la cabecera con categoría de pueblo, Petapa, tiene los caseríos: El Frutal y los Álamos. La aldea es Santa Inés Petapa.

1.1.4. Población

Según el censo realizado por el INE en el 2002 la población era de 111 389 habitantes en donde el 6,9 % en área rural, y un 93,1 % en el área urbana. El municipio cuenta con una tasa de crecimiento poblacional de 2,5 %.

La densidad poblacional corresponde a 2 578 habitantes por kilómetro cuadrado para el año 2002, todo el municipio es poblado, pero la mayor concentración se encuentra en la cabecera municipal y en Villa Hermosa. En el municipio no existe diversidad de etnias, debido a que es mayoritariamente urbano, solo existe un 6,3 % de la población indígena, la mayor parte Kaqchikel.

Figura 3. **Crecimiento poblacional 2002-2025, San Miguel Petapa**



Fuente: INE. *Censo de población 2002. Proyección poblacional 2002-2025.*

Tabla I. **Características generales de la población año 2002, municipio de San Miguel Petapa**

Población total	Sexo		Área		
	Hombres	Mujeres	Urbana	Rural	
101 242	49 139	52 103	94 228	70 14	
Grupos de edad (en años cumplidos)					
De 0 a 6	De 7 a 14	De 15 a 17	De 18 a 59	De 60 a 64	De 65 y más
18 388	19 335	5 906	53 133	1 453	3 027

Fuente: INE, Censo 2002.



1.1.5. Topografía del lugar

El municipio tiene un relieve predominantemente plano en un 75 %, con el resto del área formada por cerros y serranías.

1.1.6. Aspectos climáticos

Su clima es templado. Se acentúan durante el año las estaciones seca o verano, con sofocantes calores y la lluviosa o invierno, lluvias copiosas durante los meses de mayo y a octubre. La temperatura promedio es de 20 °C, y una humedad del 50 %. La precipitación pluvial media es de 1 000 mm/año.

Figura 4. **Comportamiento climático de San Miguel Petapa**

 Parámetros climáticos promedio de San Miguel Petapa 													
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	26.1	27.0	28.4	28.6	28.3	26.6	26.8	26.8	26.1	26.1	25.6	25.7	26.8
Temp. media (°C)	20.2	20.7	21.9	22.6	22.7	21.9	22.0	21.8	21.5	21.3	20.4	20.1	21.4
Temp. mín. media (°C)	14.3	14.5	15.5	16.7	17.2	17.3	17.2	16.9	16.9	16.5	15.3	14.5	16.1
Precipitación total (mm)	1	2	3	24	120	248	214	182	229	126	16	4	1169

Fuente: Climate-Data.org. <https://es.climate-data.org/america-del-norte/guatemala/guatemala/san-miguel-petapa-53888/>. Consulta: 15 de marzo de 2019.

1.1.7. **Actividades económicas**

Su producción agropecuaria incluye maíz, frijol, frutas, caña de azúcar, tabaco, repollo, tomate, cebolla, pepino, berro, papa melón, güisquil y sandía. El área destinada para la agricultura está ubicada al sur del municipio ya que la mayoría del municipio está poblada por urbanizaciones tanto al norte como en el centro del territorio. Los cañales, cafetales y hortalizas son los principales cultivos.

Entre las actividades industriales que se desarrollan en el municipio de San Miguel Petapa son: maquilas, carpintería, calzado de talabartería, pinturas, alimentos envasados, productos de consumo y limpieza, textiles y bodegas de transporte pesado.

1.1.8. Autoridades y servicios públicos

El municipio cuenta con un gobierno municipal, se encuentra regulado por diversas leyes de la República, que establecen su forma de organización, lo relativo a la conformación de sus órganos administrativos y los tributos destinados para los mismos. Aunque se trata de entidades autónomas, se encuentran sujetos a la legislación nacional.

Servicios públicos son todos aquellos servicios destinados al uso de los habitantes del municipio, suministrados por el Estado de Guatemala.

Tabla II. **Servicios públicos**

Descripción	Cantidad
Escuela Primaria	32
Instituto de Básicos	4
Estación de Bomberos	4
Centro de Salud	2
Estación de policía	5

Fuente: elaboración propia.

1.1.9. Servicios existentes

El municipio de San Miguel Petapa por contar con una comunidad bastante amplia cuenta con los siguientes servicios en la mayoría de sus aldeas, colonias, entre otros.

1.1.9.1. Educación

De acuerdo a los estudios y datos recabados en la tabla III se detallan las cifras en educación del año 2018.

Tabla III. **Principales cifras en educación año 2018, San Miguel Petapa**

Todos los inscritos	34 719
Inscritos en edad	28 963
Atención docente	2 976
Establecimientos	333
Población total INE	208 122
Población en edad escolar INE	56 506

Fuente: Anuario estadístico de la educación MINEDUC 2018.

Según el estudio realizado de establecimientos abiertos al 2 de diciembre del 2009 y con Código en el ministerio de educación. Existen 32 establecimientos abiertos, ubicados en los siguientes centros poblados del municipio.

Actualmente el municipio cuenta con 2 centros de educación superior ubicados en el casco urbano que permiten el acceso a distintas licenciaturas mayormente de ciencias sociales.

Tabla IV. **Ubicación de establecimientos abiertos al 2 de diciembre del 2009, San Miguel Petapa**

Ubicación	Número de establecimientos
San Antonio	5
Casco Central	6
Granjas Gerona	2
Aguilar Hernández	1
Villa Hermosa	13
Aldea Santa Inés	2
Caserío Playa de Oro	1
Colonia Las Margaritas	2

Fuente: Plan de Desarrollo Municipal. San Miguel Petapa.

1.1.9.2. Salud

Existe únicamente un centro de salud ubicado en la cabecera municipal, y un puesto de salud en Villa Hermosa, esto denota que no existe cobertura, haciendo una proporción entre la densidad poblacional y centros de salud, debería existir un centro de salud por cada 10 000 habitantes, tomando en cuenta que en el municipio, para el año 2002 existen 111 389 habitantes, por lo tanto deberían haber como mínimo 8 centros de salud, según estos mismos datos en cuanto a puestos de salud deberían haber uno por cada 2 000 habitantes, como se mencionó anteriormente solo existe uno en Villa Hermosa, cabe mencionar que solo en esta área existen 27 328 habitantes según Censo 2002, por lo tanto deberían de existir 13 puestos para lograr una mejor cobertura de salud.

1.1.9.3. Energía eléctrica

La energía eléctrica es un recurso que está presente en la mayoría de los hogares que cuentan con la capacidad monetaria de adquirir el servicio, siendo este uno de los indispensables en los hogares de las familias de San Miguel Petapa, se muestran datos acordes a censo del 2002.

Tabla V. **Hogares por tipo de alumbrado, San Miguel Petapa**

Total hogares	Hogares por tipo de alumbrado que disponen				
	Eléctrico	Panel solar	Gas corriente	Candela	Otro tipo
22 760	22 179	98	36	432	15

Fuente: INE, Censo 2002. Situación habitacional del hogar.

1.1.9.4. Agua potable

Un total de 19 018 viviendas hacen uso del servicio de agua suministrada con chorro de uso exclusivo y equivale al 83,56 %. La utilización de chorro suministrado para varios hogares lo constituye un total de 1 319 hogares y equivale al 5,80 %. Mientras la utilización de chorro público fuera del local tiene un total de 538 hogares equivalente al 2,64 %.

El uso de agua abastecida mediante pozo se utiliza en 345 hogares y equivale al 1,52 %, con camión o tonel 284 hogares registrados equivalente a un 1,25 %, por medio de río, lago o manantial 395 y equivale a un 1,74 %. De otro tipo 831 viviendas equivalente a un 3,65 %. De lo anterior se deduce que un 100% de la población recibe servicio de agua de cualquier medio de suministración, pero no necesariamente es un servicio de calidad, resultado de

esto son las cifras en la morbilidad del municipio, porque el mayor porcentaje corresponde a problemas en el aparato digestivo.

En cuanto a infraestructura con que cuenta el municipio correspondiente a la prestación del servicio de agua potable, existen 30 pozos, la mayoría de estos son mecánicos, 26 de los pozos cuentan con tanques de almacenamiento y distribución, elevados y tipo cisterna superficial o semi enterrados con su sistema de tratamiento por medio de clorado.

Tabla VI. **Situación habitacional del hogar año 2002 San Miguel Petapa**

Total Hogares	Hogares por tipo de servicio de agua							Promedio de cuartos por hogar	Promedio de personas por dormitorio
	Chorro			Pozo	Camión o tonel	Río, lago o manantial	Otro tipo		
	De uso exclusivo	Para varios hogares	Público (fuera del						
22 760	19 018	1 319	538	375	284	395	831	2,98	2,15

Fuente: INE, Censo 2002.

1.1.9.5. Drenajes

Existen 21 902 hogares que cuentan con servicio sanitario de un total de 22 760 hogares que existen en el municipio, y constituye un 96,23%. Se registran un total de 20 398 que hacen uso exclusivo para un mismo hogar y se divide en las siguientes formas:

En cuanto al servicio sanitario un total de 12 295 hogares cuentan con inodoro conectado a red de drenaje y equivale a un 56,13 % del total, y los inodoros conectados a fosas sépticas son 4 498 hogares equivalente a un 22,82 %, con excusado lavable existen 1 218 y corresponde a un 5,56 %, letrina o pozo ciego 1 887 equivalente a un 8,62 %. Mientras los servicios sanitarios

que son compartidos por varios hogares son 1 504; de los cuales 620 están conectados a red de drenajes equivalente a un 2,83 %, 510 conectados a fosa séptica equivalente a un 2,33 % y 41 con excusado lavable que equivale a un 0,20 %.

Con lo anterior se deduce que casi el 50 % no cuenta con una red de drenajes, por lo tanto, la contaminación aumenta al no tener un adecuado manejo de las aguas residuales.

Tabla VII. Hogares por tipo de servicio sanitario, San Miguel Petapa

Total hogares	Total hogares que disponen de servicio sanitario	De uso exclusivo para el hogar					Compartido entre varios hogares				Total hogares que no disponen de servicio sanitario	
		Total	Inodoro conectado a		Excusado lavable	Letrina o pozo ciego	Total	Inodoro conectado a		Excusado lavable		Letrina o pozo ciego
			Red de drenaje	Fosa séptica				Red de drenaje	Fosa séptica			
22,760	21,902	20,398	12,295	4,998	1,218	1,887	1,504	620	510	41	333	858

Fuente INE. Censo 2002 Situación habitacional del hogar.

1.1.9.6. Acceso vial

El municipio cuenta con 5 vías de acceso las cuales son: la Calle Real Petapa, Jurisdicción de Villa Nueva, Villa Lobos, Jurisdicción de Villa Nueva, Carretera a Villa Canales, Jurisdicción de Villa Canales, nuevo ingreso VAS Jurisdicción de Villa Nueva, que conecta al municipio de San Miguel Petapa con la carretera CA-9 y nuevo ingreso VAS que conecta a San Miguel Petapa con avenida Atanasio Tzul, zona 12 de la ciudad, tramo actualmente en construcción, por último acceso por la carretera interdepartamental 2-S, parte del Obelisco, hasta llegar al municipio de Villa Canales y de este hacia San Miguel Petapa.

1.2. Principales necesidades del municipio

Las necesidades han sido identificadas por caseríos, aldeas, colonias y a la vez se han priorizado en aquellas comunidades índices de necesidades más altos.

1.2.1. Descripción de las necesidades

Entre las necesidades más vitales para el municipio se pueden mencionar las de un adecuado abastecimiento de agua potable y evacuación de aguas servidas, así como aguas pluviales las cuales provocan inundaciones y arrastre de desechos sólidos por aguas llovedizas.

1.2.2. Evaluación y priorización de las necesidades

Muchos de los proyectos de infraestructura básica del municipio han cumplido con su periodo de vida útil, y muchos sectores presentan problemas, mayormente de abastecimiento de agua, la población crece a un ritmo mayor que años atrás, esto ha causado que los pozos con que se cuenta no se den abasto para suplir la necesidad del vital líquido. Siendo el agua potable un derecho indispensable en la población, es esta la que cuenta con mayor prioridad en cualquier época del año porque sin ella la calidad de vida de los pobladores disminuye significativamente y no sería posible el correcto funcionamiento de sistemas de alcantarillado sanitario que es el segundo en prioridad.

Debido a la localización geográfica del municipio, este recibe grandes cantidades de agua de los municipios vecinos, provocando inundaciones y el colapso de los sistemas existentes de alcantarillado pluvial, aunado a que en

muchos sectores las calles no cuentan con un sistema de alcantarillado, el aumento de la pavimentación de calles no permite la infiltración lo que se suma a la falta de sistemas de desagüe de aguas llovedizas.

La mayor parte de urbanizaciones y nuevas colonias del municipio fueron diseñadas para deshacerse de sus aguas servidas por medio de fosas sépticas, las cuales al no recibir un correcto mantenimiento y como la población ha crecido, dichas fosas ya no son capaces de satisfacer la necesidad de los habitantes, y se hace necesaria la implementación de nuevos proyectos de sistemas de alcantarillado sanitario, con un correcto tratamiento de estas aguas para no seguir contaminando los mantos acuíferos, ríos y lago de Amatitlán que es el más afectado por la carencia de plantas de tratamiento.

San Miguel Petapa es uno de los municipios con mayor densidad habitacional, por lo cual es necesario contar con mayor cantidad de servicios básicos para la comunidad, como lo son los centros de salud y de atención hospitalaria, porque solo se cuenta con 2 centros de salud para la enorme cantidad de población existente.

1.3. Vulnerabilidad del proyecto

De los principales riesgos de mal funcionamiento que tiene el proyecto en un futuro, es la falta de mantenimiento preventivo por parte de los entes municipales encargados de mantener en buen estado la infraestructura que abastece el agua en el municipio, principalmente en la parte baja de Gerona, porque actualmente la tubería presenta taponamientos causados por acumulación de minerales que presenta el agua que suministra el pozo Gerona, reduciendo el diámetro efectivo para el correcto flujo del agua. Debiendo capacitar a fontaneros y encargados de válvulas y sistemas de bombeo,

incluyendo en dicho mantenimiento las redes de tuberías, válvulas, bombas, tanques, sistemas de cloración y pozos.

La contaminación de mantos acuíferos que implica el no contar con plantas de tratamiento para la evacuación de aguas servidas es otro de los factores a considerar en un futuro para el correcto funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, porque se ha observado que pozos perforados en cercanías de ríos que son usados para evacuar drenajes, el agua que es extraída contiene contaminantes que no permiten el consumo humano.

La realización de estudios hidrogeológicos de los pozos existentes es vital para el correcto funcionamiento de los mismos, ya que la sobre explotación agota el agua disponible y no permite su recuperación, lo que deja sin agua para bombear a las comunidades. Es por esto que tener un control de los niveles en los pozos es tan importante en los sistemas de abastecimiento por medio de pozos.

Un factor más a considerar como riesgo potencial al proyecto es el crecimiento poblacional, porque este fue diseñado para funcionar en estado óptimo para un periodo de vida útil de 20 años, considerando el crecimiento del municipio y fenómenos como invasiones, estos son factores para considerar en la distribución de la red de agua.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable

Un diseño de abastecimiento de agua potable es la captación, conducción, distribución y elaboración de redes cerradas de tuberías, las cuales llevarán agua desde un nacimiento, pozo o tanque elevado a una planta que tratará dicha agua para luego distribuirla hacia todas las casas que comprenda el proyecto.

2.1.1. Descripción del proyecto actual

El sistema de abastecimiento con que cuenta la comunidad de Gerona actualmente tiene un funcionamiento muy ineficiente, brindando el servicio durante cortos periodos de tiempo y racionando por sectores el flujo para que sea posible el suministro para la mayor parte de la población. El sistema actual consiste en un pozo situado a pocos metros del tanque cisterna superficial que este abastece, luego por rebombeo se suministra a la red de distribución, la cual presenta problemas de taponamientos debido a reducción de diámetros, causados por acumulación de minerales y falta de mantenimiento.

Debido a la composición mineralógica del acuífero del lugar, la tubería actual sufre muchas averías y está sometida a constantes reparaciones, reemplazos y limpieza, ya que presenta acumulación de sarros por contaminación de hierro y manganeso lo que causa taponamientos. En muchas partes de la red de tuberías, estas se encuentran enterradas a una profundidad alta lo que dificulta el mantenimiento y reparaciones, ya que en el

lugar se realizaron reparaciones de la infraestructura vial por medio de nuevas capas de balasto, enterrando cada vez más la tubería.

Debido al crecimiento de la población y que en el sector se han realizado constantes invasiones que poco a poco se han ido asentando y convirtiendo en nuevas colonias, el actual sistema ha rebasado su capacidad de diseño. En la comunidad de Gerona también se han localizado nuevas industrias y fábricas, las cuales demandan un caudal mayor al que había sido designado en el actual diseño, esto afectó a gran parte de viviendas porque han sido dejadas sin el suministro suficiente de agua, lo que la municipalidad mitiga por medio de camiones cisterna que en ciertos días de la semana llegan a cada lugar para brindar el vital líquido a la población.

La comunidad de Gerona está dividida en Gerona parte alta y Gerona parte baja, la parte alta recibe agua del tanque elevado y pozo situado a pocos metros de dicho tanque, denominado del Centenario, ubicados en la colonia que lleva el mismo nombre en el casco urbano de San Miguel Petapa, y debido a que por topografía del lugar, que al ser muy llano en la parte baja y con un cambio abrupto de aproximadamente 20 metros de diferencia de cotas con la parte alta, no es posible que por bombeo se suministre a la parte alta. Dejando entonces toda la parte baja de Gerona al pozo y tanque denominado Gerona y este no se da abasto.

Observando la problemática que causa no tener un eficiente sistema de abastecimiento de agua potable en el sector y tras haber evaluado la situación de la comunidad, se propone el diseño de un nuevo sistema para solventar así la necesidad planteada por medio de un proyecto con una capacidad suficiente y sustentado por un correcto mantenimiento.

El nuevo sistema contará con 2 pozos, uno que abastece el tanque Centenario que suministrará el agua a Gerona parte alta y otro que suministrará por medio de una línea de conducción a un tanque “cisterna superficial ubicado en la parte alta de la escuela Gerona”, ambos funcionando por gravedad y suministrando agua a la red de distribución diseñada por medio de ramales abiertos, construida con tubería y artefactos de PVC.

2.1.2. Propuesta de mejoras al sistema actual

Realizar el adecuado mantenimiento correctivo al sistema de tuberías mejoraría significativamente el flujo hacia los distintos sectores de Gerona. Por medio de una mayor capacidad de rebombeo hacia la red de distribución también sería posible aumentar el caudal y suministrar de mejor manera los hogares e industria del lugar, sectorizando el suministro de una manera eficiente y con un horario que se ajuste a las necesidades de la comunidad por medio de un manejo de válvulas de compuerta.

La perforación de nuevos pozos que se sumen al actual sistema sería de gran aporte y permitirían un mayor volumen disponible para rebombeo, acompañados con un estudio hidrogeológico para determinar la capacidad del acuífero y calidad del agua.

2.1.3. Localización de fuentes de abastecimiento

La selección depende del tipo de la fuente disponible, de los requerimientos sanitarios del agua, de la relación entre la población a servir y el caudal que emite la fuente.

En el medio ambiente se pueden encontrar diferentes fuentes de agua en su estado natural, las cuales se clasifican en aguas meteóricas, aguas superficiales y aguas subterráneas, estas últimas son las que se han filtrado en suelos permeables al caer a la superficie terrestre y que afloran en forma horizontal o vertical, en uno o varios puntos definidos, también afloran al excavar o perforar pozos.

Debido a que el municipio cuenta con su riqueza natural de afluentes acuíferos en determinados sectores alejados de ríos y lago contaminados con aguas servidas, no se tiene problemas para abastecer con el vital líquido a las diferentes comunidades.

Para el abastecimiento del nuevo sistema se utilizarán 2 pozos, uno es el pozo ubicado en la colonia Centenario, con dirección 1era. Av. 2-97, zona 1, que abastece al tanque elevado que lleva el mismo nombre de la colonia en que está ubicado y el segundo pozo es el ubicado en ingreso a 0 Av. 3era. Calle, zona 8, Granjas Gerona y que por medio de bombeo directo del acuífero alimentará la línea de conducción hacia el tanque ubicado en la parte alta de la escuela Gerona.

2.1.4. Aforo de fuentes

Es importante porque permite saber si la cantidad de agua es suficiente para satisfacer la necesidad de la población. Se recomienda que el caudal mínimo de una fuente sea de 0,25 lts./seg, debido a que todos los recursos hidráulicos están propensos a disminuir su caudal por sequías o incendios forestales.

Uno de los métodos más simples es el Volumétrico, y este fue utilizado para determinar el caudal de la fuente, se utilizó un recipiente de volumen conocido y un cronómetro. El aforo de las fuentes fue realizado en el mes de mayo, para el pozo Gerona se tiene conocimiento que tiene una capacidad máxima de bombeo de 10,41 lts./seg, y para el pozo Centenario de 9,46 lts./seg.

2.1.5. Calidad del agua

Es de suma importancia conocer las características del agua que se estará aprovechando para hacer el abastecimiento de este preciado líquido a una comunidad. Donde quiera que se haga un sistema de abastecimiento, se tienen que respetar los límites mínimos para que el agua sea sanitariamente segura para el consumo humano.

El agua cualquiera que sea su origen, atmosférico, superficial o subterráneo, puede ser portadora de un número considerable de bacterias del aire, del suelo o procedentes de la descomposición de organismos superiores muertos, cuya ingestión no causará mayores peligros a la salud. Pero si el agua es contaminada por cloacas de una población que cuente con individuos portadores de enfermedades, entonces probablemente estará contaminada con gérmenes transmisores de enfermedades y que causaran un grave peligro a la salud.

Las principales enfermedades transmitidas por el consumo de agua contaminada son:

- Fiebre tifoidea
- Fiebre paratifoidea

- Disentería bacilar
- Disentería amebiana
- Cólera
- Infestaciones parasitarias
- Hepatitis infecciosa
- Gastroenteritis

2.1.5.1. Análisis físicoquímico

- Análisis físico

Con este se determinan las características del agua que puedan ser percibidas por los sentidos, causando la aceptación o rechazo de parte del consumidor. Entre las principales características del agua a estudiar están el color, sabor, olor, potencial de hidrógeno (PH) y temperatura, este es un parámetro que expresa la intensidad de las condiciones ácidas o alcalinas de una solución; otro parámetro es la turbiedad, que se aplica cuando las aguas contienen materia en suspensión.

- Análisis químico

Se determinan las cantidades de minerales y materia orgánica existente en el agua, que afectan la calidad. Y para que no tengan efectos perjudiciales en la salud es importante que estas concentraciones permanezcan bajos los límites aceptables.

Para que el agua sea apta para el consumo, debe permanecer dentro de los límites que se presentan en la tabla VIII y tabla IX; de esta manera será agradable a los sentidos y no causara ningún daño a la salud.

Tabla VIII. **Características físicas del agua**

CARÁCTERÍSTICAS	LMA	LMP
Color	5 unidades	35 unidades
Olor	No rechazable	No rechazable
Potencial de hidrógeno (unidades de Ph)	7,0 a 7,5	6,5 a 8,5
Temperatura	15°C a 25°C	34°C
Sólidos totals	500 mg/lt	1 000 mg/lt
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5 unidades	25 unidades

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 9.

Tabla IX. **Características químicas del agua**

CARACTERÍSTICAS	LMA	LMP
Detergentes aniónicos	0,2	1
Aluminio	0,05	0,1
Amoniaco	-----	1,5
Bario	-----	1
Calcio	75	150
Cinc	3	7
Cloruro	100	250
Cobre	0,05	1,5
Dureza total	100	500
Hierro total	0.1	1
Magnesio	50	100
Manganeso	0,05	0,5
Níquel	0,01	0,02
Nitrato	-----	45
Nitrito	-----	0,01
Sustancias fenolicas	0,001	0,002
Sulfato	100	250

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria 1*. p.10.

- LMA = Límite Máximo Aceptable que debe tener el agua
- LMP = Límite Máximo Permisible que debe tener el agua

Las características físicas y químicas de la muestra tomada en la fuente para este proyecto, se encuentran dentro de los límites, por lo que desde el punto de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes.

2.1.5.2. Análisis bacteriológico

El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario que son los que pueden transmitir enfermedades. El examen bacteriológico se realiza, con el fin de detectar la presencia gérmenes coliformes en el agua, porque son sumamente dañinos para el ser humano. Su hallazgo es difícil por su baja concentración.

Las muestras de agua presentadas de la fuente que abastece al área urbana del municipio de San Miguel Petapa, según los resultados, indican que 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.

Los análisis de las muestras obtenidas de la fuente fueron realizados por el laboratorio de química y microbiología sanitaria del Centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Universidad de San Carlos de Guatemala para el agua que sale directamente del pozo y se adjuntan las muestras analizadas por AMSA por medio de la municipalidad para el agua que se obtiene directamente de los domicilios, esto con el fin de verificar que el agua que recibe la población tiene

menores concentraciones de minerales. Los resultados se muestran en el apéndice 5.

2.1.6. Levantamiento topográfico

La topografía para un proyecto de agua potable define el diseño, y tiene por objeto medir las extensiones de terreno, determinar la posición y elevación de puntos situados sobre y bajo la superficie del terreno por donde se conducirá la tubería y con ella poder realizar el diseño hidráulico del sistema de agua potable correspondiente. Dicha topografía se compone de la Planimetría y Altimetría o nivelación, las cuales se pueden efectuar con teodolito, estación total y nivel de precisión.

Con el levantamiento topográfico se obtienen elevaciones y coordenadas, así como la longitud de la línea de conducción y red de distribución. Con esta información podrán realizarse los planos topográficos. Las libretas topográficas se muestran en el apéndice 1.

2.1.6.1. Planimetría

Es el conjunto de trabajos necesarios para la obtención de la representación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal. Para este proyecto se utilizó el método de conservación de azimut, ya que es el más adecuado en la medición de poligonales abiertas y cerradas.

2.1.6.2. Altimetría

Es el conjunto de trabajos necesarios para la obtención de la representación gráfica de la tercera dimensión del terreno.

La nivelación es un término que se aplica a cualquiera de los diversos procedimientos a través de las cuales se determinan elevaciones o diferencias entre ellas mismas. Existen varios métodos para realizar la nivelación entre los más comunes se tienen, el método de nivelación diferencial, el método taquimétrico y el método trigonométrico.

La unión de trabajos de planimetría y altimetría proyecta en un plano toda la información requerida del terreno siendo la base para el diseño del sistema de agua. Para el actual proyecto se utilizó una estación total.

2.1.7. Criterios de diseño

La implementación de sistemas de agua potable se hace con el objeto de resguardar la salud de los habitantes de una comunidad.

El diseño de los sistemas de acueductos involucra el diseño funcional y el diseño hidráulico de sus diferentes componentes y el diseño estructural de aquellos que así lo requieran. Deberá basarse en la aplicación de las prácticas reconocidas de Ingeniería para el análisis y diseño de estructuras.

Para hacer el diseño funcional e hidráulico de un sistema de abastecimiento de agua potable se tomarán en cuenta los siguientes factores.

2.1.7.1. Periodo de diseño

Se entiende por período de diseño el número de años durante los cuales, el sistema que se proponga será adecuado para satisfacer las necesidades de la población. Se encuentra en función de la vida económica del proyecto.

El período de diseño está influenciado por:

- La estimación de la población futura
- La vida útil de los materiales
- Facilidad de ampliación
- Costos y tasas de interés, entre otros

La vida útil para sistemas de abastecimiento de agua potable, se calculan para un periodo de 15 a 20 años para las obras civiles y de 5 a 10 años para equipos mecánicos.

El sistema de abastecimiento de agua potable para el área de Gerona será diseñado para un período de 22 años, tomándose 2 años para gestión y considerando la magnitud del proyecto.

2.1.7.2. Tasa de crecimiento poblacional

Para realizar el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, es necesario saber cómo se incrementa la población durante el tiempo a servir. La población crece por nacimientos y decrece por muerte, así mismo crece y decrece por migración.

Las fuentes básicas de información serán los censos de población realizados por el Instituto Nacional de Estadística (INE), sin embargo, se debe reforzar la información del crecimiento poblacional con ayuda de instituciones que se encuentran dentro del municipio, como lo es el centro de salud.

Existen varios métodos para el cálculo de la población al final del período de diseño, entre ellas se tienen:

- Método aritmético
- Método geométrico
- Incremento o porcentaje decreciente
- Cálculo de población futura por comparación.

El modelo más utilizado es el geométrico, por ser el que más se aproxima para definir la población futura real, y se encuentra en las normas de diseño del INFOM, página 26 y cuya fórmula es:

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

Donde:

Pf = número de habitantes al final del periodo de diseño correspondiente.

Pi = número de habitantes actuales.

r = tasa de crecimiento geométrico, determinada con base a censos de la población y obtenida utilizando esta misma fórmula.

n = período de diseño correspondiente en años.

2.1.7.3. Estimación de la población de diseño

A continuación, en la tabla X se detallan los datos recabados de acuerdo al censo que compartió la municipalidad de San Miguel Petapa.

Tabla X. **Cálculo de población futura**

Datos	Gerona, zona 8, San Miguel Petapa
Fórmula	$Pf = Pi \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$
Densidad de Vivienda (Habitantes/Casa)	6
Conteo de Casas	1 504
Población Inicial (actual)	9 024
Tasa de crecimiento	2,50 %
Periodo de diseño	22
Población futura	15 536

Fuente: elaboración propia.

2.1.7.4. Dotación

Se entiende por dotación la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante. Se expresa en litros por habitante por día (Lts./Hab./día).

La dotación dependerá de: clima, número de habitantes y sus costumbres, del costo de agua distribuida y de las medidas de control para evitar fugas, desperdicios y hacer uso racional de ella.

El consumo varía de acuerdo con los países y regiones. En la tabla XI se ven los criterios fijados por las normas.

Tabla XI. **Dotaciones**

Habitantes	Dotación
Área urbana	100 – 250 lts./hab./día
Área rural	60 – 120 lts./hab./día
Llenacantaros	30 – 60 lts./hab./día

Fuente: elaboración propia.

Para el presente proyecto se utilizará una dotación de 100 lts./hab./día, debido a la magnitud del sistema de abastecimiento, el área que se combina entre urbana y rural para los diferentes sectores y al crecimiento que presenta la población de Gerona, San Miguel Petapa.

2.1.7.5. Consumo público, comercial e industrial

El valor de 100 lts./hab./día representa la dotación domiciliar. Es necesario también establecer los valores que demandan para su servicio, tanto el sector público como industrial. Para poder determinar el consumo total público, comercial e industrial, se elabora la tabla XII.

En la primera columna de dicha tabla se identifica la actividad que realiza la industria, en la segunda columna el nombre de dicha industria, en la tercera columna la cantidad de empleados o unidad utilizada para determinar la demanda diaria, así como la dotación asignada. Estas cantidades fueron integradas al consumo por ramal correspondiente en el diseño hidráulico.

Tabla XII. **Consumo comercial e industrial**

CONSUMO COMERCIAL E INDUSTRIAL					
TIPO DE INDUSTRIA/COMERCIO	NOMBRE	CANTIDAD	UNIDAD	DOTACIÓN	TOTAL
				lts/und/día	lts/día
SECTOR 1					
FABRICA DE PRODUCTOS DE CONSUMO	PUR	1	UNIDAD	8 000	8 000
FÁBRICA DE PRODUCTOS DE CONSUMO	ACCESORIOS GLOBALES TATA S.A.	850	PERSONAS	40	34 000
RASTRO DE GANADO	RASTRO	700	M2	30	21 000
EMPRESA INGRESO BRISAS	CLSMP-ROMPEKABE	1	UNIDAD	8 000	8 000
CENTRO EDUCATIVO	E.O.R.M. GRANJAS GERONA	500	ALUMNOS	40	20 000
SECTOR 2					
FÁBRICA DE PRODUCTOS TEXTILES	SIERRA S.A.	10	PERSONAS	40	400
FÁBRICA DE MUEBLES	ASCENSO EMPRESA VIAL S.A.	30	PERSONAS	40	1 200
TALLER ESTRUCTURA METÁLICA	TALLERES VALENZUELA	12	PERSONAS	40	480
SERVICIOS DE TRANSPORTE	LOGÍSTICA Y TRANSPORTES FRANCIS	25	PERSONAS	40	1 000
CENTRO RECREATIVO	RETIROS SHAMA	1	UNIDAD	8 000	8 000
SECTOR 3					
FÁBRICA DE ESTUFAS	ESTUFAS VOLCÁN	1	UNIDAD	7 000	7 000
DISTRIBUIDOR ACEITES DE VEHÍCULO	ZUMA S.A.	1	UNIDAD	3 000	3 000
TALLER Y BODEGA MAQUINARIA PESADA	CORPORACIÓN TYRSA	1	UNIDAD	7 000	7 000
BODEGA TRANSPORTE PESADO	AMERI TRANSPORTES S.A.	2	PERSONAS	200	400
BODEGA TRANSPORTE PESADO	TRANSPORTES MARTINEZ S.A.	21	PERSONAS	200	4 200
BODEGA TRANSPORTE PESADO	TRANSPORTES SUDAC S.A.	48	PERSONAS	200	9 600
BODEGA TRANSPORTE PESADO	ANEXO TRANSPORTES SUDAC S.A.	5	PERSONAS	200	1 000

Fuente: elaboración propia.

2.1.8. Determinación de caudales

Para determinar un caudal de diseño, es necesario calcular caudales domiciliarios, caudales industriales, caudales pluviales, caudales comerciales, entre otros.

2.1.8.1. Caudal medio diario

Es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumo diario se puede calcular en función de la población futura y la dotación asignada en un día. La fórmula utilizada se sustrajo de normas de diseño de INFOM, página 27 y viene dada por:

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

Donde:

- Qmd = caudal medio diario en Lts./seg.
Pf = población futura
86 400 = cantidad de segundos en un día.
Dotación = 100 lts./hab./día

Tabla XIII. Cálculo de caudal medio diario

Datos	Gerona, zona 8, San Miguel Petapa
Ramal 1	
Población futura	6 043
Dotación	100 lts./hab./día
Qmd (consumo domiciliario)	6,99 lts/seg.
Qmd (consumo Industrial y comercial)	1,05 lts/seg.
Qmd Total Ramal	8,04 lts/seg.

Continuación de la tabla XIII.

Ramal 2	
Población futura	5 196
Dotación	100 lts./hab./día
Qmd (consumo domiciliario)	6,01 lts/seg.
Qmd (consumo Industrial y comercial)	0,13 lts/seg.
Qmd Total Ramal 2	6,14 lts/seg.
Ramal 3	
Población futura	4 214
Dotación	100 lts./hab./día
Qmd (consumo domiciliario)	4,88 lts/seg.
Qmd (consumo Industrial y comercial)	0,37 lts/seg.
Qmd Total Ramal 3	5,25 lts/seg.
Qmd Total Sistema	19,44 lts/seg.

Fuente: elaboración propia.

El caudal medio diario total de cada ramal es la sumatoria del caudal medio diario de consumo domiciliario más el caudal medio diario de consumo industrial y comercial del ramal. El Caudal medio diario total del sistema es la sumatoria del caudal medio diario de consumo domiciliario más el caudal medio diario de consumo industrial y comercial de cada ramal.

2.1.8.2. Caudal máximo diario

El consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios. Cuando no se cuenta con información de consumo máximo diario, este se puede calcular incrementándole al consumo medio diario un factor de día máximo (FDM). El FDM puede variar de 1,2 a 1,5 y se recomienda utilizarlo de la siguiente forma:

- Para poblaciones menores de 1,000 habitantes utilizar un FDM de 1,4 a 1,5.
- Para poblaciones mayores de 1,000 habitantes utilizar un FDM de 1,2 a 1,3.

Para el proyecto del área de Gerona se utilizó un factor de día máximo de 1,2, porque la población futura para cada ramal supera los 1 000 habitantes.

El caudal máximo diario viene dado por la fórmula que brindan las normas de diseño del INFOM, página 27:

$$QMD = f_{dm} \times Qmd$$

Donde:

QMD = Caudal máximo diario en Lts./seg.

Fdm = factor máximo diario

Qmd = Caudal medio diario

Tabla XIV. **Cálculo de caudal máximo diario**

Datos	Gerona, zona 8, San Miguel Petapa
Ramal 1	
Caudal medio diario	8,04 lts/seg.
Factor máximo diario	1.2
Caudal máximo diario	9,65 lts/seg.
Ramal 2	
Caudal medio diario	6,14 lts/seg.
Factor máximo diario	1.2
Caudal máximo diario	7,37 lts/seg.
Ramal 3	
Caudal medio diario	5,25 lts/seg.
Factor máximo diario	1.2
Caudal máximo diario	6,30 lts/seg.
Caudal máximo diario ramales 2 y 3	13,67 lts/seg.

Fuente: elaboración propia.

El resultado del Caudal máximo diario del ramal 2 y 3 se ha sumado para encontrar el caudal de diseño de la línea de conducción del tanque que abastecerá ambos ramales, así como al tanque de almacenamiento que abastecerá estos dos ramales en Gerona parte baja.

2.1.8.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el utilizado para diseñar la línea y red de distribución; y es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo durante un período equivalente a un año. El caudal máximo horario (QMH), será el resultado de multiplicar el caudal medio diario por un factor de hora máxima (FHM). El FHM puede variar de 2 a 3, se puede considerar de la manera siguiente:

- Para poblaciones menores de 1 000 habitantes utilizar un FHM de 3
- Para poblaciones mayores de 1 000 habitantes utilizar un FHM de 2

Para el proyecto del área de Gerona se utilizó un factor de hora máximo de 2, porque la población futura es mayor de 1 000 para cada uno de los 3 ramales. El caudal máximo horario viene dado por la fórmula que brindan las normas de diseño del INFOM, página 28:

$$QMH = fhm \times Qmd$$

Donde:

QMD = caudal máximo horario en Lts./seg.

fhm = factor máximo horario

Qmd = caudal medio diario

Tabla XV. **Cálculo de caudal máximo horario**

Datos	Gerona, zona 8, San Miguel Petapa
Ramal 1	
Caudal medio diario	8,04 lts/seg.
Factor máximo diario	2
Caudal máximo diario	16,09 lts/seg.
Ramal 2	
Caudal medio diario	6,14 lts/seg.
Factor máximo diario	2
Caudal máximo diario	12,29 lts/seg.
Ramal 3	
Caudal medio diario	5,25 lts/seg.
Factor máximo diario	2
Caudal máximo diario	10,50 lts/seg.

Fuente: elaboración propia.

2.1.9. Parámetros de diseño

El proyecto se diseñará según la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal INFOM y las normas de diseño para acueductos rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales UNEPAR.

El diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se realizará obedeciendo los datos siguientes:

- Levantamiento topográfico: permite conocer por donde se conducirá todo el diseño hidráulico.
- Período de diseño: tiempo en el cual el sistema funcionara de una manera.
- eficiente.
- Población futura: permite conocer el número de habitantes a servir, se determina mediante el método geométrico.
- Caudal medio diario: se utiliza para diseñar el tanque de almacenamiento.
- Caudal máximo diario: se utiliza para diseñar la línea de conducción.
- Caudal máximo horario: se utiliza para diseñar la red de distribución.

2.1.10. Diseño de los componentes del sistema

Los componentes están comprendidos por: tanques de almacenamiento, líneas de conducción, líneas de distribución, obras de arte, válvulas, entre otros.

2.1.10.1. Línea de conducción

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería y los diámetros adecuados, a través del cálculo hidráulico, con fórmulas como la de Darcy-Weisbach o Hazen Williams. Para este estudio se ha empleado la segunda mencionada, por proporcionar resultados más aproximados.

- Tipos de tubería utilizados en la conducción

En sistemas de acueductos se utiliza generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG).

La tubería PVC es plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie. La tubería de HG es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior de zinc, es usada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a, en pasos de zanjón o aéreos. Para altas presiones se recomienda utilizar en cuanto sea posible tubería PVC de alta presión y HG solo donde el PVC no soportará la presión, o donde las características del terreno no permitan su empleo, ya que su costo es considerablemente alto.

- Diámetro de tuberías

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. Para ello puede utilizarse la tabla que se presenta en el apéndice 2.

- Coeficiente de fricción

Cuando se emplea la fórmula de Hazen & Williams para el diseño hidráulico con tubería PVC, puede utilizarse un coeficiente de fricción (C) de 140 a 160, recomendándose un $C = 140$ cuando se duda de la topografía y un $C = 150$ para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Para HG se puede utilizar un $C = 100$. Valores sugeridos por normas de diseño del INFOM-UNEPAR.

- Diseño de la línea de conducción

Es un conjunto de tuberías forzadas o a presión que viene desde la fuente de abastecimiento hasta el tanque de almacenamiento y distribución. La línea de conducción por bombeo será la primera fase del proyecto debido a que de esta se extraerá agua del pozo por medio de una bomba hacia el tanque de almacenamiento. Para el caso de este proyecto se diseña únicamente la línea de conducción que va del pozo Gerona hacia la propuesta de nuevo tanque en la escuela Gerona, ya que el tanque Centenario tiene un sistema existente y en buen estado, este no se diseñará.

Para la línea de conducción se debe seleccionar la clase y diámetro de tubería que se ajuste a la máxima economía, siempre y cuando la capacidad de la tubería sea suficiente para transportar el caudal de día máximo, si se trata de un sistema por gravedad, o transportar su equivalente en un determinado periodo de bombeo.

Tanto para el diseño de conducción, como en cualquier otro tipo de tuberías, es conveniente incrementar la longitud horizontal de la misma, en un porcentaje de 2 % a 5 %, de acuerdo con la pendiente del terreno, estos

lineamientos de diseño fueron tomados de INFOM, así como las fórmulas subsiguientes utilizadas.

Para el cálculo se utilizará la fórmula de Hazen Williams, que dice:

$$H_f = \frac{1743,81 \times L \times Q^{1,85}}{C^{1,85} \times D^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida de fricción (mt.)

L = longitud de tubería (mt.) viene de la topografía, de manera que es una distancia horizontal, por lo que conviene incrementar en un porcentaje que varía entre 2 % a 5 %

Q = caudal (lts./seg)

C = coeficiente (depende de la clase de tubería)

D = diámetro de la tubería (plg.)

- Presiones y velocidades

La presión hidrostática en línea de conducción se recomienda mantenerla en lo posible debajo de 80 m.c.a., ya que arriba de esta es conveniente prestar especial atención a la calidad de válvulas y accesorios para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio, la máxima presión permisible bajo este cuidado es de 90 m.c.a.

La velocidad en la línea de conducción se debe mantener entre 0,4 y 3 mts/seg en un sistema por gravedad y entre 0,55 y 2,40 mts/seg en un sistema por bombeo.

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la línea de conducción del sistema de abastecimiento para el área de Gerona, San Miguel Petapa.

2.1.10.1.1. Diseño de la línea de conducción

- Caudal de bombeo

$$Q_b = QMD \left(\frac{24}{T_B} \right)$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

QMD = caudal máximo diario

T_B = periodo de bombeo

Al sustituir los datos anteriores a la ecuación se tienen

$$Q_b = 13,67 * \left(\frac{24}{12} \right)$$

$$Q_b = 27,34 \text{ L/s}$$

- Diámetro económico

Para una línea de conducción por bombeo se toma el concepto del diámetro económico, ya que se evalúan las pérdidas por carga los costos de la tubería; debido a que una tubería de diámetro menor sería más económica; pero una pérdida por carga mayor generaría un gasto mayor de energía

eléctrica. Lo que se pretende es encontrar el punto medio, la combinación económica.

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * Qb}{v}}$$

Donde:

Qb = caudal de bombeo

d = diámetro a utilizar

v = velocidad del agua

Sustituyendo datos:

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * 27,34}{0,6}}$$

$$d = 9,48''$$

$$d = \sqrt{\frac{1,974 * 27,34}{2}}$$

$$d = 5,19''$$

- Cálculo de la amortización mensual:

$$A = \frac{r * (r + 1)^n}{(r + 1)^n - 1}$$

Donde:

A = amortización mensual

r = tasa de interés mensual

n = número de meses para pagar la tubería

Sustituyendo datos:

$$r = \frac{15\%}{12} \text{ meses} = 0,0125$$

$$n = 10 \text{ años} * 12 \text{ meses} = 120 \text{ meses}$$

$$A = \frac{0,0125 * (0,0125 + 1)^{120}}{(0,0125 + 1)^{120} - 1}$$

$$A = 0,016133$$

- Cálculo de la longitud total:

$$\textit{Longitud total} = \textit{Longitud} * 1,05$$

$$\textit{Longitud total} = 1\ 055,32 * 1,05$$

$$\textit{Longitud total} = 1\ 108,09$$

- Cálculo de tubos necesarios:

$$\textit{Cantidad de tubos} = \frac{L}{6} = \frac{1\ 108,09}{6} = 185 \textit{ tubos}$$

Tabla XVI. Costo de tubería mensual por bombeo

Diámetro	Amortización	Costo de la tubería	Cantidad de tubos	Costo por mes
5"	0,016133	Q.1 212,6	185	Q.3 619,13
6"	0,01613	Q.1 601,2	185	Q.4 778,95
8"	0,016133	Q.2 550,3	185	Q.7 611,64
10"	0,016133	Q.4 007,0	185	Q.11 959,31

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de pérdidas por carga:

$$Hf\ 5'' = \frac{1\ 743,811 * 1\ 108,32 * 27,34^{1,85}}{150^{1,85} * 5^{4,87}} = 32,69\ m$$

$$Hf\ 6'' = \frac{1\ 743,811 * 1\ 108,32 * 27,34^{1,85}}{150^{1,85} * 6^{4,87}} = 13,45\ m$$

$$Hf\ 8'' = \frac{1\ 743,811 * 1\ 108,32 * 27,34^{1,85}}{150^{1,85} * 8^{4,87}} = 3,31$$

$$Hf\ 10'' = \frac{1\ 743,811 * 1\ 108,32 * 27,34^{1,85}}{150^{1,85} * 10^{4,87}} = 1,12\ m$$

- Cálculo de potencias:

$$Pot = Q * Hf / 76 * e$$

Donde:

Pot = potencia (Hp)

Q = caudal (L/s)

Hf = pérdidas por fricción

e = eficiencia a la que trabaja la bomba, lo más común es usar 0,6

$$\text{Pot } 5'' = 27,34 \cdot 32,69 / (76 \cdot 0,6) = 19,61 \text{ Hp}$$

$$\text{Pot } 6'' = 27,34 \cdot 13,45 / (76 \cdot 0,6) = 8,06 \text{ Hp}$$

$$\text{Pot } 8'' = 27,34 \cdot 3,31 / (76 \cdot 0,6) = 1,98 \text{ Hp}$$

$$\text{Pot } 10'' = 27,34 \cdot 1,12 / (76 \cdot 0,6) = 0,67 \text{ Hp}$$

Tabla XVII. Costo por bombeo mensual

DIÁMETRO	POTENCIA (HP)	POTENCIA (KW)	No. DE HORAS	P.U. (Q/Kwh)	C. DE BOMBEO
5"	19,61	14,63	360	1,83	Q.9 637,62
6"	8,06	6,01	360	1,83	Q.3 961,21
8"	1,98	1,48	360	1,83	Q.973,1
10"	0,67	0,49	360	1,83	Q.329,28

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. Costo total de tubería económica

DIÁMETRO	COSTO TUBERÍA	COSTO BOMBEO	COSTO TOTAL
5"	Q.3 619,13	Q.9 637,62	Q.13 256,75
6"	Q.4 778,95	Q.3 961,21	Q.8 740,16
8"	Q.7 611,64	Q.973,1	Q.8 584,74
10"	Q.11 959,31	Q.329,28	Q.12 288,59

Fuente: elaboración propia.

La tubería económica es la de 8" para la línea por bombeo como lo indica la tabla anterior.

- Cálculo de carga dinámica total
 - Altura del nivel dinámico del pozo:

96 m

- Pérdida por succión:

$$H_f = \frac{1743,811 * 96 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \emptyset^{4,87}}$$

Donde:

Hf = pérdida por succión (m)

Hs = altura estimada a la boca del pozo (96 m)

Q = Caudal de bombeo (L/s)

C = coeficiente de rugosidad adimensional (150)

\emptyset = diámetro de tubería de succión existente en pozo Gerona (4 pulg)

Sustituyendo datos:

$$H_f = \frac{1743,811 * 96 * 27,34^{1,85}}{150^{1,85} * 4^{4,87}}$$

$$H_f = 8,39 \text{ m}$$

- Altura de la boca del pozo al tanque:

20,28 m

- Pérdida por carga:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 1\,108,09 * 27,34^{1,85}}{150^{1,85} * 8^{4,87}}$$

$$H_f = 3,31 \text{ m}$$

- Pérdidas menores:

$$H_{f_{Menores}} = H_f * 0,10$$

$$H_{f_{Menores}} = 3,31 * 0,10$$

$$H_{f_{Menores}} = 0,33 \text{ m}$$

- Pérdidas por velocidad:

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

Donde:

v = velocidad interna de la tubería (m/s)

Q = caudal de bombeo (L/s)

ϕ_i = diámetro interno de la tubería (pulg)

Sustituyendo datos:

$$v = \frac{1,974 * 27,34}{7,30^2}$$

$$v = 1,01 \text{ m/s}$$

$$H = \frac{v^2}{2g}$$

$$H = \frac{(1,01)^2}{2(9,81)}$$

$$H = 0,052 \text{ m}$$

- Carga dinámica total

$$CDT = 96 + 8,39 + 20,28 + 3,31 + 0,33 + 0,052$$

$$CDT = 128,36 \text{ m}$$

- Potencia del equipo de bombeo

La potencia del equipo de bombeo es el resultado de multiplicar el caudal por la carga dinámica total, partido la constante 76 y la eficiencia de la bomba. Tal como se describe en la siguiente ecuación:

$$P = \frac{Q * h}{76 * e}$$

Donde:

P = potencia de la bomba (Hp)

Q = caudal de bombeo (L/s)

h = carga dinámica total (m)

e = eficiencia de la bomba (0,60)

Sustituyendo datos:

$$P = \frac{27,34 * 128,36}{76 * 0,60}$$

$$P = 76,96 \text{ Hp}$$

- Verificación de golpe de ariete

El golpe de ariete es una sobrepresión en la tubería causada por el cierre brusco de una válvula o un cese de energía. Se propagará en forma de onda y su velocidad, llamada celeridad, se calcula con la siguiente ecuación:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} * \frac{Di}{e}}}$$

Donde:

a = celeridad

K = módulo de elasticidad volumétrica del agua $\left(\frac{kg}{cm^2}\right)$

E = módulo de elasticidad del material $\left(\frac{kg}{cm^2}\right)$

Di = diámetro interno de la tubería (pulg)

e = espesor de la pared del tubo (pulg)

Sustituyendo datos:

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,04 \times 10^4}{3,00 \times 10^4} * \frac{7,609}{0,508}}}$$

$$a = 423,64 \text{ m/s}$$

- Calculando la velocidad de la sobrepresión:

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

$$v = 1,974 * \frac{27,34}{7,609^2}$$

$$v = 0,93 \text{ m/s}$$

- Cálculo de la sobrepresión:

$$P = a * \frac{v}{g}$$

$$P = 423,64 * \frac{0,93}{9,81}$$

$$P = 40,16 \text{ mca}$$

- Presión máxima:

$$P_{\text{máx}} = 40,16 \text{ mca} + 20,28 \text{ mca}$$

$$P_{\text{máx}} = 60,44 \text{ mca}$$

$$60,44 \text{ mca} < 112 \text{ mca (160 PSI) ok}$$

La tubería de 160 PSI es capaz de resistir la sobrepresión máxima; si no hubiera sido el caso se debería cambiar la tubería por una más resistente; pero en este caso se trabajará con tubería de 160 PSI.

Especificaciones del equipo de bombeo

Constará de una bomba sumergible de 80 HP conectada a una corriente alterna trifásica de 400 volts. La eficiencia mínima del equipo será de 60 % además de contar con todos los elementos para su correcto funcionamiento en las 12 horas de trabajo recomendadas para el llenado del tanque Gerona.

2.1.10.2. Tanque de almacenamiento

Es un depósito de almacenamiento de agua, cuyas funciones principales son:

- Suplir las demandas máximas horarias esperadas en la línea de distribución.
- Almacenar un volumen determinado de reserva por eventualidades.
- Prevenir gastos por incendios.
- Regular presiones en la red de distribución.
- Proporcionar una presión suficiente para que funcione el sistema.

El volumen necesario para compensar la variación de consumo puede ser establecida mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población con iguales características a la localidad estudiada, y cuando se carece de esta, pueden adoptarse los criterios de la UNEPAR, los cuales establecen que el volumen del tanque debe ser del 25 % al 45 % del caudal medio diario, aplicándose de acuerdo con las restricciones siguientes.

- En poblaciones menores de 1 000 habitantes, del 25 % al 35 % del consumo medio diario de la población.
- Si la población está entre 1 000 y 5 000 habitantes, 35 % del consumo medio diario.

- Para poblaciones mayores de 5 000 habitantes el 40 % del consumo medio diario, más un 10 % de eventualidades.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad de Gerona parte baja, que comprende los ramales 2 y 3, que abastecerá este depósito, el tanque de almacenamiento que se construirá en la parte alta de la Escuela Gerona es de tipo semienterrado, su capacidad será del 45,00 % del caudal medio diario de los ramales 2 y 3 que se obtuvo de acuerdo con la población futura que se abastecerá en dicha comunidad.

Como se mencionó anteriormente, el volumen del tanque de almacenamiento para el sistema de abastecimiento de la comunidad de Gerona parte baja, es del 45,00 % del caudal medio diario y sus dimensiones largo ancho tendrán una relación de 2:1. Su capacidad y dimensionamiento se calcula de la siguiente manera:

- Diseño de la capacidad del tanque de almacenamiento

$$V_{cap} = \frac{Q_{med} * 86\ 400}{1\ 000} [m^3]$$

Donde:

V_{cap} = volume de capacidad (m^3)

Q_{med} = caudal medio diario de ramales 2 y 3 del sistema (L/s)

$$V_{cap} = \frac{Q_{med} * 86\ 400}{1\ 000} [m^3]$$

$$V_{cap} = \frac{10,89 \frac{L}{s} * 86\,400}{1\,000} [m^3]$$

$$V_{cap} = 940,89 [m^3]$$

El volumen se aproximará al entero mayor, de la siguiente manera, esto con fines de manejar números enteros para las dimensiones:

$$V_{cap} \cong 941 [m^3]$$

A este dato se le sacará el 45,00 %, contemplando que a la altura interna que se le dará al tanque existirán aproximadamente 50,00 centímetros en los cuales no habrá agua:

$$V_{tan} = 0,45 * V_{cap} [m^3]$$

Donde:

V_{tan} = volumen del tanque de almacenamiento $[m^3]$

V_{cap} = volumen de capacidad $[m^3]$

$$V_{tan} = 0.45 * V_{cap} [m^3]$$

$$V_{tan} = 0.45 * 941 [m^3]$$

$$V_{tan} = 423,45 [m^3]$$

De la misma manera que para el volumen de capacidad total al día, el volumen del tanque de almacenamiento se aproximará al entero mayor, de la

siguiente manera, esto con fines de manejar números enteros para las dimensiones:

$$V_{tan} \approx 424 [m^3]$$

- Diseño de las dimensiones para el tanque de almacenamiento: (La altura efectiva del tanque se asumirá de 3,00 m).

$$V_{tan} = H_{tan} * L_{tan} * A_{tan} [m^3]$$

Donde:

H_{tan} = altura del tanque de almacenamiento (m)

L_{tan} = largo del tanque de almacenamiento (m)

A_{tan} = ancho del tanque de almacenamiento (m)

Sustituyendo los valores que se conocen:

$$424,00 \text{ m}^3 = 3,00 \text{ m} * L_{tan} * A_{tan}$$

Al aplicar la relación largo ancho escogida, se tiene que el largo es dos veces el ancho del tanque, entonces:

$$424,00 \text{ m}^3 = 3,00 \text{ m} * 2A_{tan} * A_{tan}$$

$$\frac{424,00 \text{ m}^3}{3,00 \text{ m}} = 2 * A_{tan}^2$$

$$\frac{424,00 \text{ m}^3}{6,00 \text{ m}} = A_{tan}^2$$

$$A_{tan} = \sqrt{\frac{424,00 \text{ m}^3}{6,00 \text{ m}}}$$

$$A_{tan} = 8,41 \text{ m}$$

De esta manera se tiene que el ancho del tanque de almacenamiento será de 8,41 m, pero por facilidad se aproximará a 8,50 m, ya que constructivamente es más fácil trabajar con números enteros:

$$A_{tan} \cong 8,50 \text{ m}$$

Teniendo este dato, anteriormente con la relación largo ancho, se había deducido que el largo es dos veces el ancho, entonces:

$$L_{tan} = 2A_{tan}$$

$$L_{tan} = 2 * 8,50 \text{ m}$$

$$L_{tan} = 17,00 \text{ m}$$

De esta manera se tiene que las dimensiones del tanque son las siguientes:

$$A_{tan} = 8,50 \text{ m}$$

$$L_{tan} = 17,00 \text{ m}$$

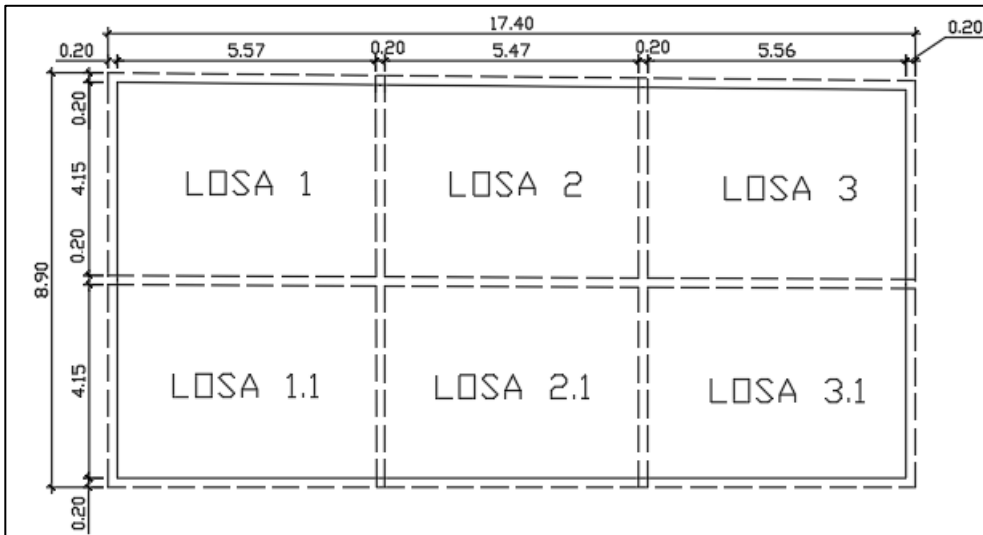
$$H_{tan} = 3,00m$$

Las dimensiones que ocuparán agua del tanque serán de 17 mts de largo, 8,5 mts de ancho y 3,0 mts de profundidad efectiva que contendrá líquido, con el cual se tendrá un volumen de $433,5 m^3$.

- Diseño de la losa

Con base en el método 3 de la American Concrete Institute (ACI 318), se diseñarán losas; losa 1 y 1,1 de 4,15 mts x 5,57 mts, losa 2 y 2,1 de 4,15 mts x 5,47 mts y la losa 3 y 3,1 de 4,15 mts x 5,56 mts, unidas por dos vigas intermedias transversales y una viga longitudinal, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5. **Esquema de la losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

Si la relación $m = a/b$ es mayor que 0,5 debe diseñarse en 2 sentidos; si es menor que 0,5 se diseñara en un sentido.

Donde:

a = lado de menor longitud de la losa

b = lado de mayor longitud de la losa

Tabla XIX. **Funcionamiento de las losas**

Descripción	Losa 1 y 1.1	Losa 2 y 2.1	Losa 3 y 3.1
m= a/b	m=4,15/5,57	m=4,15/5,47	m=4,15/5,56
Resultado	0,74>0,5	0,76>0,5	0,75>0,5
Refuerzo	Dos sentidos	Dos sentidos	Dos sentidos

Fuente: elaboración propia.

Para determinar el espesor de la losa se utilizará la más crítica por medio de la siguiente fórmula dada por ACI para losas en dos sentidos:

$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{(5,57 + 4,15) * 2}{180}$$

$$t = 0.108$$

Se utilizará espesor de 11 cms.

- Integración de cargas

- Carga muerta (CM)

Se considera el peso propio de la losa y las sobrecargas, mayorando como indica ACI.

$$CM = \delta c * t + \text{sobrecarga}$$

$$CM = 2400 \text{ Kgs/m}^3 * 0,11 \text{ mts} + 50 \text{ Kgs/m}^2$$

$$CM = 314 \text{ Kgs/m}^2$$

$$\text{Carga muerta última (CMu)} = 1,4 * CM$$

$$CMu = 1,4 * 314 \text{ Kgs/m}^2$$

$$CMu = 439,6 \text{ Kgs/m}^2$$

- Carga viva (CV)

Debido a que la losa únicamente soportará cargas en ocasiones eventuales por ser solo de cubierta, se asumirá una $CV = 100 \text{ Kgs/m}^2$.

$$\text{Carga viva última (CVu)} = 1,7 * CV$$

$$CVu = 1,7 * 100 \text{ Kgs/m}^2$$

$$CVu = 170 \text{ Kgs/m}^2$$

- Carga última (CU)

También conocida como carga de diseño, se tomará en cuenta la carga muerta y la carga viva, mayoradas como indica ACI.

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

$$CU = 439,6 \text{ Kgs/m}^2 + 170 \text{ Kgs/m}^2$$

$$CU = 609,6 \text{ Kgs/m}^2$$

- Determinación de momentos

Teniendo la integración de cargas completa, se procederá a determinar el armado de la losa por medio del Método 3 del ACI, el procedimiento se realiza de la siguiente manera:

Para la realización de este método se necesita el apoyo de las tablas de los factores a y b. Dichas tablas se adjuntan en el Apéndice 3 del presente informe. Se pueden observar que existen 3 tablas diferentes, que dicen a qué momento pertenece el factor que se encuentra en ella, ya sea al momento positivo provocado por la carga muerta o por la carga viva y al momento negativo.

Como primer paso se determina el caso al que pertenece la losa que se está analizando, debido a que las losas del tanque de almacenamiento del sistema de abastecimiento de agua potable tienen continuidad, se analizan los siguientes casos:

Tabla XX. **Coefficientes de momentos positivos para carga viva**

Coefficientes para momentos positivos (carga viva)				
Losa núm.	$m=a/b$	Caso núm.	Coefficiente para lado A	Coefficiente para lado B
1 y 1,1	0,74	4	0,052	0,016
2 y 2,1	0,76	8	0,049	0,016
3 y 3,1	0,75	4	0,052	0,016

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXI. **Coefficientes de momentos positivos para carga muerta**

Coefficientes para momentos positivos (carga muerta)				
Losa núm.	$m=a/b$	Caso núm.	Coefficiente para lado A	Coefficiente para lado B
1 y 1,1	0,74	4	0,043	0,013
2 y 2,1	0,76	8	0,036	0,013
3 y 3,1	0,75	4	0,043	0,013

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. **Coefficientes de momentos negativos para carga total**

Coefficientes para momentos negativos (carga muerta+carga viva)				
Losa núm.	$m=a/b$	Caso No.	Coefficiente para lado A	Coefficiente para lado B
1 y 1,1	0,74	4	0,076	0,024
2 y 2,1	0,76	8	0,061	0,036
3 y 3,1	0,75	4	0,076	0,024

Fuente: elaboración propia.

Una vez determinado el caso al que pertenece la losa y sabiendo la relación a/b que tiene dicho elemento estructural, se localiza el número de caso en las columnas y la relación a/b en las filas de dichas tablas y se procede a calcular el momento correspondiente con las siguientes ecuaciones:

$$MA (-) = C_{An} * CU * A^2$$

$$MB (-) = C_{Bn} * CU * B^2$$

$$MA (+) = C_{Acm} * Cmu * A^2 + C_{Acv} * Cv * A^2$$

$$MB (+) = C_{Bcm} * Cmu * B^2 + C_{Bcv} * Cv * B^2$$

Donde:

C_{An} = Coeficiente (-) en A, según relación a/b y empotramiento.

C_{Bn} = Coeficiente (-) en B, según relación a/b y empotramiento.

C_{Acm} = Coeficiente de carga muerta (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

C_{Acv} = Coeficiente de carga viva (+) en A, según relación a/b y empotramiento.

C_{Bcm} = Coeficiente de carga muerta (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

C_{Bcv} = Coeficiente de carga viva (+) en B, según relación a/b y empotramiento.

Cmu = Valor de carga muerta en Kgs/m²

Cv = Valor de carga viva en Kgs/m²

CU = Valor de la carga última en Kgs/m²

A = Longitud del lado corto de la losa en m.

B = Longitud del lado largo de la losa en m.

Se procede a calcular el momento positivo provocado por la carga muerta para uno de los lados cortos de la losa como ejemplo de cálculo.

$$MA(+)=0,043\left(439,6\frac{kg}{m^2}\right)*(4,15m)^2$$

$$MA(+)=325,55\text{ kg}\cdot m$$

Se procede a calcular el momento positivo provocado por la carga viva para uno de los lados cortos de la losa como ejemplo de cálculo.

$$MA(+)=0,052\left(170\frac{kg}{m}\right)*(4,15m)^2$$

$$MA(+)=152,25\text{ kg}\cdot m$$

Se calcula el momento positivo total sumando el momento provocado por la carga viva y provocado por la carga muerta.

$$MA(+)=C_{Acm}\cdot C_{mu}\cdot A^2+C_{Acv}\cdot C_v\cdot A^2$$

$$MA(+)=152,25\text{ kg}\cdot m+325,55\text{ kg}\cdot m$$

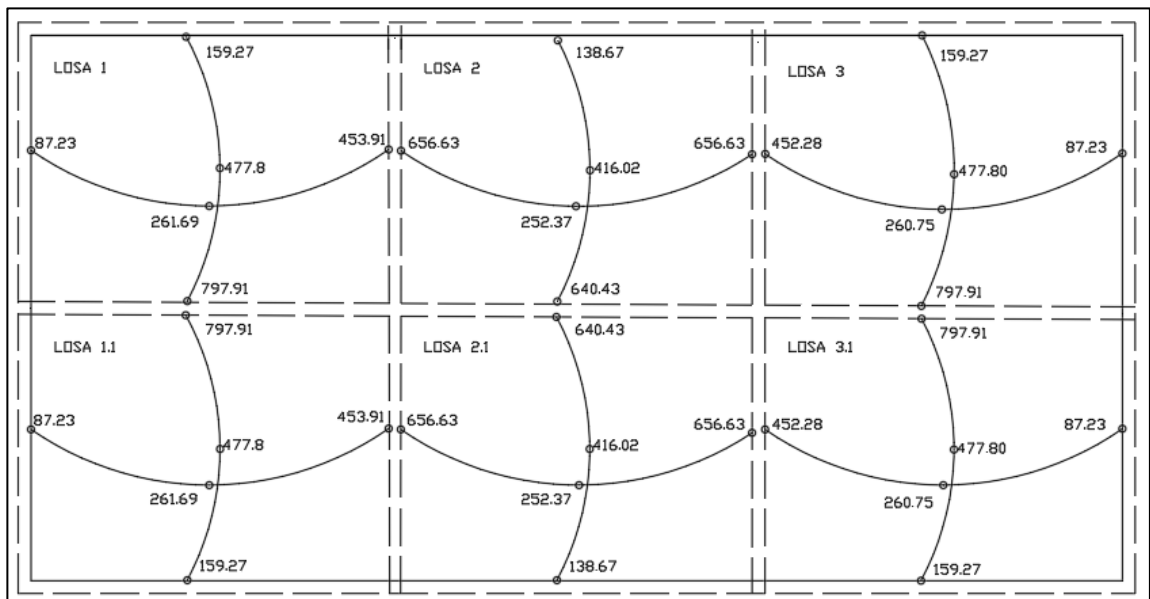
$$MA(+)=477,8\text{ kg}\cdot m$$

Tabla XXIII. **Cálculo de momentos negativos y positivos en losa**

Momentos positivos						
Momento en kg*m	Carga muerta		Carga viva		Momentos centrales	
	MA(+)	MB(+)	MA(+)	MB(+)	SUMATORIA MA(+)	SUMATORIA MB(+)
Losa núm. 1 y 1,1	325,55	177,30	152,25	84,39	477,80	261,69
Losa núm. 2 y 2,1	272,56	170,99	143,46	81,38	416,02	252,38
Losa núm. 3 y 3,1	325,55	176,67	152,25	84,08	477,80	260,75
MOMENTOS NEGATIVOS						
CARGA TOTAL						
Momento en kg*m	MA(-)			MB(-)		
Losa No. 1 y 1,1	797,91			453,91		
Losa No. 2 y 2,1	640,43			656,63		
Losa No. 3 y 3,1	797,91			452,28		

Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Diagrama de momentos de la losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2020.

Para los momentos de borde o sin continuidad se tomó 1/3 del momento positivo de la losa correspondiente como lo indica el método utilizado.

- Balanceo de momentos

Cuando dos losas tienen un lado en común y momentos diferentes, estos deben balancearse antes de diseñar los refuerzos que requieren las losas.

Según el caso, el balanceo se hace de la siguiente manera:

- Si $0,80 * M_{mayor} \leq M_{menor} \rightarrow M_b = (M_{mayor} + M_{menor})/2$
- Si $0,80 * M_{mayor} > M_{menor} \rightarrow$ Se balancea por el método de rigidez. De la siguiente manera:
- Rigidez de cada losa:
$$K_1 = \frac{1}{L_1} \quad K_2 = \frac{1}{L_2}$$
- Factor de distribución de losas:
$$D_1 = \frac{K_1}{K_1 + K_2} \quad D_2 = \frac{K_2}{K_2 + K_1}$$

Donde:

L_1 y L_2 = Longitud de losa considerada

Momento mayor losa 2 y 2,1 = 656,63 kg-mt

Momento menor losa 1 y 1,1 = 453,91 kg-mt

$$0,80 * 656,63 \leq 453,91$$

$525,30 > 453,91 \rightarrow$ Se balancea por el método de rigidez.

- Rigidez de cada losa:

$$K_1 = \frac{1}{5,57m} \quad K_2 = \frac{1}{5,47m}$$

$$K_1 = 0,179 \quad K_2 = 0,183$$

Donde:

$$L_1 = 5,57m \text{ y } L_2 = 5,47m$$

- Factor de distribución de losas:

$$D_1 = \frac{0,179}{0,179+0,183} \quad D_2 = \frac{0,183}{0,179+0,183}$$

$$D_1 = 0,494 \quad D_2 = 0,506$$

- Ecuaciones de balanceo:

$$Mb1 = (Mb_{mayor} - Mb_{menor}) * D_1$$

$$Mb2 = (Mb_{mayor} - Mb_{menor}) * D_2$$

$$MB1 = M_1 + Mb1$$

$$MB2 = M_2 - Mb2$$

Donde:

M_1 = Momento menor a balancear

M_2 = Momento mayor a balancear

Mb1 = Momento de balance menor

Mb2 = Momento de balance mayor

MB1 = Momento menor balanceado

MB2 = Momento mayor balanceado

Ejemplo de balanceo para losas 1, 1,1 y 2, 2,1:

$$Mb1 = (656,63\text{kg} * \text{m} - 453,91\text{kg} * \text{m}) * 0,494$$

$$Mb1 = 100,14\text{kg} * \text{m}$$

$$Mb2 = (656,63\text{kg} * \text{m} - 453,91\text{kg} * \text{m}) * 0,506$$

$$Mb2 = 102,58\text{kg} * \text{m}$$

$$MB1 = 453,91\text{kg} * \text{m} + 100,14\text{kg} * \text{m}$$

$$MB1 = 554,05\text{kg} * \text{m}$$

$$MB2 = 656,53\text{kg} * \text{m} - 102,58\text{kg} * \text{m}$$

$$MB2 = 554,05\text{kg} * \text{m}$$

Donde:

$$M_1 = \text{Momento menor a balancear} = 453,91\text{kg} * \text{m}$$

$$M_2 = \text{Momento mayor a balancear} = 656,63\text{kg} * \text{m}$$

$$Mb1 = \text{Momento de balance menor} = 100,14\text{kg} * \text{m}$$

$$Mb2 = \text{Momento de balance mayor} = 102,58\text{kg} * \text{m}$$

$$MB1 = \text{Momento menor balanceado} = 554,05\text{kg} * \text{m}$$

$$MB2 = \text{Momento mayor balanceado} = 554,05\text{kg} * \text{m}$$

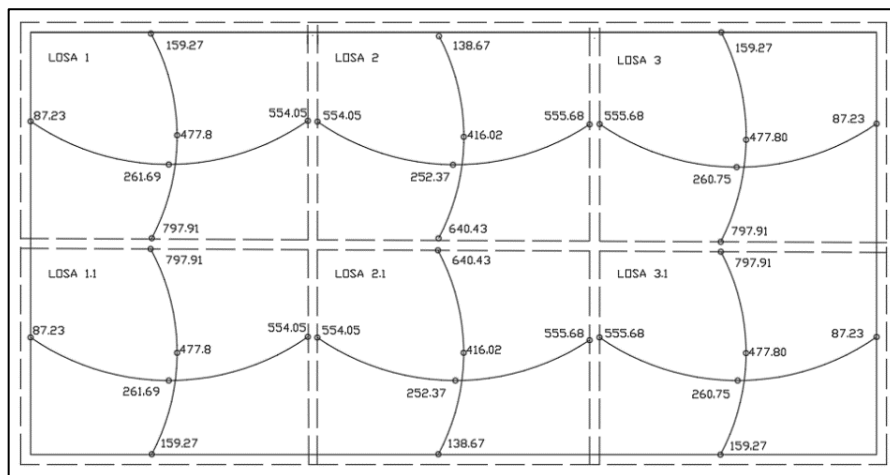
Mismo procedimiento fue aplicado para el balanceo de los momentos negativos de las losas 2, 2,1 y 3, 3,1.

Tabla XXIV. **Cálculo de momentos positivos y negativos finales balanceados**

MOMENTOS POSITIVOS						
	Carga muerta		Carga viva		Momentos centrales	
Momento en kg*m	MA(+)	MB(+)	MA(+)	MB(+)	SUMATORIA MA(+)	SUMATORIA MB(+)
Losa No. 1 y 1,1	325,55	177,30	152,25	84,39	477,80	261,69
Losa No. 2 y 2,1	272,56	170,99	143,46	81,38	416,02	252,38
Losa No. 3 y 3,1	325,55	176,67	152,25	84,08	477,80	260,75
MOMENTOS NEGATIVOS						
Carga total						
Momento en kg*m	MA(-) ORILLA		MA(-) CENTRO		MB(-) IZQUIERDA	MB(-) DERECHA
Losa No. 1 y 1,1	159,27		79,91		87,23	554,05
Losa No. 2 y 2,1	138,67		640,43		554,05	555,68
Losa No. 3 y 3,1	159,27		797,91		555,68	87,23

Fuente: elaboración propia.

Figura 7. **Diagrama de momentos finales de la losa del tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

Nota: Todos los momentos en dimensionales $kg * m$

- Diseño de acero de refuerzo

El refuerzo para la losa se diseña considerando una viga de ancho unitario de un metro; el procedimiento es el siguiente:

Suponiendo varillas No. 3; con $\phi = 0,9525$ cms, el peralte efectivo será:

Peralte efectivo (d) = t – Recubrimiento (R) - $\phi/2$

$$d = 11\text{cms} - 2,5\text{ cms} - 0,9525/2$$

$$d = 8,023\text{ cms}$$

$$d = 8\text{ cms.}$$

Acero mínimo ($A_{s\text{ min}}$) que deberá de utilizarse para refuerzo:

$$A_{s\text{ min}} = 0,4 \times 14,1 \times 100 \times d/2 \text{ 810}$$

$$A_{s\text{ min}} = 0,4 \times 14,1 \times 100 \times 8/2 \text{ 810}$$

$$A_{s\text{ min}} = 1,61\text{cm}^2$$

Espaciamiento mínimo (S_{min}) para el acero mínimo (A_s):

$$1,61\text{cm}^2 \rightarrow 100\text{cm}$$

$$0,71\text{cm}^2 \rightarrow S_{\text{min}} \rightarrow S_{\text{min}} = 44,1\text{ cm}$$

Según el ACI 318 – 99; capítulo 13; sección 13.3.2; el espaciamento máximo de la armadura en las secciones críticas no debe de exceder de dos veces el espesor de la losa ($2*t$).

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

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

$$\text{Utilizar } S_{\text{max}} = 22\text{ cm}$$

Calculando $A_{s_{min}}$ que deberá utilizarse para S_{max} para refuerzo:

$$A_{s_{min}} \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow 20 \text{ cm} \rightarrow A_{s_{min}} = 3,55 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento resistente $A_{s_{min}} = 3,55 \text{ cm}^2$

$$M_u = \phi [A_{s_{min}} * F_y (d - (A_{s_{min}} * F_y / 1.7 * F'_c * b))]$$

$$M_u = 0,9 [3,55 * 2810 (8 - (3,55 * 2810 / 1,7 * 210 * 100))]$$

$$M_u = 69314,93 \text{ Kg-cm}$$

$$M_u = 693,15 \text{ Kg-m}$$

Para los momentos menores que resisten el $M_{u_{As_{min}}}$ se usa $A_{s_{min}}$ y con un espaciamiento de $S_{max} = 20 \text{ cms}$; para los momentos mayores al $M_{u_{As_{min}}}$ se calcula el área de acero requerido de la siguiente forma:

$$M_A (-) = 555,68 \text{ Kg.-mt}$$

$$A_{s_{req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{M_u * b}{0,003825 * f'_c}} \right] * 0,85 \left[\frac{f'_c}{f_y} \right]$$

$$A_{s_{req}} = \left[100 * 8 - \sqrt{(100 * 8)^2 - \frac{555,68 * 100}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2810} \right]$$

$$A_{s_{req}} = 2,83 \text{ cm}^2$$

Calculando espaciamiento (S_{req}) para el acero requerido ($A_{s_{req}}$):

$2,83 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$

$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S_{\text{req}} \rightarrow S_{\text{req}} = 25,1 \text{ cm}$

Utilizar espaciamiento de $S_{\text{req}} = 25 \text{ cm}$

Tabla XXV. **Áreas de acero y espaciamientos para momentos actuantes**

Tipo de momento	Momento (kg*m)	Espesor de Losa (t) cm	Peralte efectivo (d) cm	As req (cm ²)	Smax (cm)
(-)	87,23	11	8	0,43	25
(-)	138,67	11	8	0,69	25
(-)	159,27	11	8	0,79	25
(+)	252,37	11	8	1,26	25
(+)	260,75	11	8	1,31	25
(+)	261,69	11	8	1,31	25
(+)	416,02	11	8	2,10	25
(+)	477,8	11	8	2,42	25
(-)	554,05	11	8	2,82	25
(-)	555,68	11	8	2,83	25
(-)	640,43	11	8	3,27	20
(-)	797,91	11	8	4,11	15

Fuente: elaboración propia.

El armado de la losa se detalla en los planos del apéndice 7.

Verificación por corte

Los esfuerzos por corte deberán ser resistidos únicamente por el concreto que conforma la losa, por lo que solamente se comprueba si el espesor de la losa es el adecuado para soportar los esfuerzos.

Cálculo del corte máximo actuante:

$$V_{act} = \frac{CU * L}{2} == \frac{609,6 * 5,57}{2} = 1\ 697,74\ kg$$

Cálculo del corte máximo resistente:

$$V_{res} = 45 * \sqrt{f'c} * t$$

$$V_{res} = 45 * \sqrt{210} * 11 = 7\ 173,23\ kg$$

Como $V_{act} < V_{res}$ significa que el espesor es adecuado y la losa resiste los esfuerzos de corte.

- Diseño de viga

Según ACI 318, se puede pre dimensionar vigas de la siguiente manera: Debido a que la longitud de la viga es de 5,77 m, se pre dimensiona utilizando para la altura $L/16$ de la luz; y para la base $h/2$, quedando de la siguiente manera:

$$h = 5,77/16 = 0,36\ m; \text{ lo cual se aproxima a } 40\ \text{cms.}$$

$$b = 0,40/2 = 0,20\ m$$

Datos:

$$F'c = 210\ kg/cm^2$$

$$Fy = 2\ 810\ kg/cm^2$$

$$t_{losa} = 11\ cm$$

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

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

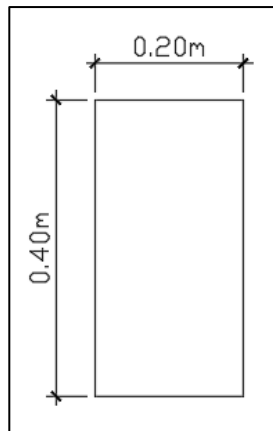
$$d = 40 \text{ cms} - 4 \text{ cms} = 36 \text{ cms}$$

$$C_{Mu} = 439,6 \text{ kg/m}^2$$

$$C_{Vu} = 170 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$C_U = 609,6 \text{ kg/m}^2$$

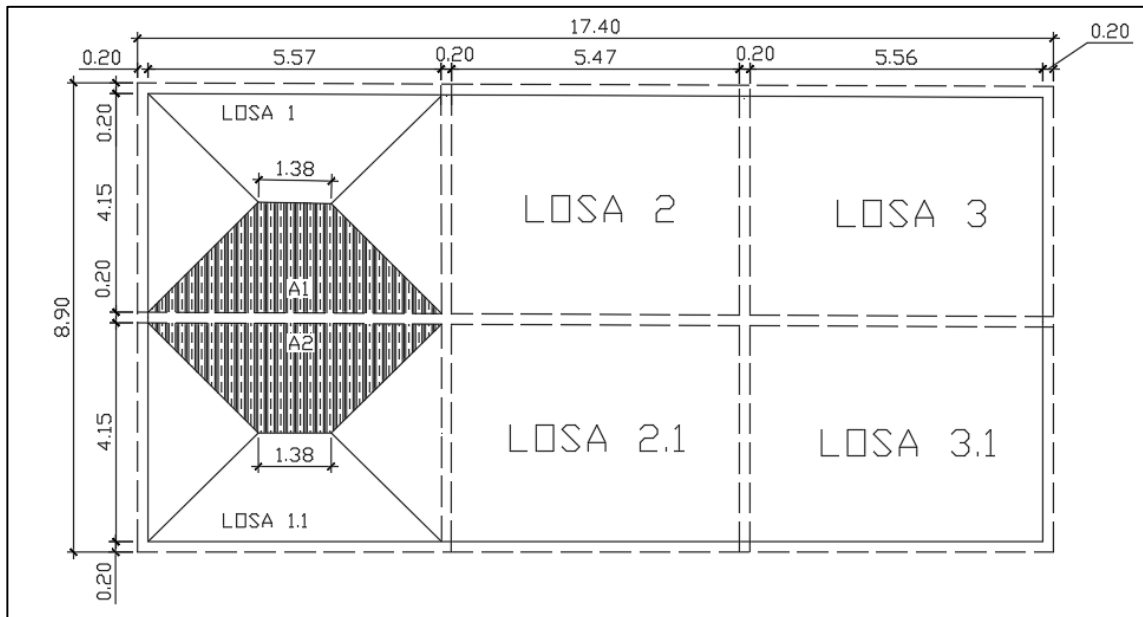
Figura 8. **Sección de viga intermedia de tanque de almacenamiento**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

Con las dimensiones de la sección propuesta, se determina el peso propio de la viga y el peso de la losa, por medio de áreas tributarias.

Figura 9. Diagrama de áreas tributarias sobre viga crítica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

Encontrando valor de área, siendo $A_1=A_2$

$$A_1 = \frac{1}{2} (1,38 + 5,57) \times 2,08$$

$$A_1 = 7,23 \text{ m}^2 = A_2$$

Peso de la losa sobre la viga.

$$W_{L1,2} = \frac{CU * A_{1,2}}{L_{viga}} = \frac{609,6 * 7,23}{5,57} = 791,28 \text{ kg/m}$$

Peso propio de la viga.

$$W_{viga} = 1,4 * (b * h * \gamma_{concreto})$$

$$W_{viga} = 1,4 * (0,2 * 0,4 * 2\ 400) = 268,8 \text{ kg/m}$$

Carga total

$$CT = W_{L1,2} * 2 + W_{viga}$$

$$CT = 791,28 \text{ kg/m} * 2 + 268,8 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1\ 851,36 \text{ kg/m}$$

Determinación de los momentos y cortes actuantes en la viga.

Momentos negativos:

$$M1(-) = \frac{CT * L^2}{24}$$

$$M1(-) = \frac{1\ 851,36 * 5,77^2}{24} = 2\ 568,21 \text{ kg} * \text{m}$$

$$M2(-) = \frac{CT * L^2}{10}$$

$$M2(-) = \frac{1\ 851,36 * 5,77^2}{10} = 6\ 163,71 \text{ kg} * \text{m}$$

Momento positivo:

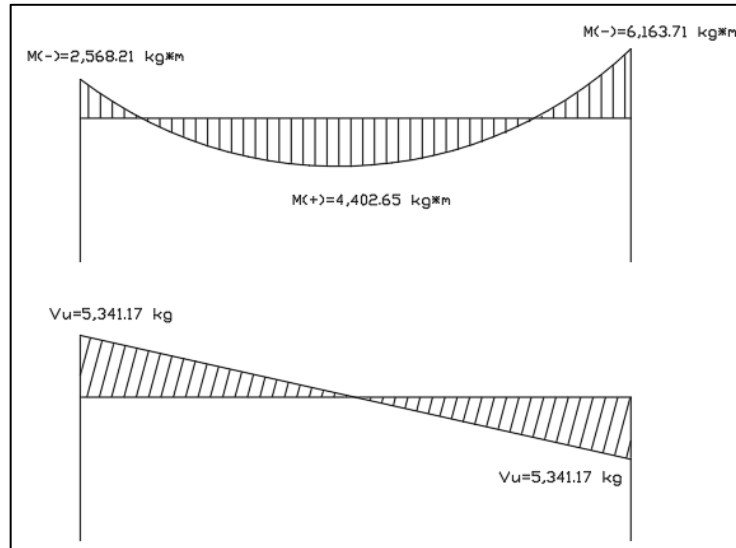
$$M(+) = \frac{CT * L^2}{14}$$

$$M(+) = \frac{1\ 851,36 * 5,77^2}{14} = 4\ 402,65 \text{ kg} * \text{m}$$

Corte último:

$$Vu = \frac{1\ 851,36 * 5,77}{2} = 5\ 341,17 \text{ kg}$$

Figura 10. Diagramas de cortes y momentos en viga crítica



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

Previo al diseño del refuerzo longitudinal en la viga, se calculan los límites dentro de los cuales debe de estar este, utilizando los siguientes criterios:

Cálculo de área de acero requerido ($A_{s \text{ req}}$)

$$A_{s \text{ req}} = \left[b * d - \sqrt{(b * d)^2 - \frac{u * b}{0,003825 * f'c}} \right] * 0,85 \left[\frac{f'c}{fy} \right]$$

$$A_{s \text{ req}} = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{6 \ 163,71 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2 \ 810} \right]$$

$$A_{s \text{ req}} = 7,36 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero máximo ($A_{s_{max}}$)

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

$$\rho_{max} = 0,5 * \rho_b$$

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0,003 * E_s * 0,85 * f'_c}{f_y(f_y + 0,003 * E_s)}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 * 6\ 117 * 0,85 * 210}{2\ 810(2\ 810 + 6\ 117)}$$

$$\rho_b = 0,037$$

$$\rho_{max} = 0,5 * 0,037$$

$$\rho_{max} = 0,0185$$

$$A_{s_{max}} = 0,0185 * 20 * 36$$

$$A_{s_{max}} = 13,32 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero mínimo ($A_{s_{min}}$), como indica código ACI:

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

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{2\ 810} * 20 * 36$$

$$A_{s_{min}} = 3,61 \text{ cm}^2$$

Como $A_{s_{min}} < A_{s_{req}} < A_{s_{max}} \rightarrow$ Viga simplemente reforzada

- Refuerzo longitudinal

Con los momentos obtenidos, se calculan las áreas requeridas para cada momento, cuidando de mantenerlas dentro del rango permisible.

Para el momento negativo 6 163,71 kg*m se tiene un área de:

$$As_{req} = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{6\ 163,71 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2\ 810} \right]$$

$$As_{req} = 7,36\ cm^2$$

Para el momento positivo 4 402,65 kg*m se tiene un área de:

$$As_{req} = \left[20 * 36 - \sqrt{(20 * 36)^2 - \frac{4\ 402,65 * 20}{0,003825 * 210}} \right] * 0,85 \left[\frac{210}{2\ 810} \right]$$

$$As_{req} = 5,12\ cm^2$$

Con las áreas requeridas para cada momento, se hace la distribución del acero, tomando en cuenta los siguientes requisitos sísmicos:

- Refuerzo en cama superior

ACI 318 indica que se debe colocar como mínimo, dos o más varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: 33 % del As calculado para el $M(-)$ de ambos extremos de la viga o As_{min}

$$As_{min}\ en\ M(-) \begin{cases} 33\ \% * As_{req} M(-) = 2,43\ cm^2 \\ As_{min} = 3,61\ cm^2 \end{cases}$$

Se colocarán 3 bastones # 6 y dará un total de $As = 8,55\ cm^2$

- Refuerzo en cama inferior

Se debe de colocar como mínimo, dos o más varillas corridas, tomando el mayor de los siguientes valores: 50 % del A_s calculado para el M(+) o del M(-) ambos extremos de la viga o $A_{s_{min}}$.

$$A_{s_{min}} \text{ en M(+)} = \begin{cases} 50 \% A_{s_{req}} \text{ M(+)} = 2,56 \text{ cm}^2 \\ 50 \% A_{s_{req}} \text{ M(-)} = 3,68 \text{ cm}^2 \\ A_{s_{min}} = 3,61 \text{ cm}^2 \rightarrow A_{s_{corr}} = 3 \text{ No. } 5 = 5,97 \text{ cm}^2 \end{cases}$$

Se colocarán 3 varillas corridas No.5 en la cama inferior $A_s = 5,97 \text{ cm}^2$

- Acero transversal

Este es el refuerzo por corte, se suministra en forma de estribos espaciados a intervalos variables a lo largo del eje de la viga según sea necesario. El procedimiento para el diseño de los estribos es el siguiente:

Cálculo del esfuerzo de corte que resiste V_{cu} .

$$V_{cu} = \phi * 0,53 \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_{cu} = 0,85 * 0,53 \sqrt{210} * 20 * 36$$

$$V_{cu} = 4 700,42 \text{ kg}$$

Corte actuante tomando el dato del diagrama de corte $V_a = 5 341,17 \text{ kg}$

Cálculo del corte de acero y espaciamiento de corte resistente, donde se debe de colocar refuerzo:

$$V_s = V_a - V_u$$

$$V_s = 5 341,17 \text{ kg} - 4 700,42 \text{ kg}$$

$$V_s = 640,75 \text{ kg}$$

Cálculo del espaciamiento según cortante:

$$S = \frac{0,85 * A_{var} * f_y * d}{V_s}$$

$$S = \frac{0,85 * 2 * 0,71 * 2810 * 36}{640,75}$$

$$S = 190,56 \text{ cm}$$

- Corte de acero y espaciamiento máximos permitidos:

$$V_s = \frac{A_{var \ 3/8"} * f_y * d}{d/2}$$

$$V_s = \frac{2 * 0,71 * 2810 * 36}{36/2}$$

$$V_s = 7980,4 \text{ kg}$$

$$V_{s_{max}} = V_s + V_{cu}$$

$$V_{s_{max}} = 7980,4 + 4700,42$$

$$V_{s_{max}} = 12680,82 \text{ kg}$$

Cálculo de espaciamiento máximo:

$$S_{\max} = \frac{d}{2}$$

$$S_{\max} = \frac{36}{2}$$

$$S_{\max} = 18 \text{ cm}$$

El primer estribo se colocará a $S/2$; es decir a 9 cms del rostro del apoyo, luego se colocarán 36 estribos No. 3 a cada 15 cms. (Ver armado en planos apéndice 7).

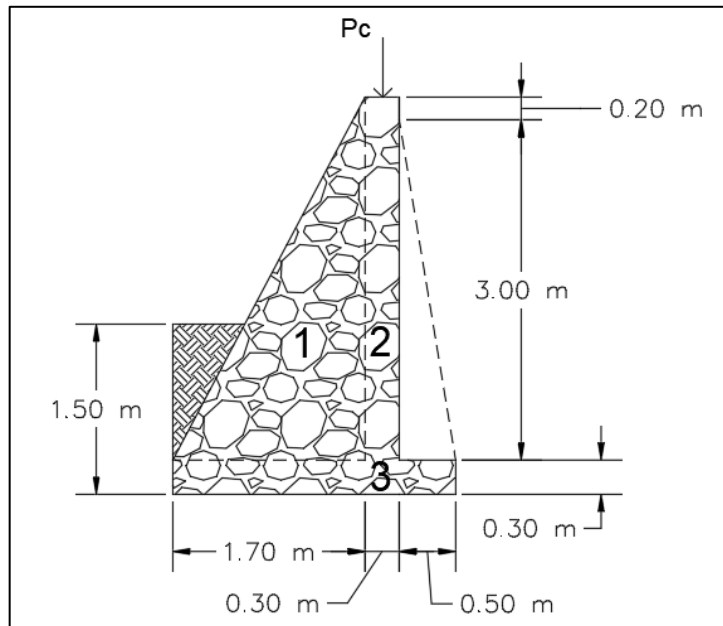
- Diseño del muro

El muro se puede construir de mampostería reforzada, concreto ciclópeo, concreto reforzado; para este proyecto se optó por utilizar el material local que predomina en la comunidad, como lo es la piedra. Se determinó diseñar un tanque semienterrado cuya condición crítica se da cuando el tanque se encuentre completamente lleno.

El diseño consiste en verificar que las presiones máximas que se ejercen sobre las paredes del tanque y sobre el suelo no afecten la estabilidad del tanque.

El muro tendrá una altura total de 3,50 mts, considerando que la altura del nivel del agua es de 3,00 mts.

Figura 11. Sección del muro del tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

Datos:

Peso específico del suelo (δ_s) = 1 260 kg/m³

Peso específico del concreto (δ_c) = 2 400 kg/m³

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

Angulo de fricción = 25,72°

Valor soporte estimado del suelo=98,62 Ton/m²

Factor de seguridad=4

Valor soporte del suelo a utilizar (V_s) = 24 655,00 kg/m²

Carga uniformemente distribuida (W)

$$W = W_{\text{losa+viga}} + W_{\text{viga apoyo}}$$

$$W_{\text{viga apoyo}} = \delta c \times 0,2 \times 0,2$$

$$W_{\text{viga apoyo}} = 2\,400 \times 0,2 \times 0,2 = 96 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{losa+viga}} = 1\,851,36 \text{ kg/m}$$

$$W = 1\,851,36 + 96$$

$$W = 1\,947,36 \text{ kg/m}$$

Considerando W como carga puntual (Pc)

$$Pc = 1\,947,36 \text{ kg/m} \times 1\text{m}$$

$$Pc = 1\,947,36 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual.

$$Mc = 1\,947,36 \times (0,15 + 1,70)$$

$$Mc = 3\,602,62 \text{ kg-m}$$

Empuje Activo:

$$Ea = \frac{1}{2} * \delta_{\text{agua}} * h^2$$

$$Ea = \frac{1}{2} * (1000) * 3^2 = 4\,500 \text{ kg/m}$$

Empuje pasivo:

$$Ep = \frac{1}{2} * \delta_{\text{suelo}} * h^2 * Kp$$

$$Ep = \frac{1}{2} * (1\ 260) * (1,5)^2 * \frac{(1+\text{sen}25,72)}{(1-\text{sen}25,72)}$$

$$Ep = 3\ 591,19 \text{ kg/m}$$

Tabla XXVI. Datos de muro

Figura	Àrea (m ²)	W (kg/m)	Brazo (m)	Momento resistente (kg*m)
1	2,72	6 800	1,13	7 684,00
2	0,96	2 400	1,85	4 440,00
3	0,75	1 875	1,25	2 343,75
Suelo		3 591,19	0,5	1 746,30
	Sumatoria	14 666,19	Sumatoria	16 214,05

Fuente: elaboración propia.

Momento de volteo:

$$M_{act} = E_a * H/3$$

$$M_{act} = 4\ 500 * (3/3 + 0,3)$$

$$M_{act} = 5\ 850 \text{ kg*m}$$

Verificación de la estabilidad contra volteo ($F_{sv} > 1,5$):

$$F_{sv} = \frac{M_R + M_C}{M_{act}}$$

$$F_{sv} = \frac{16\ 214,05 + 3\ 602,62}{5\ 850}$$

$$F_{sv} = 3,39 > 1,5$$

Verificación de la estabilidad contra deslizamiento ($F_d > 1,5$):

$$F_d = \frac{F_\delta}{E_a}$$

$$F_d = \frac{(1\,947,36 + 14\,666,19) * \tan(25,72)}{4\,500}$$

$$F_d = 1,78 > 1,5$$

Verificación de la presión máxima:

$$a = \frac{M_R + M_c - M_{act}}{W_T}$$

$$a = \frac{16\,214,05 + 3\,602,62 - 5\,850}{(14\,666,19 + 1\,947,36)}$$

$$a = 0,841 \text{ m}$$

$$e_x = \frac{\text{Base}}{2} - a$$

$$e_x = \frac{2,5}{2} - 0,84$$

$$e_x = 0,41 \text{ m}$$

Módulo de sección (Sx):

$$S_x = \frac{1}{6} * (\text{base})^2 * \text{Long}$$

$$S_x = \frac{1}{6} * (2,5)^2 * 1 \text{ m}$$

$$S_x = 1,04 \text{ m}^3$$

Presión máxima (Pmax):

$$P_{\max} = \frac{W_T}{A} + \frac{W_T * ex}{S_x}$$

$$P_{\max} = \frac{16\,613,55}{(2,5 * 1)} + \frac{16\,613,55 * 0,41}{1,04}$$

$$P_{\max} = 12\,877,69 \text{ kg/m}^2$$

$$P_{\max} = 13\,194,99 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 24\,655 \text{ kg/m}^2$$

Todas las verificaciones para el diseño de muros se encuentran dentro de los rangos, por lo tanto, las dimensiones de los muros del tanque de almacenamiento son los indicados. Cabe mencionar que el valor soporte usado se obtuvo de un estudio de suelo de un lugar cercano a la zona donde se construirá el tanque, por lo cual se maximizó el factor de seguridad.

2.1.10.3. Red de distribución

La red de distribución es un sistema de tuberías unidas entre sí, que conduce el agua desde el tanque de distribución hasta el consumidor y su función sanitaria es brindar un servicio en forma continua, en cantidad suficiente y desde luego con calidad aceptable por lo que se debe de tratar el agua antes de entrar a la misma.

Para el diseño de la red será necesario considerar los siguientes criterios:

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el periodo de diseño, de acuerdo con el consumo máximo horario.

- La distribución de caudales debe hacerse mediante criterios que estén acordes con el consumo real de la localidad.
- La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras de arte necesarias para garantizar el correcto funcionamiento del sistema de acuerdo con normas establecidas y facilitar así su funcionamiento.
- En cuanto sea posible se debe adoptar un sistema de circuito cerrado para asegurar un mejor funcionamiento del mismo.

Por la forma y principio hidráulico de diseño, las redes pueden ser:

- Red ramificadora o abierta

Es la que se construye en forma de árbol, se recomienda cuando las casas están dispersas. En este tipo de red los ramales principales se colocan en las rutas de mayor importancia, de tal manera que alimenten a otros secundarios.

Para el diseño hidráulico de ramales abiertos se recomienda comparar criterios de uso simultáneo versus factor de hora máximo, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. Para el efecto se utilizarán las expresiones siguientes que brinda la norma de diseño del INFOM-UNEPAR:

Caudal de uso simultáneo

$$q = k\sqrt{n - 1}$$

Donde:

q = caudal de uso simultáneo

k = 0,15 para conexiones prediales

n = número de viviendas estimadas para el final del periodo

El caudal mínimo para el diseño de un ramal es de 0,20 lts/seg

- Red en forma de malla o de circuito cerrado

Es cuando las tuberías están en forma de circuitos cerrados intercomunicados entre sí. Esta técnicamente funciona mejor que la red ramificada, ya que elimina los extremos muertos, permitiendo la circulación del agua. En una red de forma de malla, la fórmula de Hazen & Williams define la pérdida de carga, la cual es verificada por el método de Hardy Cross; considerándose balanceado cuando la corrección del caudal es menor del 1 % del caudal que entra.

El diseño para el proyecto en estudio comprende únicamente ramales funcionando como ramales abiertos debido a la distribución de viviendas.

- Presiones y velocidades en la red de distribución

Entre los límites recomendables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución se tiene que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a., en algunas situaciones podrá permitirse una presión máxima de 70 m.c.a., ya que después de alcanzar una presión de 64 m.c.a. se corre el riesgo de que fallen los empaques de los chorros. En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, esta se debe

mantener entre 10 y 40 m.c.a., aunque en muchas de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica mínima de 60 m.c.a., partiendo del criterio que será difícil que construyan edificios de altura considerable.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomienda mantener como mínimo 0,6 m/seg, como mínimo extremo se permiten velocidades de 0,4 m/seg, considerando que la tubería sedimentará materiales y tendrá una menor limpieza, y 3 m/s como máximo.

2.1.10.3.1. Diseño de red de distribución

Para delimitar la ubicación de la tubería se consideraron vías existentes y longitud de tramos. Dando como resultado tres ramales abiertos, el ramal 1 consta de un tanque y pozo existentes, ramales 2 y 3 serán abastecidos por un nuevo tanque y dicho tanque recibirá caudal por medio de un pozo existente y una nueva línea de conducción por bombeo.

Para realizar el cálculo del valor de cada punto de consumo, se realizó el conteo de casas actual, por medio del censo se definió una densidad de vivienda la cual sería proyectada a futuro. También por medio del censo se identificaron las industrias existentes y la magnitud de uso que requieren de agua.

A continuación, se presenta la forma de cómo se determinaron los parámetros hidráulicos utilizando las fórmulas brindadas por INFOM-UNEPAR.

Datos:

Tramo de ramal 1, Nodo 2 a 3

Longitud medida= 127,31 m

Cota Nodo 2 Ramal 1= 229,78

Cota Nodo 3 Ramal 1= 230,63

Pérdida de carga= 0,85 m

Q= 1,69 L/s

Clase de tubería PVC

C=150

Cálculo de diámetro teórico:

$$\phi_t = \left(\frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{185} * H_c} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\phi_t = \left(\frac{1\,743,811 * 127,31 * 1,69^{1,85}}{150^{185} * 0,85} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\phi_t = 2,35''$$

$$\phi_t = 2\frac{1}{2}''$$

Cálculo de la pérdida de carga del Nodo 2 al Nodo 3

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 127,31 * 1,69^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}}$$

$$H_f = 0,64 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad para el diámetro encontrado

$$v = \frac{1,973 * Q}{\phi^2}$$
$$v = \frac{1,973 * 1,69}{2,5^2}$$

$$v = 0,53 \text{ m/s}$$

Se puede observar que la velocidad se encuentra entre los límites permitidos.

Determinación de la cota piezométrica en Nodo 2

Cota piezométrica (CP)= cota piezométrica anterior -Hf

$$CP = (255,15 - 0,64) = 254,51 \text{ m}$$

Determinación de la presión en el Nodo 2

$$P = CP - CT$$

$$P = (254,51 - 229,78) = 24,73 \text{ mca} = 36 \text{ PSI}$$

Se observa que la presión en el Nodo 2 está entre las permitidas, procediendo así a utilizar tubería de 160 PSI.

Cabe mencionar que estos cálculos fueron realizados por el software WaterCad, funcionando el cálculo de todo el sistema en conjunto, por lo cual estos diámetros pueden variar, dichas tablas del diseño hidráulico se muestran en el apéndice 6.

2.1.10.4. Obras hidráulicas

- Válvulas de compuerta

Las válvulas de compuerta se contemplan para aislar en determinado momento alguna sección de la instalación, con el fin de efectuar alguna reparación, inspección o mantenimiento. Sus cajas protectoras estarán enterradas y protegidas por cajas construidas de block, ladrillo o mampostería de piedra con tapaderas de concreto reforzado.

Las válvulas de compuerta pueden ser de hierro fundido, de bronce y de plástico. Las primeras se emplean principalmente para diámetros de 6"; en adelante, las de bronce son más económicas que las de hierro fundido de 4" de diámetro y menos; las de plástico se emplean en los equipos dosificadores de solución de hipoclorito de calcio.

Cuando se diseña un acueducto debe especificarse el tipo de válvula, el diámetro y la presión de servicio.

Según el uso que se les destine, las válvulas de compuerta pueden ser de limpieza, para seccionar tramos de tuberías y a la entrada y salida de tanques y otras estructuras.

- Válvulas de compuerta para limpieza

Estas válvulas sirven para extraer de la tubería la arena, hojas o cualquier otro cuerpo que haya ingresado a la tubería, los cuales tienden a depositarse en los puntos bajos del perfil. Como válvula de limpieza se emplea una de

compuerta, de diámetro igual al de la tubería que sirve, pero el diámetro mayor es de 2”.

- Válvulas de compuerta para seccionar tubería

Cuando en los sistemas de abastecimiento de agua, un tramo de tubería tiene una gran longitud o cuando la red de distribución es muy extensa, es conveniente instalar válvulas de compuerta para aislar determinada parte de la red o para separar en tramos la línea de conducción.

Estas válvulas deben ser del mismo diámetro y de la misma presión de trabajo o mayor que la de la tubería donde serán instaladas.

- Válvulas de globo

Las válvulas de globo se emplean en las conexiones domiciliarias, tanto para suspender temporalmente el servicio como para regular el caudal.

- Válvulas de paso

Se emplean en las conexiones domiciliarias, pero se desgastan rápidamente se con ellas se trata de controlar el caudal, razón por la que, para este caso, usualmente se sustituye por una válvula de globo.

- Válvulas de flotador

Las válvulas de flotador se emplean dentro de las cajas rompedoras de una tubería de distribución para suspender el flujo cuando el agua dentro de la caja alcanza un nivel máximo, evitando así el desperdicio del agua.

- Válvulas automáticas de aire

El aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que puede acumularse reduce la sección de la tubería y por ende, su capacidad de conducción. La cantidad acumulada de aire puede ser tanta que llega a impedir completamente la circulación del agua. Las válvulas automáticas de aire se escogen en base a la presión de servicio en los puntos altos donde se estima que debe colocarse una.

2.1.11. Desinfección

Cuando las aguas no llenan los requisitos de potabilidad, según especificaciones COGUANOR NGO 29,001, éstas deberían ser tratadas mediante procesos adecuados, entre ellas se tienen: el desarenamiento, sedimentación, filtración y desinfección. Este último proceso debe adoptarse en todos los sistemas públicos, aun suponiendo que el agua tuviese una calidad fisicoquímica aceptable, es necesario adicionarle una determinada cantidad de desinfectante que garantice la potabilidad del agua durante su almacenamiento y distribución.

Por tanto, la desinfección de las aguas de abastecimiento se realiza para:

- Destruir los gérmenes presentes en el agua procedente de la captación
- Destruir los gérmenes que pueden acceder al agua durante el recorrido por las conducciones.

- Asegurar el control microbiano del agua que ingresa hasta que sale de la red de distribución.

La desinfección de las aguas puede realizarse por medio de calor, ultrasonido, radiaciones ultravioletas, o por desinfectantes químicos. El producto químico más usado para la desinfección del agua es el cloro en sus distintas formas, entre los más usados se pueden mencionar:

El Sistema Inyectado, que requiere un cuidado especial para evitar fugas o mal manejo, debido a que es altamente tóxico y corrosivo. Este sistema es efectivo únicamente para grandes ciudades.

Otro sistema es el alimentador automático de tricloro, que consiste en disolver tabletas de tricloro con el paso del agua. El alimentador de tricloro es un recipiente en forma de termo que alberga tabletas, cuyo tamaño depende directamente del caudal de agua y del consumo necesario de tabletas para mejorar la calidad sanitaria del agua.

Un método muy utilizado es la cloración tradicional, que consiste en verter los sacos de cloro por los ductos de visita. Este procedimiento no permite que exista cloración homogénea, provocando grandes sedimentaciones por falta de mezclado; por lo que no es muy recomendable.

El hipoclorador hidráulico, es un sistema de fácil manejo y efectiva para pequeñas y medianas comunidades. Este sistema funciona por gravedad, basándose en el principio de carga hidráulica constante.

Con el fin de garantizar que el agua que se distribuya a los habitantes haya pasado por un proceso de desinfección para que el agua sea realmente

potable y no contenga bacterias u otros microorganismos que afecten la salud del consumidor, se recurre a desinfectar el agua mediante hipocloradores.

La función de un hipoclorador es suministrar constantemente una solución de hipoclorito de calcio y agua, la que permite que el agua almacenada en el tanque sea apta para el consumo humano. Generalmente se utilizan dos tipos de hipoclorador: de carga constante o de pastillas.

El hipoclorador debe estar situado encima del tanque de almacenamiento, exactamente sobre la entrada del tubo de la línea de conducción.

Para el sistema de abastecimiento de agua potable de Gerona, en el ramal 1 el tanque existente cuenta con su correcto sistema de cloración, el cual continuaría con su funcionamiento normal, para los ramales 2 y 3 se utilizará un hipoclorador de pastillas, para el cual se debe tener las siguientes consideraciones de mantenimiento:

- Revisión al estado de la caja de protección del hipoclorador y las válvulas de compuerta que se encuentra en el mismo. Se debe asegurar que las válvulas giren fácilmente, se pueden girar de un lado a otro a modo que no se endurezca; si es necesario se le puede aplicar gotas de aceite para su lubricación.
- Si existen grietas en el muro de la caja de protección del hipoclorador, se deben reparar con sabieta.
- Si existen fugas en la tubería deben ser reparadas.

- Revisar si el hipoclorador tiene pastillas, teniendo cuidado de no tener la cara justo por encima al destapar el artefacto, ya que emanan gases dañinos para la salud del ser humano.

Para este proyecto se utilizará un alimentador automático de tricoloro, que es un recipiente en forma de termo que alberga dichas tabletas, las cuales se disolverán mediante el paso del agua por el mismo, dichos alimentadores vienen en diferentes capacidades de almacenamiento de tabletas, la cual depende del caudal requerido para el proyecto, se optó por utilizar las tabletas a través del alimentador automático, dado que es el más económico en cuanto a operación y mantenimiento, para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua del presente proyecto para los ramales 2 y 3 se hará de la siguiente forma.

Para determinar la cantidad de la solución que se debe agregar al agua que está entrando al tanque de almacenamiento hay que saber el caudal que se está conduciendo, para nuestro caso es de 10,89 L/s (Caudal medio diario ramales 2 y 3), para este se obtendrán los gramos de tricloro de la siguiente forma:

$$G = \frac{C * M * D}{\%C}$$

Donde:

G= gramos de tricloro

C= miligramos por litros deseados = (0,001gr)

M= litros de agua a tratarse por día = Qm * 86 400

D= número de días que durará (30 días)

%C= concentración de cloro (0,9)

$$G = \frac{0,001 * 10,89(86\ 400) * 30}{0,9}$$

$$G = 31\ 363,2\ \text{g}$$

Esto significa que se necesitan 31 363,2 gramos de tricloro, o sea el equivalente a (31 363,2 g / 200 g), es decir 157 tabletas de tricloro por mes para el tanque Gerona. Estas serán colocadas por el encargado de mantenimiento de forma gradual en el alimentador, cuidando de su limpieza una vez al mes. El gasto de operación del sistema de desinfección será tomado en cuenta para la propuesta de tarifa.

2.1.12. Elaboración de planos

Los planos constructivos para el sistema de abastecimiento de agua potable se presentan en el apéndice 7; están conformados por: planta general, planta de diseño hidráulico, planta de curvas de nivel, línea de conducción, red de distribución, perfiles de ramales abiertos, diseño de tanque de almacenamiento y detalles.

2.1.13. Costo de operación y mantenimiento

Estos tienen que estar incluidos en el presupuesto del diseño, con estos costos se pretende que el tiempo de vida del diseño de abastecimiento pluvial cumpla con el estimado.

2.1.13.1. Gastos de Operación (O)

Se tiene contemplado la contratación de un fontanero, quien tendrá a su cargo la operación del servicio de agua, manteniendo una constante supervisión

a los accesorios de este sistema para mantenerlo operando eficientemente y a la vez deberá supervisar el correcto funcionamiento del sistema de cloración.

2.1.13.2. Gastos de Mantenimiento (M)

Se tiene contemplado para los gastos de mantenimiento la compra de accesorios como tubos, pegamentos, codos, llaves, uniones, entre otros, durante el proceso de operación del proyecto.

2.1.13.3. Gastos de Desinfección (D)

Para poder mantener el sistema de desinfección funcionando es necesario tener una dotación constante de tabletas de tricloro de 200 mg. además se determinó que en un mes serán necesarios 157 tabletas para cumplir la demanda de cloro requerida para el nuevo tanque.

2.1.13.4. Gastos de Administración (A)

Representa el fondo que servirá para gastos de papelería, sellos, viáticos, etc. Se estima un 15 % de la suma de los anteriores.

2.1.13.5. Gastos de Reserva (R)

Cantidad de dinero dedicada a cualquier imprevisto que afecte al proyecto. Será del 10 % de la suma de los costos de operación, mantenimiento y tratamiento.

A continuación, se presenta la tabla de resumen de los gastos de mantenimiento y operación.

Tabla XXVII. **Gastos de operación y mantenimiento**

GASTOS	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO/U	COSTO
Operación (fontaneros)	1	Mes	Q.4 000,00	Q. 4 000,00
Mantenimiento	1	Global	Q.1 000,00	Q. 1 000,00
Desinfección	157	Und.	Q. 15,00	Q. 2 355,00
Administración	15	%		Q. 1 103,25
Reserva	10	%		Q. 735,50
TOTAL DE GASTO MANTENIMIENTO MENSUAL				Q. 9 193,75

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Propuesta de tarifa

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

$$TAR = \frac{O + M + D + A + R}{\text{No. de Viviendas}}$$

$$TAR = \frac{9\,193,75}{1504 \text{ casas}}$$

$$TAR = Q.6,11$$

Se establece una cuota de Q 7,00 por vivienda, que servirá para pagar los gastos de fontanero, mantenimiento y materiales de servicio.

2.1.15. Presupuesto

En la integración de precios unitarios, en la sección de acometidas domiciliarias se incluye el costo de instalación de contadores volumétricos para el cobro del servicio, esto queda a discreción y criterio de la municipalidad, pudiendo o no ser parte del costo total del proyecto, esto debido a cultura y factores sociales del municipio. El presupuesto general del proyecto se presenta en el apéndice 4.

2.1.16. Evaluación económica financiera

Con esto se pretende estimar los costos del diseño y demostrar que es rentable para la comunidad y al mismo tiempo para la municipalidad.

2.1.16.1. Valor presente neto

Se utiliza para comparar alternativas de inversión. Consiste en transformar todos los movimientos monetarios de un proyecto a través del tiempo, a valores actuales, para determinar la rentabilidad al término del periodo de funcionamiento; la tasa de interés corresponde a la tasa de rendimiento mínima atractiva, que en el mercado actual oscila entre el 12 %.

Viene dada por la fórmula:

$$VPN = -CI - CO*(P/A,i,n) + IG(P/A,I,n)$$

Donde:

VPN = valor presente neto.

CI = costo inicial = costo total del proyecto
 CO = costo anual de operación y mantenimiento= Q. 110 325,00
 IG = cota fija anual de ingresos= Q. 126 336,00
 n = vida útil del proyecto= 21 años
 i = interés = 12 %

$$VPN = -(Q. 8\,351\,857,57) - Q. 110\,325,00 \cdot (P/A, 12\%, 21) + Q. 126\,336,00 \cdot (P/A, 12\%, 21)$$

$$VPN = -(Q. 8\,351\,857,57) - Q. 834\,277,65 + Q. 909\,345,63$$

$$VPN = - (Q. 8\,351\,857,57) + 75\,067,98$$

$$VPN = -Q. 8\,276\,789,59$$

El valor presente neto es negativo debido a que la inversión inicial es muy alta y el ingreso anual es muy bajo. Lo que si garantiza es que la tarifa propuesta podría cubrir todos los gastos en operación y mantenimiento que se necesita durante el periodo de funcionamiento.

Debido a las características del proyecto, esta inversión no es recuperable y deberá ser proporcionada por alguna institución, como era de esperarse en proyectos de inversión pública.

- Tasa interna de retorno

Es utilizada para evaluar el rendimiento de una inversión. Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva, por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a

nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, este se determina de la siguiente manera:

Costo= Inversión inicial – VPN

Costo= (Q. 8 351 857,57) – Q. 8 276 789,59

Costo= Q. 75 067,98

Beneficio = No. De habitantes beneficiados (futuro)

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{\text{Q. } 75\,067,98}{15,536 \text{ hab}} = \text{Q. } 4,83/\text{hab}$$

El proyecto podrá ser considerado favorablemente por cualquiera de las instituciones que trabajan actualmente con la municipalidad.

2.1.17. Cronograma

El presente cronograma detalla el proceso de ejecución de las distintas actividades para un proyecto de agua potable, pudiendo variar en obra para mejorar los tiempos y optimizar recursos.

Tabla XXVIII. **Cronograma de ejecución del proyecto**

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN DE ACTIVIDADES								
No.	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	MESES						
		1	2	3	4	5	6	7
1	LINEA DE CONDUCCIÓN							
2	TANQUE DE ALMACENAMIENTO							
3	HIPOCLORADOR + CASETA							
4	RED DE DISTRIBUCIÓN							
5	OBRAS DE ARTE							
6	ACOMETIDA DOMICILIAR.							
	TIEMPO TOTAL DE EJECUCIÓN	7 MESES						

Fuente: elaboración propia.

2.1.18. Especificaciones técnicas

Generalidades

En el proyecto se realizará: limpieza del terreno, zanjeo, construcción de tanque, elaboración de obras de arte como cajas protectoras de válvulas, colocación de la tubería, accesorios y válvulas, soportes y anclajes, prueba de presión, lavado y desinfección de la tubería y corte de pavimento en calles y relleno de la zanja de acuerdo con lo indicado en los planos.

Antes de iniciar el trabajo se localizarán las instalaciones prediales y tuberías existentes para evitar dañarlas, marcándolas cuidadosamente.

Se colocarán indicaciones de peligro y las protecciones necesarias en los puntos dentro de poblaciones que sean de tránsito de vehículos o peatones.

Al terminar el trabajo debe retirarse todo material sobrante y efectuarse todas las reparaciones de daños ocasionados.

El trabajo deberá ser de primera calidad y ejecutado por obreros calificados.

Las tuberías se colocarán en el lugar y niveles indicados en los planos.

Deberá utilizarse las herramientas adecuadas y métodos de trabajo recomendados por los fabricantes.

- Zanjeo

Las tuberías se emplazarán siguiendo los ejes que se indiquen en los planos. Se cortará la zanja a una profundidad comprendida entre 0,60 a 1,00 m., o lo que se indicada en los planos. El fondo de la zanja deberá ser recortado cuidadosamente para permitir un apoyo uniforme de la tubería.

Se deberá cortar zanja simétrica al eje de instalación de la tubería dejando los siguientes recubrimientos sobre el diámetro del tubo; a menos que las bases especiales indique algo distinto.

- En tramos de tránsito pesado 1,00 m
- En tramos de tránsito liviano 0,80 m
- Donde no exista posibilidad de tránsito 0,60 m

En los suelos con poca estabilidad, se deberá apuntalar la zanja para evitar desplomes de las paredes.

En los casos en que la tubería debe ser colocada en zanja cortada en roca, deberá excavarse la roca hasta un mínimo de 15 cm. por debajo del nivel de instalación de la tubería, rellenándola posteriormente con material adecuado compacto para formar apoyo uniforme.

Si los materiales que se encuentran a la profundidad de instalación de la tubería no son satisfactorios, porque pueden causar asentamiento desigual o ser agresivos a la tubería, se deberán remover en todo el ancho de la zanja en una profundidad de 0,20 m.

El ancho de la zanja deberá ser suficiente para la correcta instalación de la tubería, así como para permitir una adecuada compactación del relleno a los lados de esta.

Según el tipo de tubería, que se use, podrá ser necesario hacer ampliaciones de la zanja en los puntos de unión o de instalación de accesorios, para permitir una adecuada instalación de las uniones.

- Soporte para tubería

Cuando la tubería deba instalarse a nivel del terreno o sobre él, se deberá hacer sobre el soporte. Salvo que en los planos se indique otra cosa, los soportes serán de mampostería, concreto o en casos especiales de acero, de tal forma que aseguren la tubería firmemente contra movimiento en toda dirección.

- Anclajes de tubería

En todos los puntos de cambio de dirección de las tuberías, se deberá hacer anclajes de dimensiones, peso y diseño tal que absorba el empuje producido por la presión interna en el punto de inflexión. Tales anclajes serán de mampostería o de concreto y deberán estar en firme contacto con la tubería o accesorios en el punto de inflexión.

- Instalación de tubería de PVC

Se cortará la tubería a escuadra utilizando guías y luego se quitará la rebaba del corte y se limpiará el tubo de viruta interior y exteriormente. El tubo debe de penetrar en el accesorio o campana de otro tubo sin forzarlo por lo

menos un tercio de la longitud de la copla, si no es posible debe afilarse o lijarse la punta del tubo.

Se aplicará el cemento solvente que debe estar completamente fluido y si el cemento empieza a endurecerse en el frasco deberá desecharse.

Antes de aplicarse el cemento solvente se debe quitar toda clase de suciedad que se encuentra en la parte que se va a aplicar, tanto en el exterior del tubo como en la superficie interior del accesorio, por medio de un trapo seco.

El cemento debe ser aplicado en una capa delgada y uniforme; puede usarse cepillo o brocha. Se deberá hacerlo rápidamente ya que el cemento seca en dos minutos aproximadamente. No se deberá exagerar el uso del solvente, sino que solo darles un revestimiento a las dos piezas.

Para el ensamble se deberá hacer una rotación de $\frac{1}{4}$ de vuelta, presionando el tubo cuando la superficie esté húmeda, debiéndose dejar fija la unión por lo menos 30 minutos.

La tubería deberá colocarse cuidadosamente en la zanja y tener el cuidado al trabajarla que los operarios no se paren en ella.

Esta tubería deberá cubrirse en las primeras horas de la mañana cuando esté fría y no dilatada por la acción del calor.

- Prueba de tuberías

Toda instalación de tubería deberá ser probada para resistencia y estanquidad, sometiéndola a presión interna por agua antes de hacer el relleno total de la zanja. Se deberá rellenar previamente solo aquellas partes en que se necesita en soporte del suelo como anclaje de la tubería.

La tubería será sometida a la prueba de presión con agua, después de llenarla totalmente hasta expulsar todo el aire por los puntos altos. Los tramos ha probar deberán ser de preferencia aislados por las válvulas instaladas y en tramos no mayores de 400 m.

- Relleno de zanjas

Las zanjas de instalación de tubería deberán ser rellenadas después de la prueba de presión, tan pronto como se haya aprobado y aceptado la instalación.

El relleno se hará de la siguiente manera:

- Abajo y a los lados de la tubería se deberá rellenar en capas de 7 cm., perfectamente compactados hasta media altura de la tubería. De aquí hasta 30 cms del tubo, se deberá rellenar con capas no mayores de 15 cm. El material para rellenar la zanja, hasta este nivel, deberá ser cuidadosamente escogido para que esté libre de piedras y permita una buena compactación. Si el material que se extrajo de la zanja no es adecuado, se hará el relleno con material seleccionado. De los 30 cms sobre el tubo hasta el nivel de relleno total, se hará en capas no mayores de

30 cms y el material podrá contener piedras hasta de 20 cms en su máxima dimensión a menos que se indique lo contrario.

- En los lugares donde el asentamiento del relleno no es de importancia, como en las líneas de conducción instaladas en poca pendiente, no será necesario hacer la compactación desde 30 cms sobre el tubo hasta el nivel del terreno, debiendo colocarse todo el material excavado en la zanja y hasta formar un camellón uniforme sobre el terreno. En cualquier caso, todo el material de zanjeo sobrante deberá ser retirado del área de instalación y dispuesto en forma satisfactoria.
- En los casos de terrenos con 20 % o más de inclinación en el eje de instalación se deberán construir muros de retención del relleno, transversales al eje de la tubería y de ancho tal que queden firmemente soportados por el terreno a los lados de la zanja.
- Lavado y desinfección interior de la tubería y tanques

Antes de poner en servicio las tuberías instaladas deberá lavarse y desinfectarlas interiormente.

Primero se procederá al lavado para lo que se hará circular agua a velocidad no menor de 0,60 m/seg., por un período mínimo de 15 minutos o el tiempo necesario para que circule dos veces el volumen contenido por las tuberías, según el que sea mayor.

Para la desinfección se deberá comenzar por vaciar la tubería, llenándola después con agua que contenga 20 miligramos/litro de cloro, la que se

mantendrá 24 horas en la tubería. Cuando no se pueda vaciar previamente la tubería, se introducirá un volumen dos veces mayor que el volumen de agua contenida, proporcionando escapes en todos los extremos durante la aplicación del agua clorada para desinfección.

Después de las 24 horas, se vaciarán las tuberías o se procederá a lavarlas haciendo circular agua en cantidad suficiente para eliminar la empleada para la desinfección. El agua a emplearse para el lavado final será de calidad igual a la que circulará por la tubería en su funcionamiento normal.

Para el caso del nuevo tanque de enorme capacidad de concreto ciclópeo se procederá a realizar la inspección y limpieza de este antes de cualquier puesta en funcionamiento, verificando el correcto funcionamiento de sus partes y posteriormente de su puesta en funcionamiento deberá tomarse una muestra de agua y realizar los análisis correspondientes para la verificación de la calidad del agua para el consumo humano.

Para el tanque existente elevado de metal, ubicado en la colonia Centenario, se deberá realizar el remozamiento completo, poniéndolo en condiciones adecuadas para servir de abastecimiento al ramal 1 y realizando las evaluaciones, mantenimiento y pruebas de calidad del agua correspondientes, esto se ha considerado en el costo total del proyecto.

- Materiales
 - Tubería y accesorios PVC

La tubería de PVC será rígida, estabilizada con estaño y debe satisfacer la norma ASTM-D 2241-00. Será para una presión de trabajo mínima de:

Para tubo de ½" 315 psi, para tubo de ¾ 250 psi, para tubo de diámetro igual o mayor de 1" la presión que se indique en las bases especiales o en los planos. Las uniones deben ser conectadas por medio de campana y espiga. Los accesorios serán de la misma clase.

El solvente será el recomendado por el fabricante de la tubería. Los materiales serán almacenados en una forma que garantice la preservación de calidad y se colocarán de manera que permitan una fácil inspección.

Se almacenarán bajo techo o a la intemperie protegidos de forma que no reciban directamente los rayos del sol.

- Tanque de almacenamiento

Los muros de los tanques serán de concreto ciclópeo proporción 1/3 de piedra grande de 6" + 2/3 de concreto pobre.

Para las losas se utilizará concreto con una resistencia de ruptura a compresión de 210 kg/cm², con una proporción de 1:2:3, cemento, arena de río y piedrín de ½".

El acero de refuerzo a utilizar será grado 40 (2810 kg/cm²), en todas las tapaderas del proyecto se anclarán ganchos de hierro de ½" de tal forma que puedan cerrarse con candado.

Las paredes internas de los tanques se deberán impermeabilizar por medio de un mortero de sabieta con una proporción 1:2 de cemento y arena de río cernida. Las paredes quedarán debidamente alisadas en su parte interior de modo que sean impermeables.

Deberán realizarse estudios a fondo de la capacidad soporte del suelo en fase previa a la ejecución, analizando suelos saturados y verificar así el actual diseño para tomar medidas de prevención de riesgos por volteo o deslizamiento del terreno por la enorme cantidad de agua que almacenará y peso propio del tanque.

2.1.19. Evaluación de impacto ambiental inicial

También conocido como evaluación ambiental inicial -EAI-, este es un instrumento que se utiliza para determinar si un proyecto de infraestructura, conforme lo indicado en el listado taxativo, que limita el procedimiento establecido y en virtud de su condición de significancia de impacto ambiental, requiere o no de un análisis profundo por medio de otro instrumento de evaluación ambiental.

La evaluación ambiental inicial considerará la localización del área del proyecto, con respecto a áreas ambientales frágiles y áreas con planificación territorial, así como la existencia o no de un marco jurídico, con el objetivo de que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) determine la necesidad de presentar otro instrumento de evaluación ambiental o emita la resolución que corresponda al caso concreto.

Es un instrumento técnico que permite considerar a priori variables ambientales, índices de un espacio geográfico sobre el ambiente más adecuado en el que se desarrollará un proyecto u obra, ejemplo: parques nacionales, monumentos naturales, reservas biológicas y forestales, entre otros. Y que facilita el proceso del EIA.

Las áreas de localización de los proyectos de infraestructura se agruparán en tres categorías básicas:

- Áreas ambientales frágiles
- Áreas con planificación territorial, es decir, aquellos espacios geográficos comúnmente urbanos, para los cuales se han elaborado planes de desarrollo en función de criterios de planificación territorial (planes maestros, reguladores, entre otros).
- Áreas sin planificación territorial: espacios geográficos comúnmente no urbanizados, son los suelos que no tienen expectativas de evolución hacia los espacios cívicos.

La información básica necesaria para que el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, por medio de sus direcciones pueda revisar y analizar cada caso, deberá ser recabada y proporcionada por el proponente.

A continuación, se muestra el formulario de Evaluación Ambiental Inicial con los datos correspondientes al proyecto de agua potable para Gerona.

2.1.19.1. Presentación de la evaluación ambiental inicial

El siguiente formulario debe ser presentado al MARN de acuerdo al impacto ambiental que el proyecto presente en el sector o lugar de estudio.

Tabla XXIX. Evaluación ambiental inicial

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL (ACUERDO GUBERNATIVO 137-2016, REGLAMENTO DE EVALUACIÓN, CONTROL Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL Y SU REFORMA)

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del listado taxativo</p> <p>Firma y sello de recibido</p>

Continuación de la tabla XXIX.

I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):	
Construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para Gerona, zona 8, San Miguel Petapa.	
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
El proyecto consta de la instalación de 12,000 m de tubería PVC con norma ASTM D-2241 de distintos diámetros, válvulas de compuerta y 1504 conexiones domiciliarias y 8 conexiones para industria en el sector.	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal:	
Alcalde	
B) De la empresa:	
Razón social: <u>Organización Gubernamental</u>	
Nombre Comercial: <u>Municipalidad de San Miguel Petapa</u>	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
Patente de Comercio	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
No. De Finca	_____ Folio No. _____ Libro No. _____
de _____	_____
_____ dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	
Número de Identificación Tributaria (NIT): <u>672030-7</u>	

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN	
I.3 Teléfono <u>66621111</u>		Correo	electrónico:
<u>alcaldia@munisanmiguelpetapa.gob.gt</u>			
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)			
Gerona parte alta y Gerona parte baja, zona 8 San Miguel Petapa, Guatemala			
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas			
Coordenadas geográficas Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84	
TANQUE CENTENARIO LAT: 14°30'17.33"N LON: 90°33'36.99"O		POZO CENTENARIO LAT: 14°30'17.81"N LON: 90°33'37.14"O	
TANQUE ESCUELA GERONA LAT: 14°30'22.44"N LON: 90°32'58.21"O		POZO GERONA LAT: 14°30'34.80"N LON: 90°33'27.99"O	
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)			
1ª. Calle 1-56 zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala			
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo			
MSc.Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa			

Continuación de la tabla XXIX.

II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> 1. Trazado y nivelación 2. Zanjeo 3. Retiro de material 4. Colocación de tubería 5. Relleno lateral, inicial y final en tubería 6. Compactación 7. Retiro de material sobrante • Insumos necesarios <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua potable 2. Energía eléctrica 3. Combustibles <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Gasolina (40 Gal / día) 3.2 Diésel (75 Gal / día) 4. Aceites (55 Gal / día) 5. Refrigerantes • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Retroexcavadora 2. Camiones de volteo 3. Compactadores de mano 4. Rodos vibratorios 5. Compactadores vibratorios 6. Equipo de laboratorio • Otros de relevancia <ol style="list-style-type: none"> 1. Bodega 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> 1. Topografía 2. Limpieza de tuberías 3. Mantenimiento de tuberías 4. Prohibir conexiones ilícitas • Materia prima e insumos <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua Potable 2. Energía Eléctrica • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Camiones • Productos y Subproductos (bienes y servicios) <ol style="list-style-type: none"> 1. Bomba de agua potable 2. Servicios de limpieza municipal • Horario de Trabajo <ol style="list-style-type: none"> 1. 8 horas • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre <ol style="list-style-type: none"> 1. Entrega de planos hidráulicos a la colonia 2. Reunión con autoridades locales y municipales 3. Diseño de nueva red de distribución de agua potable.
•	•	•
II.3 Área		
a) Área total de terreno en metros cuadrados: <u>1,197,769</u>		
b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: <u>120,000</u>		
Área total de construcción en metros cuadrados: <u>9,600</u>		

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN									
<p>II.4 Actividades colindantes al proyecto:</p> <p>NORTE <u>Viviendas</u> SUR <u>Granjas</u></p> <p>ESTE <u>Río Villalobos</u> OESTE <u>Viviendas casco urbano</u></p> <p>Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>DESCRIPCION</th> <th>DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)</th> <th>DISTANCIA AL PROYECTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Viviendas y Granjas</td> <td>Norte y Sur</td> <td>50 metros</td> </tr> <tr> <td>Río Villalobos y viviendas</td> <td>Este y Oeste</td> <td>50 metros</td> </tr> </tbody> </table>			DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO	Viviendas y Granjas	Norte y Sur	50 metros	Río Villalobos y viviendas	Este y Oeste	50 metros
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO									
Viviendas y Granjas	Norte y Sur	50 metros									
Río Villalobos y viviendas	Este y Oeste	50 metros									
<p>II.5 Dirección del viento:</p> <p style="text-align: center;">Noreste</p>											
<p>II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?</p> <p>a) inundación (X) b) explosión () c) deslizamientos (X)</p> <p>d) derrame de combustible (X) e) fuga de combustible (X) d) Incendio (X) e) Otro ()</p> <p>Detalle la información. <u>En el sector de Gerona se ubican muchos predios de vehículos de transporte pesado, así como también algunas laderas del río Villalobos.</u></p>											
<p>II.7 Datos laborales</p> <p>a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____</p> <p>b) Número de empleados por jornada <u>20-30</u> Total empleados <u>30</u></p>											
<p>II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...</p> <p style="text-align: center;">Si</p>											

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES						PARA USO INTERNO DEL MARN	
CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	Si	120 lt/hora	Municipalidad	Riego		Cisterna
	Pozo	Si	34069 lt/hora	Municipalidad	Consumo		
	Agua especial	Si	105 lt/ hora	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	40 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	Si	75 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	5 botes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles						
Refrigerantes		Si	15 Gal	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p>							
<p>III. IMPACTO AL AIRE</p>							
<p>GASES Y PARTICULAS</p>							
<p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p>							
<p>MITIGACION</p>							
<p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p>							

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones? No</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.) Maquinaria, equipo, vehículos</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores? Se generarán ruidos no mayores a los 70 Db, por lo que se recomienda la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy sensible.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores: No</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente? No aplica</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) <u>Especiales</u> (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) <u>Mezcla</u> de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p> <p>Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado. <u>No aplica</u> debido a que se utilizarán inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana durante la ejecución del proyecto a _____ cargo de _____ un _____ servicio <u>privado</u></p> <p>_____</p> <p>IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios _____ 5 inodoros portátiles _____</p>	

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)</p> <p>a) sistema de tratamiento</p> <p>b) Capacidad</p> <p>c) Operación y mantenimiento</p> <p>d) Caudal a tratar</p> <p>e) Etc.</p>	
<p>DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES</p> <p>IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior</p> <p style="text-align: center;">Planta de tratamiento Granjas de Gerona</p>	
<p>AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)</p> <p>IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Los drenajes con los que cuentan algunos sectores de Gerona</p>	
<p>V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)</p>	
<p>DESECHOS SÓLIDOS</p> <p>VOLUMEN DE DESECHOS</p> <p>V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día</p> <p><input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día</p>	
<p>V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):</p> <p style="text-align: center;">Plásticos, papel, orgánicos</p>	
<p>V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado</p> <p style="text-align: center;">Servicio recolector de basura municipal</p>	
<p>V.6 ¿Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?</p> <p style="text-align: center;">No</p>	
<p>V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)</p> <p style="text-align: center;">Basurero Municipal</p>	

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES	PARA INTERNO DEL MARN	USO
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA		
CONSUMO		
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)		250
kW/h _____		
VI. 2 Forma de suministro de energía		
a) Sistema público _____		
b) Sistema privado <u>Empresa Eléctrica de Guatemala EEGSA</u>		
c) _____ generación propia		
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?		
SI _____ NO <u>aplica</u>		
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?		
Utilizar la energía únicamente en horarios de trabajo		
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)		
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:		
- Bosques _____		
- Animales _____		
- Otros <u>No</u>		
<u>aplica</u>		
Especificar información _____		
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?		
No		
VII.3 Las actividades de la empresa, ¿pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué?		
Las actividades se encuentran en área de paso de vehículos		
VIII. TRANSPORTE		
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:		
a)	Número de vehículos	<u>4 vehículos</u>
b)	Tipo de vehículo	<u>pick up con tracción</u>
c)	sitio para estacionamiento y área que ocupa	<u>colonia, 30 m²</u>
d)	Horario de circulación vehicular	<u>circulación en todo momento</u>
e)	Vías alternas	<u>Villa Nueva</u>
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS		
ASPECTOS CULTURALES		
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál?		
No		

Continuación de la tabla XXIX.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES	
IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:	
a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____	
b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____	
c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____	
Ampliar información de la respuesta seleccionada	
ASPECTOS SOCIAL	
IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, ¿por parte del vecindario?	
SI () NO ()	
IX.4 Qué tipo de molestias?	
No aplica	
IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario?	
No aplica	
PAISAJE	
IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué?	
No se verá afectado el paisaje en ningún momento	
X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:	
a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:	
No aplica	

Continuación de la tabla XXIX.

<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p>Ninguna de las actividades representa riesgo para los trabajadores ya que las actividades son realizadas con estricta supervisión</p>
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco protector, lentes de protección, botas punta de acero y chalecos reflectivos</p> <p>X.6 ¿Qué medidas ha realizado o que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?</p> <p>Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, así mismo evitar molestias a la población se realizarán las actividades solamente en horas de la mañana, 8 horas al día, a los trabajadores se les proveerá información sobre seguridad industrial a cargo de personal capacitado en el tema, si como el equipo necesario de protección.</p>

Fuente: Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales-Evaluación Ambiental Inicial.

CONCLUSIONES

1. La construcción del sistema de abastecimiento de agua potable mejorará de gran manera la calidad de vida de los habitantes de Gerona, contarán con un servicio continuo de agua entubada y debidamente desinfectada.
2. El proyecto Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para Gerona, zona 8 de San Miguel Petapa beneficiará desde el momento de ejecución a un aproximado de 9,024 personas. Los componentes del proyecto para la red de distribución se tienen 9,810 metros, 1,100 metros de línea de conducción, un tanque de 430 metros cúbicos y 1504 conexiones domiciliarias, el costo total del proyecto es de Q.8 351 857,57 y el costo por metro lineal es de Q.435,38.
3. La ubicación dispersa de las viviendas y la topografía llana del lugar permite el diseño del sistema de abastecimiento por medio de ramales abiertos, presentando la ventaja de ser de fácil ejecución, mantenimiento y económico.
4. El presente proyecto no causará impacto negativo permanente en la flora y fauna del lugar, porque las modificaciones al terreno serán únicamente durante el periodo de ejecución, cumpliendo así con las normas del Ministerio de Ambiente para la ejecución de proyectos de infraestructura.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de San Miguel Petapa:

1. Capacitar a los usuarios para que realicen un uso medido y óptimo del sistema de agua potable, inculcando una cultura de protección a los recursos naturales.
2. Se sugiere realizar la ejecución del proyecto durante la época seca para evitar contratiempos por la lluvia, posibles hundimientos y deslaves.
3. Implementar un sistema de tratamiento del agua para el pozo Gerona, evitando así la acumulación de sarros provocados por exceso de hierro, manganeso y calcio en el agua.
4. Implementar un plan de mantenimiento preventivo del sistema, para que funcione en óptimas condiciones y por mayor tiempo.
5. Promover el uso de contadores para llevar un registro completo y gradual del consumo de agua por parte de las viviendas e industrias, racionalizando equitativamente el servicio.
6. Aplicar la tarifa estipulada en el análisis financiero del presente proyecto a las tarifas existentes, actualizando así los precios mensuales del servicio para que el proyecto tenga un mantenimiento autosostenible.

7. Capacitar de forma continua a los fontaneros, logrando así el correcto funcionamiento de todos los componentes del sistema, mejorando la calidad del servicio.

8. Realizar inspecciones continuas al sistema de tuberías, válvulas, tanques, pozos y equipo de desinfección para evitar desperfectos y brindar un servicio de calidad.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería,
Universidad de San Carlos de Guatemala, 2007. 170 p.
2. American Concrete Institute. *Reglamento para las construcciones de
concreto estructural y comentarios*. Chile: ACI, 2014. 592 p.
3. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de
cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de
Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 155 p.
4. Instituto de Fomento Municipal. Unidad Ejecutora del programa de
acueductos rurales UNEPAR. *Guía de normas sanitarias para el
diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para
consumo humano*. Guatemala: INFOM, 2011. 64 p.
5. Norma COGUANOR NTG 29001. *Agua para consumo humano (agua
potable)*. Guatemala, 2010.15 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Levantamiento topográfico, memoria cálculo hidráulico,
planos y detalles**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 2020.

APÉNDICE A LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

LIBRETA TOPOGRÁFICA RAMAL 1					
EST	P.O.	DH (m)	RUMBO		
POZO CENTENARIO	TANQUE CENTENARIO	20.22	S	16° 34' 47"	O
TANQUE CENTENARIO	AUX 1	35.31	S	68° 00' 42"	E
AUX 1	AUX 2	200.52	N	21° 12' 07"	E
AUX 2	N1S1	39.67	S	74° 07' 41"	E
N1S1	AUX3	144.70	S	75° 45' 40"	E
AUX3	N1.1S1	95.20	N	41° 27' 40"	E
N1.1S1	N1.2S1	232.55	N	40° 07' 42"	E
N1S1	N2S1	126.93	S	5° 18' 58"	E
N2S1	AUX4	111.60	S	4° 50' 13"	E
AUX4	N3S1	116.13	S	82° 00' 21"	E
N3S1	N4S1	112.66	N	85° 44' 40"	E
N4S1	N5S1	252.26	N	70° 29' 49"	E
N5S1	N6S1	223.96	N	70° 48' 31"	E
N6S1	AUX5	27.91	N	23° 58' 30"	E
AUX5	N6.1S1	131.95	N	18° 06' 59"	O
N6S1	N7S1	21.91	N	72° 10' 07"	E
N7S1	N7.1S1	91.55	S	21° 04' 26"	E
N7S1	N8S1	19.59	N	70° 07' 19"	E
N8S1	N8.1S1	130.06	N	12° 09' 58"	O
N8S1	N9S1	15.29	N	73° 28' 23"	E
N9S1	N9.1S1	112.38	S	19° 02' 40"	E
N9S1	N10S1	30.40	N	67° 19' 25"	E
N10S1	N10.1S1	59.98	S	18° 40' 14"	E
N10S1	N10.2S1	29.99	N	6° 45' 36"	O
N10.2S1	N10.3S1	59.17	N	22° 59' 56"	E
N10.2S1	N10.4S1	72.75	N	19° 30' 22"	O
N10S1	N11S3	16.74	N	73° 41' 51"	E
N11S3	N11.1S3	113.09	S	20° 41' 28"	E
N11S3	N12S1	59.23	N	71° 05' 05"	E
N12S1	N12.1S1	74.90	S	6° 18' 29"	E
N12S1	N13S1	142.83	S	81° 00' 05"	E
N4S1	N14S1	115.86	S	20° 37' 30"	E
N14S1	N14.1S1	77.37	N	75° 58' 02"	E
N14S1	N15S1	30.63	S	19° 10' 28"	E
N15S1	N15.1S1	122.04	N	89° 33' 48"	E
N15S1	N16S1	32.49	S	18° 32' 27"	E
N16S1	N16.1S1	97.60	S	87° 51' 03"	E
N16.1S1	N16.2S1	103.05	S	63° 25' 57"	E
N16S1	N17S1	100.53	S	51° 15' 33"	E
N17S1	N18S1	86.29	S	59° 25' 45"	E
N18S1	N18.1S1	41.32	N	35° 44' 38"	E

LIBRETA TOPOGRÁFICA RAMAL 2					
EST	P.O.	DH (m)	RUMBO		
TANQUE ESCUELA GERONA	N1S2	82.83	N	50° 36' 16"	E
N1S2	N2S2	274.54	N	66° 59' 12"	O
N2S2	N2.1S2	169.18	N	20° 44' 48"	E
N2S2	N3S2	239.40	N	69° 17' 05"	O
N3S2	N3.1S2	322.27	S	40° 11' 41"	O
N3S2	N4S2	90.92	N	66° 24' 45"	O
N4S2	N4.1S2	86.97	S	28° 55' 43"	O
N4S2	N5S2	24.19	N	47° 37' 51"	O
N5S2	N5.1S2	116.59	N	29° 54' 19"	E
N5S2	N6S2	294.22	N	69° 58' 07"	O
N6S2	N6.1S2	118.84	N	80° 35' 07"	O
N6S2	AUX1R2	103.97	N	17° 00' 46"	E
AUX1R2	N7S2	37.87	N	46° 02' 16"	E
N7S2	N8S2	274.40	N	57° 01' 31"	E
N8S2	N8.1S2	74.19	N	62° 55' 26"	E
N7S2	N10S2	141.53	S	53° 41' 34"	E
N10S2	N9S2	172.96	N	57° 40' 38"	E
N9S2	N9.1S2	66.80	N	63° 59' 01"	E
N9S2	N9.2S2	133.61	N	13° 00' 38"	O
N9S2	AUX2R2	304.62	N	85° 25' 35"	O
AUX2R2	N11S2	93.54	N	11° 07' 56"	O
N11S2	N12S2	100.27	N	54° 42' 27"	E
N12S2	N12.1S2	52.06	S	34° 00' 27"	E
N11S2	AUX3R2	78.66	N	0° 41' 05"	E
AUX3R2	N13S2	93.12	S	80° 31' 28"	E
N13S2	N13.1S2	192.32	S	79° 41' 46"	E

LIBRETA TOPOGRÁFICA RAMAL 3					
EST	P.O.	DH (m)	RUMBO		
TANQUE ESCUELA GERONA	N1S3	133.11	S	82° 36' 06"	E
N1S3	N2S3	61.73	S	10° 36' 52"	E
N2S3	N2.1S3	51.54	N	69° 52' 38"	O
N2S3	N3S3	63.24	S	15° 38' 26"	O
N3S3	N3.1S3	33.77	N	67° 56' 48"	O
N3.1S3	N3.2S3	68.95	N	65° 14' 43"	O
N3.2S3	N3.2.1S3	28.84	N	66° 52' 00"	O
N3.2.1S3	N3.2.1.1S3	29.82	S	28° 07' 44"	O
N3.2S3	N3.2.2S3	28.93	N	26° 39' 45"	E
N3.2.2S3	N3.2.2.1S3	92.00	S	65° 55' 53"	E
N3.1S3	AUX1R3	37.08	S	27° 20' 20"	O
AUX1R3	N3.3S3	107.77	N	65° 17' 23"	O
N3S3	N4S3	345.97	S	25° 47' 15"	O
N4S3	N4.1S3	100.17	S	63° 21' 48"	E
N4S3	N5S3	33.54	S	25° 44' 51"	O
N5S3	N5.1S3	98.85	S	64° 39' 31"	E
N5S3	AUX2R3	127.02	S	32° 40' 36"	O
AUX2R3	N6S3	321.71	N	54° 39' 25"	O
N6S3	N6.1S3	181.35	S	36° 47' 27"	O
N6S3	N7S3	35.06	N	42° 54' 29"	O
N7S3	AUX3R3	116.98	N	36° 34' 02"	E
AUX3R3	N7.2S3	253.99	N	72° 23' 51"	E
N7S3	N7.1S3	88.47	N	57° 39' 00"	O
N7.1S3	N7.1.1S3	121.55	S	38° 50' 06"	O

LIBRETA TOPOGRÁFICA LINEA DE CONDUCCIÓN					
EST	P.O.	DH (m)	RUMBO		
POZO GERONA	AUX1LC	6.38	N	7° 59' 13"	E
AUX1LC	N1LC	42.11	S	83° 10' 07"	E
N1LC	N2LC	152.67	S	79° 04' 03"	E
N2LC	N3LC	82.45	S	70° 18' 38"	E
N3LC	N4LC	151.50	S	60° 37' 08"	E
N4LC	N5LC	313.98	S	67° 59' 06"	E
N5LC	N6LC	259.35	S	67° 12' 28"	E
N6LC	TANQUE ESCUELA GERONA	49.28	S	31° 52' 19"	O

APÉNDICE F - DISEÑO HIDRÁULICO RED DE DISTRIBUCIÓN RAMAL 1

No. TRAMO	# NODO	DOMICILIOS TRIBUTANTES POR NODO	INDUSTRIA TRIBUTANTE EN TRAMO	DEMANDA INDUSTRIAL POR NODO L/S	DENSIDAD DE VIVIENDA	DOTACIÓN PARA PREDIO DOMICILIAR l/hab/día	HABITANTES POR NODO (ACTUAL)	HABITANTES POR NODO (FUTURO)	DEMANDA POR NODO (ACTUAL) (L/S)	DEMANDA DOMICILIAR POR NODO (FUTURO) (L/S)	DEMANDA DOMICILIAR (CAUDAL USO SIMULTÁNEO) L/S	DEMANDA DOMICILIAR FUTURA (QMH)	DEMANDA TOTAL FUTURA (DOM + IND) L/S	DIVISION DE CAUDALES EN NODOS L/S	Cálculo Aumentado del Tramo L/S	PERDIDA DE CARGA [H] METROS	DIAMETRO COMERCIAL WAT ERCAD [PULG]	DIAMETRO INTERIOR [PULG]	PERDIDA POR FRICCIÓN [MCA]	VELOCIDAD [M/S]	CHEQUEO VELOCIDAD	PERDIDA ENERGÍA CINÉTICA [MCA]	COTA PIEZOMETRICA		PRESIÓN (m.c.a.)			PRESIÓN PSI			
																							INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	CUMPLE	INICIO	FINAL		
TRAMO 1	TANQUE 1	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.66	22.67	8	7.61	0.80	0.81	SI CUMPLE	0.03	255.95	255.15	0	21.87	SI CUMPLE	0	31.24		
TRAMO 2	1	16	TATA S.A.	0.39	6	100	96	165	0.11	0.19	0.77	0.38	1.41	0.26	2.10	3.28	2	2.10	4.25	0.95	SI CUMPLE	0.05	255.15	250.90	21.87	20.90	SI CUMPLE	31.24	29.86		
	1.1		RASTRO	0.243										1.05																	
TRAMO 3	1.1	10	PUR S.A.	0.093	6	100	60	103	0.07	0.12	0.60	0.24	0.69	1.05	0.69	0.21	1.25	1.46	2.99	0.64	SI CUMPLE	0.02	250.90	247.91	20.90	18.12	SI CUMPLE	29.86	25.88		
	1.2													0.35																	
TRAMO 4	1	8			6	100	0	0	0.00	0.00	0.53	0.00	0.53	0.26	21.56	3.5	6	5.85	1.13	1.25	SI CUMPLE	0.08	255.15	254.02	21.87	24.24	SI CUMPLE	31.24	34.63		
	2													0.83																	
TRAMO 5	2	33			6	100	198	341	0.23	0.39	1.13	0.79	1.13	0.83	21.03	0.85	8	7.61	0.55	0.72	SI CUMPLE	0.03	254.02	253.47	24.24	22.84	SI CUMPLE	34.63	32.63		
	3													0.86																	
TRAMO 6	3	7	DESCONOCIDA	0.093	6	100	42	72	0.05	0.08	0.49	0.17	0.58	0.86	19.90	2.83	6	5.85	0.88	1.15	SI CUMPLE	0.07	253.47	252.59	22.84	24.79	SI CUMPLE	32.63	35.42		
	4													0.69																	
TRAMO 7	4	17			6	100	102	176	0.12	0.20	0.80	0.41	0.80	0.69	11.88	6.5	6	5.85	0.74	0.69	SI CUMPLE	0.02	252.59	251.85	24.79	30.55	SI CUMPLE	35.42	43.65		
	5													0.91																	
TRAMO 8	5	27			6	100	162	279	0.19	0.32	1.02	0.65	1.02	0.91	11.08	0.18	6	5.85	0.58	0.64	SI CUMPLE	0.02	251.85	251.28	30.55	30.16	SI CUMPLE	43.65	43.08		
	6													1.14																	
TRAMO 9	6	41			6	100	246	424	0.28	0.49	1.26	0.98	1.26	1.14	1.26	5.82	1.5	1.68	3.25	0.89	SI CUMPLE	0.04	251.28	248.03	30.16	32.73	SI CUMPLE	43.08	46.75		
	6.1													0.63																	
TRAMO 10	6	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.14	8.79	0.03	6	5.85	0.04	0.51	SI CUMPLE	0.01	251.28	251.24	30.16	30.09	SI CUMPLE	43.08	42.99		
	7													0.51																	
TRAMO 11	7	27			6	100	162	279	0.19	0.32	1.02	0.65	1.02	0.51	1.02	1.78	1.5	1.68	1.25	0.72	SI CUMPLE	0.03	251.24	249.99	30.09	27.06	SI CUMPLE	42.99	38.66		
	7.1													0.51																	
TRAMO 12	7	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.51	7.77	2.05	6	5.85	0.03	0.45	SI CUMPLE	0.01	251.24	251.21	30.09	28.01	SI CUMPLE	42.99	40.02		
	8													0.57																	
TRAMO 13	8	33			6	100	198	341	0.23	0.39	1.13	0.79	1.13	0.57	1.13	7.70	1.5	1.68	2.18	0.79	SI CUMPLE	0.03	251.21	249.03	28.01	33.53	SI CUMPLE	40.02	47.9		
	8.1													0.57																	
TRAMO 14	8	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.57	6.64	0.01	6	5.85	0.02	0.38	SI CUMPLE	0.01	251.21	251.20	28.01	27.99	SI CUMPLE	40.02	39.98		
	9													0.52																	
TRAMO 15	9	28			6	100	168	289	0.19	0.33	1.04	0.67	1.04	0.52	1.04	4.7	1.25	1.46	3.07	0.96	SI CUMPLE	0.05	251.20	248.13	28.00	29.63	SI CUMPLE	40	42.32		
	9.1													0.52																	
TRAMO 16	9	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	5.60	1.2	6	5.85	0.02	0.32	SI CUMPLE	0.01	251.20	251.18	28.00	26.78	SI CUMPLE	40	38.25		
	10													0.60																	
TRAMO 17	10	8			6	100	48	83	0.06	0.10	0.53	0.19	0.53	0.60	0.53	0.3	1	1.16	1.45	0.77	SI CUMPLE	0.03	251.18	249.72	26.78	25.02	SI CUMPLE	38.25	35.75		
	10.1													0.26																	
TRAMO 18	10	12			6	100	72	124	0.00	0.14	0.66	0.29	0.66	0.60	2.26	0.3	2	2.10	0.60	1.02	SI CUMPLE	0.05	251.18	250.57	26.78	26.47	SI CUMPLE	38.25	37.82		
	10.2													1.13																	
TRAMO 19	10.2	10			6	100	60	103	0.00	0.12	0.60	0.24	0.60	1.13	0.60	8.8	1	1.16	1.81	0.88	SI CUMPLE	0.04	250.57	248.76	26.47	33.46	SI CUMPLE	37.82	47.81		
	10.3													0.60																	
TRAMO 20	10.2	26			6	100	156	269	0.00	0.31	1.00	0.62	1.00	1.13	1.00	9	1	1.16	5.78	1.46	SI CUMPLE	0.11	250.57	244.80	26.47	29.70	SI CUMPLE	37.82	42.42		
	10.4													0.50																	
TRAMO 21	10	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	2.81	0.18	4	3.97	0.02	0.35	SI CUMPLE	0.01	251.18	251.15	26.78	26.57	SI CUMPLE	38.25	37.96		
	11													0.66																	
TRAMO 22	11	45			6	100	270	465	0.00	0.54	1.33	1.08	1.33	0.66	1.33	16.66	2	2.10	0.85	0.60	SI CUMPLE	0.02	251.15	250.31	26.57	42.39	SI CUMPLE	37.96	60.55		
	11.1													0.66																	
TRAMO 23	11	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.66	1.48	1.20	2.5	2.54	0.21	0.45	SI CUMPLE	0.01	251.15	250.94	26.57	27.56	SI CUMPLE	37.96	39.37		
	12													0.74																	
TRAMO 24	12	14			6	100	84	145	0.00	0.17	0.72	0.33	0.72	0.74	0.72	5.52	1	1.16	3.23	1.06	SI CUMPLE	0.06	250.94	247.71	27.56	29.85	SI CUMPLE	39.37	42.64		
	12.1													0.36																	
TRAMO 25	12	8	ESCUELA GERONA	0.231	6	100	48	83	0.00	0.10	0.53	0.19	0.76	0.74	0.76	3.62	1	1.16	6.89	1.11	SI CUMPLE	0.06	250.94	244.05	27.56	24.29	SI CUMPLE	39.37	34.7		
	13													0.38																	
TRAMO 26	4	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	7.44	1.40	3	3.09	3.20	1.54	SI CUMPLE	0.12									

DISEÑO HIDRÁULICO RAMAL 2

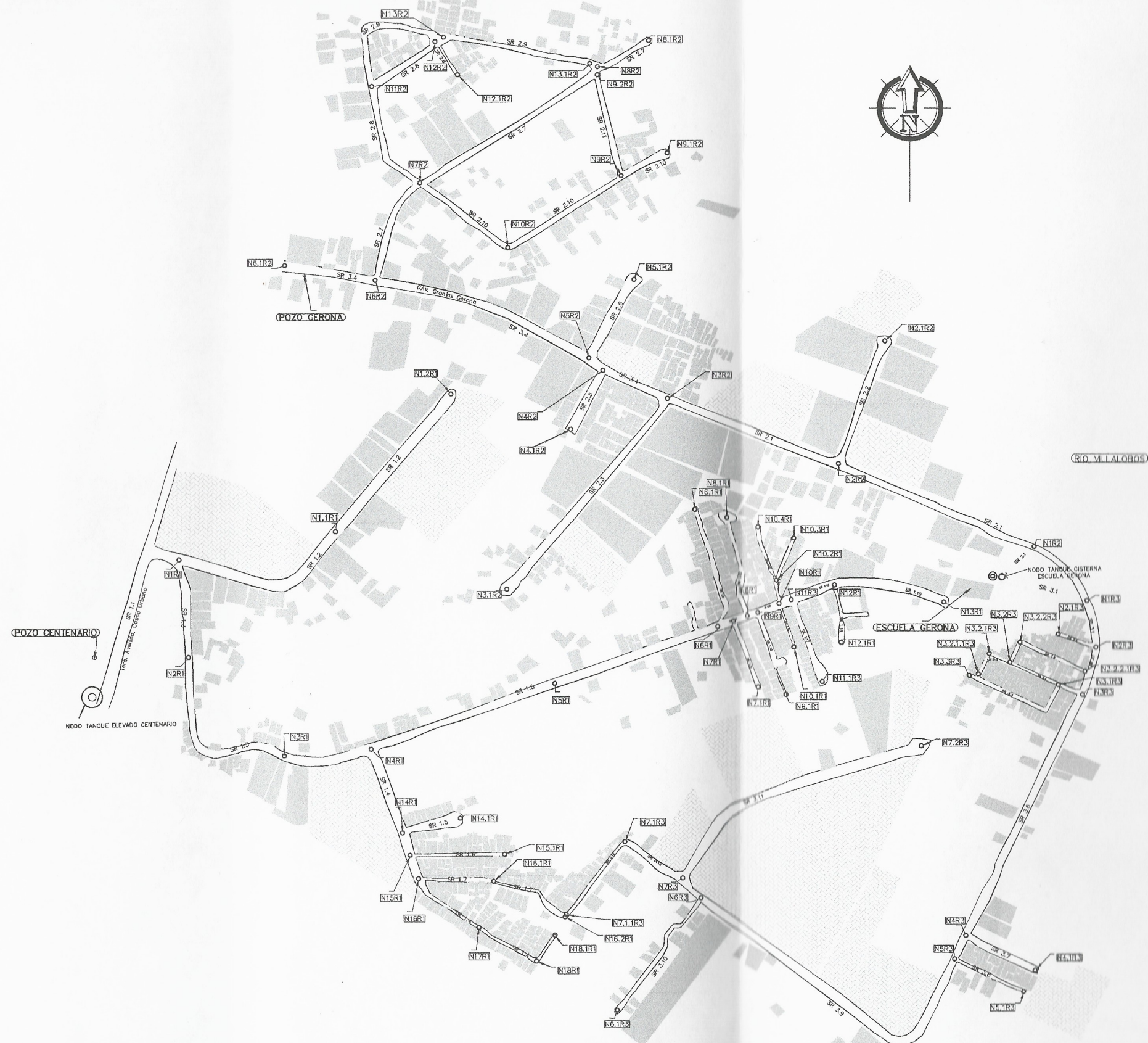
No. TRAMO	# NODO	COTA RELATIVA AL PROYECTO	LONGITUD DEL TRAMO	DENSIDAD DE VIVIENDA	DOTACIÓN PARA PREDIO DOMICILIAR l/hab/día	HABITANTES POR NODO (ACTUAL)	PERSONAS POR NODO (FUTURO)	DEMANDA POR NODO (ACTUAL) L/S	DEMANDA DOMICILIAR POR NODO (FUTURO) L/S	DEMANDA DOMICILIAR (CAUDAL USO SIMULTÁNEO) L/S	DEMANDA DOMICILIAR FUTURA (QM) (QMH)	DEMANDA TOTAL FUTURA (DOM + IND) L/S	DIVISION DE CAUDALES EN NODOS L/S	Qd ACUMULADO DEL TRAMO L/S	PERDIDA DE CARGA (HF) METROS	DIAMETRO COMERCIAL [PULG] WATERCAD	DIAMETRO INTERIOR [PULG]	PERDIDA POR FRICCIÓN [MCA]	VELOCIDAD [M/S]	CHEQUEO VELOCIDAD	PERDIDA POR VELOCIDAD [MCA]	COTA PIEZOMETRICA		PRESIÓN (m.c.a.)			PRESIÓN PSI	
																						INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	CUMPLE	INICIO	FINAL
TRAMO 1	TANQUE	217	82.83	6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	18.84	25.52	6	5.845	0.57	1.09	SI CUMPLE	0.06	223.5	222.93	6.50	31.45	SI CUMPLE	9.29	44.93
	1	191.48																										
TRAMO 2	1	191.48	274.55	6	100	102	176	0.12	0.20	0.80	0.41	0.80	0.4	18.84	2.33	6	5.845	1.89	1.09	SI CUMPLE	0.06	222.93	221.04	31.45	27.23	SI CUMPLE	44.93	38.89
	2	193.81																										
TRAMO 3	2	193.81	169.18	6	100	60	103	0.07	0.12	0.60	0.24	0.61	1.3	0.61	0.01	1.25	1.464	1.74	0.57	SI CUMPLE	0.02	221.04	219.29	27.23	25.49	SI CUMPLE	38.89	36.42
	2.1	193.8																										
TRAMO 4	2	193.81	239.39	6	100	228	393	0.26	0.45	1.22	0.91	1.22	1.3	17.43	0.99	6	5.845	1.43	1.01	SI CUMPLE	0.05	221.04	219.61	27.23	24.81	SI CUMPLE	38.89	35.44
	3	194.8																										
TRAMO 5	3	194.8	322.5	6	100	534	919	0.62	1.06	1.88	2.13	2.14	2.2	2.14	13.44	2.5	2.537	2.30	0.66	SI CUMPLE	0.02	219.61	217.30	24.81	9.06	NO CUMPLE	35.44	12.94
	3.1	208.24																										
TRAMO 6	3	194.8	90.92	6	100	168	289	0.19	0.33	1.04	0.67	1.04	2.2	14.07	0.6	6	5.845	0.36	0.81	SI CUMPLE	0.03	219.61	219.24	24.81	23.84	SI CUMPLE	35.44	34.06
	4	195.4																										
TRAMO 7	4	195.4	86.97	6	100	366	630	0.42	0.73	1.55	1.46	1.55	1.3	1.55	0.05	2	2.095	0.87	0.70	SI CUMPLE	0.02	219.24	218.37	23.84	22.92	SI CUMPLE	34.06	32.75
	4.1	195.45																										
TRAMO 8	4	195.4	24.19	6	100	6	10	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02	1.3	11.47	0.15	6	5.845	0.07	0.66	SI CUMPLE	0.02	219.24	219.17	23.84	23.62	SI CUMPLE	34.06	33.75
	5	195.55																										
TRAMO 9	5	195.55	116.59	6	100	48	83	0.06	0.10	0.53	0.19	0.53	0.8	0.53	0.2	1.25	1.464	0.91	0.49	SI CUMPLE	0.01	219.17	218.26	23.62	22.91	SI CUMPLE	33.75	32.73
	5.1	195.35																										
TRAMO 10	5	195.55	296.87	6	100	126	217	0.15	0.25	0.89	0.50	0.99	0.8	10.92	2.66	6	5.845	0.75	0.63	SI CUMPLE	0.02	219.17	218.43	23.62	20.22	SI CUMPLE	33.75	28.88
	6	198.21																										
TRAMO 11	6	198.21	118.84	6	100	84	145	0.10	0.17	0.72	0.33	0.72	1.2	0.72	2.85	2	2.095	0.29	0.32	SI CUMPLE	0.01	218.43	218.14	20.22	17.08	SI CUMPLE	28.88	24.4
	6.1	201.06																										
TRAMO 12	6	198.21	142	6	100	60	103	0.07	0.12	0.60	0.24	0.60	1.2	9.21	0.32	4	3.97	1.71	1.15	SI CUMPLE	0.07	218.43	216.72	20.22	18.83	SI CUMPLE	28.88	26.9
	7	197.89																										
TRAMO 13	7	197.89	275.78	6	100	96	165	0.11	0.19	0.77	0.38	0.77	1.2	1.60	3.44	2	2.095	2.92	0.72	SI CUMPLE	0.03	216.72	213.80	18.83	19.35	SI CUMPLE	26.9	27.64
	8	194.45																										
TRAMO 14	8	194.45	75.14	6	100	108	186	0.13	0.22	0.82	0.43	0.82	0.8	0.82	0.87	1	1.161	4.13	1.21	SI CUMPLE	0.07	213.80	209.66	19.35	16.08	SI CUMPLE	27.64	22.97
	8.1	193.58																										
TRAMO 15	7	197.89	148.06	6	100	48	83	0.06	0.10	0.53	0.19	0.53	1.2	4.40	1.18	3	3.088	1.55	0.91	SI CUMPLE	0.04	216.72	215.17	18.83	16.10	SI CUMPLE	26.9	23
	11	199.07																										
TRAMO 16	11	199.07	101.27	6	100	66	114	0.08	0.13	0.63	0.26	0.63	1.1	1.41	0.23	2	2.095	0.85	0.63	SI CUMPLE	0.02	215.17	214.32	16.10	15.02	SI CUMPLE	23	21.46
	12	199.3																										
TRAMO 17	12	199.3	52.19	6	100	96	165	0.11	0.19	0.77	0.38	0.77	0.7	0.77	0.01	1	1.161	2.56	1.13	SI CUMPLE	0.07	214.32	211.77	15.02	12.46	SI CUMPLE	21.46	17.8
	12.1	199.31																										
TRAMO 18	11	199.07	179.23	6	100	186	320	0.22	0.37	1.10	0.74	1.10	1.1	2.47	0.23	3	3.088	0.64	0.51	SI CUMPLE	0.01	215.17	214.53	16.10	15.23	SI CUMPLE	23	21.76
	13	199.3																										
TRAMO 19	13	199.3	192.72	6	100	288	496	0.33	0.57	1.37	1.15	1.37	1.2	1.37	4.6	2	2.095	1.53	0.62	SI CUMPLE	0.02	214.53	213.00	15.23	18.30	SI CUMPLE	21.76	26.14
	13.1	194.7																										
TRAMO 20	7	197.89	141.53	6	100	36	62	0.04	0.07	0.45	0.14	0.45	1.2	2.61	1.22	3	3.088	0.56	0.54	SI CUMPLE	0.01	216.72	216.16	18.83	19.49	SI CUMPLE	26.9	27.84
	10	196.67																										
TRAMO 21	10	196.67	172.96	6	100	228	393	0.26	0.45	1.22	0.91	1.22	0.8	2.16	0.18	3	3.088	0.48	0.45	SI CUMPLE	0.01	216.16	215.67	19.49	19.18	SI CUMPLE	27.84	27.4
	9	196.49																										
TRAMO 22	9	196.49	66.8	6	100	60	103	0.07	0.12	0.60	0.24	0.60	1.1	0.60	0.59	1.25	1.464	0.66	0.55	SI CUMPLE	0.02	215.67	215.01	19.18	19.11	SI CUMPLE	27.4	27.3
	9.1	195.9																										
TRAMO 23	9	196.49	133.74	6	100	24	41	0.03	0.05	0.35	0.10	0.35	1.1	0.35	1.86	1	1.161	1.48	0.51	SI CUMPLE	0.01	215.67	214.19	19.18	19.56	SI CUMPLE	27.4	27.95
	9.2	194.63																										

DISEÑO HIDRÁULICO RAMAL 3

No. TRAMO	# NODO INICIO-FINAL	COTA RELATIVA AL PROYECTO	LONGITUD DEL TRAMO	DOMICILIOS TRIBUTANTES POR NODO	INDUSTRIA TRIBUTANTE EN TRAMO	DEMANDA INDUSTRIAL POR NODO L/S	DENSIDAD DE VIVIENDA	DOTACIÓN PARA PREDIO DOMICILIAR l/hab/día	HABITANTES POR NODO (ACTUAL)	PERSONAS POR NODO (FUTURO)	DEMANDA DOMICILIAR (CAUDAL USO SIMULTÁNEO) L/S.	DEMANDA DOMICILIAR FUTURA (QMH)	DEMANDA TOTAL FUTURA (DOM + IND) L/S	DIVISION DE CAUDALES EN NODOS L/S	Qd ACUMULADO DEL TRAMO L/S	# TRAMOS QUE RECIBE	PERDIDA DE CARGA [H] METROS	DIAMETRO COMERCIAL [PULG] WATERCAD	DIAMETRO INTERIOR [PULG]	PERDIDA POR FRICCIÓN [MCA]	CHEQUEO VELOCIDAD	COTA PIEZOMETRICA			PRESIÓN (m.ca.)			PRESIÓN PSI	
																						INICIO	FINAL		INICIO	FINAL	CUMPLE	INICIO	FINAL
TRAMO 1	TANQUE 1	217 191.48	133.11	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	14.85	2	25.52	8	7.61	0.16	SI CUMPLE	223.5	223.34	6.50	31.86	SI CUMPLE	9.29	45.51	
TRAMO 2	1 2	191.48 190.91	62.05	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	14.85	3	0.57	8	7.61	0.08	SI CUMPLE	223.34	223.26	31.86	32.35	SI CUMPLE	45.51	46.21	
TRAMO 3	2 2.1	190.91 193.54	51.54	32			6	100	192	331	1.11	0.77	1.11	0.56	1.11	1	2.63	1.5	1.68	0.83	SI CUMPLE	223.26	222.43	32.35	28.89	SI CUMPLE	46.21	41.28	
TRAMO 4	2 3	190.91 190.37	63.48	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.56	13.74	3	0.54	6	5.85	0.24	SI CUMPLE	223.26	223.02	32.35	32.65	SI CUMPLE	46.21	46.64	
TRAMO 5	3 3.1	190.37 190.8	33.77	2			6	100	12	21	0.20	0.05	0.20	0.49	6.60	2	0.43	3	3.09	0.75	SI CUMPLE	223.02	222.27	32.65	31.47	SI CUMPLE	46.64	44.96	
TRAMO 6	3.1 3.2	190.8 190.7	68.95	32			6	100	192	331	1.11	0.77	1.11	1.57	4.59	3	0.1	2.5	2.54	2.02	SI CUMPLE	222.27	220.25	31.47	29.55	SI CUMPLE	44.96	42.21	
TRAMO 7	3.2 3.2.1	190.8 190.7	28.83	16			6	100	96	165	0.77	0.38	0.77	1.12	1.71	2	0.1	2	2.10	0.35	SI CUMPLE	220.25	219.90	29.45	29.20	SI CUMPLE	42.07	41.71	
TRAMO 8	3.2.1 3.2.1.1	190.7 190.75	29.82	23			6	100	138	238	0.94	0.55	0.94	0.86	0.94	4	0.05	1.5	1.68	0.35	SI CUMPLE	219.90	219.55	29.20	28.80	SI CUMPLE	41.71	41.14	
TRAMO 9	3.2 3.2.2	190.8 190.66	28.93	4			6	100	24	41	0.35	0.10	0.35	1.12	1.76	2	0.14	2	2.10	0.37	SI CUMPLE	220.25	219.88	29.45	29.22	SI CUMPLE	42.07	41.74	
TRAMO 10	3.2.2 3.2.2.1	190.66 190.76	92.28	51			6	100	306	527	1.41	1.22	1.41	0.88	1.41	4	0.1	2	2.10	0.78	SI CUMPLE	219.88	219.10	29.22	28.34	SI CUMPLE	41.74	40.49	
TRAMO 11	3.1 3.3	190.76 190.7	144.82	76			6	100	456	785	1.73	1.82	1.82	1.57	1.82	2	0.06	1.5	1.68	5.76	SI CUMPLE	222.27	216.51	31.51	25.81	SI CUMPLE	45.01	36.87	
TRAMO 13	3 4	190.37 188.11	346.09	16			6	100	96	165	0.77	0.38	0.77	0.91	7.13	3	2.26	6	5.85	0.40	SI CUMPLE	223.02	222.62	32.65	34.51	SI CUMPLE	46.64	49.3	
TRAMO 14	4 4.1	188.11 188.1	100.17	14	ESTUFAS VOLCAN	0.081	6	100	84	145	0.72	0.33	0.80	0.79	0.80	2	0.01	1.5	1.68	0.88	SI CUMPLE	222.62	221.75	34.51	33.65	SI CUMPLE	49.3	48.06	
TRAMO 15	4 5	188.11 188.04	33.55	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.83	5.56	1	0.07	4	3.97	0.16	SI CUMPLE	222.62	222.46	34.51	34.42	SI CUMPLE	49.3	49.18	
TRAMO 16	5 5.1	188.04 188	98.85	15			6	100	90	155	0.75	0.36	0.75	0.83	0.75	3	0.04	1.25	1.46	1.47	SI CUMPLE	222.46	220.99	34.42	32.99	SI CUMPLE	49.18	47.13	
TRAMO 17	5 6	188.04 188.28	453.04	20	ZUMA TYRSA	0.035 0.081	6	100	120	207	0.87	0.48	0.91	1.00	4.81	2	0.24	3	3.09	5.57	SI CUMPLE	222.46	216.89	34.42	28.61	SI CUMPLE	49.18	40.87	
TRAMO 18	6 6.1	188.28 187.5	187.15	31			6	100	186	320	1.10	0.74	1.10	1.00	1.10		0.78	1.5	1.68	2.92	SI CUMPLE	216.89	213.98	28.61	26.48	SI CUMPLE	40.87	37.82	
TRAMO 19	6 7	188.28 188.22	35.06	0			6	100	0	0	0.00	0.00	0.00	0.74	2.81		0.06	3	3.09	0.16	SI CUMPLE	216.89	216.73	28.61	28.51	SI CUMPLE	40.87	40.73	
TRAMO 20	7 7.1	188.22 188.5	88.48	6	AMERI TRANSTES	0.005	6	100	36	62	0.45	0.14	0.45	0.89	1.78		0.28	3	3.09	0.17	SI CUMPLE	216.73	216.56	28.51	28.06	SI CUMPLE	40.73	40.09	
TRAMO 21	7.1 7.1.1	188.5 188.6	121.55	45			6	100	270	465	1.33	1.08	1.33	0.89	1.33		0.1	1.5	1.68	2.70	SI CUMPLE	216.56	213.86	28.06	25.26	SI CUMPLE	40.09	36.09	
TRAMO 22	7 7.2	188.22 189.83	371.5	25	TRYES MARTINEZ SUDAC ANEXO SUDAC	0.05 0.11 0.01	6	100	150	258	0.98	0.60	1.03	0.74	1.03		1.61	1.5	1.68	5.15	SI CUMPLE	216.73	211.58	28.51	21.75	SI CUMPLE	40.73	31.08	

DISEÑO HIDRÁULICO-LÍNEA DE CONDUCCIÓN POZO GERONA A TANQUE SEMI ENTERRADO ESCUELA GERONA

NODO	COTA RELATIVA AL PROYECTO	LONGITUD DEL TRAMO	Qd ACUMULADO DEL TRAMO L/S	PERDIDA DE CARGA [Hf] METROS	DIAMETRO CALCULADO EN PULGADAS	DIAMETRO INTERIOR [PULG]	PERDIDA POR FRICCIÓN [MCA]	VELOCIDAD [M/S]	CHEQUEO VELOCIDAD	PERDIDA POR VELOCIDAD [MCA]	COTA PIEZOMETRICA		PRESIÓN (m.c.a.)			PRESIÓN PSI	
											INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	CUMPLE	INICIO	FINAL
POZO	199.72	48.49	17.43	0.85	8.0	7.61	0.08	0.59	SI CUMPLE	0.02	276.72	276.64	77.00	77.77	SI CUMPLE	110	111.1
1	198.87																
1	198.87	152.66	17.43	1.61	8.0	7.61	0.25	0.59	SI CUMPLE	0.02	276.64	276.39	77.77	79.13	SI CUMPLE	111.1	113.04
2	197.26																
2	197.26	82.45	17.43	0.5	8.0	7.61	0.14	0.59	SI CUMPLE	0.02	276.39	276.25	79.13	79.49	SI CUMPLE	113.04	113.56
3	196.76																
3	196.76	151.5	17.43	1.3	8.0	7.61	0.25	0.59	SI CUMPLE	0.02	276.25	276.00	79.49	80.54	SI CUMPLE	113.56	115.06
4	195.46																
4	195.46	314.03	17.43	1.65	8.0	7.61	0.52	0.59	SI CUMPLE	0.02	276.00	275.48	80.54	81.67	SI CUMPLE	115.06	116.67
5	193.81																
5	193.81	259.36	17.43	0.55	8.0	7.61	0.43	0.59	SI CUMPLE	0.02	275.48	275.05	81.67	81.79	SI CUMPLE	116.67	116.85
6	193.26																
6	193.26	46.83	17.43	23.74	8.0	7.61	0.08	0.59	SI CUMPLE	0.02	275.05	274.98	81.79	57.98	SI CUMPLE	116.85	82.82
TANQUE	217																



SIMBOLOGÍA

○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	N	INDICA NÚMERO DE NODO O ESTACIÓN
■	INDICA PREDIO DE VIVIENDA	R	INDICA NÚMERO DE RAMAL
■	INDICA PREDIO DE INDUSTRIA	SR	INDICA No. DE SUB RAMAL
—	INDICA TUBERÍA DE RED DE DISTRIBUCIÓN	⊙	INDICA UBICACIÓN DE TANQUE

VIVIENDAS POR RAMAL

NÚMERO DE VIVIENDAS RAMAL 1	593
NÚMERO DE VIVIENDAS RAMAL 2	503
NÚMERO DE VIVIENDAS RAMAL 3	408
TOTAL VIVIENDAS PROYECTO	1504

PERSONAS FUTURAS POR RAMAL

NÚMERO DE PERSONAS RAMAL 1	6126
NÚMERO DE PERSONAS RAMAL 2	5196
NÚMERO DE PERSONAS RAMAL 3	4215
TOTAL PERSONAS FUTURO	15537

LONGITUD DEL PROYECTO

METROS DE TUBERÍA RAMAL 1	3733
METROS DE TUBERÍA RAMAL 2	3505
METROS DE TUBERÍA RAMAL 3	2573
LIBRA DE CANTONAMIENTO	1150
TOTAL METROS DE TUBERÍA	10961

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

DENSIDAD DE VIVIENDA (HAB/CASA)	6
TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	2.5%
DOTACIÓN (L/HAB/DÍA)	100
PERIODO DE DISEÑO (AÑOS)	22

PLANTA GENERAL

GENERAL

HOMBRE DEL PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
 Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala

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

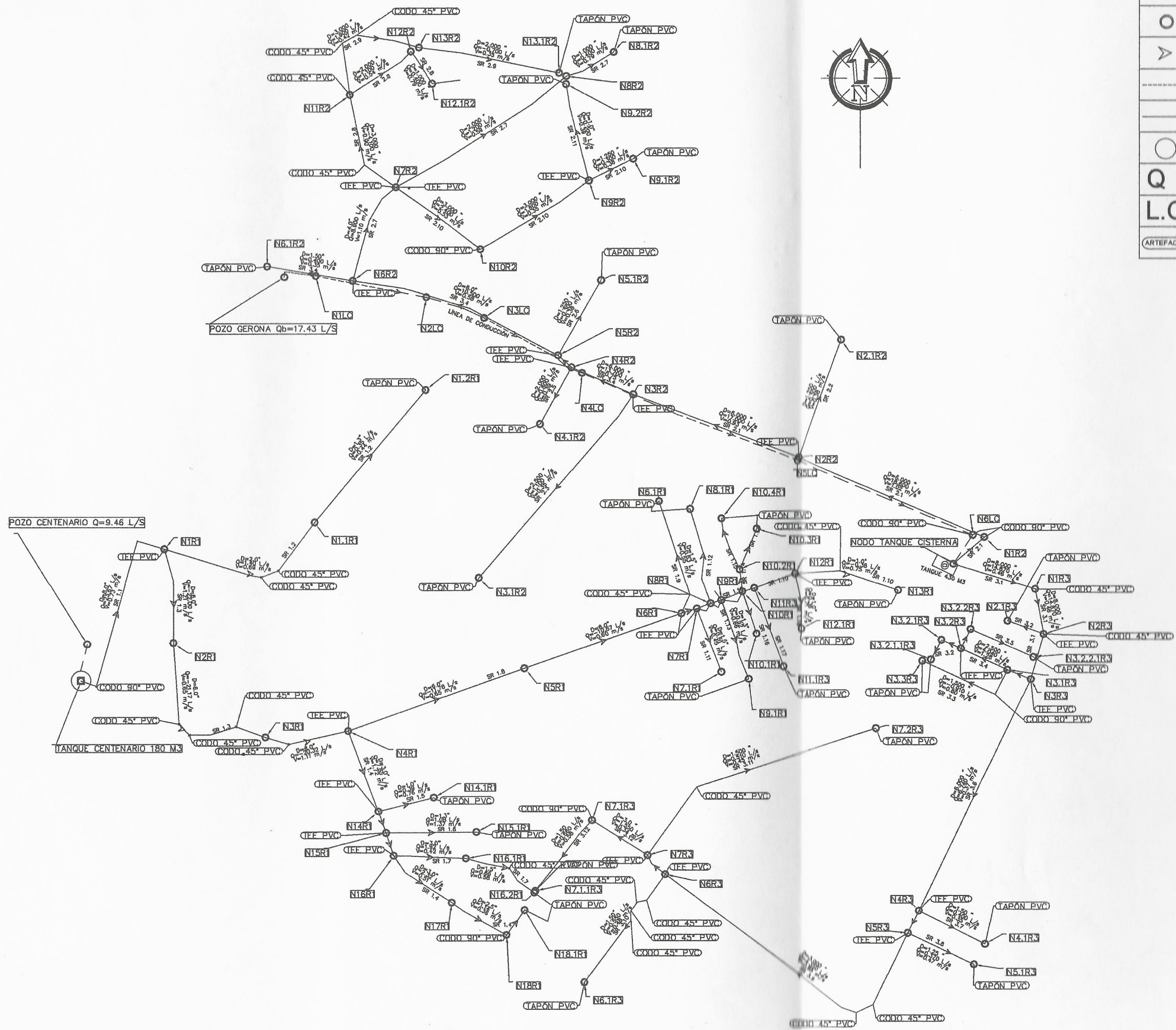
ESCALA: 1:6000

ELABORADO POR:
HUGO ROBERTO ASESORA SALGUERO HERNÁNDEZ

PERIODO DE VIGENCIA: 2019

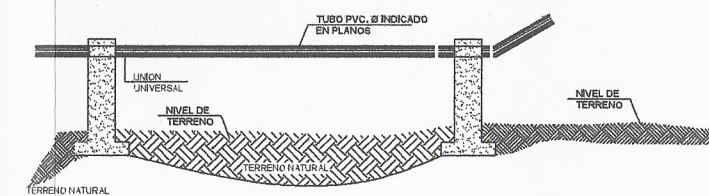
CONTENIDO: PLANTA GENERAL

Asesoría Hugo Salguero

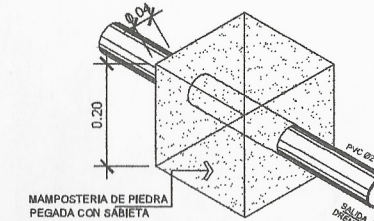


SIMBOLOGÍA

○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	N	INDICA NÚMERO DE NODO O ESTACIÓN
➤	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO DEL AGUA EN TUBERÍA	R	INDICA NÚMERO DE RAMAL
---	INDICA TUBERÍA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN	SR	INDICA No. DE SUB RAMAL
---	INDICA TUBERÍA DE RED DE DISTRIBUCIÓN	C.P	INDICA COTA PIEZOMÉTRICA
○	INDICA UBICACIÓN DE TANQUE	C.T	INDICA COTA DE TERRENO
Q	INDICA CAUDAL EN TUBERÍA	D	INDICA DIAMETRO DE TUBERÍA
L.C	INDICA LÍNEA DE CONDUCCIÓN.	V	INDICA VELOCIDAD DE FLUJO
(ARTEFACTO)	INDICA CODO, TEE, TAPÓN.	m H2O	INDICA METROS COLUMNA DE AGUA



DETALLE DE ANCLAJE PARA LÍNEA DE CONDUCCIÓN TRAMOS EXPUESTOS (LLEGADA A TANQUE GERONA)



DETALLE DE ANCLAJES VARÍA DIRECCIÓN DE TUBERÍA SEGÚN ARTEFACTO ESCALA 1/100

- NOTAS:
- 1 - LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 - 2 - LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 - 3 - EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)

INGENIERÍA HIDRÁULICA

HOMBRE DEL PROYECTO: **ROBERTO SALGUERO**

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8 SAN MIGUEL PÉTAPA, GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PÉTAPA
1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Pétapa, Guatemala

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

ESCALA: 1:6000

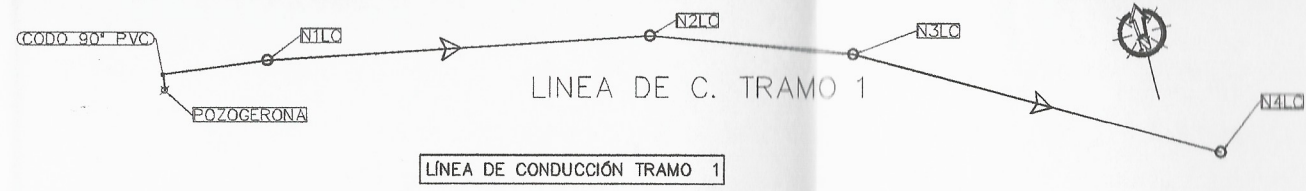
DIBUJO: **HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ**

FECHA: **OCTUBRE 2019**

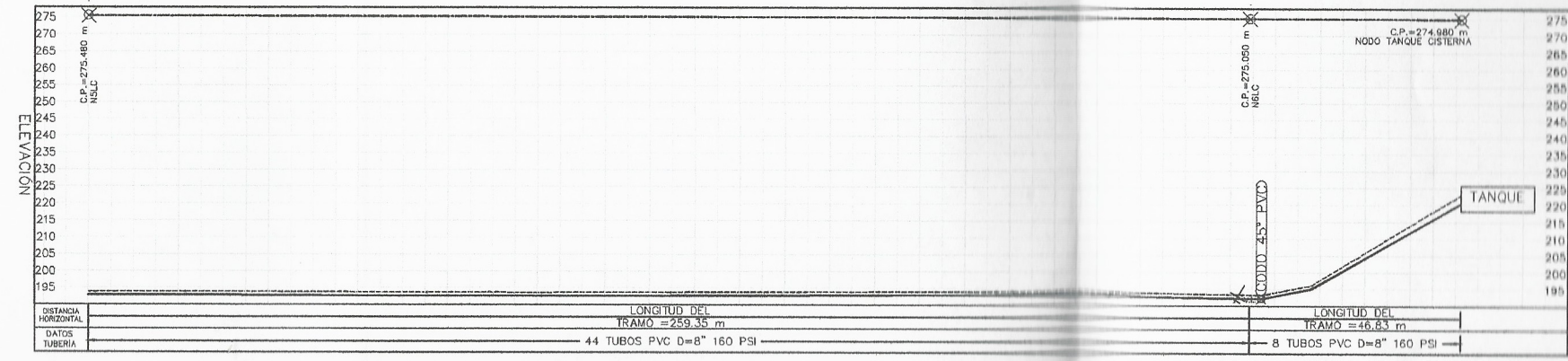
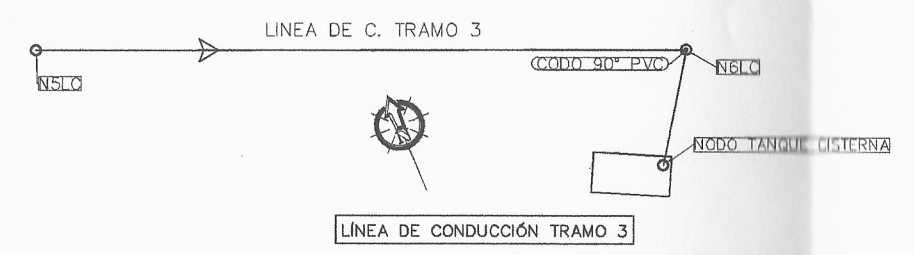
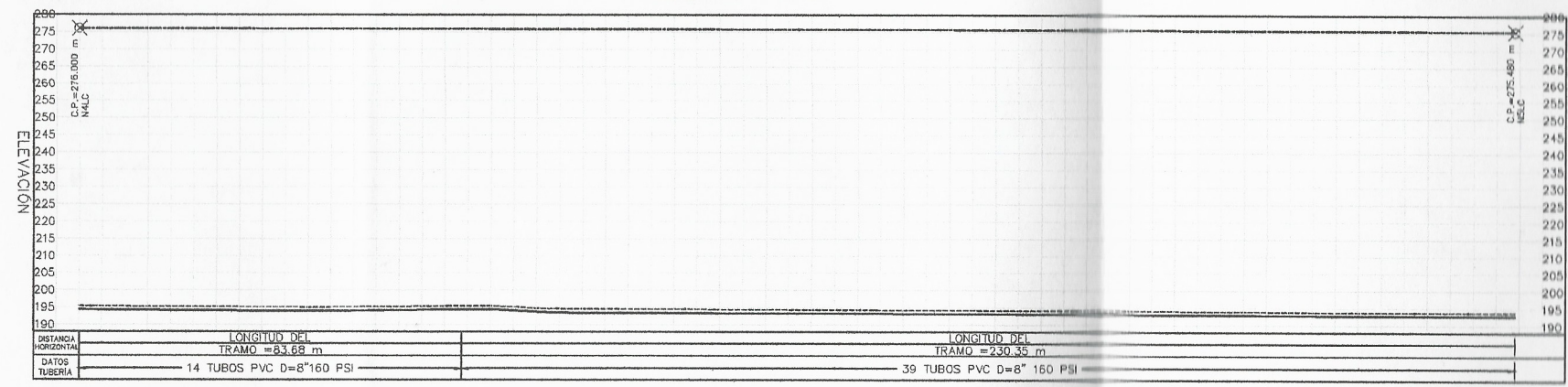
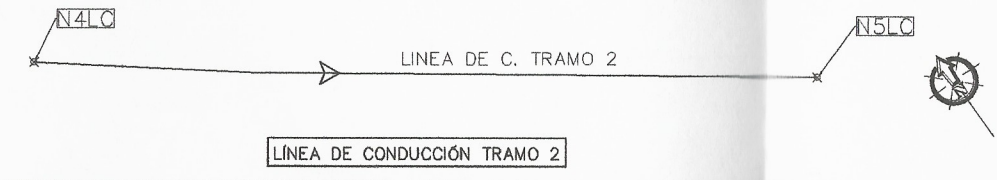
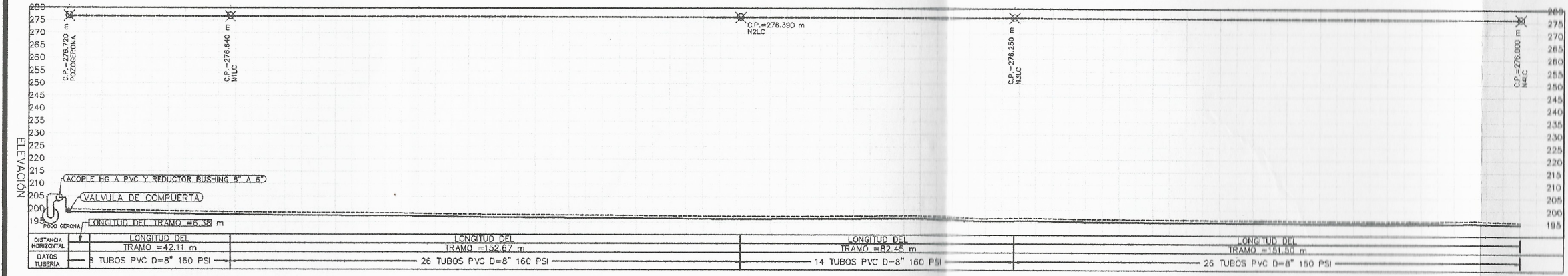
CONTENIDO: **PLANTA DE LÍNEA DE CONDUCCIÓN**

HOJA No. 2/17
TOPOGRAFÍA ESTRUCTURAL - DETALLES PLANTA

Asesor: **Hugo Salguero** Especialista: **Hugo Salguero**

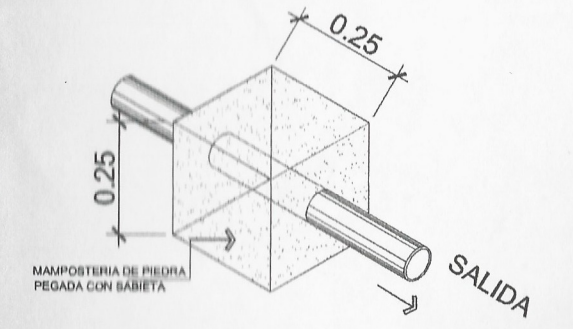
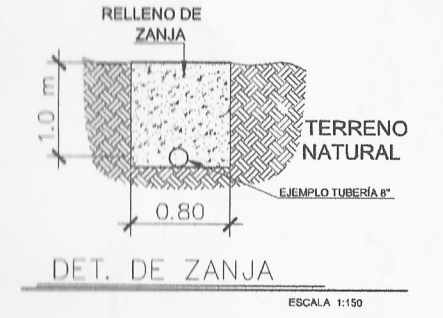


NOTAS:
 1 - LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MINIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 2 - LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL. DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3 - EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)



SIMBOLOGÍA

○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	D=	DIÁMETRO DE TUBERÍA
□	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	CT =	COTA DE TERRENO
→	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA (VER TIPO EN PLANTA)	CP=	COTA PIEZOMÉTRICA
↕	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
⊕	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA No. DE NODO
⊙	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R =	INDICA No. DE RAMAL
—	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	SR =	INDICA No. DE SUB RAMAL
---	LÍNEA DE TERRENO	---	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
---	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA	⊕	INDICA TANQUE ELEVADO
→	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA



DETALLE DE ANCLAJE

ESCALA 1 / 100

ESCALA PLANTAS 1:6000
 ESCALA PERFILES V=1:2000 H=1:1500

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

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

ESCALA: INDICADA

FECHA: 3/17

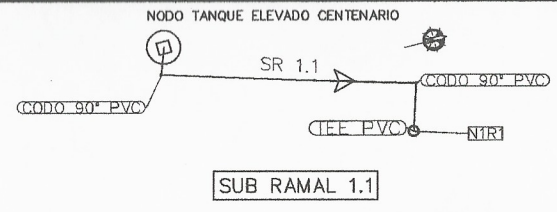
CONTENIDO: PLANTA PERFILES DE CONDUCCIÓN

ELABORADO POR: Hugo Roberto Salguero Hernández

REVISADO POR: Rebeca María Sorio de Sierra

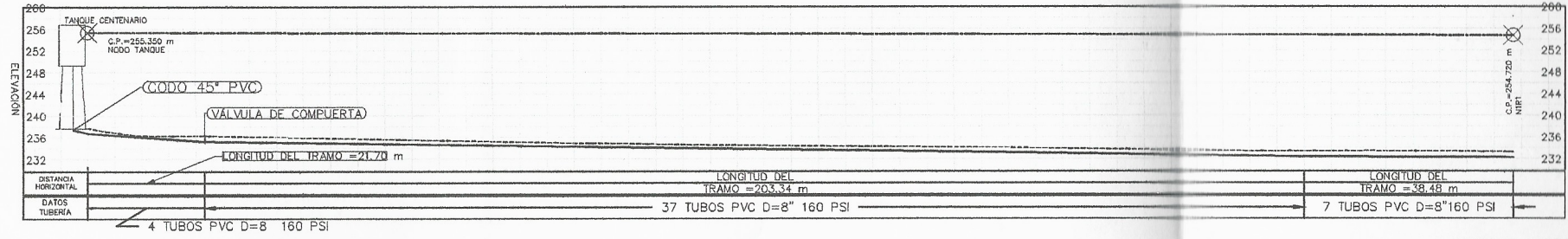
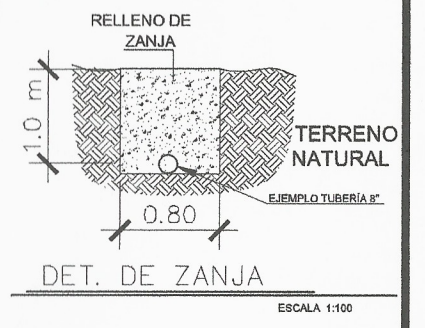
FECHA: OCTUBRE 2010

PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

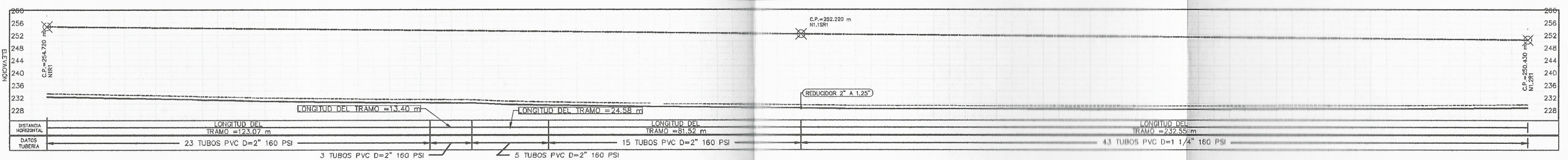
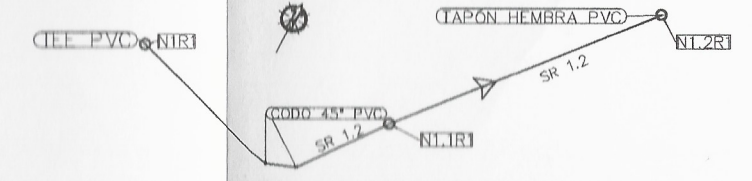


SIMBOLOGÍA

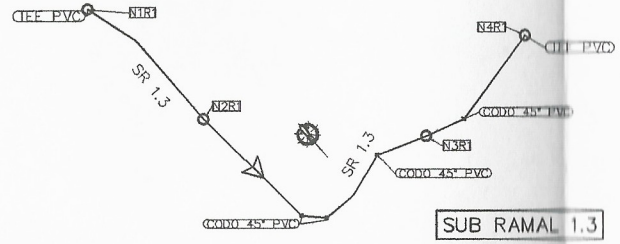
	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	D=	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	CT =	COTA DE TERRENO
	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA		COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA No. DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R =	INDICA No. DE RAMAL
	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	SR =	INDICA No. DE SUB RAMAL
	LÍNEA DE TERRENO		INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA		INDICA TANQUE ELEVADO
	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA



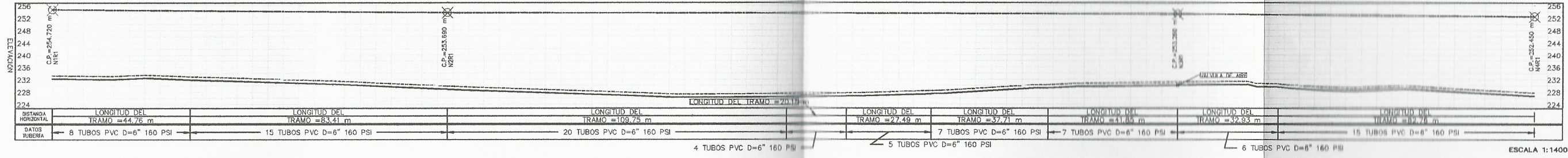
ESCALA 1:1200



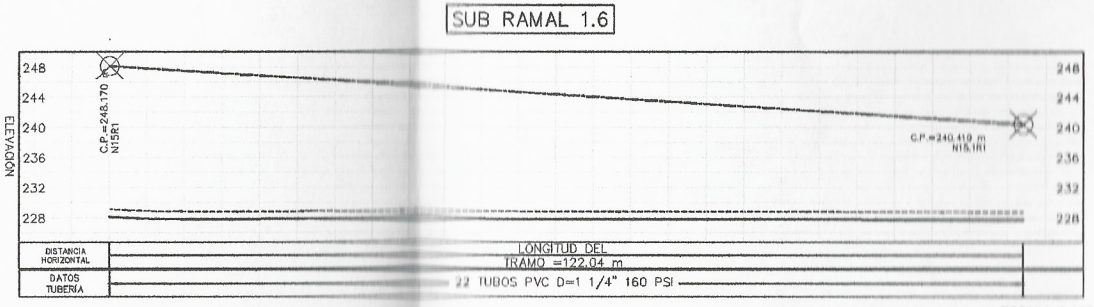
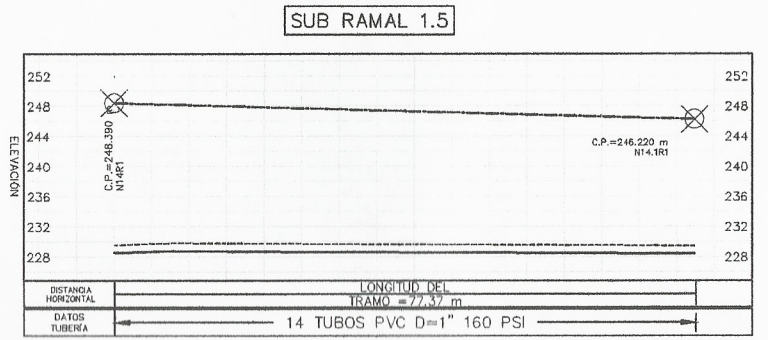
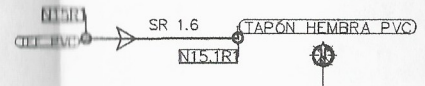
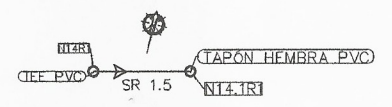
ESCALA 1:1300



NOTAS
 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PRUBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)



ESCALA 1:1400



ESCALA 1:1000

ESCALA PLANTAS 1:6000
 ESCALA PERFILES: INDICADA

RAMAL 1

DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EN GUATEMALA DE EPS

DISEÑADO POR: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNANDEZ, OCTUBRE 2019

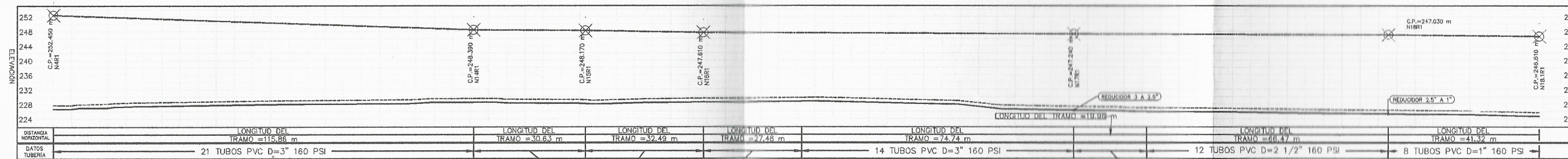
CONTENIDO: PLANTA

HOJA No. 4/17
 TITULO: ESTRUCTURA DE DETALLE PLANTA - PERFIL
 Elaborado: Hugo Salguero

RED DE DISTRIBUCIÓN-RAMAL 1



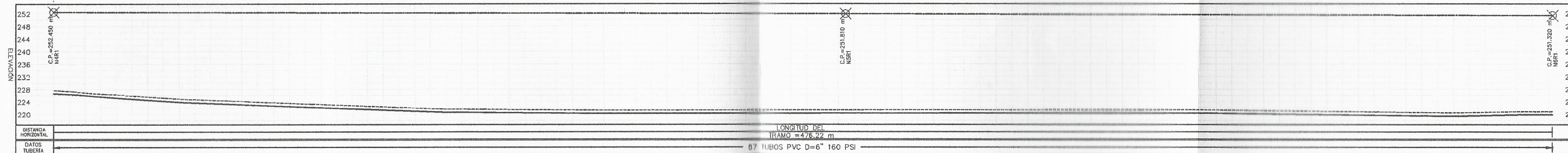
SUB RAMAL 1.4



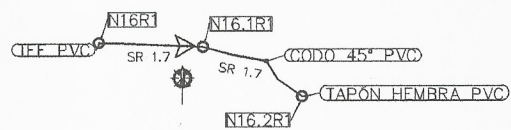
ESCALA 1:1200



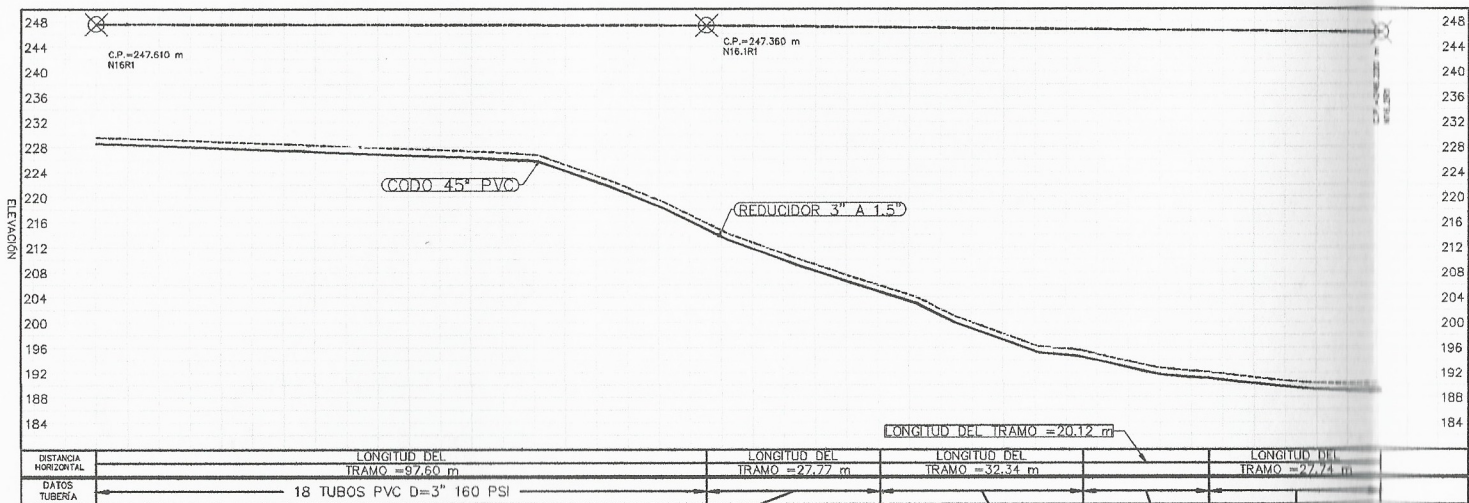
SUB RAMAL 1.8



ESCALA 1:1300

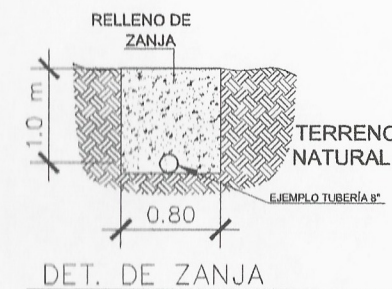


SUB RAMAL 1.7



ESCALA 1:1200

SIMBOLOGÍA	
	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO
	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)
	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA
	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)
	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA
	INDICA VÁLVULA DE AIRE
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA
	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA
	LÍNEA DE TERRENO
	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO
	D = DIÁMETRO DE TUBERÍA
	CT = COTA DE TERRENO
	CP = COTA PIEZOMÉTRICA
	V = INDICA ESCALA VERTICAL
	H = INDICA ESCALA HORIZONTAL
	N = INDICA No. DE NODO
	R = INDICA No. DE RAMAL
	SR = INDICA No. DE SUB RAMAL
	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
	INDICA TANQUE ELEVADO
	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA

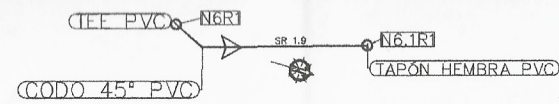


ESCALA 1:100

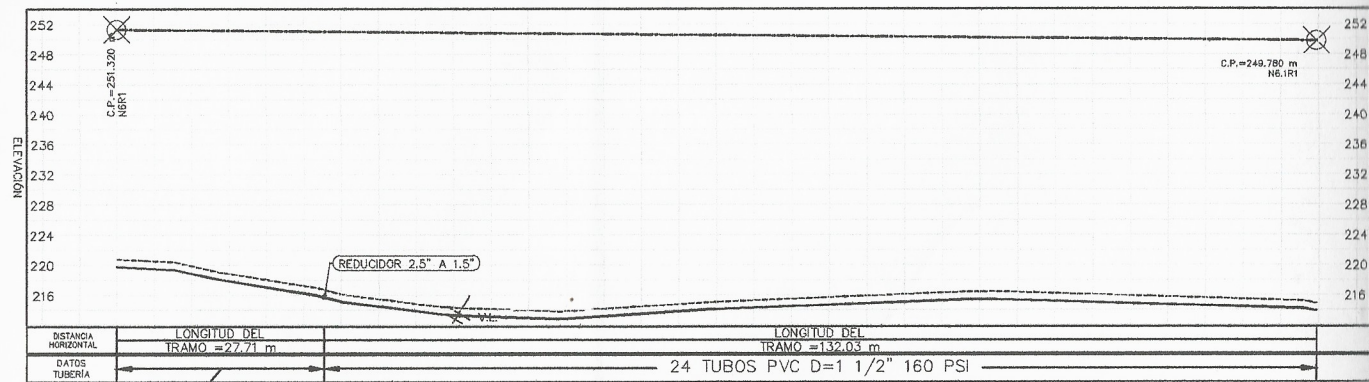
NOTAS:
 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (SI 1M MAS QUE TUBERÍA)
 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELENADA Y COMPACTADA HASTA 5 (O MÁS) ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANGLAJE (VER DETALLE)

ESCALA PLANTAS 1:7000
 ESCALA PERFILES: INDICADA

HOBBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, 13a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL EN INGENIERIA CIVIL
 DIBUJADO: HUGO ROBERTO SORA - SUPERVISADO POR: ROBERTO SALGUERO HERNANDEZ
 ESCALAS INDICADA
 FECHA: OCTUBRE 2019
 CONTENIDO: PLANTA RAMAL 1
 ASISTENTE: Epeleto Hugo Salguero

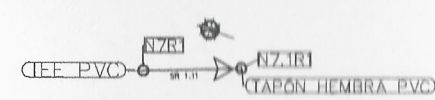


SUB RAMAL 1.9

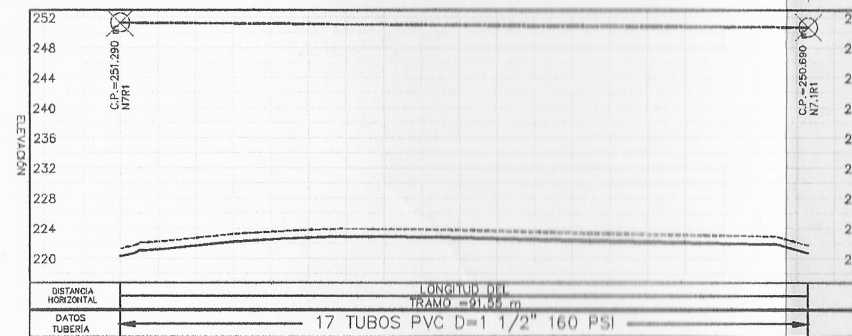


5 TUBOS PVC D=2 1/2" 160 PSI

ESCALA 1:1000



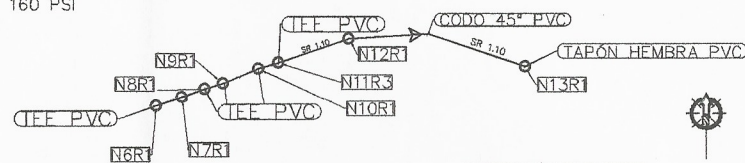
SUB RAMAL 1.11



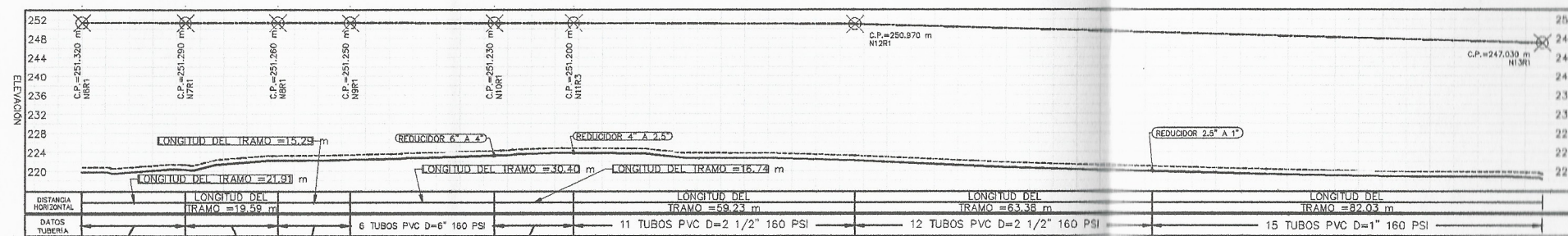
ESCALA 1:1000



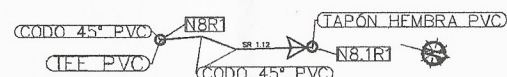
ESCALA 1:100



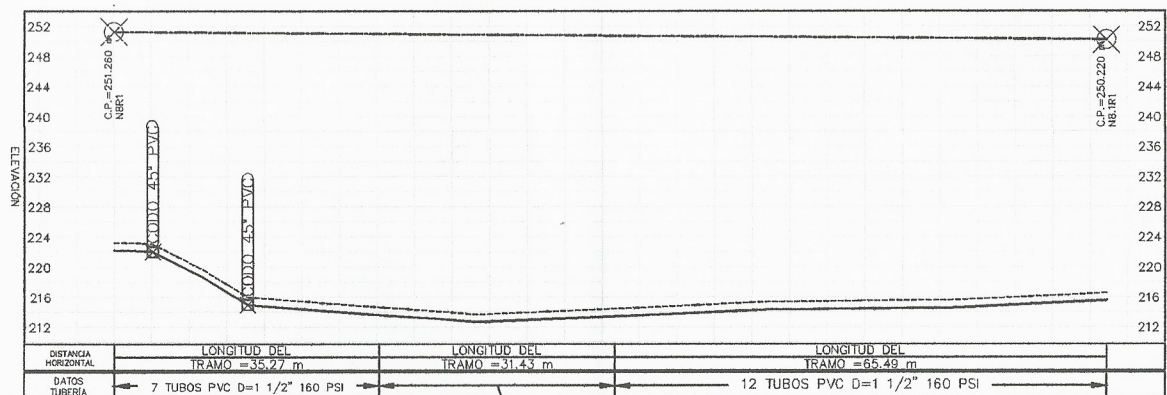
SUB RAMAL 1.10



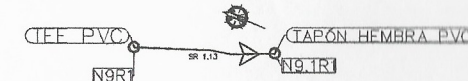
ESCALA 1:1300



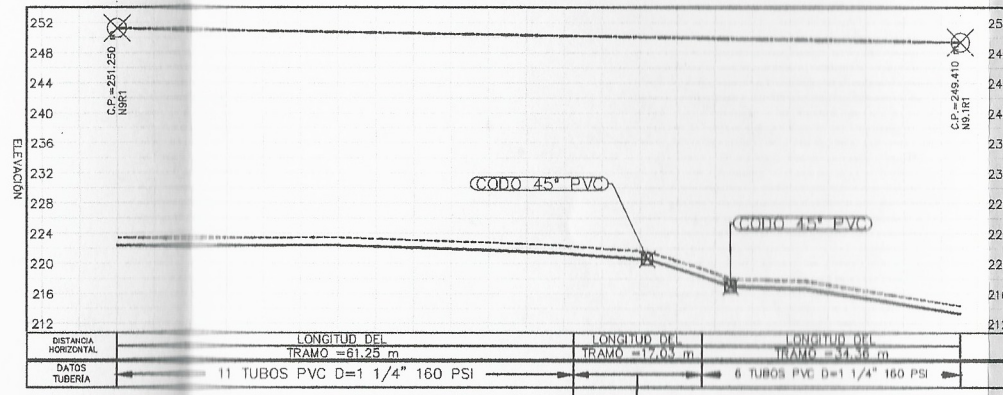
SUB RAMAL 1.12



ESCALA 1:1000



SUB RAMAL 1.13



ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA			
	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	$D=$	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	INDICA REDUCIDOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	$CT=$	COTA DE TERRENO
	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA	\times_{CP}	COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	$V=$	INDICA ESCALA VERTICAL
	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	$H=$	INDICA ESCALA HORIZONTAL
	INDICA VÁLVULA DE AIRE	$N=$	INDICA No. DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	$R=$	INDICA No. DE RAMAL
	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	$SR=$	INDICA No. DE SUB RAMAL
	LÍNEA DE TERRENO		INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA		INDICA TANQUE ELEVADO
	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA

ESCALA PLANTAS 1:6000

ESCALA PERFILES: INDICADA

NOTAS:
 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PRUBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)

RED DE DISTRIBUCIÓN-RAMAL 1

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

FECHA: 10 OCTUBRE 2019

INGENIERO: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ

ESCALA: INDICADA

CONTENIDO: PLANTA PERFILES

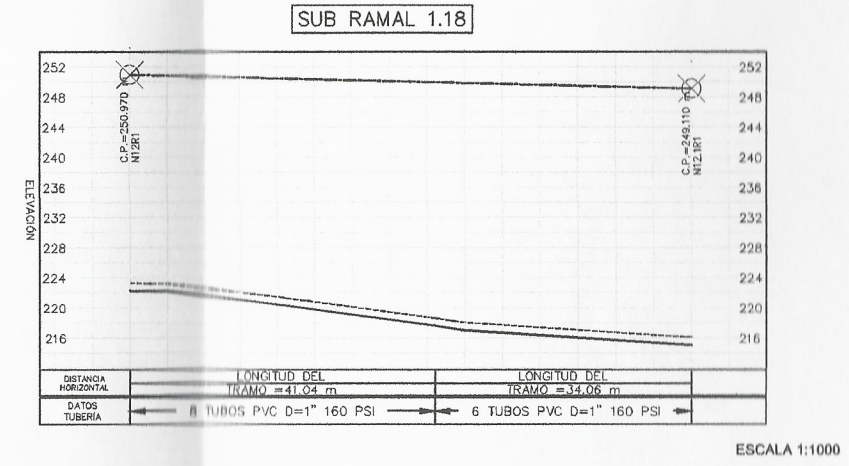
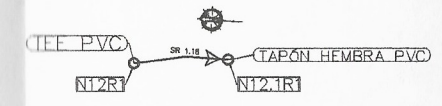
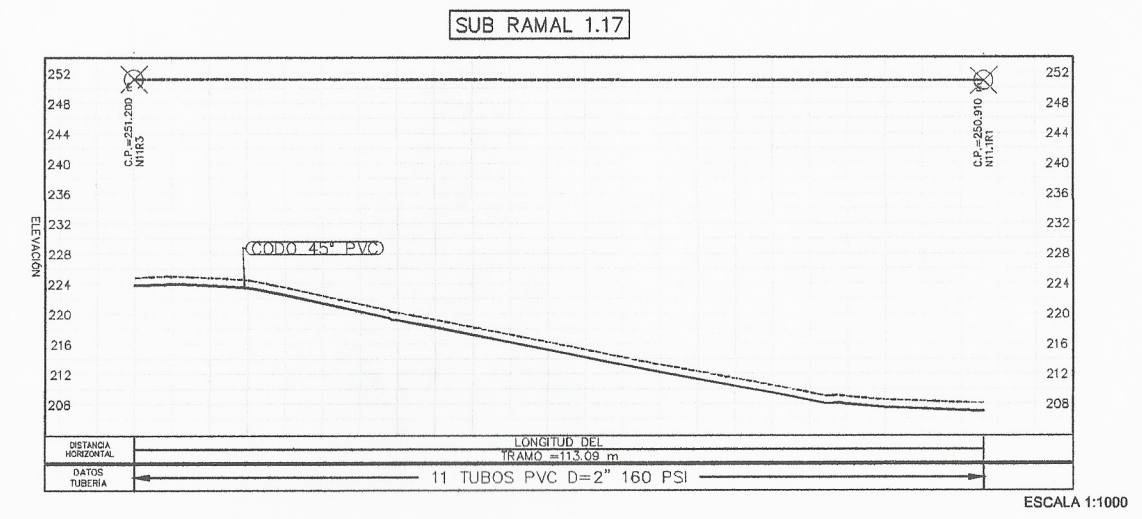
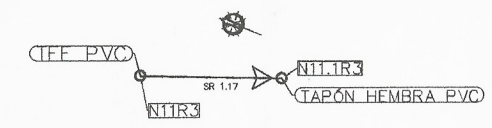
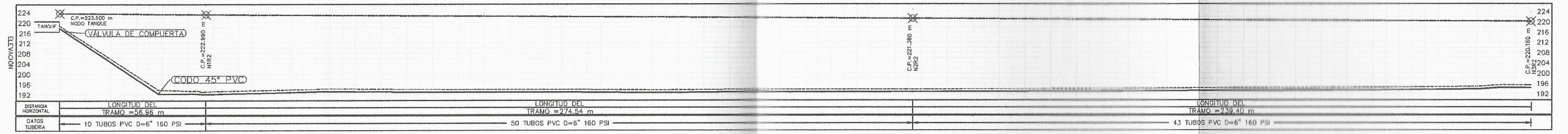
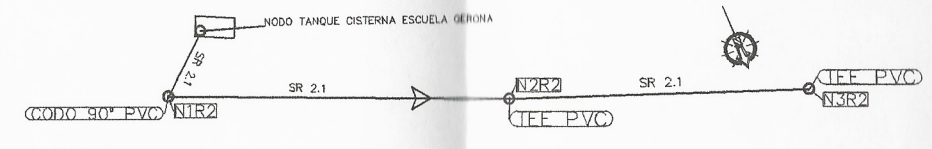
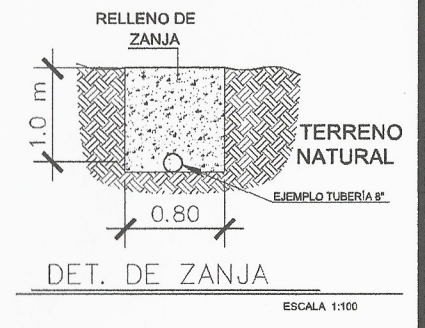
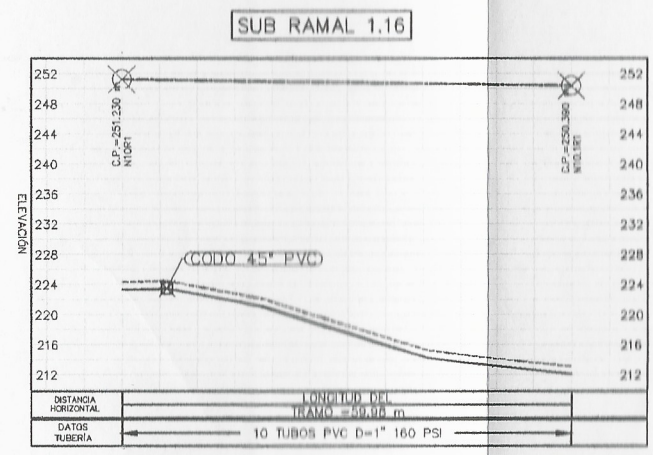
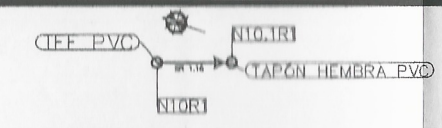
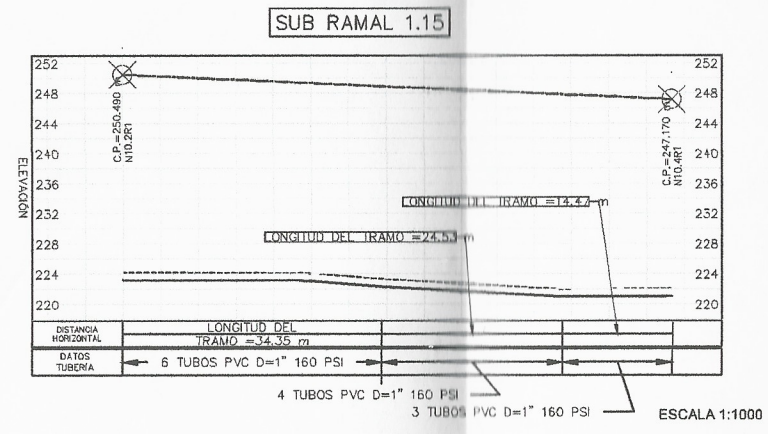
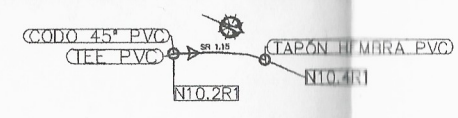
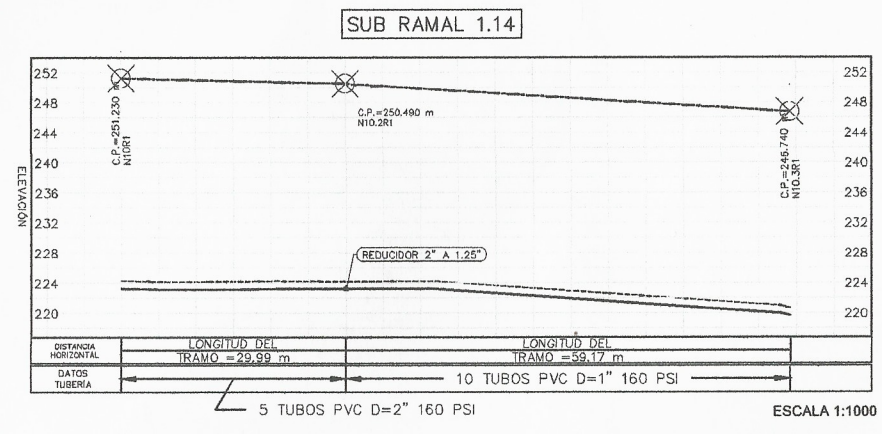
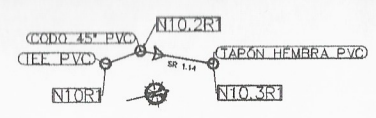
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERGA, ZONA 1, MUNICIPIO DE SAN MIGUEL PETAPA, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

10. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala

ESCALA: INDICADA

6/17

INGENIERO: Eusebio Hugo Salguero



SIMBOLOGIA	
	INDICA POSICION DE ESTACION
	INDICA NODO
	INDICA REDUCTOR BUBHING PVC (VER DIAMETRO EN PERFIL)
	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LINEA PIEZOMETRICA
	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)
	INDICA VALVULA DE COMPUERTA
	INDICA VALVULA DE AIRE
	INDICA VALVULA DE LIMPIEZA
	LINEA PERFIL DE TUBERIA EN ALTIMETRIA
	LINEA DE TERRENO
	LINEA DE COTA PIEZOMETRICA
	INDICA DIRECCION DE FLUJO
	D = DIAMETRO DE TUBERIA
	CT = COTA DE TERRENO
	CP = COTA PIEZOMETRICA
	V = INDICA ESCALA VERTICAL
	H = INDICA ESCALA HORIZONTAL
	N = INDICA No. DE NODO
	R = INDICA No. DE RAMAL
	SR = INDICA No. DE SUB RAMAL
	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
	INDICA TANQUE ELEVADO
	160PSI INDICA PRESION DE TRABAJO DE LA TUBERIA

ESCALA PLANTAS 1:6000
ESCALA PERFILES: INDICADA

RED DE DISTRIBUCION-RAMAL 1 Y 2

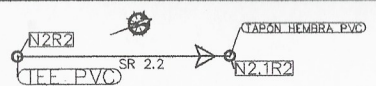
HOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA 1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO. ESCALA: INDICADA

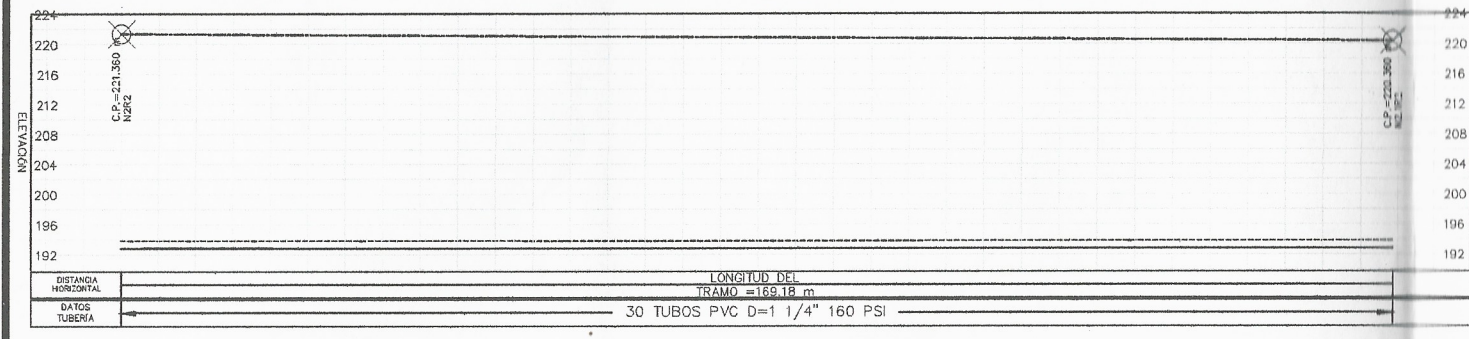
HOJA No. 7/17

CON TITULO PLANTAS DE LOS RAMALES 1 Y 2

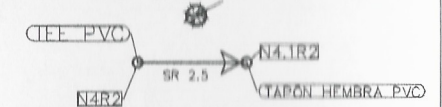
Facultad de Ingeniería



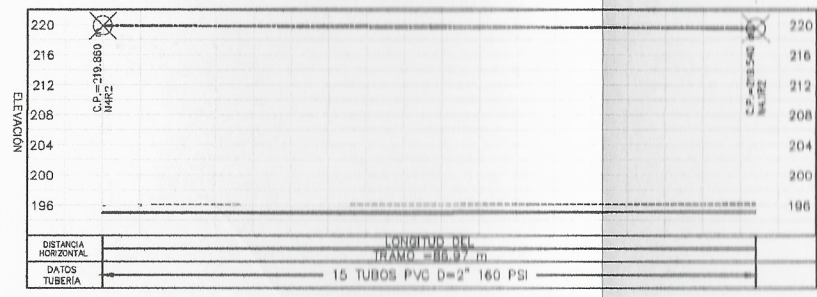
SUB RAMAL 2.2



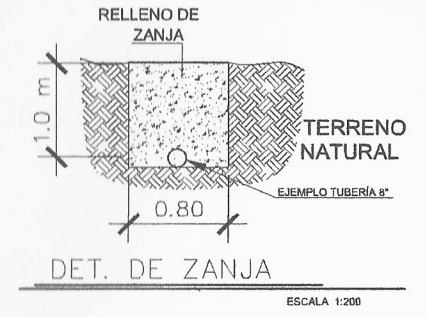
ESCALA 1:1000



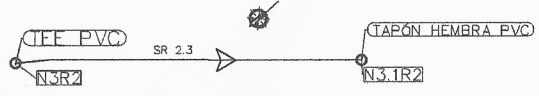
SUB RAMAL 2.5



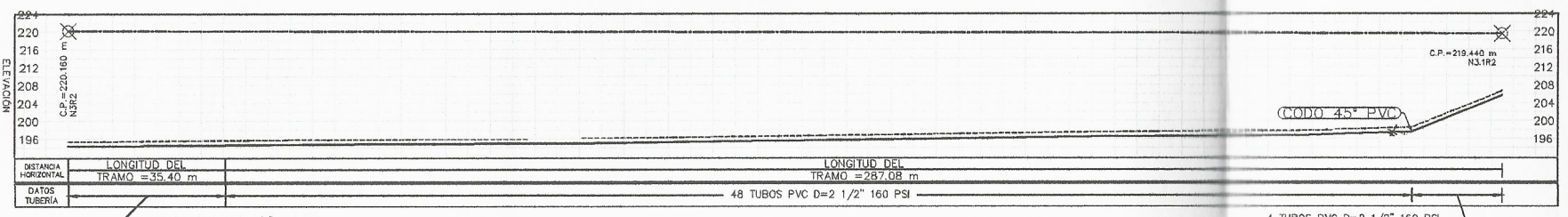
ESCALA 1:1000



ESCALA 1:200



SUB RAMAL 2.3



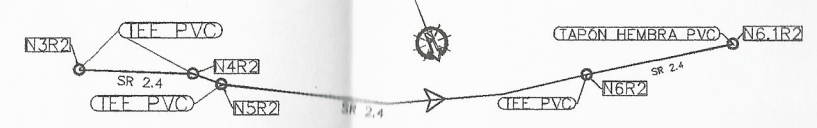
ESCALA 1:1500

SIMBOLOGÍA			
○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	D=	DIÁMETRO DE TUBERÍA
□	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	CT=	COTA DE TERRENO
→	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA	CP=	COTA PIEZOMÉTRICA
○	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
⊕	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA No. DE NODO
⊘	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R=	INDICA No. DE RAMAL
—	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	SR=	INDICA No. DE SUB RAMAL
---	LÍNEA DE TERRENO	□	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
---	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA	⊕	INDICA TANQUE ELEVADO
→	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA

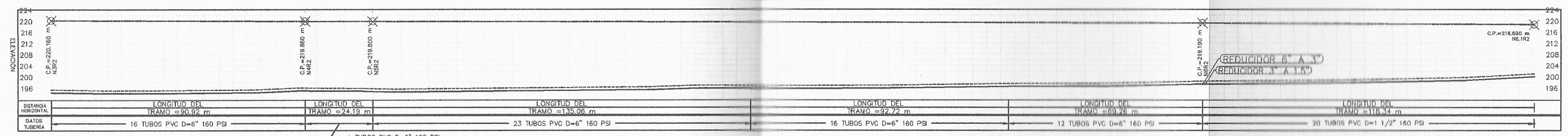
ESCALA PLANTAS 1:6000

ESCALA PERFILES: INDICADA

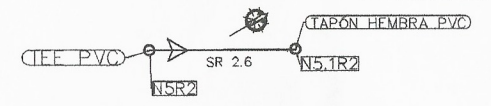
RED DE DISTRIBUCIÓN-RAMAL 2



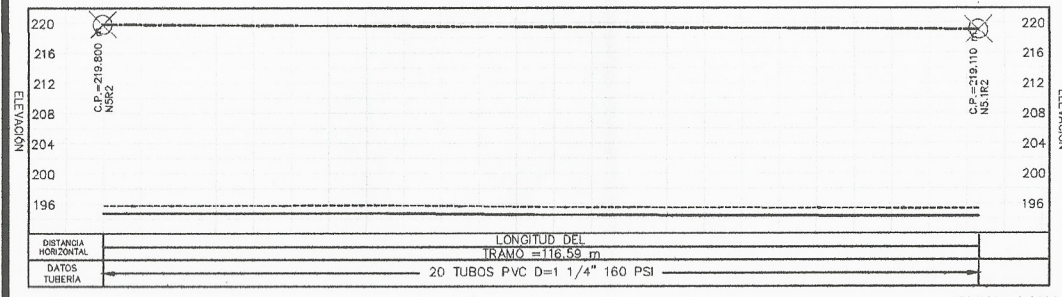
SUB RAMAL 2.4



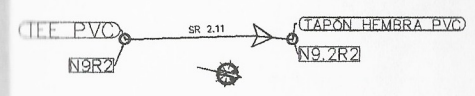
ESCALA 1:1500



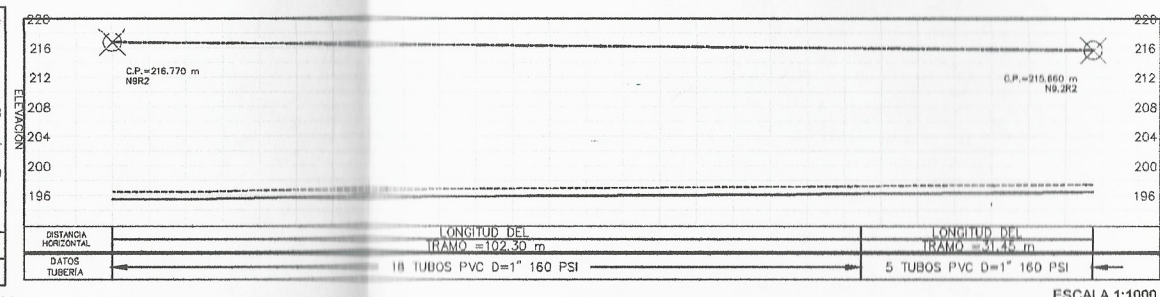
SUB RAMAL 2.6



ESCALA 1:1000



SUB RAMAL 2.11



ESCALA 1:1000

- NOTAS:
- 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 - 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 - 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)

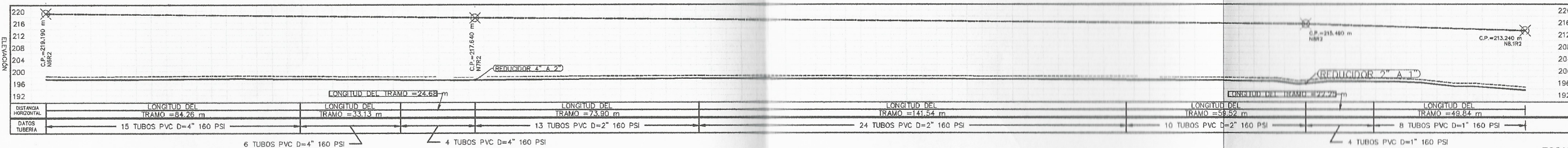
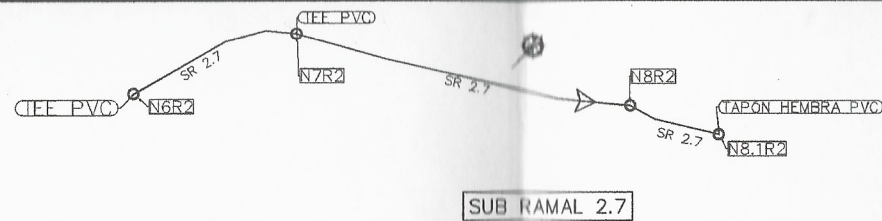
RAMALES 1 Y 2

HOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, 1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala.

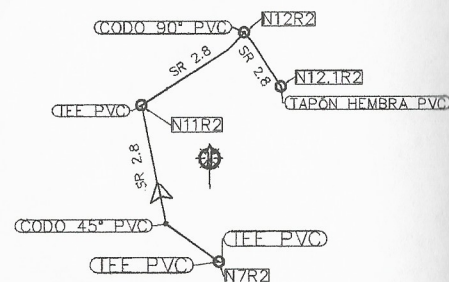
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO. ESCALA: INDICADA.

FECHA: 02 DE FEBRERO 2019

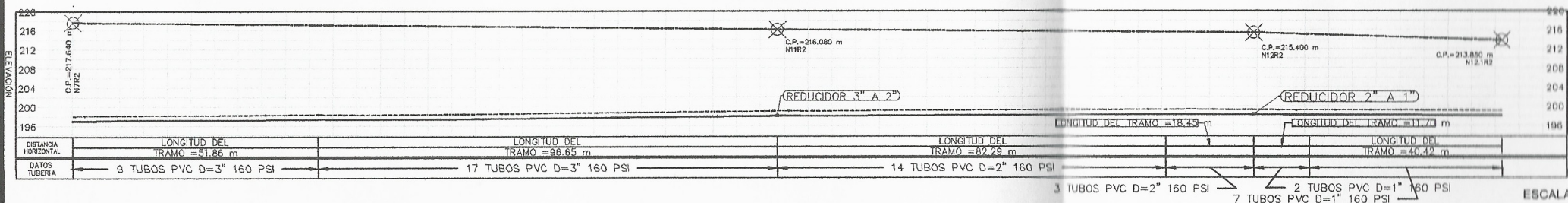
PROFESOR: ROBERTO HERNÁNDEZ SALGUERO HERNÁNDEZ. ASISTENTE: DANIELA GARCÍA GARCÍA. Eneleto Hugo Balguera.



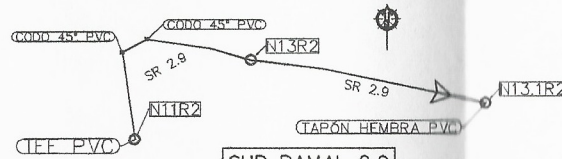
ESCALA 1:1400



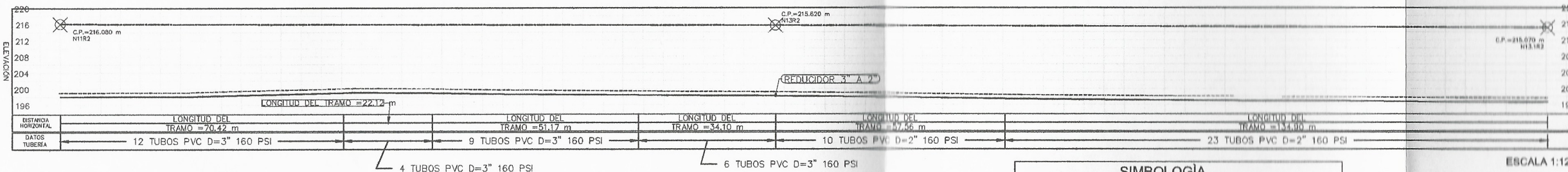
SUB RAMAL 2.8



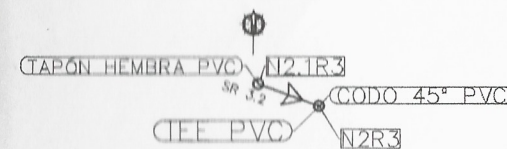
ESCALA 1:1200



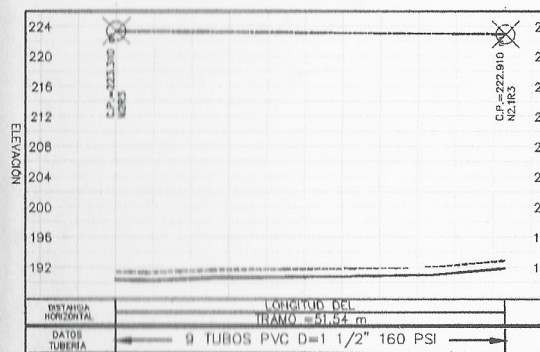
SUB RAMAL 2.9



ESCALA 1:1200



SUB RAMAL 3.2



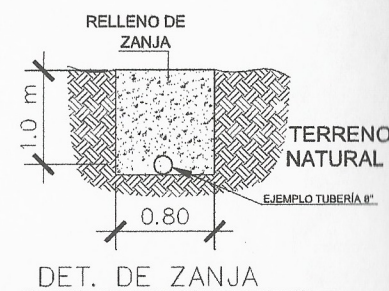
ESCALA 1:1000

NOTAS:
 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERIA)
 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUES QUE LA TUBERIA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERIA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)

ESCALA PLANTAS 1:6000

ESCALA PERFILES: INDICADA

RED DE DISTRIBUCIÓN-RAMALES 2 Y 3



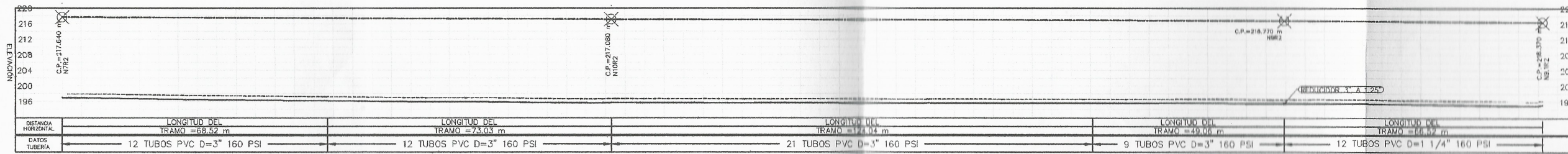
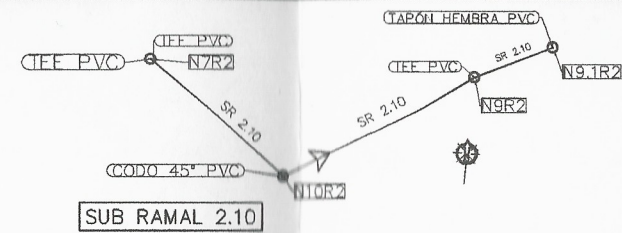
DET. DE ZANJA

ESCALA 1:100

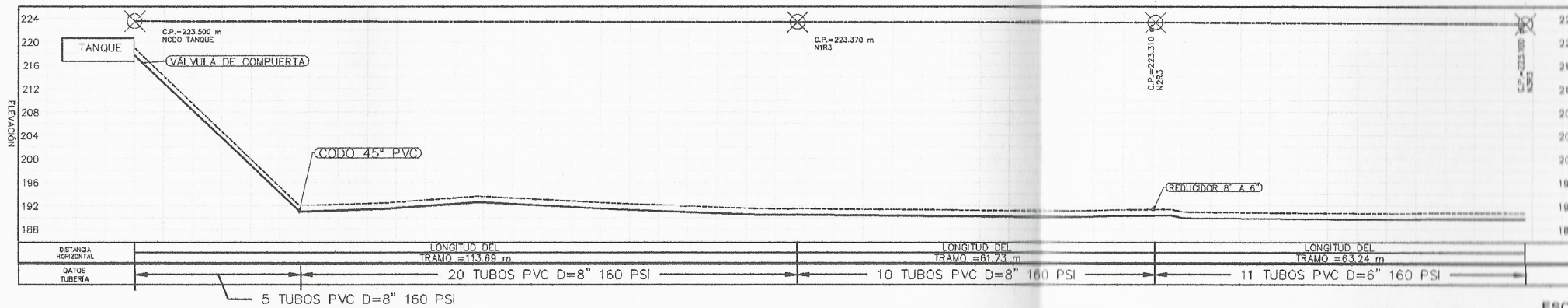
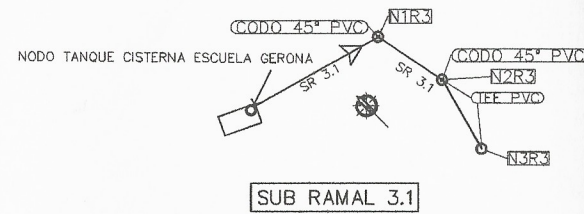
SIMBOLOGÍA			
○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	D=	DIÁMETRO DE TUBERIA
□	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	CT =	COTA DE TERRENO
→	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LINEA PIEZOMÉTRICA	CP =	COTA PIEZOMÉTRICA
⊕	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
⊖	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA N.º DE NODO
⊘	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R =	INDICA N.º DE RAMAL
—	LÍNEA PERFIL DE TUBERIA EN ALTIMETRIA	SR =	INDICA N.º DE SUB RAMAL
---	LÍNEA DE TERRENO	□	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
---	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA	⊕	INDICA TANQUE ELEVADO
→	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERIA

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.
 MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, 1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala.
 ESCALA: INDICADA
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO.
 EMISSIONARIO: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ, FECHA: OCTUBRE 2019.
 CONTENIDO: PLANTA DE PERFILES RAMALES 2 Y 3.
 ASISTENTE: Hugo Salguero, Emissario: Hugo Salguero.

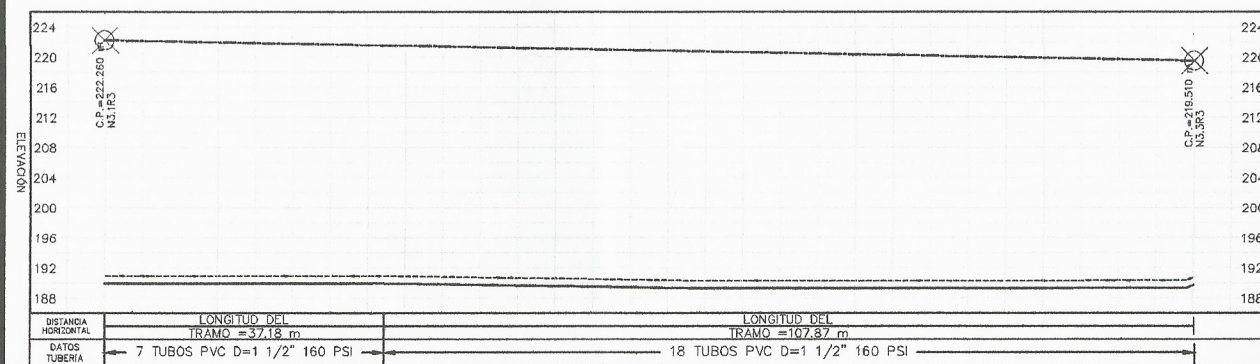
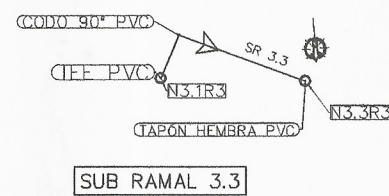
RED DE DISTRIBUCIÓN - RAMAL 2 Y 3



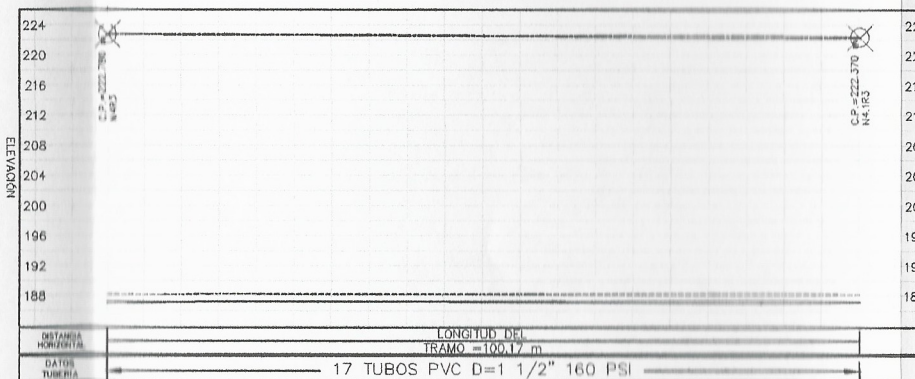
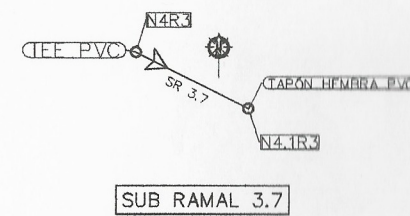
ESCALA 1:1200



ESCALA 1:1000

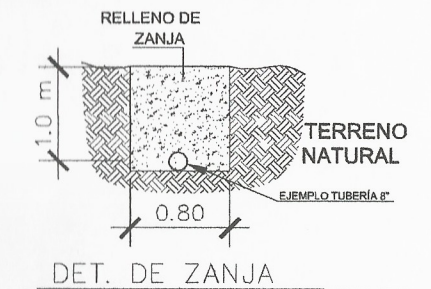


ESCALA 1:1000



ESCALA 1:1000

	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	D=	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	CT =	COTA DE TERRENO
	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA		COTA PIEZOMÉTRICA
	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA No. DE NODO
	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R =	INDICA No. DE RAMAL
	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	SR =	INDICA No. DE SUB RAMAL
	LÍNEA DE TERRENO		INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA		INDICA TANQUE ELEVADO
	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA



ESCALA 1:200

- NOTAS:
- 1-LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 - 2-LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 - 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)

ESCALA PLANTAS 1:6000
ESCALA PERFILES: INDICADA

RAMALES 1 Y 2

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

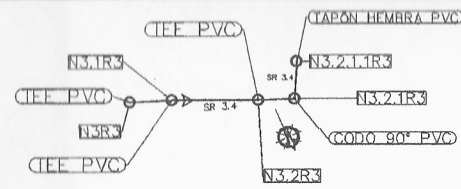
MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
1a. Calle, 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA - SUPERVISORA DE EPS INDICADA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO

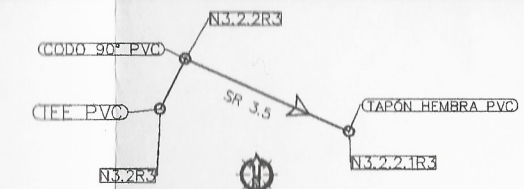
PROFESOR: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ
ESTUDIANTE: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ

ESCALA: 1:6000
OCTUBRE 2019

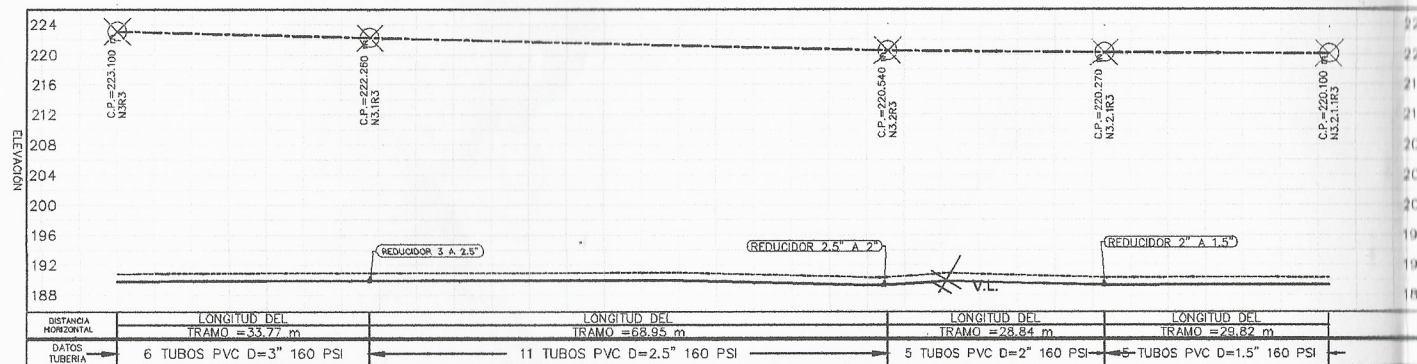
CONTENIDO: PLANTA PERFILES



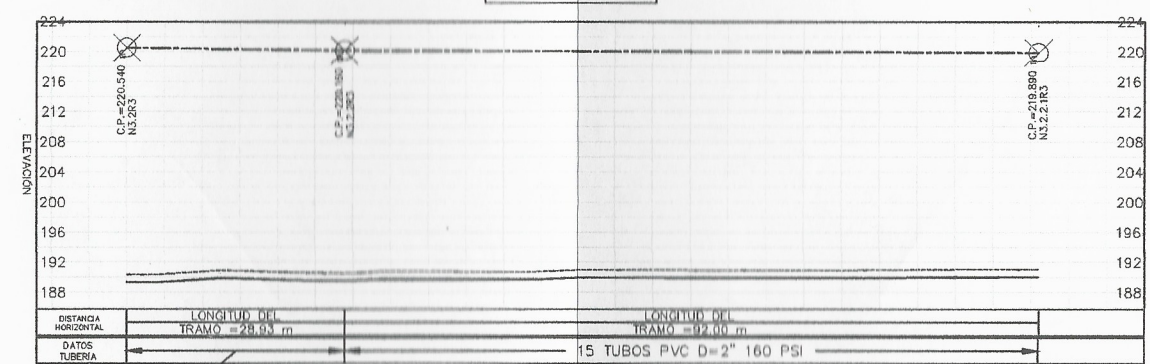
SUB RAMAL 3.4



SUB RAMAL 3.5

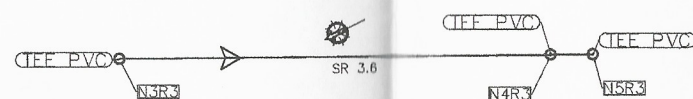


ESCALA 1:1000

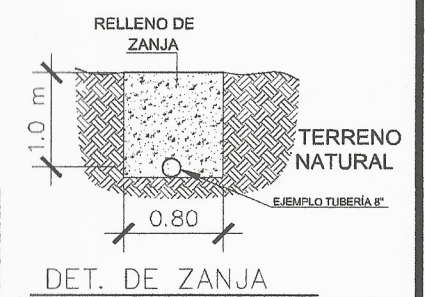
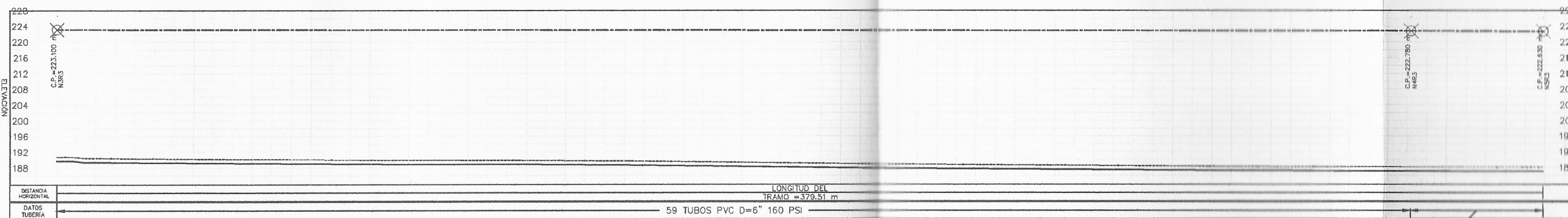


ESCALA 1:1000

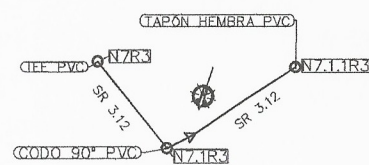
RED DE DISTRIBUCIÓN-RAMAL 3



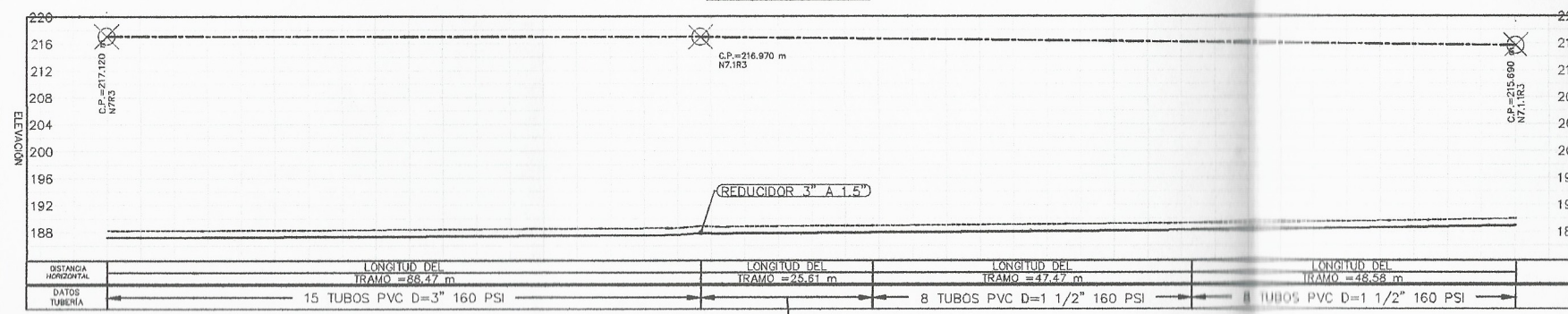
SUB RAMAL 3.6



ESCALA 1:200



SUB RAMAL 3.12



ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA			
○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	D=	DIÁMETRO DE TUBERÍA
□	INDICA REDUCTOR BUSHING PVC (VER DIÁMETRO EN PERFIL)	CT =	COTA DE TERRENO
→	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LÍNEA PIEZOMÉTRICA	CP =	COTA PIEZOMÉTRICA
ACCESORIO	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
⊕	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA No. DE NODO
⊘	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R=	INDICA No. DE RAMAL
—	LÍNEA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	SR =	INDICA No. DE SUB RAMAL
---	LÍNEA DE TERRENO	TANQUE	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
---	LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA	⊕	INDICA TANQUE ELEVADO
→	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA

ESCALA 1:1200

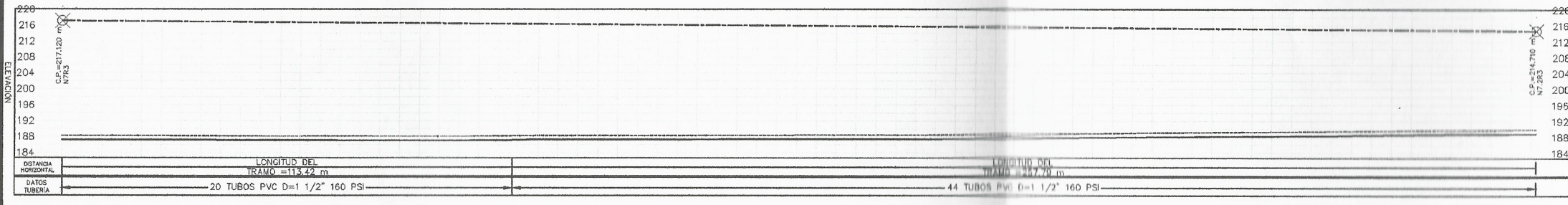
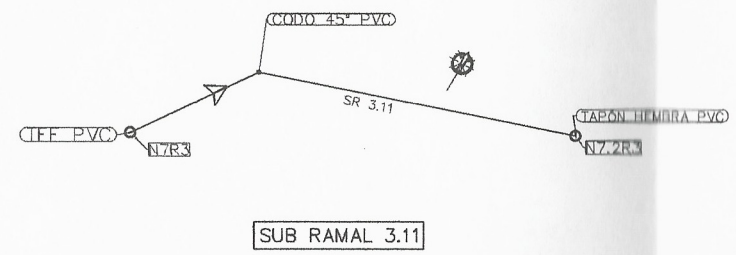
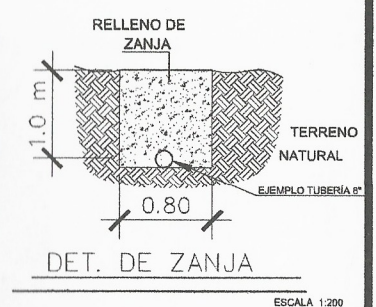
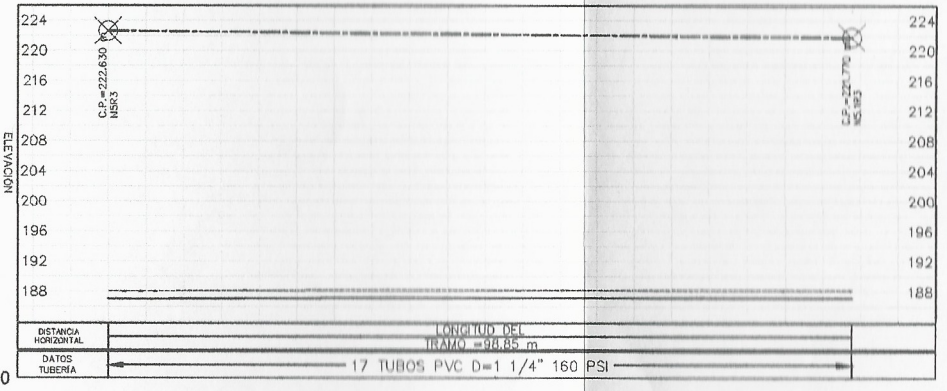
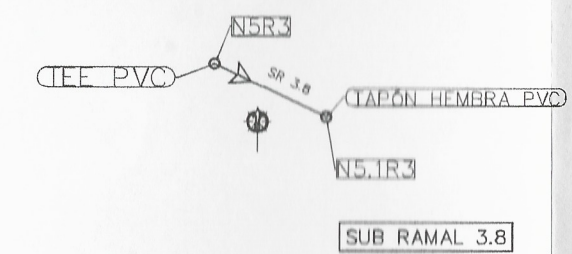
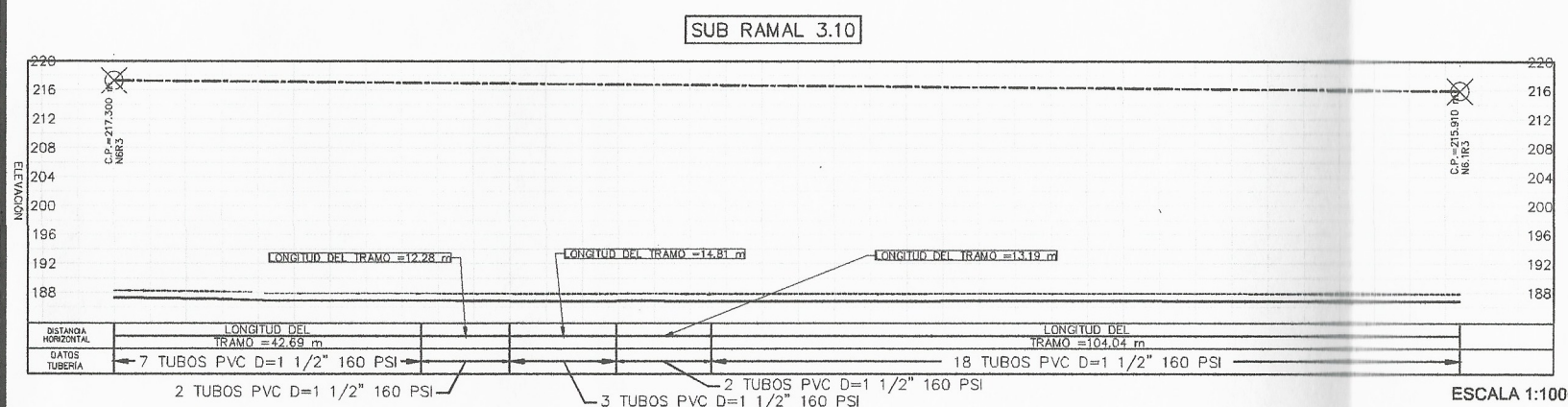
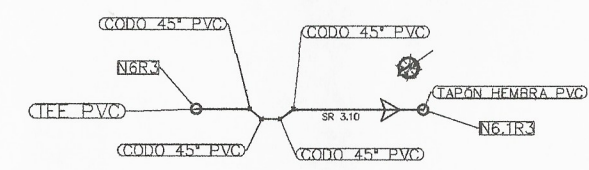
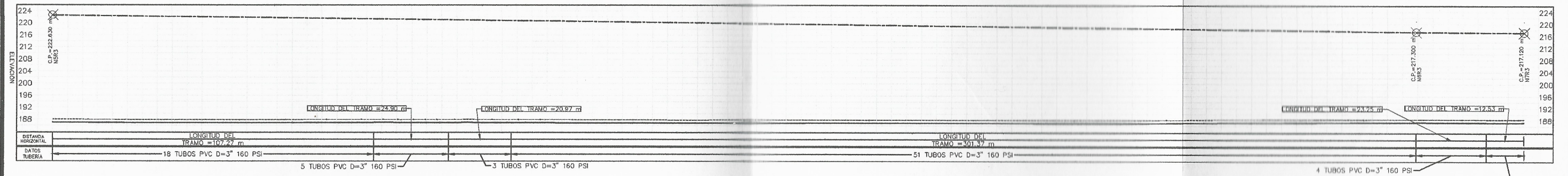
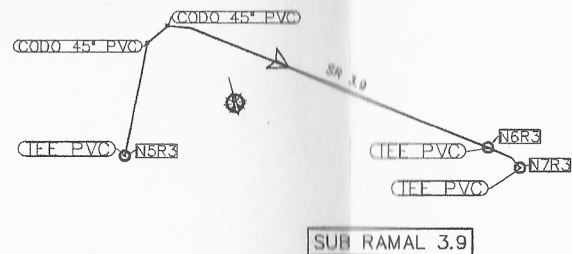
NOTAS:
 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO PROBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)

ESCALA PLANTAS 1:6000
 ESCALA PERFILES: INDICADA

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, 15-Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERÍA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 ESCALA INDICADA
 DIBUJO: HUGO ROBERTO SORIANO SALGUERO HERNÁNDEZ, OCTUBRE 2010
 CONTENIDO: PLANTA RAMAL 3
 HOJA No. 11/17
 ESTADÍSTICA: PLANTA - PERFIL

RED DE DISTRIBUCIÓN-RAMAL 3

NOTAS
 1- LA ZANJA TENDRÁ UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE 1.0 MTS. (CT 1M MAS QUE TUBERÍA)
 2- LA ZANJA DEBERÁ SER RELLENADA Y COMPACTADA HASTA 0.10 MTS
 ARRIBA DE SU NIVEL ORIGINAL, DESPUÉS QUE LA TUBERÍA HAYA SIDO
 PRUBADA FUNCIONANDO, OBSERVANDO QUE NO HAYA FUGAS
 3- EN CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE TUBERÍA DEBERÁ IR UN ANCLAJE (VER DETALLE)



SIMBOLOGÍA			
○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NUDO	D=	DIAMETRO DE TUBERÍA
□	INDICA REDUCTOR BUBBLING PVC (VER DIAMETRO EN PERFIL)	CT=	COTA DE TERRENO
→	INDICA SENTIDO DE FLUJO EN LINEA PIEZOMÉTRICA	CP=	COTA PIEZOMÉTRICA
—	INDICA ACCESORIO (VER TIPO EN PLANTA)	V=	INDICA ESCALA VERTICAL
⊕	INDICA VÁLVULA DE COMPUERTA	H=	INDICA ESCALA HORIZONTAL
⊗	INDICA VÁLVULA DE AIRE	N=	INDICA No. DE NUDO
⊕	INDICA VÁLVULA DE LIMPIEZA	R=	INDICA No. DE RAMAL
—	INDICA PERFIL DE TUBERÍA EN ALTIMETRÍA	SR=	INDICA No. DE SUB RAMAL
—	INDICA LÍNEA DE TERRENO	T=	INDICA TANQUE DE ALMACENAMIENTO SUPERFICIAL
—	INDICA LÍNEA DE COTA PIEZOMÉTRICA	E	INDICA TANQUE ELEVADO
→	INDICA DIRECCIÓN DE FLUJO	160PSI	INDICA PRESIÓN DE TRABAJO DE LA TUBERÍA

ESCALA PLANTAS 1:6000
 ESCALA PERFILES: INDICADA

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA

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

ESCALA: INDICADA

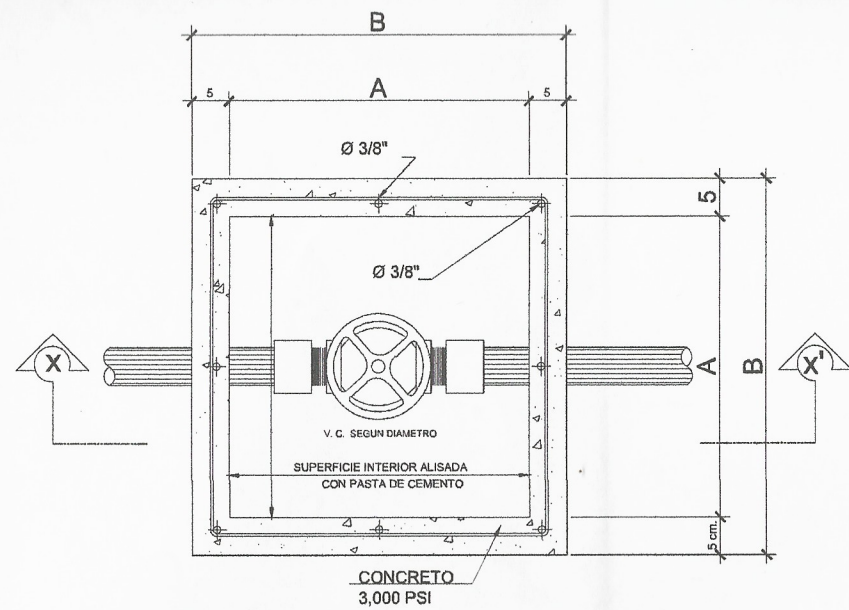
FECHA: OCTUBRE 2019

CONTENIDO: PLANTA DEL RAMAL 3

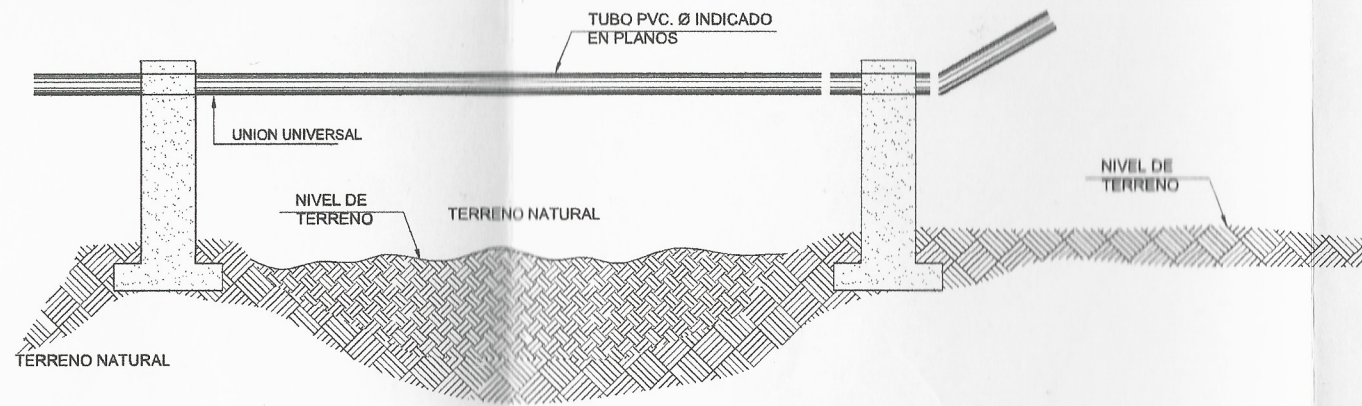
HOJA No. 12/17

TOPOGRAFÍA, ESTRUCTURAS, DETALLES, PLANTA - PERFIL

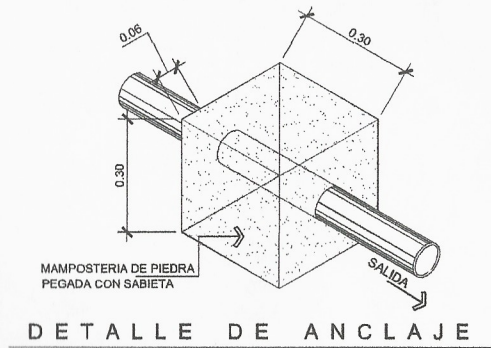
Asesorado: Hugo Salguero, Especialista Hugo Salguero



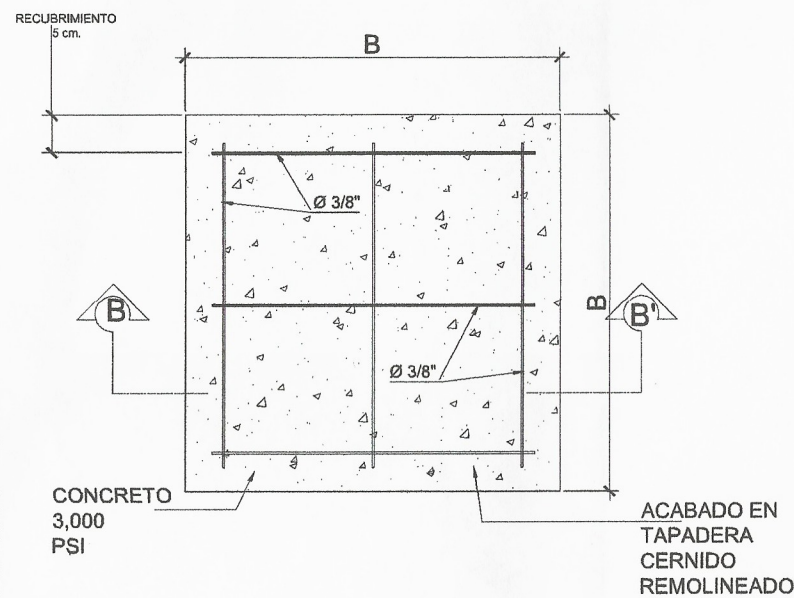
PLANTA
CAJA PARA VALVULAS



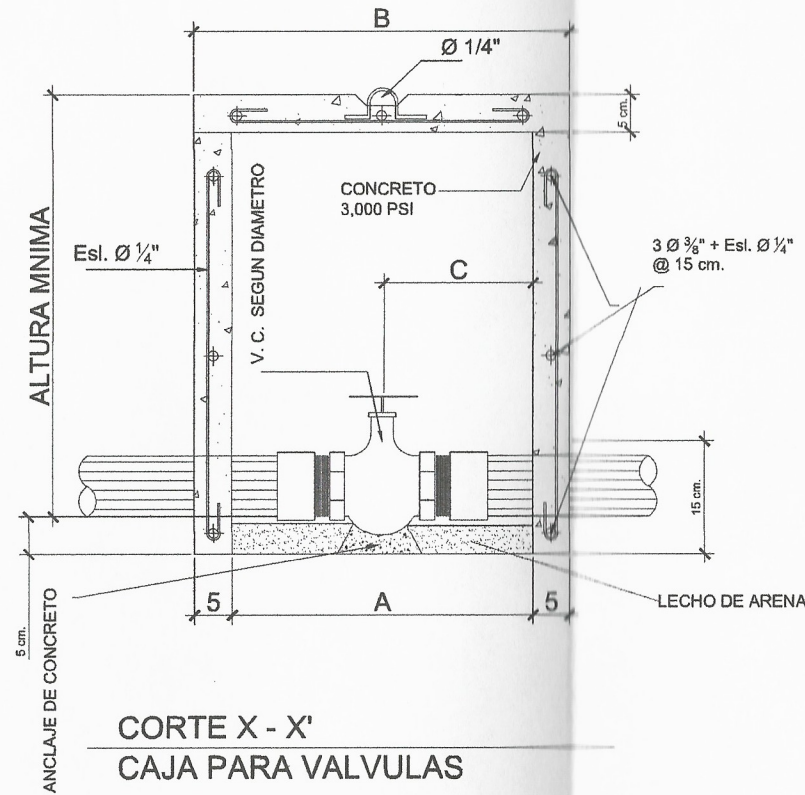
DETALLE DE ANCLAJE PARA LINEA DE
CONDUCCIÓN LLEGADA A TANQUE



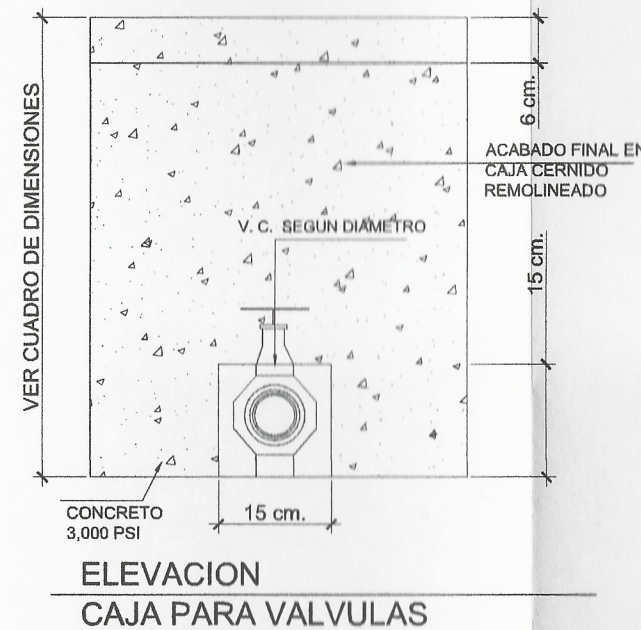
DETALLE DE ANCLAJE



PLANTA TAPADERA
CAJA PARA VALVULAS ESCALA 1:200

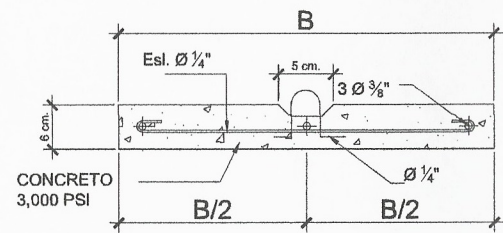


CORTE X - X'
CAJA PARA VALVULAS



ELEVACION
CAJA PARA VALVULAS

DIMENSIONES EN cms.				
Ø	A	B	C	ALTURA MINIMA
1/2"	30	40	15	30
3/4"	30	40	15	30
1"	35	45	17.5	45
1,1/4"	35	45	17.5	45
1,1/2"	40	50	20	50



CORTE B - B
TAPADERA DE CAJA PARA VALVULAS

- NOTAS:
- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
 - 2- LAS CAJAS Y TAPADERAS SE CONSTRUIRAN DE CONCRETO F'c = 210 kg/cm
 - 3- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN CENTIMETROS
 - 4- EL HIERRO DE REFUERZO SERA DE Ø 3/8"
 - 5- TODAS LAS PAREDES IRAN ALISADAS CON SABIETAS PROPORCION 1 CEMENTO, 2 ARENA DE RIO

DETALLES DE OBRAS DE ARTE DEL SISTEMA

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERHA, ZONA B. MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA. 1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE INGENIERIA. EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO. ESCALA: INDICADA.

HUGO ROBERTO SALGUERO HERNANDEZ. FECHA: OCTUBRE 2019.

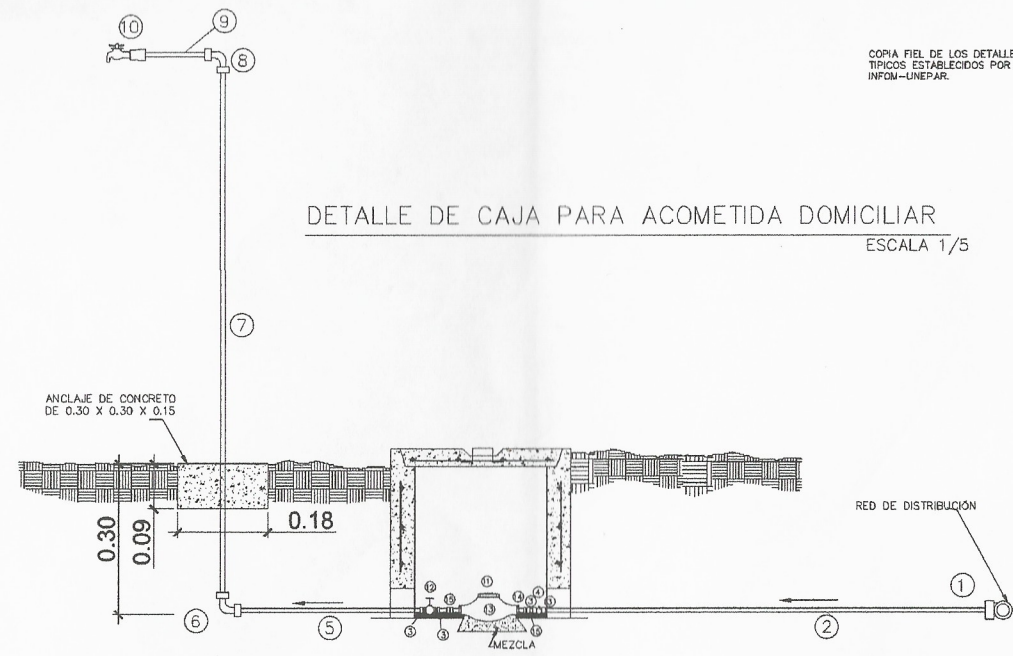
CONTENIDO: PLANOS DE DETALLES.

TITULO: PLANOS DE DETALLES.

HOJA NO. 13/17.

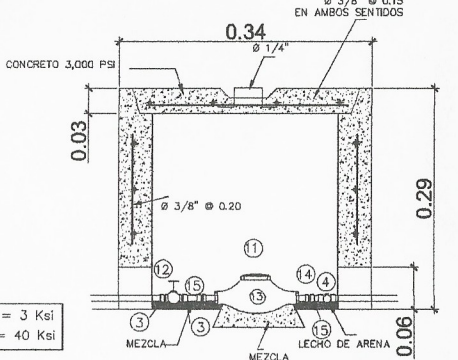
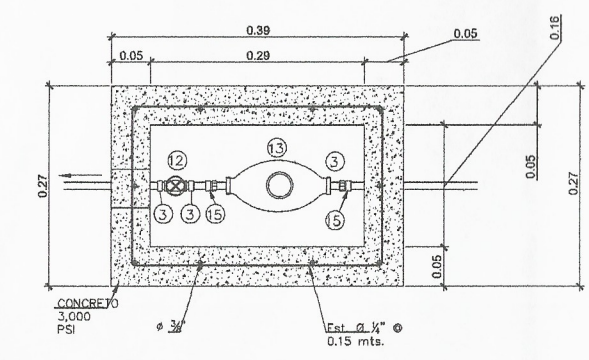
TITULO: PLANOS DE DETALLES.

TITULO: PLANOS DE DETALLES.



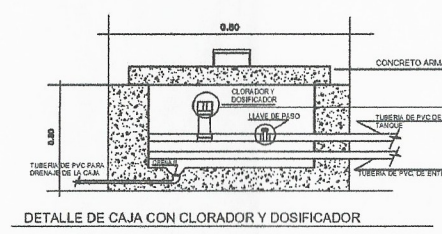
DETALLE DE CAJA PARA ACOMETIDA DOMICILIAR
ESCALA 1/5

CONEXIÓN DOMICILIAR
SIN ESCALA



$F'_c = 3 \text{ Ksi}$
 $F_y = 40 \text{ Ksi}$

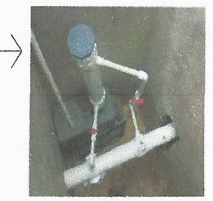
- REFERENCIA DE MATERIALES
1. TEE REDUCTORA PVC ϕ TUBERÍA PRINCIPAL X 1/2"
 2. TUBERÍA PVC ϕ 1/2"
 3. ADAPTADOR MACHO PVC ϕ 1/2"
 4. LLAVE DE PASO DE BRONCE ϕ 1/2"
 5. TUBERÍA PVC ϕ 1/2"
 6. CODO HG 90° ϕ 1/2" + ADAPTADOR MACHO
 7. NIPLE HG 1.50 ϕ 1/2"
 8. CODO HG 90° ϕ 1/2"
 9. NIPLE HG 0.15 ϕ 1/2"
 10. GRIFO DE BRONCE TIPO AMERICANO
 11. CAJA DE CONCRETO PARA CONTADOR
 12. LLAVE DE CUPIERTA DE ϕ 1/2" BRONCE TIPO AMERICANO
 13. CONTADOR ϕ 1/2" BRONCE
 14. NIPLE CONECTOR DE CONTADOR ϕ 1/2"
 15. ADAPTADOR HEMBRA PVC ϕ 1/2"



DETALLE DE CAJA CON CLORADOR Y DOSIFICADOR

NOTA:
DETALLE DE SISTEMA DE CLORACIÓN POR TABLETAS DE HIPOCLORITO DE CALCIO AL 65% UBICADO DENTRO DE CASETA DE DESINFECCIÓN (HIPOCLORADOR DE LÍNEA CONECTADO A LÍNEA DE CONDUCCIÓN)

DETALLE DE SISTEMA DE CLORACIÓN
ESCALA 1/10



ESCALA 1/10

ESCALA 1/10

ESCALA 1/10

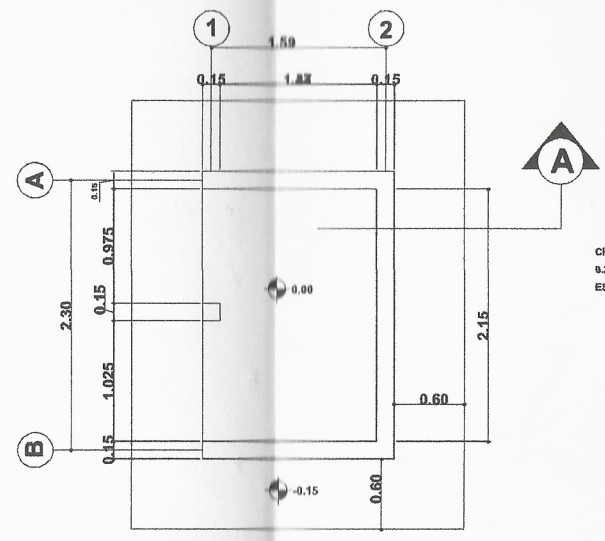
ESCALA 1/10

ESCALA 1/10

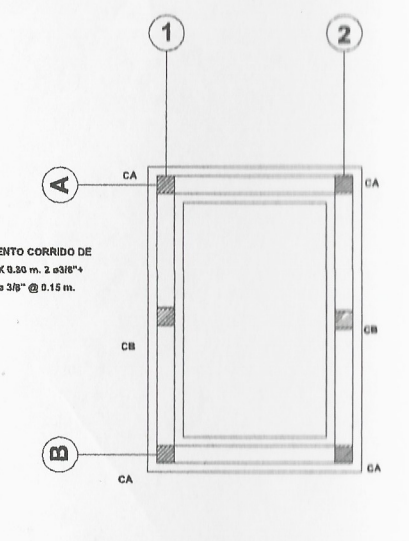
ESCALA 1/10

ESCALA 1/10

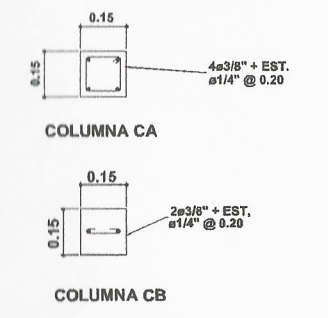
ESCALA 1/10



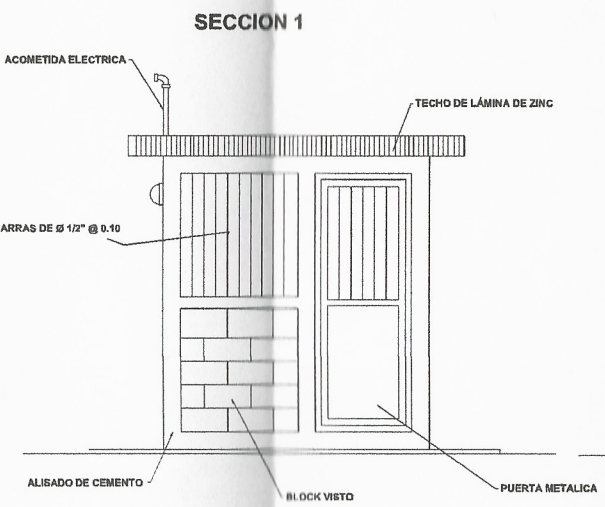
PLANTA DE COTAS



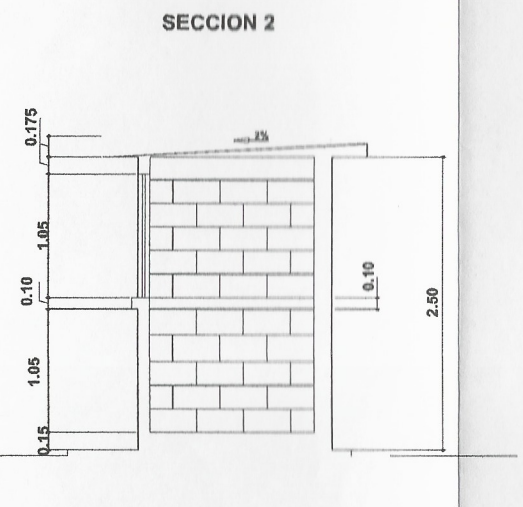
PLANTA DE CIMENTACION Y COLUMNAS



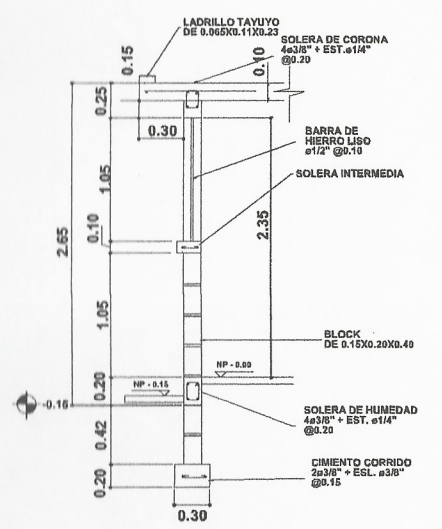
DETALLE DE COLUMNAS



FACHADA FRONTAL



FACHADA LATERAL



PLANILLA DE COLUMNAS

TIPO	MEDIDAS	REFUERZO
CA	0.15X0.15	4 # 3/8" + EST. # 1/4" @ 0.20
CB	0.15X0.15	2 # 3/8" + EST. # 1/4" @ 0.20

LISTA DE MATERIALES CASETA

MATERIALES	CANTIDAD	UNIDAD
1- BLOCK DE 0.15X0.20X0.40	175	U
2- LADRILLO TAYUYO 0.065X0.11X0.23	50	U
3- CEMENTO	33	sacos
4- PIEDRIN	2	m ³
5- ARENA DE RIO	3	m ³
6- CAL HIDRATADA	4	kg
7- ARENA AMARILLA	0.50	m ³
8- ARENA BLANCA	0.25	m ³
9- HIERRO DE 3/8"	47	var
10- HIERRO DE 1/4"	17	var
11- ALAMBRE DE AMARRE	50	lbs.
12- CLAVO DE 2 1/2"	20	lbs.
13- HIERRO DE 1/2"	2	Var.
14- TABLA DE 1"X12"X6'	16	U
15- TABLA DE 1"X12"X6'	4	U
16- PARAL DE 3"X3"X8"	14	U
17- PUERTA METALICA	1	U
18- ALAMBRE THW CAL. 12	14	m
19- POLIDUCTO # 1/2"	7	m
20- POLIDUCTO 1-1/4"	5	U
21- ARMADURA DOBLE DE BAQUELITA	1	U
22- INTERRUPTOR BENCILLO DE BAQUELITA	1	U
23- FLAFONERO	1	U
24- BOMBILLA DE 60 WATTS	1	U
25- CAJA RECTANGULAR DE EMPOTRAR	2	U
26- CAJA OCTOGONAL	1	U
27- TUBO CONDUIT GALVANIZADO #1-1/4" CON GANCHO Y ACCESORIOS DE ACOMETIDA	1.5	m
28- CAJA SOCKET	1	U

$F'_c = 3 \text{ Ksi}$ (CONCRETO)
 $F_y = 40 \text{ Ksi}$ (ACERO DE REFUERZO)

$F_u = 45 \text{ Kg/cm}^2$ (RESISTENCIA DE LA UNIDAD DE BLOCK)

DETALLES DE CASETA PARA SISTEMA DE DESINFECCIÓN Y ACOMETIDA DOMICILIAR
ESCALA 1/10

HOMBRE DEL PROYECTO:
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B. SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA.

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala

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

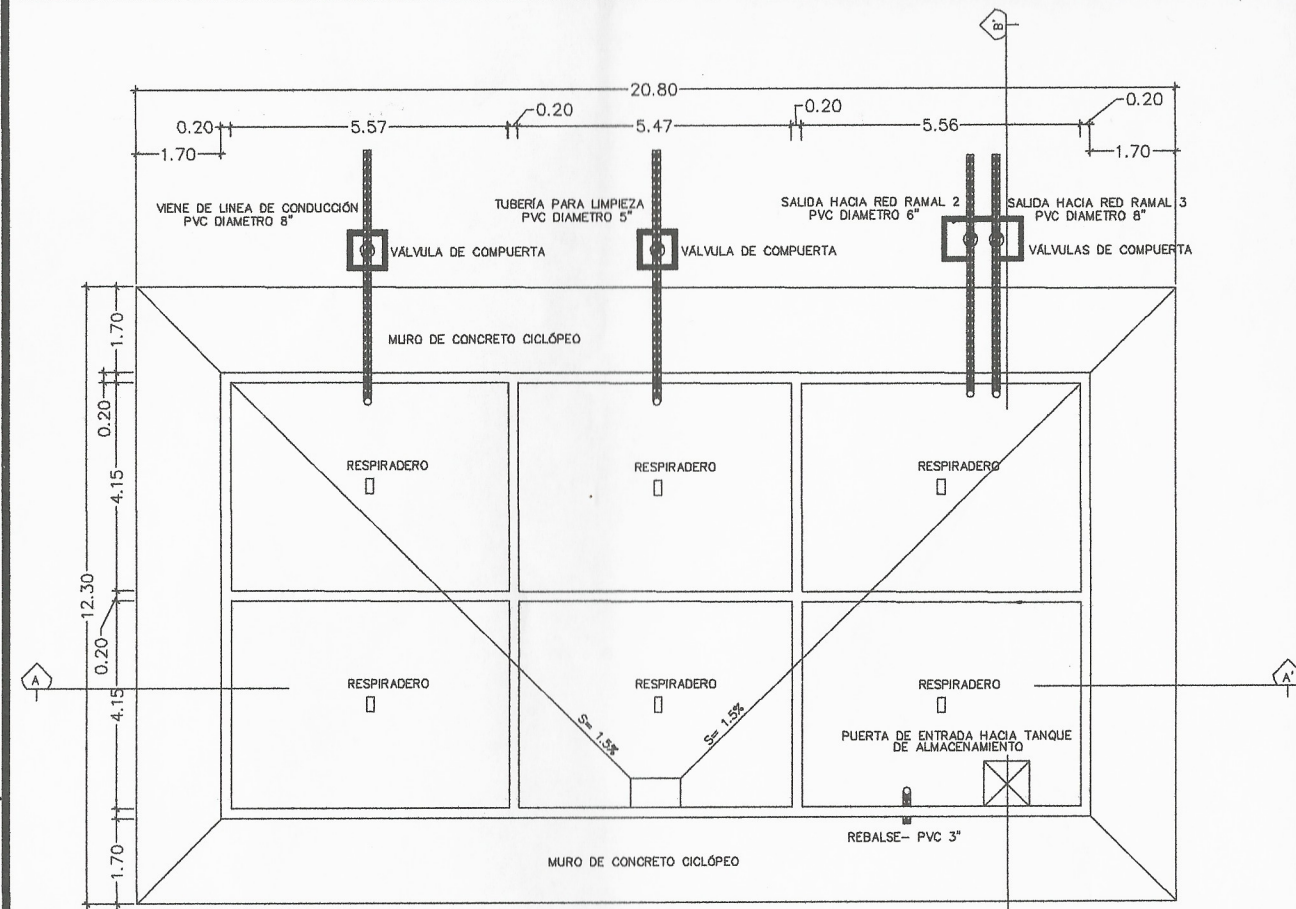
ESCALA INDICADA

HUGO ROBERTO SALCUERO HERNANDEZ
INGENIERO EN INGENIERIA CIVIL
OCTUBRE 2019

CONTENIDO: DETALLE DE CAJA PARA ACOMETIDA DOMICILIAR

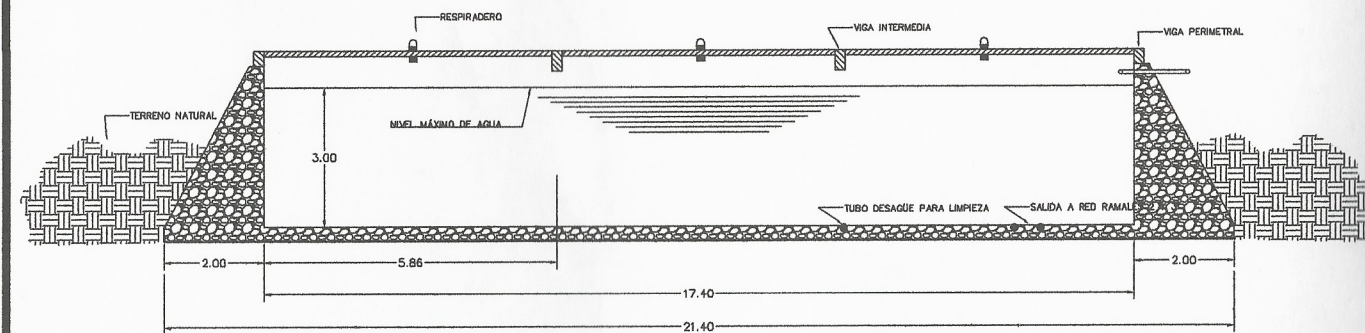
14/17

PLANO DE DETALLES DE TANQUE



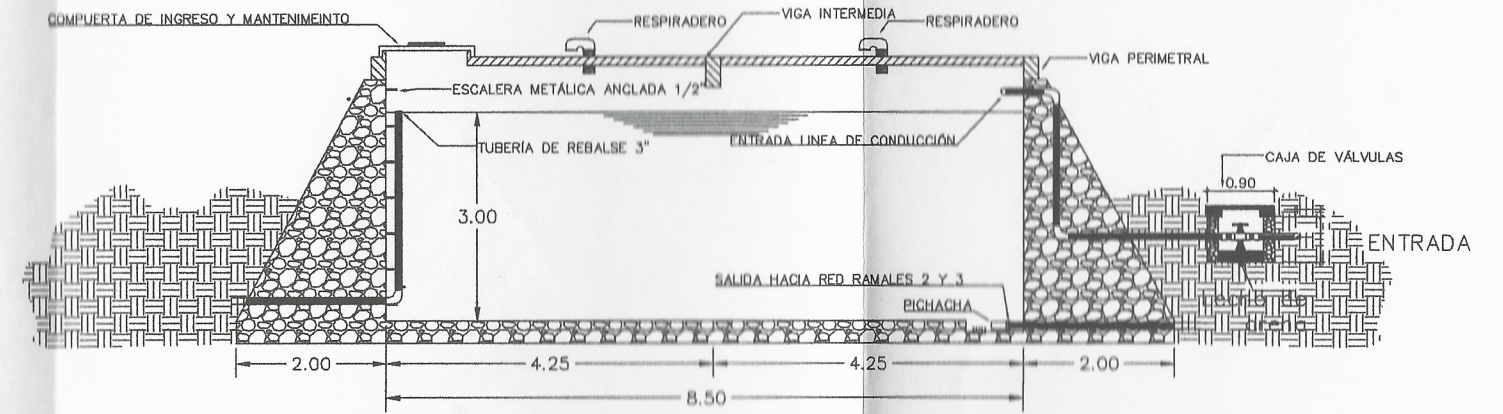
ESCALA: 1:150

PLANTA TANQUE DE ALMACENAMIENTO



SECCION A-A' DE TANQUE

ESCALA: 1:150



DETALLE DE MURO

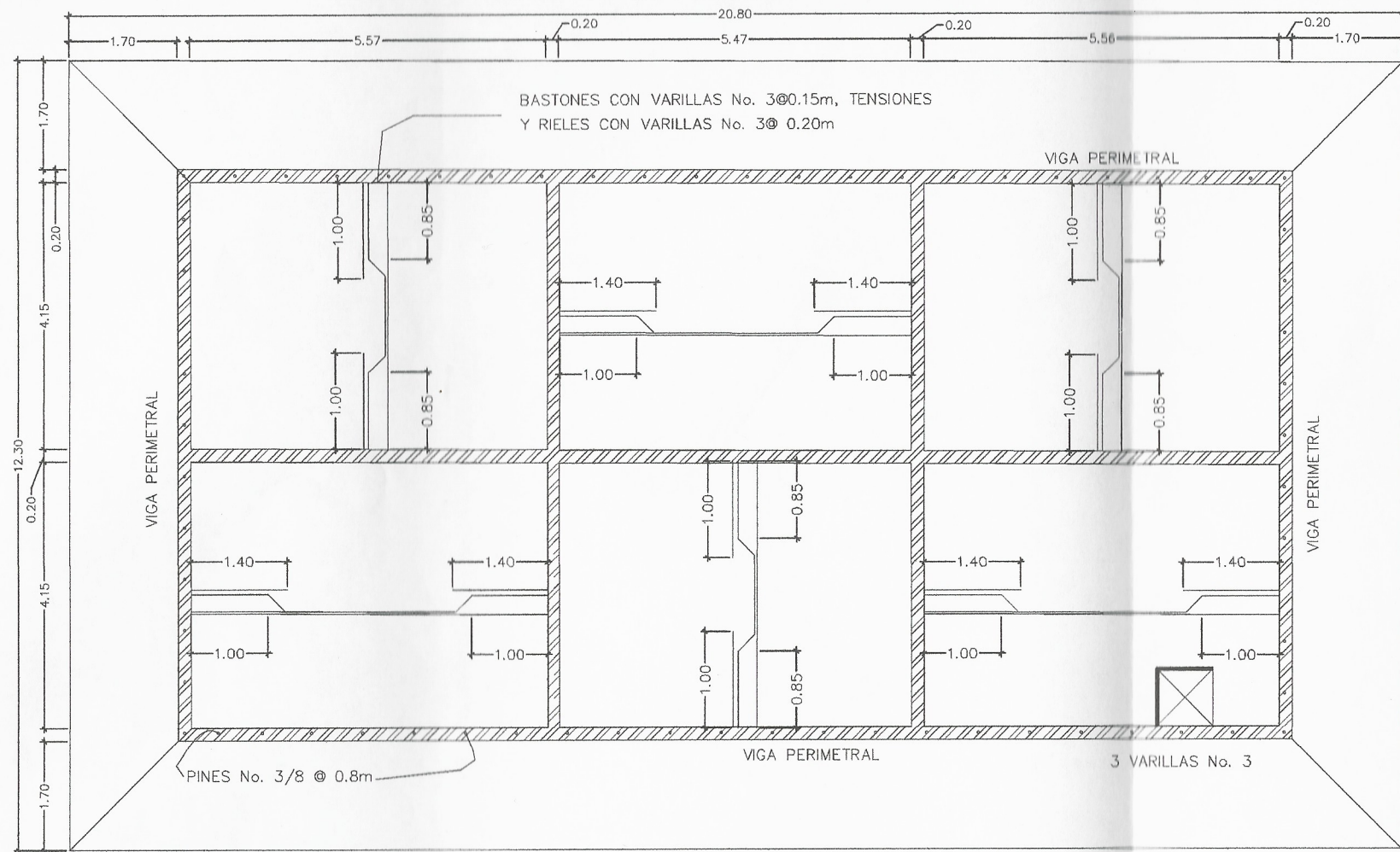
ESCALA: 1:50

ESCALA: 1:100

ESPECIFICACIONES:

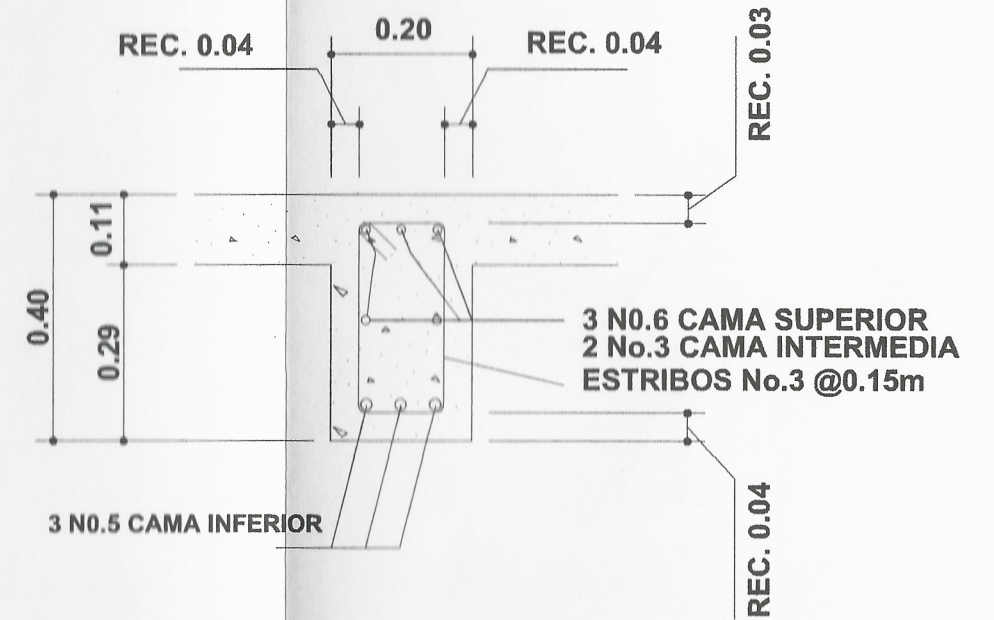
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS.
- LA TAPADERA DE INGRESO DEBE SER HERMÉTICA Y CON SEGURO, PINTADA.
- LOS MUROS DEL TANQUE SERÁN DE CONCRETO CICLOPEO.
- EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210KG/CM².
- LA PROPORCIÓN DEL CONCRETO DEBERÁ SER DE 1:2:3.
- LA RESISTENCIA DEL ACERO DE REFUERZO DEBE SER DE 2810 KG/CM² (GRADO 40)
- SE COLOCARÁN PINES DE DIAMETRO 3/8" DENTRO DE LOS MUROS A CADA 0.8M.
- TODOS LOS RECUBRIMIENTOS SERÁN DE 3CM, ESTE SE MEDIRÁ DE LA CARA DEL ACERO DE REFUERZO A LA SUPERFICIE DEL CONCRETO.
- LAS CARAS INTERIORES DEL TANQUE DEBERÁN IMPERMEABILIZARSE POR MEDIO DE UNA CAPA DE SABIETA DE CEMENTO-ARENA EN RELACIÓN 1:2 CON ALISADO UNIFORME.
- LAS SUPERFICIES DE LA LOSA DE CONCRETO DEBERÁN QUEDAR CERNIDAS CON CEMENTO Y ARENA.
- EL SUELO BAJO LA LOSA DE PISO DEL TANQUE DEBERÁ SER DEBIDAMENTE COMPACTADA.
- EN LOS RESPIRADEROS DEBERÁ COLOCARSE MALLA FINA TIPO MOSQUITERO PARA EVITAR EL INGRESO DE INSECTOS U OTROS.

HOJA No. 15/17
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
 MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
 INGENIERO: HUGO ROBERTO INGA MAYA, SALGUERO HERNANDEZ
 FECHA: OCTUBRE 2019
 CONTENIDO: DETALLES PLANTA
 ASesor: Epeleto Hugo Salguero



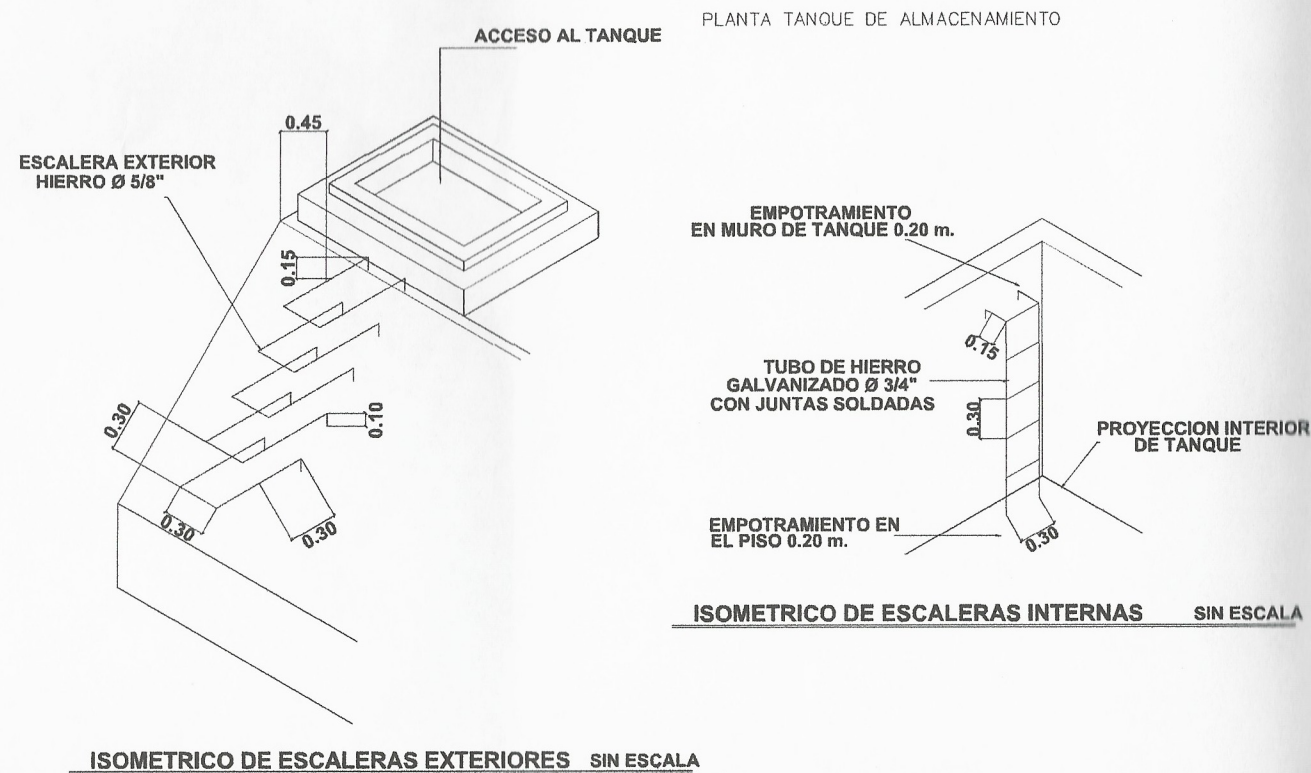
ESCALA: 1:100

DETALLE DE ARMADO-TANQUE



DETALLE DE VIGAS

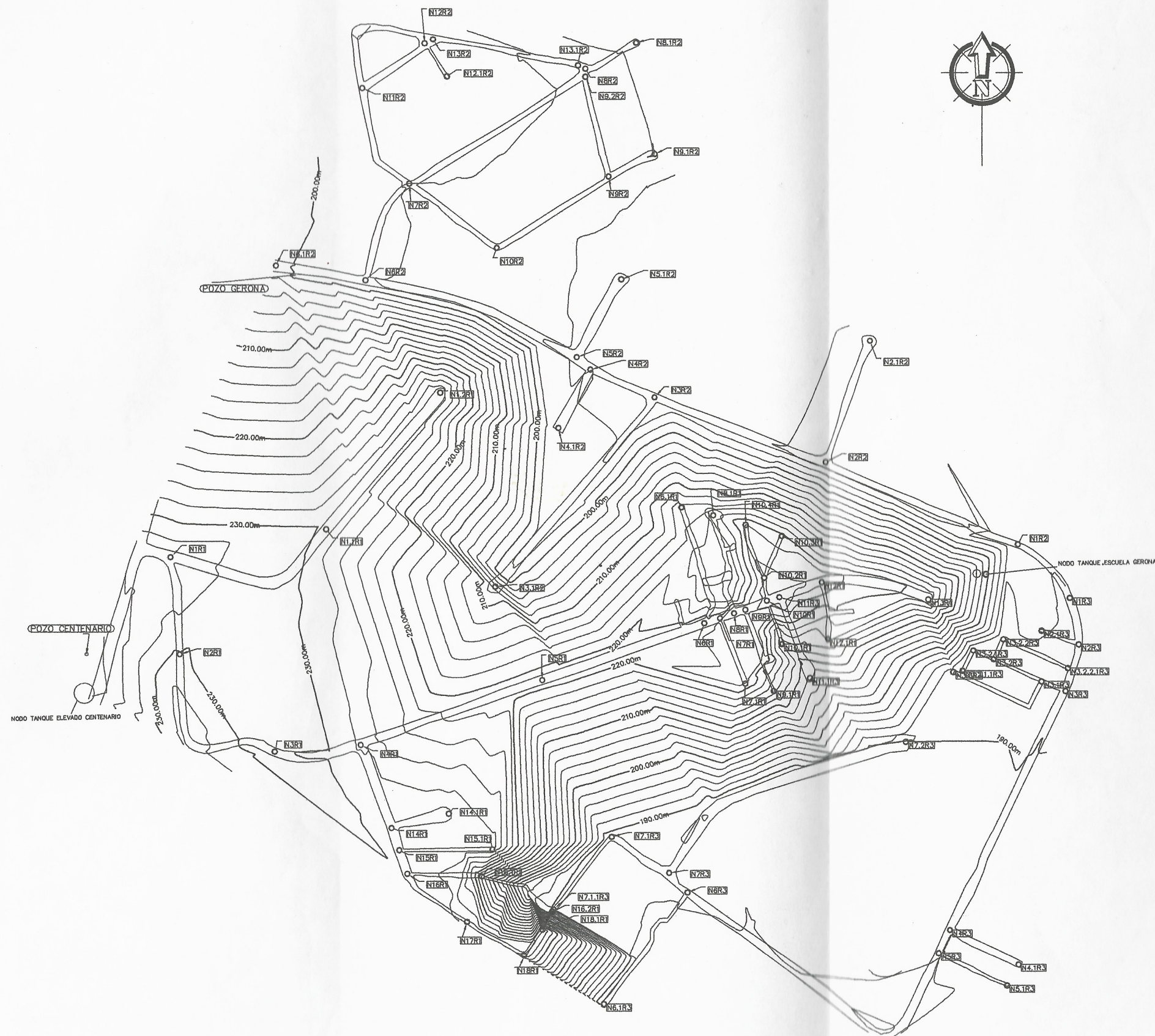
ESCALA 1:100



ESPECIFICACIONES:

- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS.
- LA TAPADERA DE INGRESO DEBE SER HERMÉTICA Y CON SEGURO, PINTADA.
- LOS MUROS DEL TANQUE SERÁN DE CONCRETO CICLÓPEO.
- EL CONCRETO A UTILIZAR DEBE TENER UNA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE 210KG/CM².
- LA PROPORCIÓN DEL CONCRETO DEBERÁ SER DE 1:2:3.
- LA RESISTENCIA DEL ACERO DE REFUERZO DEBE SER DE 2810 KG/CM² (GRADO 40)
- SE COLOCARÁN PINES DE DIÁMETRO 3/8\"/>

MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA
 1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala
 ESCALA INDICADA
 HOJA No. 16/17
 TITULO: PLANTA DE ALMACENAMIENTO
 DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONIA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA
 HUGO ROBERTO BALGUERO HERNANDEZ
 INGENIERO CIVIL
 CON TENDENCIA EN...
 ASESORADO POR...
 2019
 Especialista Hugo Balguero



SIMBOLOGÍA			
○	INDICA POSICIÓN DE ESTACIÓN O NODO	N	INDICA NÚMERO DE NODO O ESTACIÓN
⊕	INDICA UBICACIÓN DE TANQUE	R	INDICA NÚMERO DE RAMAL
—	DELIMITA VÍA PÚBLICA	—	LÍNEAS CURVAS INDICAN ALTITUD DE TERRENO

NOTA:
 CURVAS MAYORES A CADA 10m
 CURVAS MENORES A CADA 2 m

PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA, ZONA B, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA. MUNICIPALIDAD DE SAN MIGUEL PETAPA, 1a. Calle 1-56 Zona 1, San Miguel Petapa, Guatemala.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE INGENIERIA, EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO. ESCALA: 1:6000.

DIBUJO: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNANDEZ. FECHA: SEPTIEMBRE 2019.

CONTENIDO: PLANO DE CURVAS DE NIVEL.

TITULO: PLAN DE CURVAS DE NIVEL. HOJA No. 17.

Autor: Ezequiel Hugo Salguero

Apéndice 2. Presupuesto general

CUADRO RESUMEN DE PRESUPUESTO RENGLONES SEGÚN SEGEPLAN				
Código	No.	Nombre Rubro	UNIDAD	COSTO TOTAL
138	1	Conexiones prediales	ML	
	1.1	ACOMETIDA 1/2		Q 1 790 816,91
	1.2	ACOMETIDA 3/4		Q 40 919,42
COSTO TOTAL RUBRO				Q 1 831 736,33
318	2.0	Obras y trabajos complementarios	ML	
	2.1	TRABAJOS FINALES Y PRUEBAS	ML	Q 85 748,24
COSTO TOTAL RUBRO				Q 85 748,24
207	3.0	Línea de conducción	ML	
	3.1	TUBERÍA 8"		Q 796 527,13
COSTO TOTAL RUBRO				Q 796 527,13
273	4.0	Tanque de distribución	M3	
	4.1	PRELIMINARES		Q 46 046,30
	4.2	MUROS Y LOSA INFERIOR		Q 444 321,06
	4.3	VIGAS		Q 43 157,76
	4.4	LOSA SUPERIOR		Q 122 542,97
	4.5	ACCESORIOS TANQUE		Q 33 619,70
COSTO TOTAL RUBRO				Q 689 687,78
208	5.0	Línea de distribución	ML	
	5.1	TUBERÍA 8"		Q 481 316,49
	5.2	TUBERÍA 6"		Q 1 248 246,45
	5.3	TUBERÍA 4"		Q 280 452,98
	5.4	TUBERÍA 3"		Q 730 661,50
	5.5	TUBERÍA 2 1/2"		Q 253 687,21
	5.6	TUBERÍA 2"		Q 535 209,79
	5.7	TUBERÍA 1 1/2"		Q 670 644,96
	5.8	TUBERÍA 1 1/4"		Q 390 472,50
	5.9	TUBERÍA 1"		Q 228 134,87
	5.10	TUBERÍA 3/4"		Q 96 297,46
COSTO TOTAL RUBRO				Q 4 915 124,22
280	6.0	Tratamiento primario	GLOBAL	
	6.10	HIPOCLORADOR+CASETA		Q 33 034,87
COSTO TOTAL RUBRO				Q 33 034,87
COSTO TOTAL PROYECTO				Q 8 351 858,57

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. **Diámetros internos de tubería PVC para diseño de
acueductos**

Diámetro Comercial	Diámetro Interior 100 psi	Diámetro Interior 125 psi	Diámetro Interior 160 psi	Diámetro Interior 250 psi	Diámetro Interior 315 psi
1/2"					0.716"
3/4"				0.926"	
1"			1.195"	1.161"	
1 1/4"			1.532"	1.464"	
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: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes del curso de ingeniería sanitaria 1*. p. 2.

Las tablas 13.4, 13.5, 13.6 y 13.7 contienen coeficientes para momentos en las losas y fuerzas secantes en las vigas para el Método 3. Se reproducen esas tablas con permiso del ACI.

TABLA 13.4
MÉTODO 3 - COEFICIENTES PARA MOMENTOS NEGATIVOS EN LOSAS. (-) CT

$$\left. \begin{aligned} M_{ACM}^{CT} &= C_{ACM} \times w \times A^2 \\ M_{BCM} &= C_{BCM} \times w \times B^2 \end{aligned} \right\} \text{ en donde } w = \text{carga uniforme total, muerta más viva}$$

Relación $m = \frac{A}{B}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9
1.00 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,045		0,050	0,075	0,071		0,033	0,061
0,95 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,050		0,055	0,079	0,075		0,038	0,065
0,90 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,055		0,060	0,080	0,079		0,043	0,068
0,85 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,060		0,066	0,082	0,083		0,049	0,072
0,80 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,065		0,071	0,083	0,086		0,055	0,075
0,75 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,069		0,076	0,085	0,088		0,061	0,078
0,70 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,074		0,081	0,086	0,091		0,068	0,081
0,65 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,077		0,085	0,087	0,093		0,074	0,083
0,60 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,081		0,089	0,088	0,095		0,080	0,085
0,55 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,084		0,092	0,089	0,096		0,085	0,086
0,50 $C_{A \text{ neg}}$ $C_{B \text{ neg}}$		0,086		0,094	0,090	0,097		0,089	0,088









-Un borde achurado indica que la losa es continua o está fija en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo con resistencia torsional despreciable.

ver m. 16 caso No. 1 del LA caso 18

Continuación del anexo 2.

TABLA 13.6
 METODO 3 — COEFICIENTES PARA MOMENTOS (+)✓
 EN LOSAS POR CARGA VIVA

$$\left. \begin{aligned}
 M_{A \text{ por LL}} &= C_{ALL} \times w \times A^2 \\
 M_{B \text{ por LL}} &= C_{BLL} \times w \times B^2
 \end{aligned} \right\} \text{ en donde } w = \text{carga uniforme total viva}$$

Relación $m = \frac{A}{B}$	Caso 1 	Caso 2 	Caso 3 	Caso 4 	Caso 5 	Caso 6 	Caso 7 	Caso 8 	Caso 9
1.00	C_{ALL} 0,036 C_{BLL} 0,036	0,027 0,027	0,027 0,032	0,032 0,032	0,032 0,027	0,035 0,032	0,032 0,035	0,025 0,030	0,030 0,028
0,95	C_{ALL} 0,040 C_{BLL} 0,033	0,030 0,025	0,031 0,029	0,035 0,029	0,034 0,024	0,038 0,029	0,036 0,032	0,031 0,027	0,032 0,025
0,90	C_{ALL} 0,045 C_{BLL} 0,029	0,034 0,022	0,035 0,027	0,039 0,026	0,037 0,021	0,042 0,025	0,040 0,029	0,035 0,024	0,036 0,022
0,85	C_{ALL} 0,050 C_{BLL} 0,026	0,037 0,019	0,040 0,024	0,043 0,023	0,041 0,019	0,046 0,022	0,045 0,026	0,040 0,022	0,039 0,020
0,80	C_{ALL} 0,056 C_{BLL} 0,023	0,041 0,017	0,045 0,022	0,048 0,020	0,044 0,016	0,051 0,019	0,051 0,023	0,044 0,019	0,042 0,017
0,75	C_{ALL} 0,061 C_{BLL} 0,019	0,045 0,014	0,051 0,019	0,052 0,016	0,047 0,013	0,055 0,016	0,056 0,020	0,049 0,016	0,046 0,013
0,70	C_{ALL} 0,068 C_{BLL} 0,010	0,049 0,012	0,057 0,016	0,057 0,014	0,051 0,011	0,060 0,013	0,063 0,017	0,054 0,014	0,050 0,011
0,65	C_{ALL} 0,074 C_{BLL} 0,013	0,053 0,010	0,064 0,014	0,062 0,011	0,055 0,009	0,064 0,010	0,070 0,014	0,059 0,011	0,054 0,009
0,60	C_{ALL} 0,081 C_{BLL} 0,010	0,058 0,007	0,071 0,011	0,067 0,009	0,059 0,007	0,068 0,008	0,077 0,011	0,065 0,009	0,059 0,007
0,55	C_{ALL} 0,088 C_{BLL} 0,008	0,062 0,006	0,080 0,009	0,072 0,007	0,063 0,005	0,073 0,006	0,085 0,009	0,070 0,007	0,063 0,006
0,50	C_{ALL} 0,095 C_{BLL} 0,006	0,066 0,004	0,088 0,007	0,077 0,005	0,067 0,004	0,078 0,005	0,092 0,007	0,076 0,005	0,067 0,004



Un borde achurado indica que la losa es continua o está fija en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo con resistencia torsional despreciable.

Continuación del anexo 2.

TABLA 13.5
METODO 3. — COEFICIENTES PARA MOMENTOS
POSITIVOS EN LOSAS POR CARGA MUERTA.

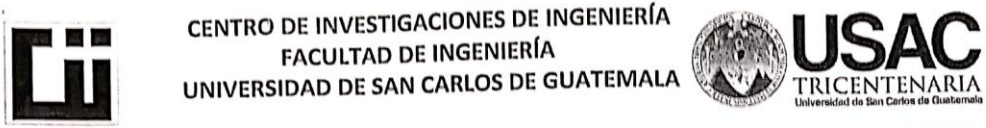
$$\left. \begin{aligned}
 M_{A \text{ pos CM}} &= C_{ACM} \times w \times A^2 \\
 M_{B \text{ pos CM}} &= C_{BCM} \times w \times B^2
 \end{aligned} \right\} \text{ en donde } w = \text{carga uniforme total muerta}$$

Relación $m = \frac{A}{B}$	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1,00									
C_{ACM}	0,036	0,018	0,018	0,027	0,027	0,033	0,027	0,020	0,023
C_{BCM}	0,036	0,018	0,027	0,027	0,018	0,027	0,033	0,023	0,020
0,95									
C_{ACM}	0,040	0,020	0,021	0,030	0,028	0,036	0,031	0,022	0,024
C_{BCM}	0,033	0,016	0,025	0,024	0,015	0,024	0,031	0,021	0,017
0,90									
C_{ACM}	0,045	0,022	0,025	0,033	0,029	0,039	0,035	0,025	0,026
C_{BCM}	0,029	0,014	0,024	0,022	0,013	0,021	0,028	0,019	0,015
0,85									
C_{ACM}	0,050	0,024	0,029	0,036	0,031	0,042	0,040	0,029	0,028
C_{BCM}	0,026	0,012	0,022	0,019	0,011	0,017	0,025	0,017	0,013
0,80									
C_{ACM}	0,056	0,026	0,034	0,039	0,032	0,045	0,045	0,032	0,029
C_{BCM}	0,023	0,011	0,020	0,016	0,009	0,015	0,022	0,015	0,010
0,75									
C_{ACM}	0,061	0,028	0,040	0,043	0,033	0,048	0,051	0,036	0,031
C_{BCM}	0,019	0,009	0,018	0,013	0,007	0,012	0,020	0,013	0,007
0,70									
C_{ACM}	0,068	0,030	0,046	0,046	0,035	0,051	0,058	0,040	0,033
C_{BCM}	0,016	0,007	0,016	0,011	0,005	0,009	0,017	0,011	0,006
0,65									
C_{ACM}	0,074	0,032	0,051	0,050	0,037	0,054	0,065	0,044	0,034
C_{BCM}	0,013	0,006	0,014	0,009	0,004	0,007	0,014	0,009	0,005
0,60									
C_{ACM}	0,081	0,034	0,062	0,053	0,037	0,056	0,073	0,046	0,036
C_{BCM}	0,010	0,004	0,011	0,007	0,003	0,003	0,012	0,007	0,004
0,55									
C_{ACM}	0,088	0,035	0,071	0,056	0,038	0,058	0,081	0,052	0,037
C_{BCM}	0,008	0,003	0,009	0,005	0,002	0,004	0,009	0,005	0,003
0,50									
C_{ACM}	0,095	0,037	0,080	0,059	0,039	0,061	0,089	0,056	0,038
C_{BCM}	0,006	0,002	0,007	0,004	0,001	0,003	0,007	0,004	0,002

S Un borde achurado indica que la losa es continua o está fija en el apoyo; un borde sin marcas indica un apoyo con resistencia torsional despreciable.

Fuente: Código ACI SUS318-14. *Diseño de losas, método 3.*

Anexo 3. Resultados análisis de muestras de agua para pozos



O.T. No. 39755		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 27 744	
INTERESADO: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ, REGISTRO ACADÉMICO 201403506		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"			
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>			
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>1ª Avenida 2-97, zona 1, Colonia Centenario</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-05-22; 08 h 45 min.</u>			
FUENTE: <u>Entrada a tanque</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2019-05-22; 09 h 50 min.</u>			
MUNICIPIO: <u>San Miguel Petapa</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>			
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>					

RESULTADOS			
1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inolora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>-- °C</u>	
2. COLOR: <u>01,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: <u>614,00 µmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>00,80 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>06,95 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>326,00 mg/L.</u>	
SUSTANCIAS	mg/L.	SUSTANCIAS	mg/L.
1. CALCIO (Ca)	60,92	6. CLORUROS (Cl)	30,50
2. NITRITOS (NO ₂)	0,020	7. MAGNESIO (Mg)	26,75
3. NITRATOS (NO ₃)	21,30	8. SULFATOS (SO ₄)	09,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01
5. MANGANESO (Mn)	00,99	10. DUREZA TOTAL	262,00
HIDROXIDOS mg/L.	CARBONATOS mg/L.	BICARBONATOS mg/L.	ALCALINIDAD TOTAL mg/L.
00,00	00,00	290,00	290,00

OTRAS DETERMINACIONES AMONIACO 0,10 mg/L.

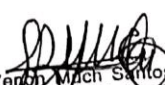
OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico quimico sanitario: DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según NORMA COGUANOR NTG 29 001.

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.

Guatemala, 2019-06-07

Visa 
ING. EDWIN JOSÉ LIXPATA REYES
 DIRECTOR CI/USAC




Zaida Mich Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC
 Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252

Continuación del anexo 3.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

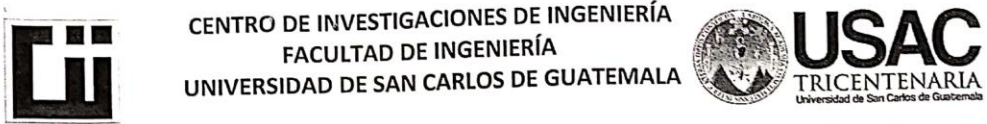


USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 39 755		INF. No. A - 365 812	
INTERESADO: <u>HUISO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ,</u> REGISTRO ACADÉMICO 201403506	PROYECTO: <u>EPS. "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Ingreso a 0 Avenida, 3ª. calle zona 8 Granjas Gerona</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2019-05-22, 08 h 20 min.</u>		
FUENTE: <u>Salida de Pozo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2019-05-22, 09 h 50 min.</u>		
MUNICIPIO: <u>San Miguel Petapa</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>		
DEPARTAMENTO: <u>Guatemala</u>			
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL	<u>-----</u>	
OLOR: <u>Inodora</u>			
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: <u>Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29 001.</u>			
Guatemala, 2019-06-07			
Visa			
	ING EDWIN JOS DE XHATA REYES DIRECTOR CI/USAC	Zaira Mich Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico-Laboratorio	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" USAC GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC
Edificio Emilio Beltrana, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252

Continuación del anexo 3.



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO			
O.T. No. 39755		INF. No. 27 743	
INTERESADO: HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ, REGISTRO ACADÉMICO 201403506		PROYECTO: EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"	
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Ingreso a 0 Avenida, 3ª. calle zona 8 Granjas Gerona	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2019-05-22: 08 h 20 min.
FUENTE:	Salida de Pozo	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2019-05-22: 09 h 50 min.
MUNICIPIO:	San Miguel Petapa	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala		
RESULTADOS			
1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora
2. COLOR:	08,00 Unidades	5. SABOR:	-----
3. TURBIEDAD:	00,62 UNT	6. potencial de Hidrógeno (pH):	07,22 unidades
		7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	-- °C
		8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	467,00 μ mhos/cm
		9. SÓLIDOS DISUELTOS:	240,00 mg/L
SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	40,08	6. CLORUROS (Cl)	22,00
2. NITRITOS (NO ₂)	0,022	7. MAGNESIO (Mg)	24,34
3. NITRATOS (NO ₃)	06,10	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	14,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,11
5. MANGANESO (Mn)	02,90	10. DUREZA TOTAL	200,00
HIDROXIDOS		ALCALINIDAD TOTAL	
mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	mg/L
00,00	00,00	230,00	230,00

OTRAS DETERMINACIONES AMONIACO 0.32 mg/L

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico químico sanitario: COLOR, DUREZA en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones arriba indicadas se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según NORMA COGUANOR NTG 29 001.

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.

Guatemala, 2019-06-07

Visa

 ING. EDWIN JOSUE LOPEZ TA REYES
 DIRECTOR CHIASAC

Zenon Mach Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio

FACULTAD DE INGENIERÍA - USAC
 Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
 Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252

Continuación del anexo 3.



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

EXAMEN BACTERIOLOGICO			
O.T. No. 39 755		INF. No. A – 365 813	
INTERESADO:	HUGO ROBERTO SALGUERO HERNÁNDEZ REGISTRO ACADÉMICO 201403506	PROYECTO:	EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA GERONA ZONA 8, SAN MIGUEL PETAPA, GUATEMALA"
MUESTRA RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	1ª Avenida 3-97, zona 1 Col. Centenario	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2019-05-22: 08 h 45 min.
FUENTE:	Entrada a tanque	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2019-05-22: 09 h 50 min.
MUNICIPIO:	San Miguel Petapa	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala		
SABOR:	----	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	CLORO RESIDUAL	
OLOR:	Inodora		
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	----	Innecesaria	Innecesaria
01,00 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		< 1,8	< 1,8
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.			
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua ES POTABLE, según norma COGUANOR NTG 29001.			
Guatemala, 2019-06-07			
Visa	ING EDWIN JOSUE DAPATA REVILLA DIRECTOR C/USAC	Zenón Much Santos Ing. Químico Col. No. 420 MSc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERÍA LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA "ORA ALBA TABARINI MOLINA" USAC GUATEMALA

FACULTAD DE INGENIERÍA – USAC
Edificio Emilio Beltranena, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2418-9115 y 2418-9121. Planta 2418-8000 Exts. 86253 y 86252

Fuente: Centro de investigación de Ingeniería, Usac.

Anexo 4. Resultado de laboratorio de aguas y solidos



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 Tel. (502) 6641-1700 ext. 134-50; info@amsa.gov.gt



INFORME DE LABORATORIO

Referencia: DCA19-065

Fecha de informe: 19 de marzo de 2019

Página 1 de 1

INFORMACIÓN GENERAL

Sitio de captación:	Pozo Centenario		
Dirección del sitio:	No Reportado		
Tipo de muestra:	Agua potable	Ubicación:	N no reportado, O no reportado
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	31/01/2019
ID de la muestra:	AMSA-190093	Temperatura de transporte:	9.6°C
Fecha y hora de muestreo:	31/01/2019 No Reportado	Tipo de recipiente:	Poliétileno y Frasco esteril
Responsable de muestras:	José Daniel Viquez	Fecha de procesamiento:	31/01/2019

RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Temperatura*	20.90	°C	0.1	SME/W/ 2210B
Potencial de hidrógeno**	7.51	Unidades de pH	0.01	SME/W/ 4800B
Color verdadero	<15	Unidades de Pt-Co	15.0	SME/W/ 2120C
Color aparente	36.0	Unidades de Pt-Co	15.0	SME/W/ 2120C
Olor	No Recharable	Recharable/ No Recharable	NA ²	Organoléptico
Turbiedad	<1	UNT	1	SME/W/ 2130B
Conductividad eléctrica**	459.0	µS/cm	0.1	SME/W/ 2510B
Salinidad**	0.1	‰	0.1	SME/W/ 2520B
Sólidos totales disueltos**	230.0	mg/L	1	SME/W/ 2510B
Cloro residual libre**	0.170	mg/L	0.02	SME/W/ 4800G
Cloruros	20.635	mg/L	1.0	HAACH/CL-1-10-A72** + 07219
Dureza total (CaCO ₃)	190.00	mg/L	1.0	Spectroquant 119804 ³
Sulfatos	14.0	mg/L	5	Spectroquant 114791
Calcio	44.8763	mg/L	7.3409	SME/W/ 3111D
Magnesio	22.2908	mg/L	0.1646	SME/W/ 3111B
Nitritos	4.0660	mg/L	0.0003	Multiscan Microplate Reader 1703
Nitratos	0.0159	mg/L	0.0003	SME/W/ 4800G
Hierro total	ND	mg/L	0.0974	SME/W/ 3111D
Manganeso total	1.5828	mg/L	0.1043	SME/W/ 3111D
Coliformes totales	>200	UFC/100 mL	1.0	SME/W/ 9222B
<i>Escherichia coli</i>	3.0	UFC/100 mL	1.0	SME/W/ 9222B

¹ Método de análisis Standard Methods for the examination of water and wastewater 23rd Ed. 2017, Método colorimétrico Spectroquant®, Merck.
² Abreviaturas: UNT: Unidades nefelométricas de turbiedad; µS: centímetros cuadrados por centímetro; mg/L: ppm; NMP: 100 mL. Número más probable en 100 mililitros de muestra.
 NA: No aplica, NR: No se analizó, ND: No Detectado, menor por debajo del límite de detección del método.

* La temperatura debe tomarse *in situ*. ** Se recomienda tomarse *in situ*, sin embargo, estos fueron tomados dentro de las instalaciones del laboratorio, llevando la muestra a temperatura ambiente.



Licda. Astrid Jump
 Jefe de la División Control
 Calidad Ambiental y Manejo de Lag
 -AMSA-

La información presente en éste informe se refieren única y exclusivamente al nombre del sitio de captación de agua.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

FIN DEL INFORME

Continuación del anexo 4.



LABORATORIO DE AGUAS Y SÓLIDOS
 División de Control y Calidad Ambiental
 Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca
 y del Lago de Amatitlán -AMSA-

Km. 22 Carretera al Pacífico, Villa Nueva, Guatemala, C.A.
 T: (502) 6641-1700 ext. 134-50; info@amsa.gub.gt



INFORME DE LABORATORIO

Referencia: DCA19-067

Fecha de informe: 19 de marzo de 2019

Página 1 de 1

INFORMACIÓN GENERAL

Sitio de captación:	Pozo Gerona		
Dirección del sitio:	No Reportado		
Tipo de muestra:	Agua potable	Ubicación:	N: no reportado, O: no reportado
Simple / Compuesta:	Simple	Fecha de recepción:	31/01/2019
ID de la muestra:	AMSA-190095	Temperatura de transporte:	9.6°C
Fecha y hora de muestreo:	31/01/2019	Tipo de recipiente:	Polietileno y Frasco estéril
Responsable de muestreo:	José Daniel Visquez	Fecha de procesamiento:	31/01/2019

RESULTADOS DE ANÁLISIS

PARÁMETROS	Resultados	Dimensionales ²	Límite de detección	Método ¹
Temperatura*	20.80	°C	0.1	SME/WW 2450B
Potencial de hidrógeno**	7.59	Unidades de pH	0.01	SME/WW 4960P
Color verdadero	<15	Unidades de Pt-Co	15.0	SME/WW 2120C
Color aparente	19.0	Unidades de Pt-Co	15.0	SME/WW 2120C
Olor	No Rechazable	Rechazable/ No Rechazable	NA ²	Olfato directo
Turbiedad	<1	UNT	1	SME/WW 2430B
Conductividad eléctrica**	409.0	µS/cm	0.1	SME/WW 2510B
Solididad**	0.1	%	0.1	SME/WW 2520B
Sólidos totales disueltos**	234.0	mg/L	1	SME/WW 2510B
Cloro residual libre**	0.130	mg/L	0.02	SME/WW 4900G
Cloruros	22.066	mg/L	1.0	HACH DR1/CL1 (m, A*20" y A*20)
Dureza total (CaCO ₃)	190.00	mg/L	1.0	Spectroquant 110804 ³
Sulfatos	14.0	mg/L	5	Spectroquant 114791
Calcio	46.0609	mg/L	7.3409	SME/WW 3111D
Magnesio	25.7918	mg/L	0.1646	SME/WW 3111B
Nitratos	ND	mg/L	0.0003	Multiskan-Color-1000
Nitritos	0.0064	mg/L	0.0003	SME/WW 4900B
Hierro total	ND	mg/L	0.0974	SME/WW 3111D
Manganeso total	ND	mg/L	0.1043	SME/WW 3111D
Coliformes totales	42.0	UFC/100 mL	1.0	SME/WW 9222D
<i>Escherichia coli</i>	<1	UFC/100 mL	1.0	SME/WW 9222D

¹ Método de análisis: Standard Methods for the examination of water and wastewater 21ed. Ed. 2017, Merck colorimétrico Spectroquant®, Merck.
² Abreviaturas: UNT: Unidades nefelométricas de turbiedad; µS/cm: microsiemens por centímetro; mg/L: ppm; SMP: 100 mL; Nitros: más probable en 100 unidades de muestra.
 NA: No aplica, NR: No se realizó, ND: No Detectado, lo que por debajo del límite de detección del método.

* La temperatura debe tomarse *in situ*. ** Se recomienda tomarse *in situ*, sin embargo, estos fueron tomados dentro de las instalaciones del laboratorio, llevando la muestra a temperatura ambiente.



Licda. Astrid Jamp
**Jefe de la División Control,
 Calidad Ambiental y Manejo de Lagos
 -AMSA-**

La información presente en este informe se refiere única y exclusivamente al nombre del sitio de captación descrito.
 Se prohíbe la reproducción parcial o total del informe sin la aprobación escrita del laboratorio.

FIN DEL INFORME

Fuente: Laboratorio AMSA-Municipalidad de San Miguel Petapa.