



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA
ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA NO. 11, PARA LA ALDEA
SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

Rosa Miriam Morales Roldán

Asesorado por el Ing. Angel Roberto Sic García

Guatemala, abril de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA
ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA NO. 11, PARA LA ALDEA
SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN
ASESORADO POR EL ING. ANGEL ROBERTO SIC GARCÍA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA CIVIL

GUATEMALA, ABRIL DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Oscar Argueta Hernández
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

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 AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA NO. 11, PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 28 de agosto de 2014.



Rosa Miriam Morales Roldán



Guatemala, 02 de febrero de 2016
Ref.EPS.DOC.58.02.16

Ing. Silyio José Rodríguez Serrano
Director
Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ingeniero Rodríguez Serrano.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), de la estudiante universitaria **Rosa Miriam Morales Roldán** con carné No. **200815171**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11, PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, 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"

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



c.c. Archivo
ARSG/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
15 de febrero de 2016

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA NO. 11, PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA** desarrollado por la estudiante de Ingeniería Civil Rosa Miriam Morales Roldán, con Carnet No.2008-15171 , quien contó con la asesoría del Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Atentamente,

DIRIGIDO Y ENSEÑADO A TODOS

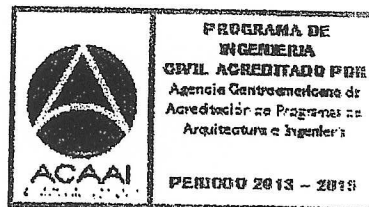
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 17 de febrero de 2016
Ref.EPS.D.91.02.16

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11, PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, que fue desarrollado por la estudiante universitaria **Rosa Miriam Morales Roldán, carné 200815171**, quien fue debidamente asesorada y supervisada por el Ing. Ángel Roberto Sic García.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano



SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Ángel Roberto Sic García y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto, al trabajo de graduación del estudiante Rosa Miriam Morales Roldán, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA NO. 11, PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

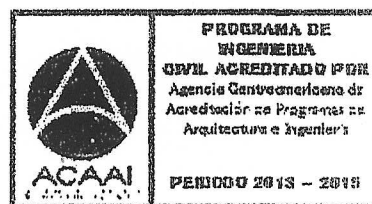

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, abril 2016.

/mrrm.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE Y DEL DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11, PARA LA ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, GUATEMALA**, presentado por la estudiante universitaria: **Rosa Miriam Morales Roldán**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano

Guatemala, abril de 2016

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Por darme la vida, la sabiduría que permitió llegar a la meta deseada.
Mis padres	Ricardo Morales y Miriam Roldán, por el apoyo incondicional desde el inicio de mi formación académica hasta este momento.
Mis hermanos	José Ricardo y Ana Lucía Morales, por ser los primeros compañeros de estudio para la vida.
Mis abuelos	Genara Chavarría, José Luis Roldán (q. e. p. d.), Ricardo Morales (q. e. .p. d.), Rosalina Flores (q. e. p. d.), por sus consejos y enseñanzas.
Mi novio	Marvin Valenzuela. Mi sol y estrellas gracias por el apoyo, amor y comprensión durante el proceso de la carrera y mis proyectos de vida.
Mis sobrinas	Ana Izabel y Arianna Sophia Morales. Los ángeles que le inyectan luz a mi vida.
Mis amigos	Juan Ramos, Romelia Jiménez, Juan Canel, Ethel Herrarte, Ivonne Urbina y mis demás amigos. Por estar ahí a lo largo de la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por la iluminación en mis momentos críticos.
Mis padres	Por enseñarme siempre a seguir adelante en todo momento, dando siempre lo mejor de ellos.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme ser parte de esta gran casa de estudios.
Facultad de Ingeniería	Por los conocimientos brindados que me han permitido avanzar en la meta planteada.
Municipalidad de San Juan Sacatepéquez	Por abrirme las puertas y así demostrar y poner en práctica mis conocimientos. En forma especial a la Oficina de Planificación, por todo el apoyo y la enseñanza durante el proceso.
Mis compañeros	Carlos Chigüichón, Daniel Maldonado, Julio Xocoy y Carlos Castillo, por el apoyo brindado durante el transcurso de este trabajo.
Mis asesores	Ing. Angel Sic e Ing. Oscar Argueta, por sus guías y consejos para la realización del trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez.....	1
1.2. Características físicas.....	2
1.2.1. Ubicación y localización.....	2
1.2.2. Colindancias	3
1.2.3. Topografía	3
1.2.4. Clima	4
1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica	5
1.2.6. Población y demografía	6
1.3. Características de infraestructura	7
1.3.1. Vías de acceso	7
1.3.2. Servicios públicos	8
1.3.2.1. Educación	8
1.3.2.2. Salud.....	8
1.3.2.3. Agua potable.....	9
1.3.2.4. Drenajes	9
1.3.2.5. Energía eléctrica.....	9
1.4. Características socioeconómicas	9

1.4.1.	Origen de la comunidad	10
1.4.2.	Actividad económica.....	10
1.4.3.	Idioma y religión	11
1.5.	Descripción de las necesidades	12
1.6.	Evaluación y priorización de las necesidades	12
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	15
2.1.	Diseño de la red de drenaje sanitario de la aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez	15
2.1.1.	Descripción del proyecto	15
2.1.2.	Levantamiento topográfico	15
2.1.2.1.	Altimetría	16
2.1.2.2.	Planimetría	16
2.1.3.	Diseño del sistema	16
2.1.3.1.	Descripción del sistema a utilizar	16
2.1.3.2.	Periodo de diseño.....	16
2.1.3.3.	Población de diseño	17
2.1.3.4.	Dotación de agua potable.....	18
2.1.3.5.	Factor de retorno	18
2.1.3.6.	Factor de Harmond.....	19
2.1.3.7.	Caudal sanitario.....	20
2.1.3.7.1.	Caudal domiciliar.....	20
2.1.3.7.2.	Caudal de infiltración.....	21
2.1.3.7.3.	Caudal por conexiones ilícitas	22
2.1.3.7.4.	Caudal comercial.....	23
2.1.3.7.5.	Factor de caudal medio	23
2.1.3.7.6.	Caudal de diseño	25

2.1.4.	Selección de la tubería	25
2.1.5.	Diseño de secciones y pendientes	26
2.1.5.1.	Velocidades máximas y mínimas de diseño	26
2.1.5.2.	Cotas invert.....	28
2.1.5.3.	Diámetro de la tubería	30
2.1.5.4.	Profundidad de tubería	31
2.1.6.	Pozos de visita.....	32
2.1.7.	Conexión domiciliar	34
2.1.8.	Principios hidráulicos	35
2.1.8.1.	Relaciones hidráulicas	36
2.1.9.	Calculo hidráulico	38
2.1.9.1.	Especificaciones técnicas	38
2.1.9.2.	Ejemplo de diseño de un tramo	39
2.1.10.	Propuesta de tratamiento.....	43
2.1.10.1.	Diseño de fosas sépticas	44
2.1.10.2.	Dimensionamiento de los pozos de absorción	46
2.1.11.	Elaboración de planos finales de drenaje sanitario	48
2.1.12.	Presupuesto.....	48
2.1.13.	Cronograma de ejecución.....	51
2.1.14.	Evaluación socioeconómica.....	54
2.1.14.1.	Valor presente neto.....	54
2.1.14.2.	Tasa interna de retorno.....	55
2.1.15.	Administración, operación y mantenimiento	55
2.1.16.	Estudio de impacto ambiental	56
2.1.16.1.	Estudio de impacto ambiental inicial....	56

2.2.	Diseño de línea de conducción de agua potable para el caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez	57
2.2.1.	Descripción del proyecto	57
2.2.1.1.	Visita preliminar	58
2.2.2.	Fuente de agua	58
2.2.2.1.	Aforo de la fuente	58
2.2.3.	Calidad del agua	59
2.2.3.1.	Examen bacteriológico	60
2.2.3.2.	Análisis fisicoquímico	61
2.2.4.	Levantamiento topográfico	62
2.2.4.1.	Altimetría	62
2.2.4.2.	Planimetría	62
2.2.5.	Bases para el diseño hidráulico.....	63
2.2.5.1.	Población actual y tasa de crecimiento	63
2.2.5.2.	Periodo de diseño.....	63
2.2.5.3.	Población futura.....	64
2.2.5.4.	Dotaciones	64
2.2.5.5.	Factores de consumo	65
2.2.5.5.1.	Factor día máximo.....	65
2.2.5.5.2.	Factor hora máximo	66
2.2.5.6.	Caudales de diseño.....	67
2.2.5.6.1.	Caudal medio diario	68
2.2.5.6.2.	Caudal máximo diario....	68
2.2.5.6.3.	Caudal máximo horario	69
2.2.5.6.4.	Velocidades máximas y mínimas.....	69

	2.2.5.6.5.	Presiones máximas y mínimas	70
2.2.6.		Diseño hidráulico	71
	2.2.6.1.	Tipos de tubería	71
	2.2.6.2.	Diseño de componentes del sistema ...	72
		2.2.6.2.1.	Captación
		2.2.6.2.2.	Línea de conducción.....
		2.2.6.2.3.	Tanque de almacenamiento
		2.2.6.2.4.	Diseño estructural del tanque de succión
		2.2.6.2.5.	Diseño de línea de conducción
		2.2.6.2.6.	Sistema de desinfección.....
		2.2.6.2.7.	Obras de arte.....
		2.2.6.2.8.	Válvula de limpieza.....
		2.2.6.2.9.	Válvulas de aire
		2.2.6.2.10.	Conexión domiciliar o predial.....
		2.2.6.2.11.	Aparatos de medición .
	2.2.6.3.	Propuesta de tarifa.....	111
		2.2.6.3.1.	Costo de operación ...
		2.2.6.3.2.	Costo de mantenimiento
		2.2.6.3.3.	Costo de tratamiento ..
	2.2.6.4.	Elaboración de planos finales del sistema de agua potable.....	113
	2.2.6.5.	Presupuesto.....	114

2.2.6.6.	Cronograma de ejecución	115
2.2.6.7.	Evaluación socioeconómica	118
2.2.6.7.1.	Valor presente neto	118
2.2.6.7.2.	Tasa interna de retorno.....	118
2.2.6.8.	Estudio de impacto ambiental	118
2.2.6.8.1.	Estudio de impacto ambiental inicial.....	119
2.2.6.9.	Administración, operación y mantenimiento	120
CONCLUSIONES.....		121
RECOMENDACIONES.....		123
BIBLIOGRAFÍA.....		125
APÉNDICES.....		127
ANEXOS.....		159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación y localización del proyecto de agua potable	2
2.	Ubicación y localización de la red de drenaje sanitario	3
3.	Detalle de cotas invert.....	28
4.	Partes de un pozo de visita	33
5.	Conexiones domiciliarias	35
6.	Fosa séptica de un compartimiento.....	46
7.	Cronograma de ejecución drenaje sanitario	52
8.	Tanque de captación caserío Santa Rosa	72
9.	Gráfica para determinar longitudes y diámetros	76
10.	Tanque de almacenamiento distribución de agua	88
11.	Dimensiones tanque de succión.....	91
12.	Diagrama de momentos de losa.....	93
13.	Armado de losa de tanque de succión	95
14.	Sección muro de contención para tanque	95
15.	Diagrama de fuerzas actuantes en muro de tanque.....	97
16.	Paso aéreo caserío Santa Rosa.....	109
17.	Porcentaje de caudal característico	111
18.	Cronograma de ejecución sistema de agua potable	116

TABLAS

I.	Datos meteorológicos de San Juan Sacatepéquez.....	4
II.	Velocidades máximas y mínimas	27

III.	Profundidades mínimas de tubería PVC	32
IV.	Capacidades para fosa séptica viviendas particulares	45
V.	Coeficiente de absorción del terreno del pozo	47
VI.	Cálculo de prestaciones.....	49
VII.	Factores utilizados	50
VIII.	Cuadro de resumen del presupuesto drenaje sanitario	50
IX.	Cálculo de aforo.....	59
X.	Dotaciones indicadas en las normas de diseño	65
XI.	Consumo máximo diario según norma de diseño Unepar	66
XII.	Consumo máximo horario según norma de diseño Unepar	67
XIII.	Valores de módulo de elasticidad volumétrica de materiales.....	86
XIV.	Momentos actuantes del tanque de succión	92
XV.	Amortización de la tubería	105
XVI.	Costo mensual de bombeo	105
XVII.	Diámetro económico	105
XVIII.	Cuadro de resumen sistema de agua potable	115

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
$\frac{q_{max}}{q_{min}}$	Capacidad de soporte de suelo
CDT	Carga dinámica total
Q	Caudal de diseño
qinf	Caudal de infiltración
Qmd	Caudal día máximo
Qhm	Caudal hora máximo
Qmd	Caudal medio diario
Qci	Caudal por conexiones ilícitas
a	Celeridad
C	Coefficiente de rugosidad según material de tubería
CIE	Cota invert entrada
CIS	Cota invert salida
Cpz	Cota piezométrica
Ø	Diámetro
E-	Estación topográfica
Fdm	Factor de día máximo
Fhm	Factor de hora máxima
Fa	Fuerza del agua
Fs	Fuerza del suelo
kg	Kilogramo
kg – m	Kilogramo metro
psi	Libras por pulgada cuadrada
l	Litros

l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
m	Metro
m³	Metro cúbico
Fy	Módulo de fluencia de acero
Mu	Momento último de diseño
Hf	Pérdida de carga
Hfm	Pérdida menor
Hfv	Pérdida por velocidad
t	Período de diseño
P_o	Población actual
P_f	Población futura
Pd	Presión dinámica
d/D	Relación de alturas
a/A	Relación de áreas
q/Q	Relación de caudales
v/V	Relación de velocidades
1 1/2"	Una y media de pulgada
VPN	Valor presente neto
Vs	Valor soporte del suelo
V	Velocidad de diseño a sección parcialmente llena
V	Velocidad de sección llena
Vmax	Velocidad máxima

GLOSARIO

Accesorio	Elementos secundarios en los ramales de tuberías, tales como codos, nipples, tees, coplas, entre otros.
Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se transporta agua hacia una o varias poblaciones.
Aforo	Medición del volumen de agua que fluye de una fuente por unidad de tiempo.
Aguas negras	Es el agua que se desecha, después de haber servido para un fin, puede ser doméstica, comercial o industrial.
Agua potable	Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos ni elementos tóxicos) y que es agradable a los sentidos (inodora, incolora) para el consumo humano y agradable a los sentidos.
Alcantarillado sanitario	Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas negras o servidas.
Altimetría	Parte de la topografía que enseña a medir alturas.

Análisis físicoquímico	Conjunto de técnicas y procedimientos de laboratorio mediante los cuales se determina los componentes físicos y químicos presentes en una muestra de agua.
Azimut	Es el ángulo formado en la dirección horizontal, medido a partir del norte (real magnético o arbitrario) en el sentido de las agujas del reloj.
Bacteria	Microorganismo unicelular procaríótico, cuyas diversas especies causan las fermentaciones, enfermedades o putrefacción en los seres vivos o en la materia orgánica.
Bombeo	Transportar un fluido de un lugar a otro más alto, por medio de una bomba.
Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo, que pasa en un punto determinado donde circule un líquido.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Coguanor	Comisión Guatemalteca de Normas.
Consumo	Volumen de agua que es utilizado por la unidad consumidora que está en función de una serie de factores inherentes a la propia localidad que se abastece y que lo hace varíe de una población a otra.

Demanda	Es la cantidad de agua que una población requiere para satisfacer sus necesidades.
Desinfección	Es la destrucción de bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, entre otros.
Dotación	Cantidad de agua asignada por habitante por día para satisfacer sus necesidades, afectado por factores tales como el clima, condiciones socioeconómicas y tipo de abastecimiento.
Golpe de ariete	Ondas de presión generadas en un sistema de tuberías por un cambio de velocidad en el líquido en movimiento.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
MARN	Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales.
Nacimiento	Lugar del brote a la superficie de un acuífero.
Pérdida de carga	Es la energía por masa unitaria de agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, se convierte de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por frotamiento con las paredes de la tubería, las asperezas, rugosidad y los cambios de diámetro y de dirección.

Piezométrica	Cargas de presión en el funcionamiento hidráulico de la tubería.
Planimetría	Parte de la topografía que enseña a representar en una superficie plana una porción de la terrestre. Conjunto de las operaciones necesarias para obtener esta proyección horizontal.
Presión	Carga o fuerza total que actúa sobre una superficie. En hidráulica expresa la intensidad de fuerza por unidad de superficie.
Sedimento	Materia que deja de estar suspensa en el agua, depositándose en el fondo del recipiente que lo contiene, debido a la gravedad.
Tensión	Es la distribución de una fuerza sobre el área en la que actúa y tira sobre ella.
Topografía	Parte de la geodesia que tiene por objeto representar el terreno sobre papel de la manera más exacta posible. Los dibujos que representan un terreno se llaman “planos topográficos”, y el conjunto de operaciones que hay que realizar para ejecutarlos “levantamientos topográficos o de planos”.

RESUMEN

En el caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande, de San Juan Sacatepéquez, el carecer de una línea de abastecimiento de agua potable que cumpla con las necesidades del sector, ha generado problemas en los habitantes, convirtiéndose estos en enfermedades gastrointestinales por el consumo de dicho líquido de otras fuentes como ríos contaminados; a este se le agrega la difícil tarea que se pueda dar al momento de recolectar el agua.

En la aldea Sajcavillá de este mismo municipio se presenta también la necesidad de la construcción de un drenaje sanitario que pueda proporcionar a los habitantes del lugar, las mínimas condiciones para una correcta disposición de aguas residuales. Al no corregir dicha necesidad puede llevar a la población a estar expuesta a varios vectores que sean portadores de enfermedades, que afecten el sistema gastrointestinal; propicia que el ambiente en donde se desarrollan los pobladores sea incómodo e inhabitable, por las plagas que se puedan originar por inadecuado manejo de los desechos sólidos.

Por tal razón, se propone el diseño del sistema de agua potable que se solicita en el caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande, y el diseño de la red de alcantarillado de la aldea de Sajcavillá. Se utilizarán las normas generales para el diseño de alcantarillados, la normativa vigente de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar) y las normas generales del Instituto de Fomento Municipal.

OBJETIVOS

General

Diseñar los proyectos de conducción del agua potable para el caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande y la red de drenaje sanitario para la aldea de Sajcavillá, ambos ubicados en el municipio de San Juan Sacatepéquez, cumpliendo así con los estatutos de la Universidad de San Carlos de Guatemala que establecen que debe beneficiarse con los proyectos de infraestructura a poblaciones afectadas.

Específicos

1. Satisfacer las necesidades del caserío habitantes del caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande y aldea Sajcavillá, al implementar un diseño efectivo que pueda desempeñar la necesidad de la población del sector.
2. Fomentar la política y la práctica que permita que los habitantes mejoren su calidad de vida, evitando contraer enfermedades causadas por la falta de higiene.
3. Reducir significativamente la contaminación del agua, específicamente por las descargas residuales.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de proyectos para la mejora de la calidad de vida en una comunidad, implementados por medio del programa del Ejercicio Profesional Supervisado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tiene como fin brindar apoyo en materia de recurso humano a los sectores del país más necesitados, haciendo uso de los conocimientos para poder realizar diseños, planificaciones y soluciones integrales al problema que pueda aquejar a la población del sector.

Hoy en día la insuficiencia de agua potable y de saneamiento ambiental es uno de los temas de mayor importancia a tratar, y como se muestra en el municipio de San Juan Sacatepéquez, la falta de estos servicios afecta el desarrollo del sector, siendo causa de esta la ausencia de estructura que cumpla con este fin.

Tomando en cuenta por medio de solicitudes gestionadas en la municipalidad, el caso de caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande y aldea Sajcavillá, se propone una planificación de un sistema de agua potable y un drenaje sanitario.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez

“Este municipio fue fundado el 2 de julio de 1568, se localiza al norte del departamento de Guatemala en una hondonada llamada Pajul”,¹ su extensión territorial es de 242 kilómetros cuadrados. Con una altura sobre el nivel del mar de 1 845 metros; su población es de 375 000 habitantes (a diciembre de 2011). Los límites son al norte con Granados, Baja Verapaz; al sur con San Pedro Sacatepéquez, del departamento de Guatemala; al este, con San Raymundo, San Pedro Sacatepéquez, del departamento de Guatemala, y al oeste, con San Martín Jilotepeque, El Tejar, Chimaltenango y Santo Domingo Xenacoj del departamento de Sacatepéquez.

- Estancia Grande cuenta con una extensión territorial del 36 000 metros cuadrados; los idiomas que predominan entre la población son el español y el cakchiquel; el clima es cálido y hay un ambiente calmado. Su carretera es muy importante para la comunicación de un lugar a otro y esto es un factor que influye mucho en la circulación de los automóviles, así como de las camionetas; el tipo de carretera que existe en esta aldea es de tierra.
- El área territorial comprende aproximadamente un total de 10 kilómetros cuadrados; en las que un 30 % son aprovechadas para el cultivo, el porcentaje restante lo constituyen paisajes atractivos y viviendas. Una de

¹ Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. *Monografía del municipio de San Juan Sacatepéquez*. p. 1.

las principales fuentes de producción que equilibra la economía de esta aldea lo constituye la agricultura, “por medio de los cultivos realizados de flores y verduras, entre los cuales sobresalen: el rábano, claveles, rosas, girasoles, entre otros”.²

1.2. Características físicas

Definen el tipo de lugar, sus diferentes accidentes geográficos, tipos de suelo, clima, actividad económica, ya que esto permite conocer la región.

1.2.1. Ubicación y localización

El caserío Santa Rosa aldea Estancia Grande está ubicada en la microrregión 4 del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Está situada a 31 kilómetros del casco urbano del municipio de San Juan Sacatepéquez. La aldea cuenta con una extensión territorial de 36 000 metros cuadrados.

Figura 1. Ubicación y localización del proyecto de agua potable

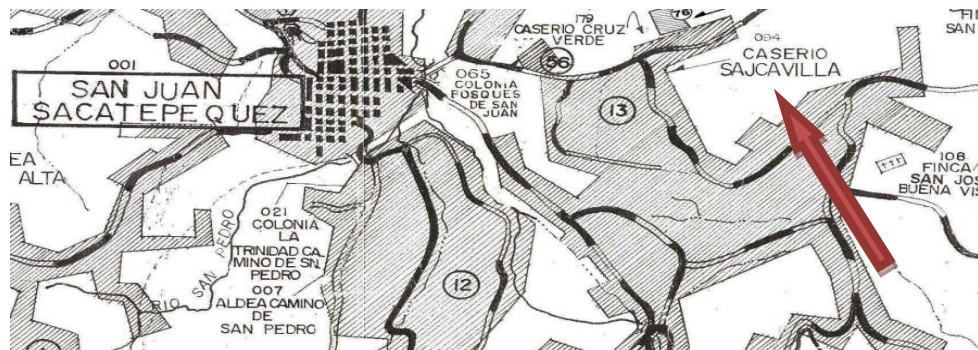


Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

² Municipalidad de San Juan Sacatepéquez. *Generalidades del municipio de San Juan Sacatepéquez*. www.sanjuansac.com. Consulta: 5 de junio de 2015.

La aldea Sajcavilla está ubicada en la microrregión 2 del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala. Está situada a 3 kilómetros del casco urbano del municipio de San Juan Sacatepéquez.

Figura 2. **Ubicación y localización de la red de drenaje sanitario**



Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez.

1.2.2. Colindancias

El caserío Santa Rosa colinda con el municipio de Granados del departamento de Baja Verapaz, la aldea estancia de la Virgen del municipio de San Raymundo, Guatemala.

La aldea Sajcavillá colinda con la colonia Cañadas de San Juan, finca San Isidro y la finca San José Buena Vista.

1.2.3. Topografía

- El caserío Santa Rosa se encuentra a una altitud de 867 mts. sobre el nivel del mar; su topografía es irregular con un rango de pendiente del 20 %.

- La aldea Sajcavillá tiene una topografía irregular, siendo en su mayoría terreno montañoso con pendientes del 40 %.

1.2.4. Clima

En general su clima es variado, en lugares altos es frío, la meseta central se conserva templada y la parte baja, cálida. Según el Instituto Nacional de Sismología Vulcanología y Meteorología (Insivumeh). Tomando como referencia la estación meteorológica llamada Suiza Contenta, indica que la precipitación anual está comprendida entre los 1 057 a 1 588 mm distribuidos de mayo a noviembre; la temperatura anual media es de 20 °C. Siendo esta la estación climatológica más cercana a esta región, (estación 60100) que se encuentra en las coordenadas geográficas 14° 37' 08", latitud norte y 90° 39' 40" longitud oeste.

Los datos tomados de la estación se presentan a continuación.

Tabla I. **Datos meteorológicos de San Juan Sacatepéquez**

Datos meteorológicos							
Estación Suiza Contenta							
Fecha	12/02/2016	Hora	17:00:00				
Dirección del viento (°)	Temperatura (°C)	Humedad real (%)	Punto de rocío (°C)	Radiación global (W/m ²)	Evaporación (mm)	Lluvia (mm)	Nubosidad (Octas)
336.46	18.17	0.49	-44.19	1.98	-0.01	0	3.3

Fuente: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT.

1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica

Este municipio lo constituyen las construcciones formales de *block* y cemento; el tipo de vivienda en el casco urbano en el área aledaña se miran construcciones formales de *block* y cemento, cubiertas de lámina de zinc y artesa de madera.

Debido a su extensión, este municipio dispone de las variedades de suelo que la naturaleza le prodiga. Así tiene regiones muy fértiles, que gradualmente van haciendo contacto con partes de terrenos secos, barrocos y hasta arenosos; pero gracias a la diligencia y dedicación al trabajo de sus moradores, toda la tierra es productiva para ellos.

Se cultiva maíz, café, caña de azúcar, frutas de la región de distintas clases, especialmente aguacates, cuya producción es considerable ya que gozan de gran demanda por su exquisito sabor. Se cultivan también en considerable cantidad las ciruelas, duraznos, peras, membrillos, nísperos, manzanas, manzanillas, jocotes, bananos, plátanos, moras, fresas, naranjas, granadillas, limones, entre otros.

La floricultura ocupa un lugar preponderante en la economía del municipio, gracias a la preparación de los floricultores que han puesto en práctica sus conocimientos sobre esta clase de cultivo. El municipio de San Juan Sacatepéquez ha llegado a ser uno de los primeros en la República de Guatemala, en la producción de gran variedad de flores.

La ganadería se desenvuelve en pequeña escala, sin embargo se produce carne, leche, queso y mantequilla para llenar las necesidades del consumo local; asimismo la crianza de marranos. En conclusión, el sector ganadero

genera muy pocos ingresos en lo que se refiere al movimiento financiero del municipio de San Juan Sacatepéquez.

El sector comercial es uno de los más amplios, pues la mayoría de la población del municipio se dedica a este tipo de actividades, ya sea en ventas de verduras y artículos de primera necesidad o en la venta de diferentes tipos de artículos como: ropa, productos agrícolas, insumos, aparatos eléctricos, zapatos, ferreterías, productos industriales (muebles, telas y artesanías)

En este municipio la avicultura ha conquistado un puesto de primera importancia por la gran cantidad y buena calidad de aves que se crían en las granjas avícolas, con las que se surten los mercados de la ciudad capital y poblaciones vecinas.

1.2.6. Población y demografía

La población de San Juan Sacatepéquez corresponde a 375 000 habitantes (según cálculos del Instituto Nacional Estadística en diciembre de 2011), se estima que nacen al año 4 000 niños y fallecen 800 personas de diferentes edades.

En el caserío Santa Rosa la población es de 875 habitantes; la mayoría de los pobladores son indígenas y una minoría ladinos. En la actualidad el núcleo familiar se integra por un total de 5 a 6 hijos, con un promedio de 7 a 8 miembros por familia. La población de la aldea de Sajcavillá corresponde a la cantidad de 13 500 habitantes reconocidos como población indígena; la mayoría de los pobladores son indígenas. En la actualidad el núcleo familiar se integra por un total de 3 a 4 hijos, con un promedio de 5 a 6 miembros por familia.

En el caserío Santa Rosa la tasa de crecimiento anual es del 3,28 %, según cálculos de datos de población de todo el municipio; obtenidos en censo desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística en el 2005, con proyección al 2012.

En la aldea de Sajcavillá, la tasa de crecimiento anual es 3 %, según cálculos de datos de población de todo el municipio, censo desarrollado por el Instituto Nacional de Estadística en el 2005 con proyección al 2012.

1.3. Características de infraestructura

A continuación se describen las diferentes obras de infraestructura en la población.

1.3.1. Vías de acceso

- El caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, su principal vía de ingreso es por la carretera C – 5, que comunica con el municipio de Granados del departamento de Baja Verapaz, la cual es de terracería; también tiene otro acceso por Estancia de la Virgen del municipio de San Raymundo, Guatemala; esta carretera es de terracería con dos vías angostas.
- La principal vía de comunicación para la aldea Sajcavillá, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, es de asfalto, al igual que el de la cabecera municipal a la ciudad capital, las vías en los caseríos son de terracería.

1.3.2. Servicios públicos

Se describen los diferentes servicios con los que se beneficia la población.

1.3.2.1. Educación

- El caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, no cuenta con centros privados de educación preprimaria, primaria, básico, diversificado, academias de mecanografía y academias de computación. Solamente se cuenta con una escuela de educación primaria y preprimaria.
- La aldea Sajcavillá del municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, cuenta con una escuela de nivel primario donde también imparten el nivel preprimario; para tener acceso a la educación básica tienen un instituto por cooperativa o bien tienen que acudir a los institutos del casco urbano, así como el nivel diversificado.

1.3.2.2. Salud

- Caserío Santa Rosa posee una pequeña clínica médica, administrada por el Ministerio de Salud Pública, que provee a la población consultas en medicina general y medicinas sin costo alguno.
- La aldea de Sajcavillá posee un centro de salud que está administrado por el comité de la aldea.

1.3.2.3. Agua potable

- En caserío Santa Rosa no se tiene abastecimiento propio de agua potable, obtienen el agua por medio de camiones repartidores o pequeños pozos que se encuentran en la localidad.
- En la aldea de Sajcavillá se abastecen de este vital líquido por medio de las diferentes cuencas, dentro de la aldea, por medio de los diferentes sistemas, ya sea por gravedad o por bombeo.

1.3.2.4. Drenajes

En caserío Santa Rosa y aldea de Sajcavillá, del municipio de San Juan Sacatepéquez, no se cuenta con un sistema de alcantarillado debidamente establecido, su sistema de eliminación de desechos está constituido por fosas sépticas o canales abiertos.

1.3.2.5. Energía eléctrica

En caserío Santa Rosa y aldea Sajcavillá se cuenta con una red de energía eléctrica, la cual es abastecida por la empresa eléctrica de Guatemala EGGSA.

1.4. Características socioeconómicas

Se describen los diferentes tipos de actividades económicas y sociales de la población.

1.4.1. Origen de la comunidad

- Las tradiciones y costumbres de caserío Santa Rosa son las mismas, de la aldea Estancia Grande, siendo sus días festivos el 24 de junio que se celebra el día de San Juan Bautista y el 7 de octubre que es el día de la Virgen del Rosario. El traje típico es el sanjuanero y ordinario, no cuentan con ninguna atracción turística.
- En la aldea Sajcavillá la mayoría de sus habitantes son indígenas por lo que utilizan enormemente el traje tradicional de vivos colores; el cual representa una hermosa cultura antigua; como buenos patriotas, dan mayor interés a la celebración del 15 de septiembre, dejando como secundarias muchas celebraciones tradicionales.

1.4.2. Actividad económica

- La fuente principal de producción y fuerza de trabajo del caserío Santa Rosa, de la aldea Estancia Grande del municipio de San Juan Sacatepéquez, es el uso de la mano de obra de los pobladores en diferentes tipos de trabajo y actividades productivas y de subsistencia. Respecto del aspecto económico de la aldea, los cultivos que más se dan en el año son: maíz, frijol y ayote; la producción no se da en gran cantidad, pues este es únicamente para el consumo propio; en el comercio solo existen pequeñas tiendas.
- Las principales fuentes de producción que equilibran la economía de esta aldea corresponden a la agricultura, por medio de los cultivos realizados de flores y verduras, entre los cuales sobresalen: el rábano, claveles, rosas, girasoles, entre otros. Para estos cultivos rara vez se utilizan

tecnificaciones, ya que lo que predomina en esta región es realizar dicho cultivo en forma manual.

- Las transacciones o exportaciones que realiza esta aldea con los cultivos antes mencionados son directamente en la capital, lo que les trae cierto beneficio dado por la aceptación que muestran los consumidores capitalinos, lo que ayuda a establecer una economía más o menos normal.
- En cuanto a la ganadería se puede decir relativamente poco, debido a que los animales existentes en la aldea se dan en un porcentaje relativamente bajo; los mismos están en manos de personas que no se dedican de lleno a la crianza de estos y por ende se puede deducir que no producen un movimiento económico considerable.

1.4.3. Idioma y religión

- El caserío Santa Rosa, los idiomas que predominan entre la población son el castellano y el cakchiquel.
- En la aldea Sajcavillá, al igual que en la mayoría de las aldeas, domina con gran realce el lenguaje materno que es el cakchiquel, y en menor porcentaje se habla el castellano.
- Tanto en el caserío Santa Rosa de la aldea Estancia Grande como en la aldea Sajcavillá, del departamento de San Juan Sacatepéquez, la religión predominante es la católica, existiendo en menor porcentaje otras religiones.

1.5. Descripción de las necesidades

Los vecinos del caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, del municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, en coordinación con sus representantes, presentaron la propuesta para que se realice un proyecto que pueda suministrarles agua potable. Ya que el sector carece del servicio del vital líquido y siendo este uno de los servicios básicos para la salud de la comunidad, se puede mejorar así la calidad de vida sus habitantes.

De igual manera, en la aldea Sajcavillá del mismo municipio, hacen la solicitud para la construcción de un drenaje sanitario, ya que carece de dicho servicio el lugar, siendo su única manera para la evacuación de las aguas servidas, la utilización de pozos ciegos, fosas sépticas y en la mayoría de los casos la disposición de las excretas se da hacia los propios terrenos, provocando la contaminación del medio ambiente y manto freático.

1.6. Evaluación y priorización de las necesidades

Los proyectos antes mencionados se justifican en la salubridad ambiental, proporcionando una mejor calidad de vida que permita a los habitantes un mejor aseo; siendo esto parte fundamental para el desarrollo, permitiéndole a estos no estar expuestos a enfermedades ocasionadas por la mala higiene. Se impactará directamente a la salud y el desarrollo de los habitantes de caserío; así también en el saneamiento de las aguas del riachuelo que recorre el alrededor de la aldea; se mejorara de esta manera el medio ambiente, y se reducirá el crecimiento de vectores (cucarachas, moscas, ratones, entre otros.) que habitan en las aguas residuales.

Por esta razón, se diseñará una red de drenaje sanitario y un sistema de agua potable, para satisfacer las necesidades de las comunidades. De esta forma se reducirán considerablemente las problemáticas y se logrará un sentido de bienestar en los habitantes.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la red de drenaje sanitario de la aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez

La principal función de este proyecto es la de recolectar y transportar los desechos sólidos y aguas servidas, de la aldea de Sajcavillá.

2.1.1. Descripción del proyecto

Se diseñará una red de alcantarillado sanitario de aproximadamente 2 500 metros, que saneará todas las viviendas del sector. El diseño constará de una construcción de pozos de ladrillo tayuyo y tubería de PVC previamente diseñados; la tubería a utilizar será PVC 3034, y será de diámetro de 6", haciendo su desfogue en una pequeña planta de tratamiento que será construida en el lugar.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico se realizó para localizar la red dentro de las calles, pozos de visita, y en general, ubicar todos aquellos puntos de importancia. El levantamiento topográfico se realizó con una estación total, por lo tanto se clasifica como primer orden.

2.1.2.1. Altimetría

En la altimetría se determinan las diferencias de alturas entre cada uno de los puntos que se tomen de referencia en el terreno.

2.1.2.2. Planimetría

Con la planimetría se fijaron las posiciones de los puntos, proyectados en un plano horizontal sin importar sus elevaciones.

2.1.3. Diseño del sistema

En un diseño de red de alcantarillados es importante conocer los componentes de los cuales está conformado este sistema, para que de este modo se dé fácil manera de adecuarlos para suplir las necesidades y las condiciones del lugar.

2.1.3.1. Descripción del sistema a utilizar

El tipo de drenaje a utilizar es de tipo sanitario, que pueda conducir las aguas que llevan los residuos provenientes de las casas, como: baños, cocinas, lavabos e inodoros y residuos comerciales como los generados en la infiltración.

2.1.3.2. Periodo de diseño

El período de diseño de un sistema de alcantarillado es el tiempo durante el cual el sistema dará un servicio con una eficiencia aceptable; este período variará de acuerdo con:

- La cobertura considerada en el período de diseño estudiado.
- Crecimiento de la población.
- Capacidad de administración, operación y mantenimiento.
- Según el criterio del diseñador y basándose en datos de instituciones como el Instituto de Fomento Municipal.

En el capítulo 2 de las *normas generales para el diseño de alcantarillado*, los sistemas de alcantarillado serán proyectados para un período de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño; para el proyecto se tomaron 23 años, por ser el tiempo de vida útil del proyecto, tomando en cuenta los trámites administrativos, el tiempo que pueda tomar su ejecución, así como el tiempo de vida de los materiales.

2.1.3.3. Población de diseño

Para la estimación del número de habitantes futuros de una población, existen varios métodos, dentro de los cuales se pueden mencionar los tres siguientes:

- Método del crecimiento aritmético
- Método del crecimiento geométrico
- Método del crecimiento gráfico

En el diseño se utilizará el método del crecimiento geométrico. Este método es apropiado para poblaciones pequeñas y tiene la ventaja de que no necesita muchos datos de información.

$$P_f = P_o(1 + r)^n$$

En donde

P_f = población futura

P_o = población inicial

r = tasa de crecimiento en porcentaje

n = periodo de diseño

Para el siguiente estudio se trabajó con la siguiente información:

Población actual P_o = 1 568 hab.

Tasa de crecimiento r = 3 %

Periodo de diseño n = 23 años

$$P_f = 1\,568 * (1 + 0,03)^{23}$$

$$P_f = 3\,095 \text{ hab.}$$

2.1.3.4. Dotación de agua potable

Para entender el concepto, es la cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades y se expresa en litros por habitante al día. Para el presente proyecto se tomó una dotación de 150 L/hab/día, tomando en cuenta los principales factores como: consumo diario, clima y condición socioeconómica.

2.1.3.5. Factor de retorno

Es el factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que se consume al día y la dotación destinada para cada persona; indica la cantidad

de agua que pueda ser retornada al alcantarillado; este factor oscila entre 70 y 90 por ciento.

Para el presente proyecto se tomó un factor de 80 por ciento, para el diseño del mismo.

2.1.3.6. Factor de Harmond

Este valor estima la probabilidad del número de usuarios que estarán haciendo uso del servicio. Expresado de otra manera, indica la relación que existe entre el caudal domiciliar máximo y el caudal medio. Está dado de la siguiente manera:

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \right)$$

En donde

F.H. = factor de Harmond

P = población acumulada en miles

Para este diseño el factor de Harmond queda de esta manera:

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{\frac{1\,568}{1\,000}}}{4 + \sqrt{\frac{1\,568}{1\,000}}} \right)$$

$$F.H. = 3,67$$

2.1.3.7. Caudal sanitario

Es el volumen de aguas servidas que se evacúa de cada una de las viviendas. Se conoce como caudal de diseño y se obtiene de la suma de todos los caudales que van a ser transportados en el sistema sanitario.

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ilicito}$$

Donde

Q_{med}	=	caudal de diseño
Q_{dom}	=	caudal domiciliar
Q_{com}	=	caudal comercial
Q_{ind}	=	caudal industrial
Q_{inf}	=	caudal de infiltración
$Q_{ilicito}$	=	caudal por conexiones ilícitas

2.1.3.7.1. Caudal domiciliar

El caudal domiciliar es el agua que se usa para la limpieza o producción de alimentos y es desechada y conducida a la red de alcantarillado; el agua de desecho doméstico está relacionada con la dotación y suministro de agua potable. Para el efecto la dotación de agua potable es afectada por un factor que puede variar entre 0,75 a 0,90.

El valor del caudal domiciliar queda integrado de la siguiente forma:

$$Q_{dom} = \left(\frac{Dot * \#hab * F.R.}{86\ 400} \right)$$

Donde

Q_{dom} = caudal domiciliar

Dot = dotación [l / habitantes / día]

$\# hab.$ = número de habitantes

$F.R.$ = factor de retorno

El caudal domiciliar para la población de la aldea Sajcavillá queda de esta manera:

$$Q_{don} = \left(\frac{150 * 1\ 568 * 0,8}{86\ 400} \right)$$

$$Q_{don} = 2,18\ l/s$$

2.1.3.7.2. Caudal de infiltración

Son las aguas subterráneas que se infiltran entre las tuberías de drenaje, para la estimación del caudal de infiltración que entra a la tubería, se toma en cuenta el nivel freático del agua subterránea en relación con la profundidad de las tuberías, la permeabilidad del terreno y el tipo de juntas usadas en las tuberías.

Puede calcularse incluyendo la longitud de la tubería de las conexiones domiciliarias, con un valor de 6 metros por cada casa; la dotación de infiltración varía entre 12 000 y 18 000 L/km/día.

$$Q_{inf} = F_{inf} * \left(\frac{m_{tub} * \#viviendas * 6}{86\ 400} \right) * \frac{1}{100}$$

Donde

Q_{inf} = caudal de infiltración

m_{tub} = metros de tubería

$\#viviendas$ = número de viviendas

F_{inf} = factor de infiltración

Para la aldea Sajcavillá el caudal de infiltración es cero, ya que la tubería que se utilizará es la ASTM 3034.

2.1.3.7.3. Caudal por conexiones ilícitas

Este caudal es producido por las viviendas que conectan las tuberías del sistema del agua pluvial al alcantarillado sanitario. Para efecto de diseño se puede estimar un porcentaje de las viviendas de la localidad que pueden hacer conexiones ilícitas.

Para este caso se utilizó un porcentaje del 10 % del caudal domiciliar debido a que en esta localidad no hay un drenaje pluvial existente, por lo que lo colectado en época de lluvia va directamente hacia el suelo, y se tiene previsto a futuro la implementación de este.

$$Q_{ilícito} = 0,10 * Q_{dom}$$

Donde

$Q_{ilícito}$ = caudal ilícito

Q_{dom} = caudal domiciliar

El caudal producido por conexiones ilícitas queda de esta manera:

$$Q_{ilícito} = 0,10 * 2,18$$

$$Q_{ilícito} = 0,218 \text{ l/s}$$

2.1.3.7.4. Caudal comercial

El caudal comercial está conformado por las aguas negras resultantes de la actividad de comercios, escuelas, mercados, hoteles, restaurantes, entre otros.

Para este diseño no se contó con ningún comercio, por lo que no se contempla ningún caudal.

2.1.3.7.5. Factor de caudal medio

Este factor se obtiene de dividir el caudal medio o sanitario, entre el número de habitantes futuros. Se obtiene de la sumatoria de todos los caudales anteriormente descritos dividido entre la población a servir. Dicho factor regula la aportación del caudal en la tubería, el cual debe estar entre los rangos de 0,002 a 0,005.

Si el cálculo está entre esos dos límites, se utilizará el calculado; de lo contrario, si se obtiene un valor menor, se tomará 0.002 y si fuera mayor, se tomará 0,005.

$$F_{Qm} = \frac{Q_{med}}{\#_{habitantes}}$$

$$0,002 \leq F_{Qm} \leq 0,005$$

Donde

F_{Qm} = factor de caudal medio

Q_{med} = caudal medio

Para el proyecto presentado en la aldea Sajcavillá se calcula de esta manera:

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{ilicito}$$

$$Q_{med} = 2,18 + 0 + 0 + 0 + 0,218$$

$$Q_{med} = 2,398 \text{ l/s}$$

Como ya se conoce el caudal medio, el F_{qm} queda de la siguiente manera:

$$F_{Qm} = \frac{2\ 398}{1\ 568}$$

$$F_{Qm} = 0,001529$$

Como el valor del factor medio oscila entre 0,002 y 0,005, se tomará el factor más pequeño siendo este el valor de 0,002.

2.1.3.7.6. Caudal de diseño

Es el que se utiliza para diseñar el sistema del drenaje sanitario. Este caudal es llamado también factor de caudal máximo; se calcula multiplicando el factor de caudal medio, el factor de Harmond y el número de habitantes que se va a servir.

$$Q_{diseño} = F_{qm} * FH * \#_{habitantes}$$

Donde

$Q_{diseño}$ = caudal de diseño

F_{qm} = factor de caudal medio

FH = factor de Harmond

$\#_{habitantes}$ = número de habitantes

Con base en lo anterior, el caudal de diseño para la aldea Sajcavillá, queda de esta manera:

$$Q_{diseño} = 0,002 * 3,67 * 1\ 568$$

$$Q_{diseño} = 11,50 \text{ l/s}$$

2.1.4. Selección de la tubería

Para la selección de la tubería se analizan las condiciones en las cuales se pretende construir el sistema de drenaje sanitario, tomando en cuenta los

factores que puedan influir para el óptimo desempeño de este, siendo estos de mayor importancia como la eficiencia, durabilidad, facilidad de manejo, economía y colocación.

La tubería que mejor se adaptaba a estas condiciones y se propone es la tubería PVC Norma ASTM D -3034, con la cual se obtiene disposición de manejo, facilidad de instalación, soporta grandes cargas a poca profundidad y tiene una alta durabilidad.

2.1.5. Diseño de secciones y pendientes

Cuando la tubería trabaja a su máxima capacidad, el cálculo de velocidad, diámetro y pendiente se hará aplicando la fórmula de Manning transformada a sistema métrico para secciones circulares:

$$V = \left(\frac{0,03429 * \phi^{2/3} * S^{1/2}}{n} \right)$$

Donde

V = velocidad del flujo a sección llena [m/s]

ϕ = diámetro de la tubería

S = pendiente de la tubería

n = coeficiente de rugosidad de Manning 0,010, para tubería PVC

2.1.5.1. Velocidades máximas y mínimas de diseño

La velocidad del flujo está determinada por la pendiente del terreno, el diámetro de la tubería y el tipo de tubería que se utiliza.

La velocidad del flujo se determina por la fórmula de Manning y las relaciones hidráulicas (v/V); donde v es la velocidad del flujo y V es la velocidad a sección llena, v por norma debe ser mayor de 0,60 m/s, para que no exista sedimentación, y menor o igual que 3,00 m/s, para que no exista erosión o desgaste.

La velocidad mínima tiene como condicionante arrastrar las materias orgánicas e inorgánicas que se sedimentan por estancamiento; sin embargo no siempre es posible obtener esa velocidad, debido a que existen ramales que sirven a solo unas cuantas casas y producen flujos bastante bajos; en tales casos se proporcionará una pendiente que dé la velocidad mínima de 0,60 m/s a la descarga máxima estimada, y una velocidad no menos de 0,40 m/s durante escurrimientos bajos.

Según normas de Infom la velocidad máxima con el caudal de diseño será de 2,5 m/s y la velocidad mínima será de 0,6 m/s.

Tabla II. **Velocidades máximas y mínimas**

Tipo de tubería	Velocidades mínimas	Velocidades máximas
Concreto	0,60 m/s	3,00 m/s
PVC	0,40 m/s	4,00 m/s

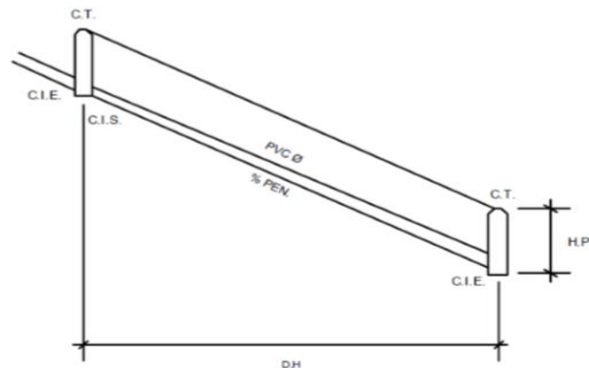
Fuente: Infon-Unepar. *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. p. 21.

2.1.5.2. Cotas invert

Son las cotas inferiores e interiores de la tubería de drenaje, que indican a qué profundidad de la superficie se encuentra la tubería de llegada y la de salida en un pozo de visita.

Estas cotas se calculan con base en la pendiente de la tubería y la distancia del tramo respectivo.

Figura 3. Detalle de cotas invert



Fuente: LIMA ESPAÑA, Katerin. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua de las Minas y de la carretera y pavimento de la aldea Mesillas Bajas hacia la aldea de Calderas, Amatitlán, Guatemala.* p. 32.

Para los detalles de las cotas invert es importante tener en cuenta lo siguiente:

- La cota invert de salida de un pozo se coloca 3 centímetros más baja que la cota invert de entrada, cuando las tuberías son del mismo diámetro.

$$\begin{aligned}\phi_A &= \phi_B \\ C_{is} &= C_{ie} - 0.03\end{aligned}$$

- Cuando a un pozo de visita, entra una tubería y sale otra de diferente diámetro, la cota invert de salida, será como mínimo la diferencia de diámetros.

$$\begin{aligned}\phi_A &\neq \phi_B \\ C_{is} &= C_{ie} - (\phi_A - \phi_B)\end{aligned}$$

- La cota invert de salida, cuando más de una tubería entra a un pozo de visita y sale una sola, siendo estas de un mismo diámetro todas, la cota será de 0,03 m. por debajo de la cota Invert de entrada más baja.

$$\begin{aligned}\phi_A &= \phi_B = \phi_C = \phi_D \\ C_{is} &= C_{ie} - 0,03\end{aligned}$$

- Cuando a un pozo llegan dos o más tuberías y sale una, y son de distinto diámetro; la cota invert de salida puede tener:
 - Como mínimo tres centímetros respecto de las tuberías que son del mismo diámetro.
 - La diferencia de diámetros, para las tuberías de diferente diámetro.

Las cotas del terreno, al igual que los puntos de entrada y salida de la tubería del alcantarillado, deben calcularse de la siguiente manera:

$$C_{ie} = C_{is} - \left(\frac{S_{tub} * DH}{100} \right)$$

$$C_{is} = C_t - h_{min}$$

$$H_{pozo} = C_t - C_{is}$$

Donde

C_{ie} = cota invert de entrada

C_{is} = cota invert de salida

S_{tub} = pendiente de la tubería

DH = distancia horizontal de pozo a pozo

C_t = cota de terreno

h_{min} = altura mínima, depende de tránsito que circule en la calle

H_{pozo} = profundidad del pozo

$$C_{ie} = 192,13 - \left(\frac{0,105 * 36}{100} \right) = 191,11$$

$$C_{is} = 195,97 - 1,15 = 194,82$$

$$H_{pozo} = 195,97 - 194,82 = 1,30$$

2.1.5.3. Diámetro de la tubería

El diámetro de tubería que ha de usarse para el diseño de alcantarillado sanitario, utilizando tubería de PVC norma ASTM 3034, será el mínimo, que es de 6 pulgadas según norma 2.10.2 del Infom y se irán incrementando de acuerdo con el aumento de recaudación de aguas servidas del sistema, si fuese necesario.

En las conexiones domiciliarias el diámetro será de 4 pulgadas, con una pendiente mínima de 2 % y una máxima de 6 % y que forme un ángulo horizontal respecto de la línea central, de aproximadamente 45°, en el sentido de la corriente del mismo.

Se tomó para este diseño tubería de 6" de PVC.

2.1.5.4. Profundidad de tubería

La determinación de la profundidad de la tubería se hace mediante el cálculo de las cota invert; en todo caso debe chequearse que la tubería tenga un recubrimiento adecuado, para no dañarse con el paso de vehículos y peatones, o que se quiebre por la caída o golpe de algún objeto pesado.

El recubrimiento mínimo del coronamiento de la tubería respecto de la superficie del terreno será de 1 m, más el espesor y el diámetro de la tubería; esto para tráfico liviano y para tráfico pesado el recubrimiento mínimo del coronamiento de la tubería será de 1,2 m.

$$h_{min} = 1 + (\emptyset + E)$$

$$h_{min} = 1 + (0,1524 + 0,025) = 1,18$$

Donde

h_{min} = altura mínima de la tubería

\emptyset = diámetro de la tubería

E = espesor

Tabla III. **Profundidades mínimas de tubería PVC**

PROFUNDIDADES MÍNIMAS DE LA COTA INFERIOR PARA EVITAR RUPTURAS													
DIÁMETRO	6"	8"	10"	12"	16"	18"	21"	24"	30"	36"	42"	48"	60"
TRÁFICO NORMAL	1,16	1,22	1,28	1,33	1,41	1,5	1,58	1,66	1,88	1,99	2,14	2,25	2,55
TRÁFICO PESADO	1,36	1,42	1,48	1,53	1,51	1,7	1,78	1,86	2,04	2,19	2,34	2,45	2,7

Fuente: Instituto Nacional de Fomento Municipal.

2.1.6. Pozos de visita

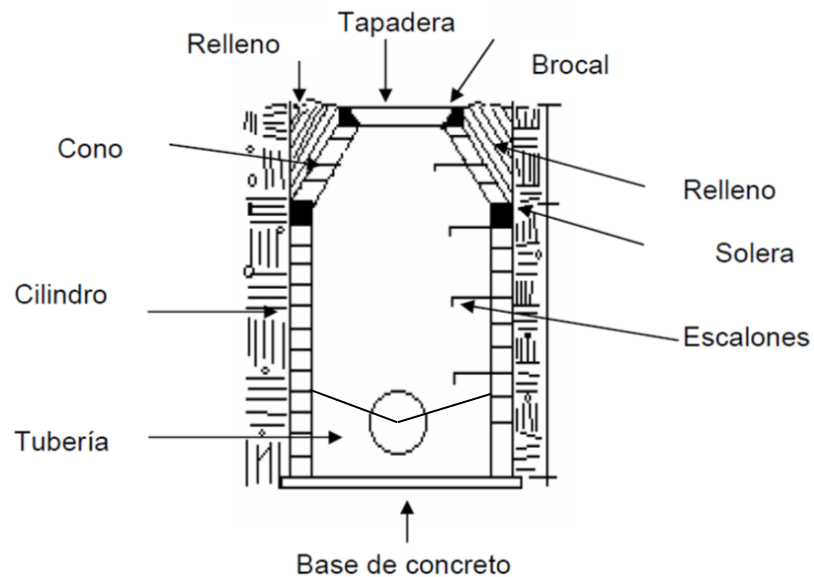
Los pozos de visita tienen una función muy importante dentro del sistema de alcantarillado sanitario, ya que por medio de ellos se pueden realizar inspecciones, operaciones de limpieza y mantenimiento. Los pozos de visita dentro del sistema de alcantarillado se ubican en los siguientes casos:

- En cambio de diámetro.
- En cambio de pendiente.
- En cambios de dirección horizontal, para diámetros menores de 24".
- En intersecciones de dos o más tuberías.
- En los extremos superiores de ramales iniciales.
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta, en diámetros hasta de 24".
- A distancias no mayores de 300 metros, en diámetros superiores a 24".
- En todo cambio de dirección, si el colector no es visitable interiormente, y en todo colector visitable que forme un ángulo menor de 120°.

Se deben tomar en cuenta las cotas invert para el funcionamiento de los pozos de visita. El tipo de pozo que se va a construir es el típico; cilíndrico en la parte inferior y termina en una parte cónica, con su respectiva tapadera, proporcionando:

- Un control de flujo hidráulico en cambios de dirección
- Gravedad y consolidación de flujos convergentes
- Ingreso de oxígeno al sistema

Figura 4. Partes de un pozo de visita



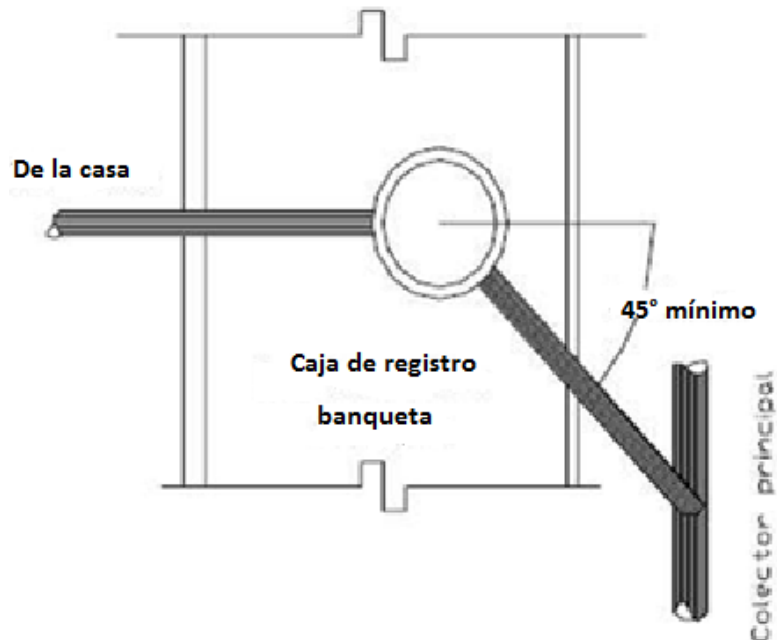
Fuente: LIMA ESPAÑA, Katerin. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua de las Minas y de la carretera y pavimento de la aldea Mesillas Bajas hacia la aldea de Calderas, Amatitlán, Guatemala.* p. 37.

2.1.7. Conexión domiciliar

Tiene la finalidad de recibir las aguas provenientes de las casas o edificios y llevarlas al alcantarillado sanitario central. Consta de las siguientes partes:

- Caja o candela: la conexión se hace por medio de una caja de inspección, construida de mampostería o con tubos de concreto colocados verticalmente. El lado menor de la caja será de 45 centímetros; si fuese circular, tendrá un diámetro no menor de 12 pulgadas. Estos deben estar impermeabilizados por dentro y tener una tapadera para realizar inspecciones. El fondo debe ser fundido de concreto, dejando la respectiva pendiente para que las aguas fluyan por la tubería secundaria y puedan llevarlas al alcantarillado sanitario central. La altura mínima de la candela será de 1 metro.
- Tubería secundaria: la conexión de la candela domiciliar con la tubería central se hará por medio de la tubería secundaria, la cual debe tener un diámetro mínimo de 4 pulgadas en tubería PVC norma ASTM 3034, con una pendiente mínima del 2 %, a efecto de evacuar adecuadamente las aguas servidas. La conexión con la alcantarilla central se hará en el medio superior, a un ángulo de 45 grados en el sentido de las aguas, uniendo el tubo de PVC con el tubo general o central con el accesorio codo de PVC 4" de 45 grados.

Figura 5. **Conexiones domiciliarias**



Fuente: GUZMÁN, Carlos Humberto. *Diseño del sistema de drenaje sanitario barrió La Laguna y diseño de pavimento rígido del camino que conduce a la aldea San Nicolás, municipio de Estanzuela, departamento de Zacapa.* p. 31.

2.1.8. Principios hidráulicos

La ecuación de Manning se utiliza para flujo laminar en canales. En trabajos realizados a finales del siglo XX Robert Manning dio a conocer su famosa ecuación para flujo de lámina libre; aunque esta fue originalmente concebida para el proyecto de canales abiertos, actualmente se utiliza para conductos cerrados.

$$V = \frac{Rh^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde

V = velocidad [metros por segundos]

Rh = radio hidráulico

n = coeficiente de rugosidad

S = pendiente

La ecuación es una función utilizada para hallar el coeficiente de velocidad C , que depende del radio hidráulico y el coeficiente de rugosidad n , por el tipo de material (cemento, PVC, HG, etc.), que se utiliza para conducir el flujo.

$n = 0.010$ para tubería PVC

Se continúa con la fórmula de continuidad:

$$Q = V * A$$

Donde

Q = caudal

V = velocidad del flujo

A = área de la sección de la tubería

$$Q = \left[\frac{\pi}{4} \right] * [6 * 0,0254]^2 * 4,385 * 100$$

$$Q = 79,99 \text{ l/s}$$

2.1.8.1. Relaciones hidráulicas

Las relaciones hidráulicas están basadas principalmente en la ecuación del caudal parcialmente lleno. En experimentos, realizados se han considerado parámetros de diseño para optimizar su funcionalidad, tales como:

- El caudal de diseño debe ser menor que el caudal a sección llena $q < Q$
- La velocidad de diseño v no tiene que ser menor que 0,60 m/s, ni mayor que a 3,00 m/s.
- La relación d/D para alcantarillados sanitarios tiene que estar entre los valores de 0,10 y 0,75

Estas relaciones son necesarias para asegurar que el sistema funcionará adecuadamente y sus parámetros son los siguientes:

Relación de caudales

$$\frac{q}{Q}$$

Donde

q = caudal de diseño

Q = caudal a sección llena

Relación de velocidades

$$\frac{v}{V}$$

Donde

v = velocidad de diseño

V = velocidad a sección llena

Relación de tirantez

$$\frac{d}{D}$$

Donde

d = diámetro de diseño

D = diámetro a sección llena

2.1.9. Cálculo hidráulico

Se detallan los procedimientos y los cálculos para el diseño de un drenaje sanitario, se utilizan los conceptos descritos con anterioridad, facilitando así la mayor comprensión.

2.1.9.1. Especificaciones técnicas

En el desarrollo del diseño de alcantarillado sanitario se evalúan y utilizan los criterios de los diagramas, tablas y sus aplicaciones, a continuación se detalla de qué manera se utilizan los criterios de diseño antes mencionados, el tipo de tubería y los parámetros que permiten evaluar si el diseño será eficiente y beneficioso para la población.

Se muestra como un ejemplo, el diseño de un tramo del drenaje sanitario para la aldea Sajcavillá.

2.1.9.2. Ejemplo de diseño de un tramo

Se diseñará el tramo comprendido entre el pozo de visita P2 – P3 del ramal principal; los datos son los siguientes:

- Tipo de sistema: alcantarillado sanitario
- Período de diseño: 23 años
- Población actual: 1568 habitantes
- Población futura: 3095 habitantes
- Tasa de crecimiento: 3 %
- Habitantes por vivienda: 8 habitantes
- Dotación: 150 L/hab/día
- Factor de retorno: 0.80
- Tubería a utilizar: PVC
- Velocidad mínima: 0,40 m/s
- Velocidad máxima: 4,00 m/s

Cálculo de tramo P2 – P3

- Cota de terreno inicial (CTi): 195.97 m
- Cota de terreno final (CTf): 192.13 m
- Distancia entre pozos (DH): 36.00 m

Procedimiento

Población actual en el tramo: 184 hab.

$$Pf = 184 * (1 + 0.03)^{23} = 363 \text{ hab}$$

Pendiente del terreno (S%)

$$S_{terreno} = \left(\frac{C_{Ti} - C_{Tf}}{L} \right) * 100$$

$$S_{terreno} = \left(\frac{195,97 - 192,13}{36} \right) * 100 = 10,49 \%$$

Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \left(\frac{150 * 184 * 0,8}{86\ 400} \right)$$

$$Q_{dom} = 0,256 \text{ l/s}$$

Caudal por conexiones ilícitas

$$Q_{ilícito} = 0,10 * 0,256$$

$$Q_{ilícito} = 0,0256 \text{ l/s}$$

Caudal medio

$$Q_{med} = Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ci} + Q_{inf}$$

$$Q_{med} = 0,256 + 0 + 0,0256 + 0 = 0,282 \text{ l/s}$$

Factor de caudal medio

$$F_{Qm} = \frac{0,282}{184}$$

$$F_{Qm} = 0,001532$$

Ya que el resultado queda en un rango aceptable, entonces se toma el factor de caudal medio más próximo al resultado, en este caso es 0,002.

Factor de flujo instantáneo (FH)

$$F.H. = \left(\frac{18 + \sqrt{\frac{184}{1000}}}{4 + \sqrt{\frac{184}{1000}}} \right)$$

$$F.H. = 4,16$$

Caudal de diseño (Qd)

$$Q_{diseño} = 0,002 * 4,16 * 184$$

$$Q_{diseño} = 1,53 \text{ l/s}$$

Diseño hidráulico

$$\text{Diámetro} = 6''$$

$$S_{tub} = 10.5 \%$$

Utilizando la ecuación de Manning; se encuentra la velocidad a sección llena:

$$V = \left(\frac{0,03429 * (6)^{2/3} * (0,105)^{1/2}}{0,01} \right) = 3,668 \text{ m/s}$$

Caudal a sección llena

$$Q = \left[\frac{\pi}{4} \right] * [6 * 0,0254]^2 * 3,668 * 100$$
$$Q = 66,93 \text{ l/s}$$

Relaciones hidráulicas

$$q/Q = \frac{1,53}{66,93} = 0,022879$$

De la tabla de relaciones hidráulicas se obtienen los siguientes resultados:

Relación de velocidades: $v/V = 0,411234$

Relación de tirantes: $d/D = 0,104$

Velocidad sección no llena

$$v = v/V * V$$
$$v = (0,3883) * (3,67 \text{ m/s}) = 1,51 \text{ m/s}$$

Verificando relaciones hidráulicas

$0,40 < v < 4,00$ $v = 1,51 \text{ m/s}$ Sí cumple.

$0,10 < d/D < 0,75$ $d/D = 0,104$ Sí cumple.

Los parámetros utilizados en el diseño cumplen con todos los chequeos, ya que al hacer las proyecciones a futuro tanto la velocidad como el tirante hidráulico, se acoplan perfectamente a las condiciones mínimas.

Cálculo de cotas invert

$$CT = 195,97 \text{ m}$$

$$S \% = 10,5 \%$$

$$DH = 36 \text{ m}$$

$$Cie \text{ PV-1} = 194,85 \text{ m}$$

$$C_{is} = 194,82 - 0,03$$

$$C_{is} = 194,82 \text{ m}$$

En este ejemplo se utiliza esta ecuación debido a que no es un tramo inicial, sino que es una continuación de la red principal.

$$C_{ie} = 194,82 - \left(\frac{0,105 \cdot 36}{100} \right)$$

$$C_{ie} = 191,11 \text{ m}$$

Profundidad de pozos

$$H_{PV-2} = 195,97 - 194,82$$

$$H_{PV-2} = 1,30 \text{ m}$$

$$H_{PV-3} = 192,13 - 191,11$$

$$H_{PV-2} = 1,17 \text{ m}$$

2.1.10. Propuesta de tratamiento

En el tratamiento se analizan las condiciones locales para hallar el tipo de contaminantes que se encuentren y con esta información determinar la mejor manera en la que se puedan depurar.

Encontrando una solución satisfactoria para este caso debe analizarse de manera ordinaria, ya que las aguas residuales son generadas por actividades domésticas.

2.1.10.1. Diseño de fosas sépticas

En lugares donde no existe alcantarillado, y no es posible alejar los desechos líquidos (provenientes de casas aisladas, pequeños grupos, escuelas, entre otros con la facilidad y sencillez que permiten esas instalaciones, se ha adoptado como medio secundario la fosa séptica, ya que es una instalación que, si se le presta la atención debida, resuelve en forma satisfactoria el problema de la evacuación de pequeños volúmenes de aguas negras.

Algunos de los sólidos se eliminan del agua, otros se digieren y otros quedan en el tanque. Hasta un 50 por ciento de los sólidos que se acumulan en el tanque se descomponen; el resto se acumula como lodo en el fondo y debe bombearse periódicamente del tanque.

Los principales factores que deben tenerse en cuenta para fijar la capacidad y dimensiones del depósito séptico son:

- Caudal medio diario de las aguas residuales
 - 190 lts. X persona/día para vivienda
 - 98 lts. X persona/día para campamentos
 - 64 lts. X persona/día para escuelas diurnas

- El período de retención, que varía de 1 a 3 días y que suele ser de 24 horas.

- Volumen y espacio necesario para acumulación de fangos, para un período de limpieza de 2 a 3 años.
 - 30 a 60 lts. X persona (para 2 años)

- Relación longitud: ancho
 - Longitud: 2 a 3
 - Ancho 1 a 1

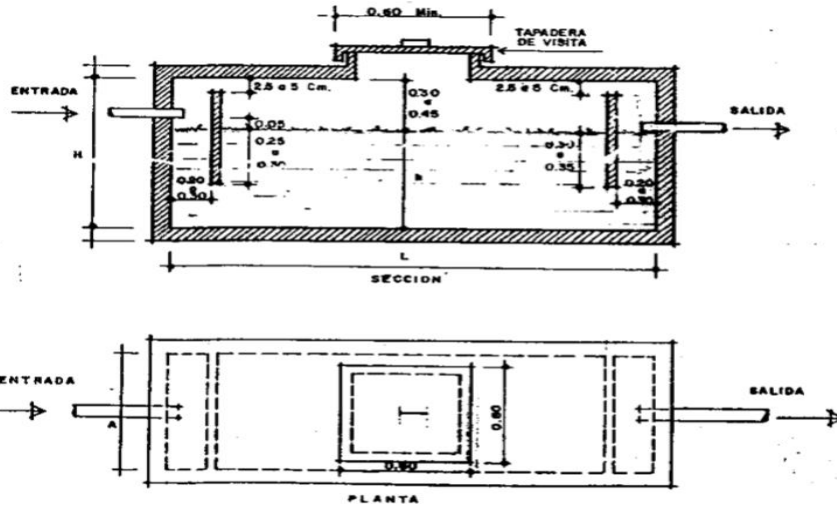
En las tablas se indican las diferentes dimensiones de fosas sépticas rectangulares que con los factores anteriormente mencionados fueron calculadas, las cuales ofrecen espacio suficiente para la acumulación de lodos por un período de 2 a 3 años, más un volumen adicional equivalente a la afluencia de aguas residuales en 24 horas.

Tabla IV. **Capacidades para fosa séptica viviendas particulares**

Núm. Máx. de personas servidas	Capacidad líquida nominal del depósito en lts.	DIMENSIONES RECOMENDADAS EN METROS		
		A	h	H
		Ancho	Profundidad capa líquida	Profundidad total
4	1 890	0,90	1,22	1,52
6	2 270	0,91	1,22	1,52
8	2 840	1,06	1,22	1,52
10	3 400	1,06	1,38	1,68
12	4 160	1,22	1,38	1,68
14	4 920	1,22	1,38	1,68
16	5 680	1,38	1,38	1,68

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 126.

Figura 6. Fosa séptica de un compartimiento



Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2*. p. 125.

En este proyecto no se realizó un diseño de fosa séptica, ya que todo el sistema descargará en una planta de tratamiento que corresponde a la fase 2 tomando en consideración el diseño y estudio de este proyecto.

2.1.10.2. Dimensionamiento de los pozos de absorción

El pozo de absorción consiste en una excavación en el terreno por lo general de 1,50 a 2,50 metros de diámetro y una profundidad que generalmente varía de 6 a 12 metros, al cual se vierten las aguas negras sedimentadas provenientes de la fosa séptica. Para determinar la profundidad del pozo debe hacerse la prueba de absorción a diferentes profundidades.

Tabla V. **Coefficiente de absorción del terreno del pozo**

Tiempo en min. para que el nivel baje 2.5	Superficie de filtración requerida por hab. y por día m ² (K1)
1	0,88
2	1,08
5	1,44
10	2,25
30	4,5
Más de 30	Terreno inadecuado

Fuente: CABRERA, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 2.* p. 128.

Para efectuar la prueba de absorción a medida que se va excavando, se hacen excavaciones de 0,30 por 0,30 m de base por 0,35 m de profundidad y se le colocan en el fondo 0,05 de arena gruesa o grava; luego se llena de agua y se deja que filtre totalmente. Después se vuelve a llenar, de manera que el agua permanezca en él por lo menos 4 horas, de preferencia por la noche, para que el terreno se sature. Posteriormente se ajusta el agua hasta una profundidad de 0,15 m y se determina el tiempo que tarda en bajar 2,5 cm. o velocidad de filtración.

Para calcular las dimensiones del pozo no debe tomarse en cuenta el fondo de la excavación, porque se colmata rápidamente, sino solo el área lateral. Una vez conocido el coeficiente de absorción y el diámetro, la profundidad del pozo se puede calcular con la siguiente relación:

$$H = \frac{K_1 * N}{N * \phi}$$

Donde

H = profundidad del pozo

N = número de personas servidas

K_1 = coeficiente de absorción

\emptyset = diámetro de tubería

2.1.11. Elaboración de planos finales de drenaje sanitario

Para este proyecto se elaboró un total de cinco planos, como se describen a continuación:

- Planta de distribución drenaje sanitario.
- Planta– perfil de ramal 1 del PV1 – PV20.
- Planta – perfil de ramal 2, ramal 3, ramal 4 del PV21-PV26.
- Planta – perfil de ramal 4.1, ramal 4.2, ramal 4.3, ramal 4.4, ramal 5, del PV27-PV36.
- Detalles de pozos de visita y de conexión domiciliar.

2.1.12. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales que se encuentran en el mercado de la construcción; en relación con la mano de obra se aplicaron precios del medio constructivo y de la municipalidad; para los indirectos se aplicó el 29 %.

El costo total del proyecto es de Q. 2, 107 351,50 (dos millones ciento siete mil trescientos cincuenta y un quetzales con cincuenta centavos). Se presentan los factores que se tomaron en cuenta para este presupuesto:

Tabla VI. **Cálculo de prestaciones**

Cálculo de prestaciones		
Días del año	365 días	
Jornada laboral	8 hrs	
Días no trabajados	105 días	
Días efectivos de trabajo	260 días	
Relación porcentual	Relación	%
Días no trabajados	0,4038	40
Indemnización	0,1154	12
Bono 14	0,1154	12
Aguinaldo	0,1154	12
IGSS (patronal)	0,1067	11
TOTAL	0,8567	86
Factor ayudante		
Cálculo de 3 albañiles y dos ayudantes		
Salario mínimo diario	78,72	
Bonificación	250	
Salario mínimo	2 611,60	
Salario mínimo diario	87,05	
Pago a destajo albañil	140	
FA	0,41	41,45 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Factores utilizados

Gastos administrativos	10 %
Gastos de seguros y fianzas	1 %
Imprevistos	3 %
Utilidad estimada	15 %
IVA	12 %
Factor de prestaciones	86 %
Factor de mano obra (ayudante)	41 %

Fuente: elaboración propia.

El costo del metro lineal del proyecto será de Q. 842,94 (ochocientos cuarenta y dos quetzales con noventa y cuatro centavos).

Tabla VIII. Cuadro de resumen del presupuesto drenaje sanitario

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO ALDEA SAJCAVILLÁ EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALCANTARILLADO SANITARIO						
ALCANTARILLADO SANITARIO						
1,00	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	2 500,00	ML	Q 62,84	Q	157 089,68
2,00	EXCAVACIÓN	3 507,99	M³	Q 87,41	Q	306 634,81
3,00	RELLENO	3 535,31	M³	Q 133,36	Q	471 451,41
4,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 6' NORMA ASTM 3034	2 500,00	ML	Q 228,88	Q	572 207,71
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES	212,00	UNIDAD	Q 1 689,18	Q	358 106,06
6,00	POZOS DE VISITA h: 1,20 - 1,50	33,00	UNIDAD	Q 5 658,98	Q	186 746,24
7,00	POZOS DE VISITA h: 1,50 - 1,80	4,00	UNIDAD	Q 6 544,79	Q	26 179,18
8,00	POZOS DE VISITA h: 2,30- 3,10	3,00	UNIDAD	Q 9 645,47	Q	28 936,41
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q	2 107 351,50

Fuente: elaboración propia.

2.1.13. Cronograma de ejecución

El cronograma es un elemento básico para la medición del tiempo para la ejecución del proyecto del sistema de alcantarillado sanitario de la aldea Sajcavillá del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.

Figura 7. Cronograma de ejecución drenaje sanitario

CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		CONSTRUCCION SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO														
ALDEA SAJCAVILLÁ		ALDEA SAJCAVILLÁ														
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EFS		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EFS														
PRESISTA: ROSA MIRIAM NOVALES ROJADÁN		PRESISTA: ROSA MIRIAM NOVALES ROJADÁN														
RESUMEN DE REENCIONES DE TRABAJO		RESUMEN DE REENCIONES DE TRABAJO														
NUM.	DESCRIPCIÓN	MES No.1			MES No.2			MES No.3			MES No.4					
		SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15
	ALCANTARILLADO SANITARIO	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79												
1.00	TRAZO Y REFRANTE TOPOGRÁFICO	Q	157 069,48													
2.00	EXCAVACIÓN	Q	306 694,81													
3.00	RELLENO	Q	471 461,41													
4.00	INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 6 NORMA ASTM 3034	Q	572 207,71													
5.00	CONEXIONES DOMICILIARES	Q	338 106,06													
6.00	POZOS DE VISITA h: 1.20 - 1.50	Q	184 746,24													
7.00	POZOS DE VISITA h: 1.50 - 1.80	Q	24 179,18													
8.00	POZOS DE VISITA h: 2.30-3.10	Q	28 936,41													
	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	Q	2 107 351,50													
			Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79	Q3 141,79

Continuación de la figura 7.

CONTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO		CONTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO															
ALDEA SAJCAVILLÁ		ALDEA SAJCAVILLÁ															
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS EPESITA: ROSA MIRIAM MOJALES ROLDÁN		EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS EPESITA: ROSA MIRIAM MOJALES ROLDÁN															
RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE TRABAJO		RESUMEN DE RENDIMIENTOS DE TRABAJO															
NÚM.	DESCRIPCIÓN	MES No. 5				MES No. 6				MES No. 7				MES No. 8			
ALCANTARILLADO SANITARIO		SEMANA 17	SEMANA 18	SEMANA 19	SEMANA 20	SEMANA 21	SEMANA 22	SEMANA 23	SEMANA 24	SEMANA 25	SEMANA 26	SEMANA 27	SEMANA 28	SEMANA 29	SEMANA 30	SEMANA 31	SEMANA 32
TOTAL																	
1.00	TIRADO TREPANTRO TOPOGRÁFICO	Q 157,089.68															
2.00	EXCAVACIÓN	Q 304,634.83															
3.00	RELLENO	Q 471,451.41															
4.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 6 NORMA ASTM 3034	Q 572,207.71											Q28,610.39	Q57,220.77	Q5,145.87		
5.00	CONEXIONES DOMICILIARES	Q 355,106.06	Q125,337.13	Q71,621.21	Q17,505.30	Q71,621.21	Q71,621.21	Q71,621.21	Q53,715.91	Q17,905.30							
6.00	POZOS DE VIBIA H: 1.20 - 1.50	Q 184,746.24								Q18,674.62	Q28,011.94	Q4,460.72	Q3,926.88	Q1,389.98	Q1,389.98		
7.00	POZOS DE VIBIA H: 1.50 - 1.80	Q 24,179.18	Q5,235.84	Q5,235.84	Q5,235.84	Q5,235.84	Q5,235.84	Q5,235.84	Q5,235.84	Q5,235.84	Q4,460.72	Q3,926.88	Q1,389.98	Q1,389.98	Q19,624.38	Q5,544.79	Q19,624.38
8.00	POZOS DE VIBIA H: 2.30 - 3.10	Q 28,934.41	Q5,787.28	Q10,127.74	Q2,893.64	Q5,787.28	Q1,446.82	Q7,234.10	Q10,127.74	Q4,340.46	Q4,355.44	Q1,446.82	Q462.43	Q17,361.85	Q2,893.64	Q2,315.17	Q20,355.49
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q2,644,331	Q136,360.24	Q86,984.79	Q23,416.86	Q87,644.33	Q79,303.87	Q84,091.15	Q67,770.53	Q42,305.27	Q38,858.10	Q80,670.64	Q5,950.24	Q42,146.10	Q12,106.35	Q8,859.56	Q39,880.87
TOTAL		Q2,107,351.50															

Fuente: elaboración propia.

2.1.14. Evaluación socioeconómica

Es importante el análisis objetivo de la realidad financiera y de los beneficios que puedan implicar la realización del proyecto.

2.1.14.1. Valor presente neto

El valor presente neto (VPN) es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo. Permite determinar si una inversión cumple con el objetivo básico financiero; maximizar la inversión.

- Si es positivo significará que el valor de la firma tendrá un incremento equivalente al valor del valor presente neto.
- Si es negativo quiere decir que la firma reducirá su riqueza en el valor que arroje el VPN.
- Si el resultado del VPN es cero, la empresa no modificará el monto de su valor.

VPN<0;

VPN=0;

VPN>0

El proyecto a realizar es un beneficio para la comunidad y se cataloga de carácter social; es por esa razón que no se contempla ningún tipo de utilidad, los egresos se establecen como el costo total del proyecto.

$$\text{VPN} = 0 - Q$$

$$\text{VPN} = -Q$$

2.1.14.2. Tasa interna de retorno

Es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

Para este proyecto el valor de presente neto es igual a cero, por ser de carácter social, ya que no se prevé ningún tipo de ingreso; por esta razón no se realizará el cálculo de la TIR por medio de las ecuaciones.

2.1.15. Administración, operación y mantenimiento

Es la aplicación de técnicas o mecanismos que permiten conservar el alcantarillado en buenas condiciones físicas y de funcionamiento, con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo con la vida útil para la que fue diseñada.

Como una acotación importante, es que el sistema sanitario sea sometido a inspecciones de limpieza, en periodos de tiempo, y que sea considerado como mínimo la limpieza de los pozos y de las líneas de distribución y verificación de cajas y tapas.

La responsabilidad de administrar, operar y dar mantenimiento estará a cargo del comité de la aldea. Este comité tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del alcantarillado.

2.1.16. Estudio de impacto ambiental

Se realiza el estudio con base en el formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) Consejo Nacional de Áreas Protegidas; se hace constar que se trata del proyecto del diseño de drenaje sanitario para la aldea Sajcavillá, San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.1.16.1. Estudio de impacto ambiental inicial

Tiene las siguientes características:

- Utilizará para su construcción cal, cemento, arena y pedrín.
- El equipo que se utilizará será una retroexcavadora.
- El número de trabajadores corresponde a: 9 albañiles y 6 peones.
- El proyecto tendrá una duración de 8 meses, durante los cuales se encontrarán en dicha área.
- La longitud del tramo es de 2 500 metros lineales que se encuentran en áreas no protegidas.
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo. No tiene ningún tipo de riesgo.
- Durante la fase de excavación se tendrá polvo pues se removerá tierra; para este movimiento se utilizarán vehículos pequeños, al retirar el material sobrante.

- Para evitar molestias por la generación de polvo se humedecerá la calle para disminuir este efecto.
- Los ruidos producidos por los trabajadores son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento será el servicio municipal de agua.
- Será utilizado 1 metro cúbico/día, para preparación de concreto y para la limpieza de las áreas.
- Habrá movimiento de tierra, corte y relleno sin movilización fuera del área de la actividad; esto en el momento del zanjeo y no se hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos, ya que se respetarán los alineamientos actuales del terreno.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque.

2.2. Diseño de línea de conducción de agua potable para el caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez

El proyecto a realizar para abastecer a la población se plantea como bien común ya que se brindará un servicio continuo y sostenible para mejorar el desarrollo de la comunidad.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el diseño de una línea de conducción por gravedad y un pequeño tramo por bombeo, que abarcará desde el tanque de

captación hasta el tanque de distribución, con una longitud aproximada de cinco mil metros lineales, utilizando tubería PVC de diámetros varios.

2.2.1.1. Visita preliminar

Para las visitas de campo se realizó una reunión con los miembros del comité del caserío Santa Rosa, para recorrer el lugar y de esta manera dar un croquis aproximado del lugar, representando la topografía, derechos de paso, posición del tanque de almacenamiento y ubicación de la fuente, definiendo la ubicación dentro de del caserío; con esta información se puede plantear que el sistema a diseñar sea funcional y compatible, para cubrir así las necesidades de la población.

Con estas visitas se pudo generar información general del lugar como el aproximado de habitantes de la población que se beneficiarán con la ejecución del proyecto, ya que este caserío carece de un sistema de abastecimiento de agua potable.

2.2.2. Fuente de agua

La fuente existente es un nacimiento de tipo acuífero libre con brote definido en laderas.

2.2.2.1. Aforo de la fuente

Se realizó en época de estiaje para asegurar la fuente y suprimir la demanda de agua, esto por medio del método volumétrico, el cual consiste en medir el caudal por medio de un volumen conocido con base en el tiempo de llenado y obtener la capacidad del nacimiento determinado por la comunidad.

Para obtener un dato más aproximado se hicieron 4 tomas en el aforo en un recipiente de 2,64 galones (10 litros) utilizando un cronómetro sencillo.

Tabla IX. **Cálculo de aforo**

Cálculo de aforo caserío Santa Rosa				
Núm.	Tiempo de aforo (seg.)	Volumen (Litros)	Caudal (Lts/seg)	Caudal GPM
1	1,83			
1	1,84			
1	1,82			
1	1,83			
4	1,83	10	5,46	86,74

Fuente: elaboración propia.

2.2.3. **Calidad del agua**

Para determinar la calidad del agua será necesaria la recolección de un adecuado número de muestras para análisis químico sanitario de las diversas fuentes posibles para el abasto, con el fin de determinar la conveniencia e inconveniencia de su uso, así como los métodos recomendables de tratamiento que se requieran, de conformidad con las normas que la Dirección General de Sanidad Pública establece.

Para determinar si el agua es conveniente o inconveniente para su uso, se realizaron en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los exámenes que comprenden los análisis físicos, químicos, bacteriológicos y microscópicos.

Las muestras de agua fueron tomadas directamente de la fuente, y transportadas en condiciones de refrigeración al laboratorio, antes de 24 horas.

Los resultados que se muestran dan como resultado que el agua es sanitariamente segura para el consumo humano y se recomienda como medida de seguridad, un tratamiento bacteriológico a base de cloro.

Los análisis están basados en la norma Coguanor 29001 y en la toma de muestras bajo Coguanor NGO 29002 h18 y Coguanor NGO 29002 h19; dichas normativas son exigidas por el Código de Salud en el artículo 88 y los resultados pueden observarse en el anexo.

2.2.3.1. Examen bacteriológico

Mediante el examen bacteriológico es posible determinar la presencia del grupo coliforme total, representado por la *Escherrichia coli*, la cual es una bacteria que no es patógena pero se encuentra presente en los intestinos de los seres vivos.

El examen se realiza basándose en la probabilidad que tenga el agua de contaminación de organismos patógenos que causan enfermedades gastrointestinales, principalmente con materia fecal; se busca la presencia del grupo coliforme, que está comprendido de los bacilos *Escherrichia coli* y el *Aerobacher aerogenes*. El primero es huésped normal del intestino del hombre.

El *Aerobacher aerogenes* además de localizarse en las heces, es frecuente encontrarlo en raíces de vegetales y algunas semillas.

Estos bacilos son aerobios o anaerobios facultativos.

Como resultado del examen bacteriológico, se indica que el agua es apta para el consumo humano, basados en la Norma Coguanor 29 001. Pero dentro del mismo análisis se hace la observación que es recomendable un sistema de desinfección a base de pastillas de cloro, para de este modo evitar cualquier contaminación que pueda darse en los accesorios, elementos o tuberías del sistema de agua potable.

2.2.3.2. Análisis fisicoquímico

Este análisis determina las características físicas del agua, las cuales son percibidas a través de los sentidos por medio del olor, color, sabor, el potencial hidrógeno, que determina la acidez o alcalinidad del agua; y la turbidez que es el efecto óptico que es consecuencia de la dispersión o interferencias de los rayos luminosos que pasan a través del agua, la que contiene pequeñas partículas en suspensión.

Dentro de este examen se puede hacer un análisis químico, ya que permite determinar las cantidades de materia mineral y orgánica que se encuentran en el agua, que pueden afectar su calidad, se proporcionan datos acerca de su contaminación y puede mostrar variaciones ocasionadas por el tratamiento, lo cual es indispensable para controlar el proceso de purificación del agua.

Las sustancias minerales químicas contenidas en el agua deben encontrarse en concentraciones inferiores a ciertos límites permisibles y aceptables, de lo contrario pueden afectar la salud, le dan mal olor y sabor al agua y además dañan la tubería y equipo; entre los aspectos a determinar se tienen: la alcalinidad, la dureza, los aniones (hierro, calcio, magnesio, entre otros) y los cationes (cloruro, flúor, nitritos, sulfatos, entre otros).

El resultado que se obtuvo del examen fisicoquímico sanitario indica que el agua está dentro de los parámetros; desde el punto de vista de la calidad química el agua cumple con la norma Coguanor NGO 29001. Todas las determinaciones se encuentran dentro de los límites máximos aceptables.

2.2.4. Levantamiento topográfico

Se efectuará el levantamiento topográfico de las líneas que unan las fuentes de abastecimiento de agua con las poblaciones beneficiadas. En el levantamiento topográfico deben localizarse detalles importantes como las estructuras ya existentes, pasos de ríos, quebradas y zanjones. También deben trazarse las líneas principales y los ramales secundarios que se usarán.

El levantamiento topográfico se realizó con una estación total, por lo tanto se clasifica como primer orden.

2.2.4.1. Altimetría

En la altimetría se determinan las diferencias de alturas entre cada uno de los puntos que se tomen de referencia en el terreno.

2.2.4.2. Planimetría

Con la planimetría se fijaron las posiciones de los puntos proyectados en un plano horizontal sin importar sus elevaciones.

2.2.5. Bases para el diseño hidráulico

En el diseño para una línea de conducción, se toman en consideración factores que determinen el tipo de diseño que se pueda realizar, siendo estos importantes para lograr las proyecciones de abastecimiento de agua a la población en la actualidad y a futuro.

2.2.5.1. Población actual y tasa de crecimiento

La población actual del caserío Santa Rosa actualmente es de 1 000 habitantes, con una tasa de crecimiento de 2,35 %.

2.2.5.2. Periodo de diseño

Es el tiempo durante el cual una obra va a prestar un servicio satisfactorio, según recomiendan instituciones como Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar) es de 20 años; este es el tiempo en que la capacidad del sistema atiende la demanda que es eficiente en un 100 por ciento, concluyendo este lapso deja de prestar un sistema de buen servicio; adicionalmente se debe tomar en cuenta el período de planificación, financiamiento, diseño y construcción de dicho proyecto.

Debido a que el sistema previsto es por gravedad y bombeo el período de diseño se contempló, para la línea de conducción de 20 años de funcionamiento, con 1 año de trámite y de ejecución, dando así un período total de diseño de 21 años.

2.2.5.3. Población futura

En el diseño se utilizará el método del crecimiento geométrico. Este método es apropiado para poblaciones pequeñas y tiene la ventaja de que no necesita muchos datos de información.

$$P_f = P_o(1 + r)^n$$

En donde

P_f = población futura

P_o = población inicial

r = tasa de crecimiento en %

n = periodo de diseño

Para el siguiente estudio se trabajó con la siguiente información:

Población actual $P_o = 1\ 000$ hab.

Tasa de crecimiento $r = 2,5\ %$

Periodo de diseño $n = 20$ años

$$P_f = 1\ 000 * (1 + 0,025)^{20}$$

$$P_f = 1\ 591\ hab.$$

2.2.5.4. Dotaciones

La dotación de agua es la cantidad de agua asignada a cada habitante, expresada en litros por habitantes por día. Para determinar la dotación se consideran todos los servicios de consumo y las pérdidas físicas.

Según las normas diseño de abastecimiento de agua potable se tiene lo siguiente.

Tabla X. **Dotaciones indicadas en las normas de diseño**

DESCRIPCIÓN	DOTACIÓN (LTS/HAB/DÍA.)
Llenacántaros	15-40
Conexiones prediales	60-90
Conexiones domiciliarias en el área rural	90-150
Conexiones domiciliarias en el área urbana	150-250

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 52.

Para este diseño en particular se utiliza una dotación de 100 Lt./hab./día, para conexiones domiciliarias en el área rural.

2.2.5.5. Factores de consumo

Se toman en consideración la hora y el día máximo, basándose en que la medición sufre de variaciones durante el día, ya que estos parámetros indican el consumo en la población.

2.2.5.5.1. Factor día máximo

Se basa principalmente en el consumo máximo de un día durante el registro de un año; el factor de día máximo será pequeño cuando las poblaciones sean muy grandes y se utilizará un factor grande cuando las poblaciones sean pequeñas, ya que el mismo es para prever el uso simultáneo del servicio.

$$FDM = \frac{Q_{d_{max}}}{Q_{md}}$$

Donde

FDM = factor de día máximo

$Q_{d_{max}}$ = caudal diario máximo

Q_{md} = caudal medio

$$FDM = 1,3$$

Este se usará para determinar el caudal de conducción, cuando no se tengan datos del caudal diario máximo. Según la norma Unepar 4.3.1. Inciso c) establece los siguientes rangos:

Tabla XI. **Consumo máximo diario según norma de diseño Unepar**

CONSUMO MÁXIMO DIARIO	
Habitantes	Rango
Poblaciones futuras < 1 000	1,2 - 1,5
Poblaciones futuras > 1 000	1,2
Área rural	1,2 - 1,8
Área urbana	2

Fuente: elaboración propia.

2.2.5.5.2. Factor hora máximo

Durante el día hay horas en que los consumos son máximos, debido al uso simultáneo del servicio por parte de la mayoría de los habitantes de una comunidad, ya que es el número de veces que se incrementa el caudal medio

diario para satisfacer la demanda; se utiliza en el diseño de redes de distribución.

$$FHM = \frac{Q_{h_{max}}}{Q_{md}}$$

Donde

FHM = factor de hora máximo

$Q_{h_{max}}$ = caudal hora máximo

Q_{md} = caudal medio

Cuando no se cuenta con datos de consumo máximo horarios, Unepar 4.3.1 incisos d), recomienda:

Tabla XII. **Consumo máximo horario según norma de diseño Unepar**

CONSUMO MÁXIMO POR HORA	
Habitantes	Rango
Poblaciones futuras < 1 000	2 - 3
Poblaciones futuras > 1 000	2
Área rural	1,8 - 2
Área urbana	2 - 3

Fuente: elaboración propia.

2.2.5.6. Caudales de diseño

Es el caudal con el cual se hace el cálculo hidráulico para el sistema de agua.

2.2.5.6.1. Caudal medio diario

El caudal medio diario es el producto de multiplicar la dotación adoptada por el número de habitantes que se hayan estimado para el final del período de diseño, dividido entre el número de segundos que tiene un día.

$$Q_{med} = \frac{\text{Dotación} * \text{población}}{86\ 400}$$

Donde

Q_{med} = caudal medio

$Población$ = futura

$$Q_{med} = \frac{100 * 1\ 591}{86\ 400} = 1,84 \text{ l/s}$$

2.2.5.6.2. Caudal máximo diario

Se utiliza para el diseño de líneas de conducción por gravedad y es el máximo caudal producido en un día durante un período de observación de un año.

$$Q_{dmax} = Q_{med} * FDM$$

Donde

FDM = factor de día máximo

Q_{med} = caudal medio

Q_{dmax} = caudal de día máximo

$$Q_{dmax} = 1,84 * 1,3 = 2,39 \text{ l/s}$$

2.2.5.6.3. Caudal máximo horario

En este caudal se demanda el mayor consumo durante un día en un año, se utiliza para el diseño hidráulico de la red de distribución.

$$Q_{hmax} = Q_{med} * FHM$$

Donde

FHM = factor de hora máximo.

Q_{med} = caudal medio

Q_{hmax} = caudal de hora máximo

$$Q_{hmax} = 1,84 * 2,2 = 4,05 \text{ l/s}$$

2.2.5.6.4. Velocidades máximas y mínimas

Los parámetros establecidos que dan a conocer la velocidad a la que se debe de conducir en la tubería el agua, para que esta llegue al punto establecido son dictados por la norma Unepar, tomándose para el diseño las siguientes.

- En conducción como máxima 0,40 metros por segundo y como mínima 3,00 metros por segundo.
- En distribución como máxima 0,60 metros por segundo y como mínima 3,00 metros por segundo.
- La velocidad en las líneas por bombeo debe mantenerse en un rango de 0,40 metros por segundo y 3,00 metros por segundo.

2.2.5.6.5. Presiones máximas y mínimas

La presión hidrostática máxima en líneas de conducción y de distribución debe ser menor que la presión de trabajo de la tubería a utilizar, aunque hay que tomar en cuenta la calidad de los accesorios y las válvulas, para evitar fugas cuando el acueducto esté en servicio. Presión mínima de llegada a cualquier obra de arte debe ser de 6 metros columna de agua.

Las presiones en las redes de distribución van a depender de las diferentes alturas que tenga el terreno y tendrán los siguientes valores:

- Presión mínima 10 metros (presión de servicio) y presión máxima 40 metros (presión de servicio).
- Presión estática: se da cuando el líquido contenido en la tubería y en el recipiente que la alimenta, se encuentra en reposo. Es igual al peso específico del agua multiplicado por la altura a que se encuentra la superficie libre del agua. La máxima presión estática a la que puede estar sometida una tubería, por motivos de seguridad, está comprendida entre el 90 y 95 por ciento de la presión de trabajo proporcionada por el fabricante; si se sobrepasa este valor es necesario colocar tubería con mayor resistencia o colocar una caja rompe presión.
- Presión dinámica: se basa en el movimiento del fluido contenido en la tubería, ocasionado por un cambio de presión de un punto a otro, haciendo que la presión estática se convierta en presión dinámica, disminuyendo su valor en función de la fricción generada por el contacto entre el fluido y la pared de la tubería.

2.2.6. Diseño hidráulico

En el cálculo del diseño hidráulico se toman en cuenta factores como la tubería, el tipo de captación, el tipo de línea de conducción que se implementara así como el tipo de almacenamiento adecuado para el agua, entre otros.

2.2.6.1. Tipos de tubería

Toda tubería cuenta con tres características fundamentales, las cuales son, el diámetro, la clase y el tipo de tubería. Respecto al diámetro se debe mencionar que comercialmente a cada tubería se le asigna un diámetro nominal que no es el mismo diámetro interno del conducto. La clase de tubería se refiere a la norma que se usó para su fabricación, íntimamente relacionada con la presión de trabajo. También indica la razón entre el diámetro externo y el espesor de la pared de la tubería. Por último el tipo de tubería se refiere al material de que está fabricada.

Los materiales más comunes usados para las tuberías de acueductos son el cloruro de polivinilo (PVC) y el acero galvanizado (HG). Para este proyecto se utilizó la tubería de PVC con la norma ASTM D-1784y tubería de acero galvanizado cedula 40, trabajando con las siguientes presiones.

- Presión de trabajo de 250 psi (176 mca)
- Presión de trabajo de 160 psi (112 mca)
- Presión de trabajo de 220 psi (313 mca)

2.2.6.2. Diseño de componentes del sistema

Se muestran a continuación, los elementos de los que está compuesto un sistema de agua potable.

2.2.6.2.1. Captación

Son obras estructurales capaces de captar en su totalidad o parcialmente el agua del nacimiento para su almacenamiento; en este caso es una captación típica de brote definido.

Para este proyecto se encuentra ubicado un tanque de captación, donde el brote del nacimiento se encuentra dentro de este; el tanque cumple con las especificaciones estructurales, siendo este de forma rectangular, semienterrado de mampostería, revestido con un alisado de cemento con tapadera de concreto.

Figura 8. Tanque de captación caserío Santa Rosa



Fuente: aldea Estancia Grande, caserío Santa Rosa, Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

2.2.6.2.2. Línea de conducción

Es el conjunto de tubería que está a cargo de conducir desde la fuente hacia la planta de tratamiento y en caso de no existir esta hacia los depósitos o tanques de almacenamiento.

Para un correcto diseño de la línea de conducción se deben de considerar los principios de hidráulica, la carga disponible, piezométrica, pérdidas, así como otras herramientas. Se toma en consideración que el diseño tendrá una primera parte que se conducirá solamente por gravedad, llegando a un punto donde se almacenará en un tanque de succión, para luego ser conducido forzosamente; se basará sobre criterios técnicos y económicos; se consideran aspectos importantes para transportar el caudal deseado, como la carga disponible entre la captación y el tanque donde se almacenará el caudal, el tipo de tubería que sea capaz de soportar las presiones hidrostáticas, así como la superficie en donde se hizo el levantamiento topográfico.

Debido a que no se tienen los registros de los caudales diarios que el caserío consume durante un año, según Unepar-Infom se utilizará el caudal máximo diario.

Para el resto se diseñará una línea de impulsión que transporta desde el tanque de succión hacia el tanque de distribución. Se diseña la línea de impulsión; considerando las recomendaciones de la guía para diseño UNEPAR.

- Línea de conducción por gravedad: para el diseño de líneas de conducción por gravedad se deben determinar las longitudes y los diámetros para poder ajustar las pérdidas a las alturas disponibles.

- Cálculo de carga disponible: es la diferencia de un punto del terreno hacia el otro, donde se considerará evaluar la presión y carga para el diseño de la conducción.

$$H = Ct_o - Ct_f$$

Donde

H = carga disponible

Ct_o = cota inicial de terreno

Ct_f = cota final de terreno

$$H = 1\,067,34 - 1\,007,16$$

$$H = 61,18\text{ m}$$

- Diámetros de tuberías: para diseñarla línea de conducción se busca determinar el diámetro de la sección de tubería necesaria para conducir el caudal de diseño, desde la obra de captación típica hasta el tanque de distribución, a una velocidad adecuada. La ecuación a utilizar para el diseño del sistema es la de Hazzen-Williams, utilizando un coeficiente de rugosidad 150 para tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC), y 100, para tuberías de hierro galvanizado (HG).

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

Donde

\emptyset = diámetro interno de la tubería (pulgadas.)

L = longitud de la tubería (con un incremento de 1.05)

Q = caudal de día máximo o caudal de conducción (litros por segundo)

C = coeficiente de fricción interno (HG =100, PVC = 150)

H_f = diferencia de cotas (metros)

$$\phi = \left(\frac{1\,743,811 * 473,64 * 2,39^{1,85}}{150^{1,85} * 61,18} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\phi = 3'' \text{ y } 2''$$

Se utilizará el diámetro 3 para realizar el cálculo hidráulico.

- Pérdida de la tubería: ya obtenido el diámetro necesario se evalúan las pérdidas que esta tubería generaría al momento de su utilización:

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

Donde

h_f = pérdida de carga (metros)

L = longitud de la tubería (con un incremento de 1,05)

Q = caudal de día máximo o caudal de conducción (litros por segundo)

ϕ = diámetro interno de la tubería (pulgadas)

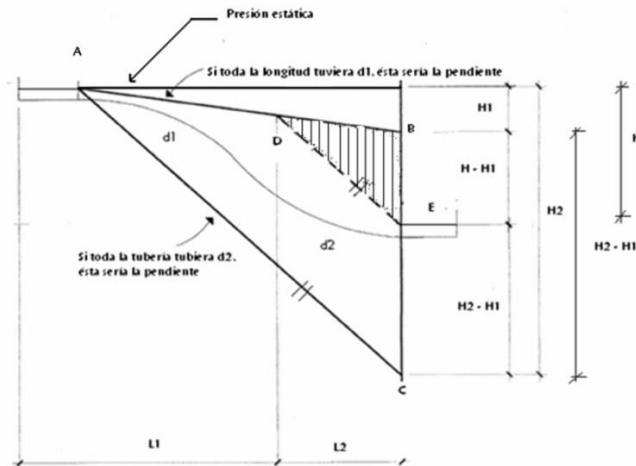
C = coeficiente de fricción interno (HG =100, PVC = 150)

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 473,64 * 2,39^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$H_f = 1,29 \text{ m}$$

- Cálculo de longitudes: en una línea de conducción hay que tomar en cuenta que hay que combinar dos diámetros, uno grande y el otro menor, para hacer que las pérdidas sean iguales a las alturas disponibles. Para ello hay que determinar cuál es la longitud de tubería para cada uno de ellos. Eso se puede determinar con una relación de triángulos, como la que se muestra a continuación.

Figura 9. **Gráfica para determinar longitudes y diámetros**



Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 71.

Para determinar las longitudes para el diseño, de este gráfico se obtienen las ecuaciones siguientes

$$L_2 = \frac{L * (H - h_{\phi_{mayor}})}{h_{\phi_{menor}} - h_{\phi_{mayor}}}$$

$$L_1 = L - L_2$$

Donde

L_1 = longitud basada en el diámetro mayor

L_2 = longitud basada en el diámetro menor

H = carga disponible

$h_{\phi_{mayor}}$ = pérdida de energía calculada por el diámetro mayor

$h_{\phi_{menor}}$ = pérdida de energía calculada por el diámetro menor

$$L_2 = \frac{(61,18 - 1,29)}{13,33 - 1,29} = 6,56$$

$$L_1 = 475 - 6,56 = 468,44$$

- Pérdidas reales: se calculan las pérdidas reales, estas tienen que dar un resultado muy próximo a la diferencia de cotas. Algo muy importante de resaltar es que en las líneas de conducción los diámetros mayores irán al principio de las mismas. Estas se calculan con la misma ecuación de Hazzen-Williams, pero se sustituyen los datos de las longitudes, por las encontradas con base en el diámetro menor y mayor.
- Cotas piezométrica: se representa la energía que el fluido contiene debido a la presión que posee, y se obtiene de esta manera:

$$Cp_{Total} = Ct - h_f$$

Donde

Cp_{total} = cota piezométrica

h_f = pérdida de carga

Ct = cota de terreno

$$Cp_{Total} = 1\,090 - 1,29$$

- Cálculo de velocidad: al encontrar la velocidad de diseño se evalúa el diámetro con el caudal, y los resultados tienen que estar en el rango establecido por las normas Unepar, siendo estos valores: $0,40 \text{ m/s} < 0,82 \text{ m/s} < 3,0 \text{ m/s}$

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

Donde

V = velocidad que produce el agua (metros por segundo)

Q = caudal de día máximo (litros por segundo)

ϕ = diámetro nominal de la tubería (pulgadas)

$$V = \frac{1,974 * 2,39}{(3,23)^2} = 0,452 \text{ m/s}$$

La velocidad está dentro de los parámetros, por lo cual el diámetro propuesto cumple con lo establecido.

- Línea de impulsión: es aquella tubería que va después de la bomba y que conduce generalmente el líquido hacia el tanque de almacenamiento.
- Caudal de bombeo: previo al diseño de la línea de impulsión (bombeo), debe calcularse el caudal que se impulsará; el cual se denomina caudal de bombeo y se calcula de la siguiente manera:

$$Q_B = \frac{Q_{dmax} * 60 \%}{T_B}$$

Donde

Q_B = caudal de bombeo.

Q_{dmax} = caudal diario máximo

T_B = tiempo de bombeo (horas/día)

$$Q_B = \frac{2,39 * 60 \%}{1} = 1,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Determinación del diámetro: es indispensable la determinación del diámetro de la tubería, ya que de él depende la potencia de la bomba, pues si se adapta un diámetro grande, resultarán pérdidas de carga pequeña, por lo que la potencia del sistema será reducida; entonces la bomba es de menor costo, pero el costo de tubería de descarga será elevado, y si el diámetro es pequeño, la tubería será de menor costo, pero la bomba será costosa y consumirá mayor energía. De acuerdo con lo indicado anteriormente, es necesario calcular el diámetro económico de la tubería, el cual será el que presente el menor costo del tubo y de la energía. Por lo que se calculará el diámetro económico usando la siguiente ecuación.

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * Q_b}{v}}$$

Donde

ϕ = diámetro comercial

Q_B = caudal de bombeo

V = velocidad mínima de 0,6 m/s y máxima de 2 m/s

Este rango de velocidad es el considerado, que no produce desgaste ni sedimentación de la misma.

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 1,43}{2}} = 1,19 \text{ pulg.}$$

En este caso se analizará con la velocidad de 2 m/s como muestra del cálculo hidráulico.

- Cálculo de pérdidas de carga: estas son pérdidas de energía que se dan en la tubería por medio del diámetro, la longitud del terreno que se presenta como sus pendientes, el caudal que se transporta y el coeficiente de rugosidad de la tubería a utilizar.

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

Donde

h_f = pérdida de carga (metros)

L = longitud de la tubería (con un incremento de 1,05)

Q = caudal de día máximo o caudal de conducción (litros sobre segundo)

ϕ = diámetro interno de la tubería (pulgadas)

C = coeficiente de fricción interno (HG = 100, PVC = 150)

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 1\,097 * 1,43^{1,85}}{100^{1,85} * 2^{4,87}} = 26,69 \text{ m}$$

Para este cálculo se toma en cuenta un diámetro de 2 pulgadas.

- Potencia por pérdida: la potencia por pérdida se da por la disminución de la energía útil que la bomba comunica al fluido, producida por las paredes de la bomba o de las partículas del fluido entre sí.

$$P_{ot} = \frac{Q_B * h_f}{76 * e}$$

Donde

P_{ot} = potencia de la bomba por pérdida

Q_B = caudal de bombeo

h_f = pérdida de carga

e = eficiencia 60 %

$$P_{ot} = \frac{1,43 * 26,69}{76 * 0,60} = 0,84 \text{ hp}$$

- Costo mensual de amortización de la tubería: asumiendo para este proyecto una tasa de interés del 15 por ciento anual y 10 años para amortizar la tubería. se calcula la amortización a través de la siguiente ecuación:

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

Donde

R = tasa de interés anual

N = número de años en meses

n = número de meses al año

$$A = \frac{0,0125 * (0,0125 + 1)^{120}}{(0,0125 + 1)^{120} - 1} = 0,01613$$

- Carga dinámica total: también llamada altura dinámica total, y es la presión real expresada en metros columna de agua (mca), ya que es la carga total que debe proporcionar la bomba para mover el caudal requerido; para ello deben sumarse todas las pérdidas existentes, a través de la siguiente ecuación.

$$CDT = H_d + H_f + H_v + H_m$$

Donde

CDT = carga dinámica total

H_d = diferencia de cotas entre el tanque de succión y el tanque de distribución

H_f = pérdida de impulsión

H_v = pérdida de velocidad en la tubería

H_m = pérdidas menores por accesorios

$$CDT = 76,52 + 1,86 + 0,003 + 0,19 = 78,58 \text{ m}$$

- Pérdidas por altura en la succión: es la diferencia de la altura del punto donde se hará la descarga y la cota donde se iniciará la succión como la bomba. Tomando con base las alturas indicadas por el estudio topográfico.

$$H_{fs} = cota_{des} - cota_{suc}$$

$$H_{fs} = 1032,22 - 1108,74 = 76,52 \text{ m}$$

- Pérdidas en la tubería de impulsión: se da mediante la pérdida de fricción en la tubería según el coeficiente de fricción interna, debido a la rugosidad, y se calcula mediante la ecuación de Hazzen y Williams, siendo la siguiente.

$$h_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,57}}$$

Donde

h_f = pérdida de carga (metros)

L = longitud de la tubería (con un incremento de 5 por ciento)

Q = caudal de día máximo o caudal de conducción (litros por segundo)

\varnothing = diámetro de la tubería (pulgadas)

C = coeficiente de fricción interno (HG =100, PVC = 150)

$$h_f = \frac{1\,743,811 * 1,05 * 1,43^{1,85}}{100^{1,85} * 2^{4,57}} = 0,50 \text{ m}$$

- Pérdidas por velocidad: se debe a la gravedad que impulsa el líquido en la tubería, ya que el caudal está dado en litros por segundo y el diámetro en pulgadas; para obtener la velocidad en metros sobre segundo, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$H_{fv} = \frac{v^2}{2g}$$

Donde

h_{fv} = pérdida por velocidad

v = velocidad

g = fuerza de gravedad (9,81 m/s)

$$H_{fv} = \frac{(0,50)^2}{2 * 9,81} = 0,013$$

- Pérdidas menores: se da mediante el uso de accesorios que se utilizan en la línea de conducción; para el presente proyecto no existen muchos accesorios utilizados que signifiquen una pérdida significativa, por lo que se asume un 10 por ciento de las pérdidas por fricción en la tubería de impulsión.

$$H_{fm} = 0,10 * h_f$$

Donde

h_{fm} = pérdidas menores

h_f = pérdida por fricción en tubería de impulsión.

$$H_{fm} = 0,10 * 1,862 = 0,19$$

- Potencia del equipo de bombeo: la potencia de la bomba debe garantizar el buen funcionamiento del sistema, para ello se debe tomar en cuenta la carga dinámica total que se genera en la conducción, ya que es parte esencial para impulsar el líquido. Para obtener la potencia de la bomba se utiliza la ecuación:

$$P_{ot} = \frac{CDT * Q_b}{76 * e}$$

Donde

P_{ot} = potencia de la bomba

CDT = carga dinámica total más sobre presión

Q_B = caudal de bombeo

e = eficiencia de la bomba 60 %

$$P_{ot} = \frac{78,58 * 1,43}{76 * 0,60} = 2,47 \text{ hp}$$

- Verificación del golpe de ariete: el golpe de ariete es un fenómeno que se produce al momento de cerrar una válvula bruscamente o cuando hay algún cese de energía. Por lo tanto hay que verificar que la tubería sea capaz de aguantar esta sobrepresión. En algunos casos se puede colocar una válvula de alivio para reducir el golpe de ariete. El golpe de ariete es una onda de presión que se propagará con una velocidad llamada celeridad “a” que se calcula de la siguiente manera:

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

Donde

a = celeridad

K = módulo de elasticidad volumétrica del agua ($2,07 * 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

E = módulo de elasticidad del material de la tubería ($3 * 10^4 \text{ kg/cm}^2$)

ϕ_i = diámetro interno en (milímetros)

e = espesor de pared tubería diámetro utilizado en (milímetros)

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 \cdot 10^{-4}}{1,05 \cdot 10^{-6}} * \frac{2,375_i}{0,154}}} = 253,40 \text{ m/s}$$

Tabla XIII. **Valores de módulo de elasticidad volumétrica de materiales**

MATERIAL	E (KG/CM ²)
PVC	$3 * 10^4$
Hierro fundido	$1.05 * 10^6$
Acero	$2.05 * 10^6$
Asbesto de cemento	$(1.85 - 2.5) * 10^6$

Fuente: AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria 1*. p. 89.

- Cálculo de sobrepresión

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

Donde

γ_p = sobrepresión (metros columna de agua)

a = celeridad (metros por segundo)

v = velocidad (metros por segundo)

$$\gamma_p = \frac{253,40 * 0,50}{9,81} = 13,02 \text{ m}$$

Verificando si la tubería resiste la sobrepresión generada por el golpe de ariete:

$$P_{max} = \gamma_p + H$$

Donde

P_{max} = sobrepresión generada por golpe de ariete

γ_p = sobre presión (metros columna de agua)

H = altura de bombeo (metros columna de agua)

$$P_{max} = 13,02 + 76,52 = 89,54 \text{ mca}$$

$$P_{max} = 89,54 * 1,42 = 127,15 \text{ psi}$$

Para este diseño se propone una tubería de HG de diámetro de 2 pulgadas de tipo pesado de 220 psi, y se corrobora que cumpla.

2.2.6.2.3. Tanque de almacenamiento

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

Para este proyecto ya se cuenta con el tanque que servirá para distribuir el agua potable hacia toda la población, para cubrir la necesidad del agua.

Siendo este de forma rectangular de concreto armado con su tapadera también de concreto, está ubicado, a una altura de 1 108 m; además cumple con las especificaciones del diseño de tanques y es perfectamente capaz de cumplir la demanda para satisfacer a la población.

Figura 10. **Tanque de almacenamiento distribución de agua**



Fuente: aldea Estancia Grande, caserío Santa Rosa, Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

- Tanque de succión: el tanque de succión es donde se almacena por cortos periodos de tiempo el agua que proviene del nacimiento y para luego ser conducida por bombeo al tanque de almacenamiento. Para calcular el volumen que tendrá el tanque de succión se debe conocer ciertos factores como:

- Caudal de la fuente: este caudal es la base para determinar, si la fuente es capaz de abastecer a la población.
- Volumen del tanque: este volumen se da con base en el caudal de aforo, para conocer la capacidad con el cual se diseñará el tanque de succión.

$$V_{Tsu} = 0,35 * \left(\frac{Q_{af} * 8\ 6400}{1\ 000} \right)$$

Datos

V_{Tsu} = volumen de tanque de succión.

Q_{af} = caudal de aforo

2.2.6.2.4. Diseño estructural del tanque de succión

El tanque se diseñará para que trabaje con muros de gravedad de concreto ciclópeo, debido a la facilidad que hay para encontrar los materiales necesarios en la región, la losa será de concreto armado.

Datos

Densidad del agua = 1 000 kg/m³

Peso volumétrico del suelo = 1 700 kg/m³

Peso volumétrico de la piedra = 2 500 kg/m³

Peso volumétrico concreto = 2 400 kg/m³

Ángulo de fricción linterna f_i = 30°

Esfuerzo último del concreto (f'_c) = 210 kg*cm²

Módulo de fluencia del acero (f_y) = 2 810 kg/cm²

Valor soporte del suelo = 12 ton/m²

La capacidad o valor soporte del suelo es de 12 toneladas por metro cuadrado, y fue tomada de valores según características de los suelos en el municipio de San Juan Sacatepéquez, descritos en un estudio de suelo previo que se hizo en el mismo lugar donde se realizará el proyecto del sistema de agua potable, lo que indica la existencia de presencia de rocas ígneas metamórficas (inclinados con presencia franco arenoso en su superficie).

Volumen del tanque de succión

$$V_{Tsu} = 0,35 * \left(\frac{2,39 * 8\,6400}{1\,000} \right)$$

$$V_{Tsu} = 72,27 \text{ m}^3$$

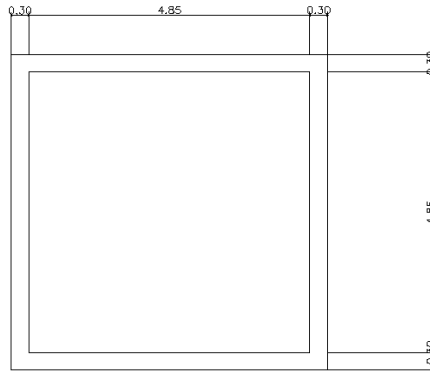
Se tiene que el volumen del tanque es de 72.27m³, asumiendo que se tiene una altura de 3,10 m.

$$\frac{72,27}{3,10} = 23,32 \text{ m}^2$$

$$\sqrt{23,32} = 4,833$$

Por lo tanto se obtiene que las dimensiones del tanque serán: de 4,85 x 4,85 x 3,10 dando un total de 72,92 metros cúbicos.

Figura 11. Dimensiones tanque de succión



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Diseño de la losa del tanque

Dimensiones de la losa

$$m = \frac{a}{b} = \frac{5,15}{5,15} = 1$$

Trabaja en dos sentidos

$$t = \frac{\text{Perímetro}}{180} = \frac{(5,15 + 5,15) * 2}{180} = 0,115$$

Se tiene un espesor de 0,2 metros.

Cargas a soportar la losa

$$CM = P_{PL} + S_C$$

P_{PL} = peso propio de la losa kilogramos por metro

S_c = sobrecarga kilogramos por metro cuadrado

Sustituyendo se tiene que

$$CM = 2\,400 * 0,12 + 90$$

$$CM = 378 \text{ kg/m}$$

$CV = 100 \text{ kg/m}^2$ losa accesible

$$CU = 1,70CV + 1,40CM$$

$$CU = 1,70 * (100) + 1,40 * (378) = 699,2 \text{ kg/m}^2$$

Momentos actuantes

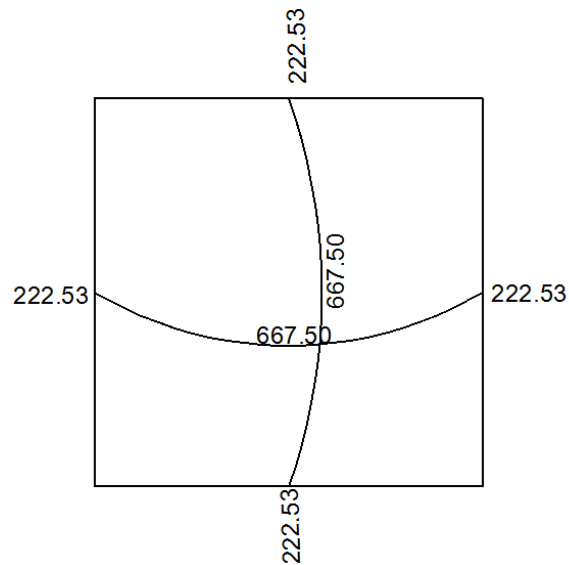
Se calcularon de acuerdo con el método 3 de ACI.

Tabla XIV. **Momentos actuantes del tanque de succión**

MOMENTOS NEGATIVOS	MOMENTOS POSITIVOS
M(-) A = 222,53 kg*m	M(+) = 667,50 kg*m
M(-) B = 222,53 kg*m	M(+) = 667,50 kg*m

Fuente: elaboración propia.

Figura 12. **Diagrama de momentos de losa**



Fuente: elaboración propia, empleado AutoCAD.

Peralte efectivo de losa

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2}$$

ϕ = diámetro de varilla a utilizar

$$d = 12 - 2 - 0,5 = 9,5 \text{ cm}$$

Refuerzo requerido

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

$$d = 9,5 \text{ cm}$$

$$A_{smin} = \frac{14,10}{2810} * (100) * (9,5) = 4,73 \text{ cm}^2$$

Varillas No. 3 @ 0,15 m.

Acero a tensión

$$A_{st} = \left((100 * 9,5) * \sqrt{(100 * 9,5)^2 - \frac{(667,50 * 100)}{0,003825 * 210}} \right) * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_{st} = 2,85 \text{ cm}^2$$

Varillas No. 3 @ 0,15 m.

Cálculo de espaciamiento

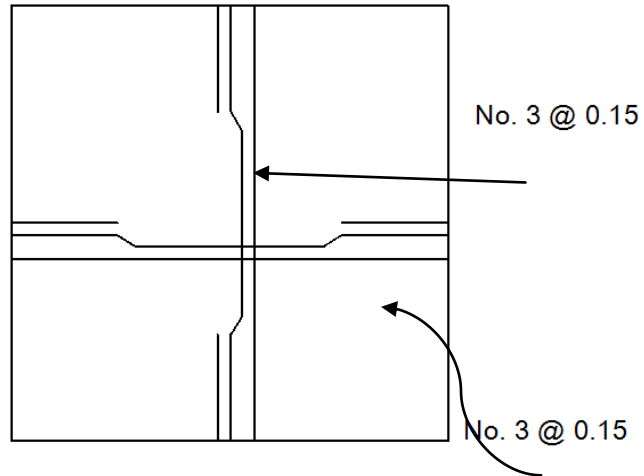
$$S_1 = \left(\frac{\text{Área varilla} * \text{base}}{S_{as}} \right)$$

$$S_1 = \left(\frac{0,71 * 100}{4,73} \right) = 15,01$$

$$S_2 = \left(\frac{0,71 * 100}{2,85} \right) = 24,91$$

Como el área de acero en tensión es menor que la de acero mínimo, se utiliza el área de acero mínimo, es decir No. 3 @ 0,15 m. en ambos sentidos.

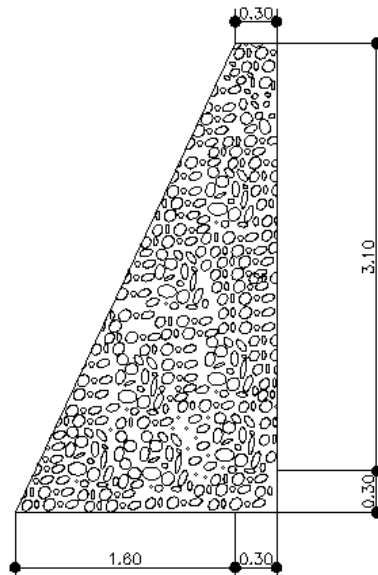
Figura 13. **Armado de losa de tanque de succión**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Diseño de muros del tanque.

Figura 14. **Sección muro de contención para tanque**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Para el tanque se evaluarán como muros de contención de concreto ciclópeo y como es un tanque simétrico, solo se diseñará un lado.

Primero se calcula el área tributaria de la losa

$$A_T = \frac{1}{2} * (5,15) * (2,75) = 7,08 \text{ m}^2$$

Se calcula el peso del área tributaria

$$W_{At} = (699,20) * (7,08) = 4\ 950 \text{ kg}$$

Se hace el cálculo de la solera perimetral

$$Sp = (2\ 400 * 0,20 * 0,15 * 5,15) * 1,4 = 519,12 \text{ kg}$$

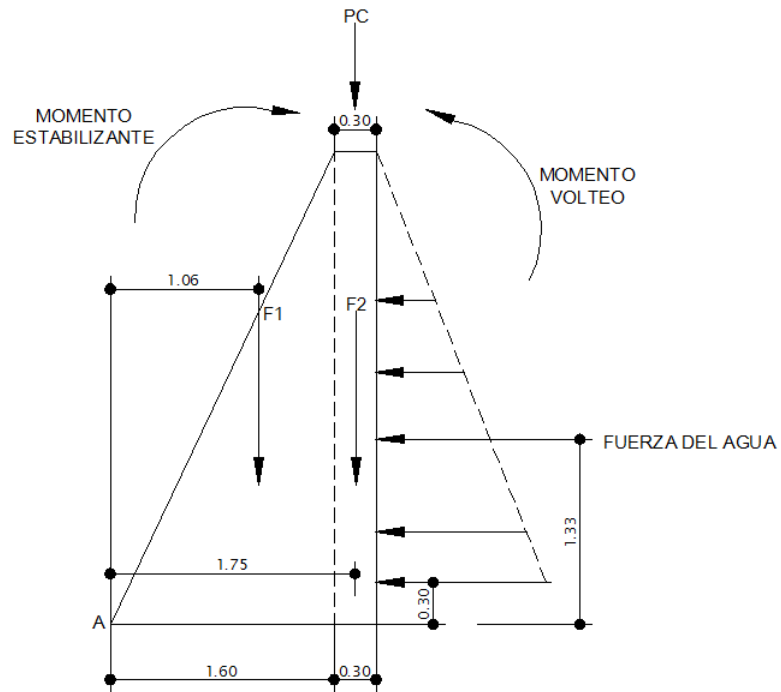
$$\text{Peso sobre muro} = 4\ 950 + 519,12 = 5\ 469 \text{ kg}$$

Peso total 1 metro lineal

$$\frac{5\ 469,12}{5,15} = 1\ 061,96 \text{ kg/m}$$

La carga puntual P_c quedaría con el valor de 1 061,96 kg/m.

Figura 15. Diagrama de fuerzas actuantes en muro de tanque



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD.

Fuerza activa y momento de volteo

$$Fuerza_{H_2O} = \frac{\gamma_{H_2O} * H^2}{2}$$

$$Fuerza_{H_2O} = \frac{1000 * (310)^2}{2} = 4805 \text{ kg/m}$$

$$Fuerza_{H_2O} \times \text{metro lineal} = 4805 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * (1\text{m}) = 4805 \text{ kg}$$

Momento de volteo

$$M_v = (Fuerza_{H_2O}) * \left(\frac{H}{3} + h\right)$$

$$M_v = (4\,805) * \left(\frac{3,10}{3} + 0,30\right) = 6\,390,65 \text{ kg} * m$$

Momento estabilizante respecto del punto A

$$d_1 = \frac{2}{3}l = \frac{2}{3} * (16) = 1,06 \text{ m.}$$

$$d_2 = L - \frac{x}{2} = \left(1,60 - \frac{0,30}{2}\right) = 1,75 \text{ m.}$$

$$F_1 = (1,60) * (3,40) * (2\,500) = 6\,800 \text{ kg/m}$$

$$F_2 = (0,30) * (3,40) * (2\,500) = 2\,550 \text{ kg/m}$$

$$F_1 * \text{metro lineal} = \left(6\,800 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) * (1 \text{ m}) = 6\,800 \text{ m}$$

$$F_2 * \text{metro lineal} = \left(2\,550 \frac{\text{kg}}{\text{m}}\right) * (1 \text{ m}) = 2\,550 \text{ m}$$

Encontrando el momento estabilizante

$$M_{est} = (F_1 * d_1) + (F_2 * d_2) + (P_c * d_2)$$

$$M_{est} = (6\,800 * 1,06) + (2\,550 * 1,75) + (1\,061,96 * 1,75) = 13\,528,93 \text{ kg} * m$$

Factor de seguridad contra volteo

$$F.S. = \frac{M_{est}}{M_{volte}} > 1,50$$

$$F.S. = \frac{13\,528,93}{6\,390,65} > 1,50$$

$$F.S. = 2,11 > 1,50$$

Sí chequea contra volteo.

Factor de seguridad contra deslizamiento

Cálculo de la carga total W_t :

$$W_t = P_c + W_r$$

$$W_r = P_c + F_1 + F_2$$

$$W_t = 1\,061,96 + 6\,800 + 2\,550 = 10\,411,96 \text{ kg}$$

$$FSD = \frac{W_t}{Fuerza_{H2O}} > 1,50$$

$$FSD = \frac{10\,411,96}{4\,805} = 2,16$$

$$FSD = 2,16 > 1,50$$

Sí chequea contra deslizamiento.

Capacidad del soporte del suelo

$$\frac{q_{max}}{q_{min}} = \frac{W_t}{B * L} * \left(1 \pm \frac{6e}{B}\right) < 12 \text{ ton/m}^2$$

$$\bar{x} = \frac{M_r - M_v}{W_t} = \frac{13\,528,93 - 6\,390,65}{10\,411,96} = 0,6855$$

$$e = \left| \frac{B}{2} - \bar{x} \right| = \left| \frac{1,90}{2} - 0,6855 \right| = 0,2645$$

$$\frac{q_{max}}{q_{min}} = \frac{10\,411,96}{1,90 * 3,10} * \left(1 \pm \frac{6 * 0,2645}{1,90}\right) < 12 \text{ ton/m}^2$$

$$\frac{q_{max}}{q_{min}} = \frac{3\,244,25 \text{ kg/m}^2}{1\,000} = 3,2442 < 12 \text{ ton/m}^2$$

Se tiene que

$$\frac{q_{max}}{q_{min}} = 3,2442 \text{ ton/m}^2 < 12 \text{ ton/m}^2$$

No se excede el valor de la capacidad del suelo, y no hay presiones negativas.

2.2.6.2.5. Diseño de línea de conducción

Se muestra un fragmento de cómo fue diseñada la línea de conducción.

Datos

Cota inicial del tramo = E- 1+300 = 1 007,16 m

Cota final del terreno = E- 1+770 = 975,83 m

Cota piezométrica = Cp_{zE-1+300} = 1 088,64 m

Longitud de diseño = L*1,05 = 714,98 m

Caudal máximo diario = Q_{md} = 2,39 l/s

Coefficiente "C" pvc = C = 150

Cálculo de carga disponible

$$H = 1 067,34 - 1 007,16$$

$$H = 61,18 \text{ m.}$$

Calculando el diámetro teórico

$$\emptyset = \left(\frac{1 743,811 * 473.64 * 2.39^{1,85}}{150^{1,85} * 61.18} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\emptyset = 3'' \text{ y } 2''$$

Por la topografía del terreno y para asegurar una menor pérdida ya que esta tubería viene seguida de tubería HG; previamente instalada en el diseño se tomará el diámetro comercial de 3 pulgadas.

Pérdida de carga

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 473,64 * 2,39^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$H_f = 1,29 \text{ m}$$

Cota piezométrica final

$$Cp_{E-1+300} = 1\,090 - 1,29$$

$$Cp_{E-1+300} = 1\,088,94 \text{ m}$$

Presión dinámica final

$$P_{dinamica} = 1\,088,94 - 1\,007,16$$

$$P_{dinamica} = 81,78 \text{ m. c. a.}$$

Cálculo de velocidad

$$V = \frac{1\,974 * 2,39}{(3,23)^2}$$

$$V = 0,452 \text{ m/s}$$

0,40 m/s < 0,82 m/s < 3,00 m/s; por lo cual el diámetro propuesto cumple con lo establecido en la norma Unepar.

Diseño de la línea de impulsión

Cálculo del caudal de bombeo

$$Q_B = \frac{2,39 * 0,60}{1} = 1,43 \text{ m}^3/\text{s}$$

Determinación del diámetro

Para una velocidad de 2,00 m/s

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 1,43}{2}} = 1,19 \text{ pulg}$$

Para una velocidad de 0,60 m/s

$$\phi_1 = \sqrt{\frac{1,974 * 1,43}{0,6}} = 2,17 \text{ pulg}$$

Para este se analizarán los diámetros 2, 3 y 4

Cálculo de pérdidas de carga

Para diámetro de 2''

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 1\,097 * 1,43^{1,85}}{100^{1,85} * 2^{,87}} = 26,69 \text{ m}$$

Para diámetro de 3"

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 1\,097 * 1,43^{1,85}}{100^{1,85} * 3^{4,87}} = 3,71\ m$$

Para diámetro de 4"

$$H_f = \frac{1\,743,811 * 1\,097 * 1,43^{1,85}}{100^{1,85} * 4^{4,87}} = 0,91\ m$$

Potencia por pérdida

Para diámetro de 2"

$$P_{Ot} = \frac{1,43 * 26,69}{76 * 0,60} = 0,84\ hp$$

Para diámetro de 3"

$$P_{Ot} = \frac{1,43 * 3,71}{76 * 0,60} = 0,12\ hp$$

Para diámetro de 4"

$$P_{Ot} = \frac{1,43 * 0,91}{76 * 0,60} = 0,03\ hp$$

Costo mensual de amortización de la tubería

$$A = \frac{0,0125 * (0,0125 + 1)^{120}}{(0,0125 + 1)^{120} - 1} = 0,01613$$

Tabla XV. Amortización de la tubería

DIÁMETRO (in)	P.U. (Costos Amanco)	Núm. de tubos	Amortización	Amortización mensual
2	Q 355,00	189,00	0,01613	Q 1 082,48
3	Q 594,00	189,00	0,01613	Q 1 811,24
4	Q 963,00	189,00	0,01613	Q 2 936,41

Fuente: elaboración propia.

Costo mensual de bombeo

Número de horas de bombeo por mes 240 horas/mes

Tabla XVI. Costo mensual de bombeo

DIÁMETRO	POTENCIA (kw)	NO DE HORAS BOMBEO/MES	P.U. (DE KW/HORA)	COSTO MENSUAL DE BOMBEO
2	0,63	240	Q 2,90	Q 435,73
3	0,09	240	Q 2,90	Q 60,49
4	0,02	240	Q 2,90	Q 14,90

Fuente: elaboración propia.

Determinando diámetro económico

Tabla XVII. Diámetro económico

DÍAMETRO	COSTO DE TUBERÍA	COSTO MENSUAL DE BOMBEO	COSTO TOTAL
2	Q 1 082,48	Q 435,73	Q 1 518,21
3	Q 1 811,24	Q 60,49	Q 1 871,73
4	Q 2 936,41	Q 14,90	Q 2 951,31

Fuente: elaboración propia.

El diámetro económico para este diseño es el de 2 pulgadas.

Carga dinámica total

$$CDT = 76,52 + 1,862 + 0,003 + 0,19 = 78,58 \text{ m}$$

Pérdidas por altura en la succión

$$H_{fs} = 1\ 032,22 - 1\ 108,74 = 76,52 \text{ m.}$$

Pérdidas en la tubería de impulsión

$$h_f = \frac{1\ 743,811 * 76,52 * 1,05 * 1,43^{1,85}}{100^{1,85} * 2^{4,57}} = 1,862 \text{ m}$$

Cálculo de velocidad

$$H_{fv} = \frac{1,43 * 1,974}{2,37^2} = 0,50 \text{ m/s}$$

Pérdidas por velocidad

$$H_{fv} = \frac{0,50^2}{2 * 9,81} = 0,013$$

Pérdidas menores

$$H_{fm} = 0,10 * 1,862 = 0,9 \text{ m}$$

Potencia del equipo de bombeo

$$P_{ot} = \frac{78,58 * 1,43}{76 * 0,60} = 2,47 \text{ hp}$$

Se utilizará una bomba de 5 caballos de fuerza, de eje horizontal, por las condiciones donde se instalará es la más indicada, ya que no necesita mayor movimiento para su instalación y satisface perfectamente la demanda requerida.

Verificación del golpe de ariete

$$a = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{2,07 * 10^{-4}}{1,05 * 10^{-6}} * \frac{2,375_i}{0,154}}} = 253,40 \text{ m/s}$$

Cálculo de sobrepresión

$$\gamma_p = \frac{253,40 * 0,50}{9,81} = 13,02 \text{ m}$$

Verificando si la tubería resiste la sobrepresión generada por el golpe de ariete:

$$P_{max} = 13,02 + 76,52 = 89,54 \text{ mca}$$

$$P_{max} = 89,54 * 1,42 = 127,15 \text{ psi}$$

Se comprueba que la tubería HG de diámetro de 2 pulgadas de tipo mediano de 220 psi es capaz de resistir el golpe de ariete.

2.2.6.2.6. Sistema de desinfección

Se propone con el fin de entregar el agua potable con mucha más calidad, para su consumo librándola de organismos patógenos que son causantes de enfermedades en el organismo humano.

Para este sistema se hace la propuesta de la instalación de un dosificador de hipoclorito de calcio, marca Acquatron, modelo F1MA 03/07, automático ya que funciona eficientemente y cumple con las necesidades del proyecto. Para este caso el hipocloroso es colocado justo en la entrada del tanque de succión por lo que el flujo entrante corresponde al caudal de bombeo (2.39 l/s).

2.2.6.2.7. Obras de arte

Son estructuras de ingeniería, conforme el diseño lo exija, la función es la de disminuir presiones en el terreno o aliviar la presión estática en el tubo, también la de trasportar el agua de un punto hacia otro donde no es posible enterrar la tubería.

Para el diseño de este sistema no se utilizaron obras de arte y ya se encontraban pasos aéreos al principio de la línea de conducción, como estos ya estaban debidamente construidos, solo se tomaron las mediciones necesarias, para poder hacer funcional el diseño hidráulico.

Figura 16. **Paso aéreo caserío Santa Rosa**



Fuente: Municipalidad de San Juan Sacatepéquez, caserío Santa Rosa.

2.2.6.2.8. Válvula de limpieza

Las válvulas de limpieza se utilizan para extraer los sedimentos acumulados en los puntos bajos en los sistemas de tubería y son necesarias en línea de conducción, para este proyecto se proponen válvulas de limpieza de 2 pulgadas, 2 ½ pulgadas y 3.

2.2.6.2.9. Válvulas 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 puede reducir la sección de la tubería y por lo tanto su capacidad de conducción, la válvula de aire permite tanto el ingreso como la salida de este.

Para este proyecto se proponen sus válvulas de aire en los puntos donde se considera que pueda afectar la conducción del agua, siendo estas de 2 pulgadas, 2 ½ pulgadas y 3 pulgadas.

2.2.6.2.10. Conexión domiciliar o predial

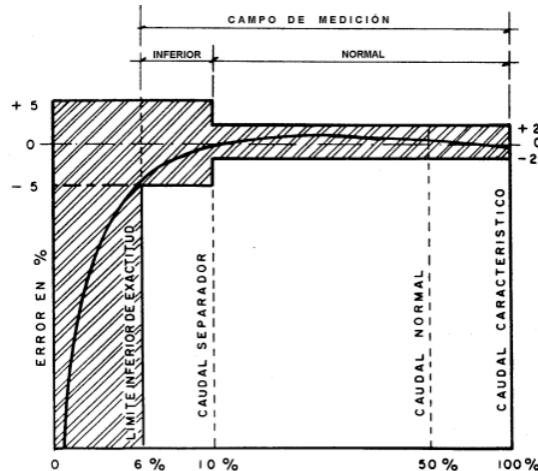
Consisten en la colocación de un grifo instalado dentro de la vivienda; este método es más utilizado ya que se abastece directamente de agua potable al área rural, pues es económico y recomendable para comunidades dispersas con nivel socioeconómico regular.

2.2.6.2.11. Aparatos de medición

Los diversos tipos y tamaños de medidores actualmente disponibles en el mercado, se distinguen por sus especificaciones de dimensión, de operación hidráulica, de exactitud en la medición y de resistencia al desgaste.

- Especificaciones de dimensión: guardan relación con el tamaño de las partes del medidor. Comúnmente a estas magnitudes de los aparatos suele llamárseles “nominales” y se refieren a los valores típicos de su diseño y operación óptimos.
- Especificaciones hidráulicas: definen la cantidad de gasto con su correspondiente principio de funcionamiento hidráulico.
- Especificaciones de exactitud en la medición: establecen la calidad de la exactitud del medidor, mediante una curva de error.
- Especificaciones de resistencia y desgaste: determinan el número de horas en que el medidor puede operar, sin alterar sus características anteriores.

Figura 17. **Porcentaje de caudal característico**



Fuente Conagua. <http://www.conagua.gob.mx>. Consulta: octubre de 2015.

2.2.6.3. Propuesta de tarifa

Para la propuesta de la tarifa se recomienda a los representantes de la comunidad que sean responsables de coordinar, administrar y proponer una cuota que a cada beneficiario de la comunidad le corresponda pagar, así como todas las sanciones correspondientes, ya que es necesario que se le brinde un mantenimiento adecuado al abastecimiento del agua potable, durante todo su periodo de diseño.

2.2.6.3.1. Costo de operación

Este estará destinado para el pago de la persona que se hará cargo de la operación de la bomba y el sistema de desinfección.

Se hace la observación de que la persona encargada de este trabajo devengue un mínimo de sueldo de Q. 2 300,00, siendo este el establecido como salario mínimo que puede devengar una persona en oficios no agrícolas.

2.2.6.3.2. Costo de mantenimiento

Este estará destinado para el pago de la persona que se hará cargo de la revisión de la tubería, mantenimiento y la limpieza de los tanques cuando sea necesario.

El costo es el mismo que el de operación, ya que será la misma persona encargada de ese trabajo.

2.2.6.3.3. Costo de tratamiento

El costo de tratamiento estará propuesto en cuanto cantidad de cloro se utilice mensualmente. La solución de cloro debe de estar al 0,10 % de la cantidad de agua que entra al tanque. Para el presente caso la bomba está en funcionamiento 8 horas por día, por lo que la cantidad de líquido que ingresa al tanque en un día es de 68 832 litros. El cálculo de la solución al 0,10 % queda de la siguiente manera.

$$\text{Solución al 0,10 \%} = 68\ 832 * 0,001$$

$$\text{Solución al 0,10 \%} = 68,86 \text{ lts.}$$

Será utilizado el valor de 1 miligramo por litro, utilizando una pureza del hipocloroso del 65 % y se determina con la siguiente ecuación.

$$C = (V * D) / (G/100)$$

Donde

C = cantidad de hipocloroso de calcio, expresado en gramos

V = volumen de solución al 0,10 % expresado en litros

D = dosis de cloro, expresado en miligramos por litro

G = grado de pureza de hipocloroso de calcio expresado en porciento

$$C = (68,83 * 1) / (65/100) = 105,89 \text{ gramos}$$

Convirtiendo los gramos a litros con el peso específico del cloro 1,16 gr/l tenemos que para que el agua posea un 0.10 % de solución de cloro debe disolverse una cantidad de hipoclorito de calcio de 91,28 litros en 6 8832 litros de agua.

Para que la condición anterior se cumpla el hipocloroso tiene que verter $1,33 \times 10^{-3}$ litros de hipoclorito de calcio por cada litro de agua entrante al tanque.

2.2.6.4. Elaboración de planos finales del sistema de agua potable

Para este proyecto se realizó un juego de 10 planos que contienen.

- Planta topográfica de la conducción de agua potable
- Libreta topográfica de la conducción de agua potable
- Planta – Perfil tramo núm. 1
- Planta – Perfil tramo núm. 2
- Planta – Perfil tramo núm. 3
- Planta – Perfil tramo núm. 4

- Detalle de tanque de la bomba
- Detalle de válvulas de limpieza y aire
- Detalle de caseta de bombeo
- Detalle de columnas de la caseta de bombeo

2.2.6.5. Presupuesto

El presupuesto se elaboró con base en los precios unitarios, tomando como referencia los precios de materiales que se encuentran en el mercado de la construcción. En lo referente a mano de obra, se aplicaron precios del medio constructivo; y de la municipalidad, para los indirectos se aplicó el 29 %.

El costo total del proyecto es de Q. 1 459 727,52 (un millón cuatrocientos cincuenta y nueve mil setecientos veintisiete quetzales con cincuenta y dos centavos). El costo del metro lineal del proyecto será de Q. 364,93 (trescientos sesenta y cuatro quetzales con noventa y tres centavos).

Para este presupuesto se utilizaron los mismos factores, que se encuentran en la tabla número siete.

Tabla XVIII. Cuadro de resumen sistema de agua potable

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA ESTANCIA GRANDE CASERIO SANTA ROSA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO					
NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SISTEMA DE AGUA POTABLE					
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE					
1,00	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	5 000,00	ML	Q 62,84	Q 314 179,37
2,00	EXCAVACIÓN	342,90	M3	Q 62,85	Q 21 550,85
3,00	RELLENO	342,90	M³	Q 68,42	Q 23 461,13
4,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 3" 160 PSI	473,64	ML	Q 238,85	Q 113 126,84
5,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2 1/2" 250 PSI	1 449,15	ML	Q 243,67	Q 353 111,91
6,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2" 250 PSI	883,43	ML	Q 211,01	Q 186 408,74
7,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2" 160 PSI	423,04	ML	Q 191,71	Q 81 103,11
8,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA HG Ø 2" TPO MEDIANO	1 000,00	ML	Q 213,87	Q 213 872,96
9,00	CAJA PROTECTORA DE VÁLVULAS	8,00	UNIDAD	Q 4 219,47	Q 33 755,75
10,00	VÁLVULA DE AIRE 3"	2,00	UNIDAD	Q 1 128,58	Q 2 257,16
10,01	VÁLVULA DE AIRE 2 1/2"	1,00	UNIDAD	Q 1 043,05	Q 1 043,05
10,02	VÁLVULA DE AIRE 2"	1,00	UNIDAD	Q 885,16	Q 885,16
11,00	VÁLVULA DE LIMPIEZA 3"	1,00	UNIDAD	Q 1 020,47	Q 1 020,47
11,01	VÁLVULA DE LIMPIEZA 2 1/2"	1,00	UNIDAD	Q 753,58	Q 753,58
11,02	VÁLVULA DE LIMPIEZA 2"	2,00	UNIDAD	Q 728,58	Q 1 457,15
12,00	VÁLVULA DE CHECK	1,00	UNIDAD	Q 929,87	Q 929,87
13,00	SISTEMA DE BOMBEO	1,00	UNIDAD	Q 28 741,77	Q 28 741,77
14,00	TANQUE DE 70 M³ + LOSA Y TAPADERA + HIPOCLORADOR	1,00	UNIDAD	Q 21 478,63	Q 21 478,63
15,00	CASETA DE BOMBEO	1,00	UNIDAD	Q 60 590,02	Q 60 590,02
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 1 459 727,52

Fuente: elaboración propia.

2.2.6.6. Cronograma de ejecución

El cronograma es un elemento básico para la medición del tiempo para la ejecución del proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable de la aldea Estancia Grande, caserío Santa Rosa del municipio de San Juan Sacatepéquez del departamento de Guatemala.

Figura 18.

Cronograma de ejecución sistema de agua potable

ALDEA ESTANCIA GRANDE CASERIO SANTA ROSA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADORES FRANCO ROSA AMIRIAM MORALES ROLDAN		ALDEA ESTANCIA GRANDE CASERIO SANTA ROSA CRONOGRAMA DE TRABAJO																																		
RESUMEN DE RENGIONES DE TRABAJO		MES No.1														MES No.2							MES No.3							MES No.4						
No.	DESCRIPCIÓN	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6	SEMANA 7	SEMANA 8	SEMANA 9	SEMANA 10	SEMANA 11	SEMANA 12	SEMANA 13	SEMANA 14	SEMANA 15	SEMANA 16																			
SISTEMA DE AGUA POTABLE		Q62.855,87	Q31.417,94	Q1.077,54	Q2.155,09	Q1.173,06	Q5.865,28	Q1.173,06	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19			
	TOTAL	Q 314.179,27			Q 21.550,65	Q 23.441,13			Q 113.126,64	Q 353.111,91	Q 184.405,74	Q 81.103,11	Q 213.872,94	Q 33.355,58	Q 2.257,14	Q 1.043,05	Q 885,14	Q 1.026,47	Q 753,58	Q 1.457,15	Q 929,87	Q 28.741,77	Q 21.476,63	Q 64.590,02	Q 1.459.727,52											
1.00	TRAZO Y REPANTEO TOPOGRAFICO																																			
2.00	BICAVACION																																			
3.00	RELENO																																			
4.00	INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 3" 160'FS																																			
5.00	INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 2" 1/2" 250'FS																																			
6.00	INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 2" 250'FS																																			
7.00	INSTALACION DE TUBERIA PVC Ø 2" 160'FS																																			
8.00	INSTALACION DE TUBERIA HG Ø 2" TPO MEDIANO																																			
9.00	CAMA PROTECTORA DE VALVULAS																																			
10.00	VALVULA DE AIRE 3"																																			
10.01	VALVULA DE AIRE 2 1/2"																																			
10.02	VALVULA DE AIRE 2"																																			
11.00	VALVULA DE IMPRESA 5"																																			
11.01	VALVULA DE IMPRESA 2 1/2"																																			
11.02	VALVULA DE IMPRESA 2"																																			
12.00	VALVULA DE CHECK																																			
13.00	SISTEMA DE BOMBEO																																			
14.00	TANQUE DE 70 M ³ + LOSA Y TAPADERA + HIPOCLORADOR																																			
15.00	CASITA DE BOMBEO																																			
	TOTAL	Q62.855,87	Q31.417,94	Q1.077,54	Q2.155,09	Q2.50,60	Q5.865,28	Q35.494,25	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19	Q35.311,19		

2.2.6.7. Evaluación socioeconómica

Es importante el análisis objetivo de la realidad financiera y de los beneficios que puedan implicar la realización del proyecto.

2.2.6.7.1. Valor presente neto

Como el proyecto a realizar es de carácter social, se entiende que por ese motivo la inversión es igual a 0, ya que los egresos se contemplan con el costo total del mismo.

Tomando en cuenta lo anterior:

VPN<0

VPN=0

VPN>0

$$\text{VPN} = 0 - Q$$

$$\text{VPN} = -Q$$

2.2.6.7.2. Tasa interna de retorno

Para este proyecto el valor de presente neto es igual a cero, por ser de carácter social, ya que no se prevé ningún tipo de ingreso; por esta razón no se realizará el cálculo de la TIR por medio de las ecuaciones.

2.2.6.8. Estudio de impacto ambiental

Se realiza el estudio con base al formulario proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y el Consejo Nacional de Áreas

Protegidas; se hace constar que el proyecto del diseño del Sistema de Agua Potable, del caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande, San Juan Sacatepéquez Guatemala, no es pernicioso para el medio ambiente, siempre y cuando se cumplan los lineamientos para la conservación del área donde se encuentra ubicado el proyecto.

2.2.6.8.1. Estudio de impacto ambiental inicial

Tiene las siguientes características:

- El número de trabajadores son: 9 albañiles y 6 peones.
- El proyecto tendrá una duración de 8 meses, durante los cuales los trabajadores se ubicaran en dicha área.
- La longitud del tramo es de 5 000 metros lineales que se encuentran en áreas no protegidas.
- El proyecto se caracteriza por ser nuevo. No tiene ningún tipo de riesgo.
- Los ruidos producidos por los trabajadores son los normales y no son fuertes ni estridentes.
- La fuente de abastecimiento está localizada dentro del área donde se requiere el servicio
- No se afectará el nacimiento del agua, durante los trabajos de construcción de este proyecto.

- Habrá movimiento de tierra, excavación y relleno sin movilización fuera del área de la actividad, esto en el momento del zanjeo; no se hará ningún tipo de cambio en la forma o topografía de los suelos, ya que se respetarán los alineamientos actuales del terreno.
- No se tendrá efectos sobre la flora, fauna y bosque.
- Se ayudará a la comunidad, evitando enfermedades patógenas, además de tener el servicio de este vital líquido.

2.2.6.9. Administración, operación y mantenimiento

Con el propósito de alcanzar la duración esperada de acuerdo con la vida útil para la que fue diseñada, se aplicarán técnicas o mecanismos que permitan conservar en óptimas condiciones el sistema de abastecimiento de agua potable.

Como una acotación importante, el sistema de agua potable tiene que ser sometido a inspecciones de limpieza, en periodos periódicos de tiempo; tendrán que ser consideradas como mínimo la limpieza de los tanques de almacenamiento, distribución y succión, así como verificación de las válvulas y línea de distribución en la conducción.

La responsabilidad de administrar, operar y dar mantenimiento estará a cargo del comité de la aldea. Este comité tendrá una unidad operativa, conformada de preferencia por personas que hayan participado en la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable.

CONCLUSIONES

1. Para la elaboración de estos proyectos se tomaron en consideración los conceptos hidráulicos, así como los factores que puedan influir en cada uno de ellos, por ser los dos proyectos realizados en el área de saneamiento ambiental, se elaboraron diseños óptimos basados en las condiciones de cada uno de los lugares a realizar.
2. El diseño de la red de alcantarillado sanitario para la aldea Sajcavillá, del municipio de San Juan Sacatepéquez, cuenta con una red de 2 500 metros lineales de tubería PVC de diámetro 6 pulgadas que se rigen con la norma 3034; a su vez se diseñaron pozos de visita en los puntos donde se considera sería mejor la recolección de los desechos, para luego ser llevados a su lugar de desfogue; debido a la naturaleza del terreno se propusieron pozos profundos para que de esa manera no dañara la tubería, por la alta velocidad ocasionada por las pendientes.
3. El diseño de la red de abastecimiento de agua potable del caserío Santa Rosa, de la aldea Estancia Grande, ubicado en el mismo municipio, cuenta con un caudal de diseño de 2,39 l/s, suficiente para abastecer a la comunidad, este mismo se conduce hasta un tanque donde será almacenado para posteriormente ser impulsado al tanque que se encargará de distribuir el caudal a toda la comunidad; este diseño cuenta de 5 000 metros lineales, que estará conformado por tubería PVC de diámetros varios, las presiones que se utilizarán serán de 160 psi y 250 psi; para la línea de impulsión se utilizará tubería HG, ya que se considera que es la mejor para este tipo de diseño.

RECOMENDACIONES

1. Debe ser un profesional especializado en el tema quien sea el encargado de supervisar todo el proyecto, desde el inicio como lo es la excavación de la tubería como la correcta instalación de la tubería, en ambos proyectos, respetando los diseños hidráulicos y sus especificaciones.
2. Para la instalación de la bomba en el caso del sistema de agua potable y el hipocloroso, se recomienda sean los mismos técnicos del lugar donde se cotizaron los diferentes sistemas, ya que dentro de los renglones del presupuesto, se tiene previsto el costo de la instalación.
3. Seguir las indicaciones de los planos entregados.
4. Tener en cuenta que para el óptimo funcionamiento de los dos sistemas, se deben de hacer revisiones periódicas, a todo el sistema de drenaje y sistema de agua potable, verificando que no haya obstrucción de pozos y tragantes para el caso del alcantarillado, y que la tubería no sufra de obstrucciones o de aire, que los tanques estén siempre con el debido mantenimiento asegurando la potabilidad del agua.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de Ingeniería Sanitaria*
1. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 170 p.
2. América Concrete Institute. *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario (ACI 318 S-05)*. Michigan: ACI, 2005. 405 p.
3. CABRERA RIPIELE, Ricardo Antonio. *Apuntes de Ingeniería Sanitaria*
2. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989. 155 p.
4. CABRERA SEIS, Jadenón Vinicio. *Guía teórica y práctica del curso de cimentaciones I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1994. 155 p.
5. CAMEY VALERIO, Álvaro. *Diseño del sistema de alcantarillado Sanitario del sector 1 y sector 2 de la aldea Lo de Mejía, municipio de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2012. 131 p.
6. CASTAÑEDA ROJAS, Julio Ademar. *Propuesta de normas para el diseño de proyectos de agua potable, aguas residuales y tratamientos de agua en aglomeraciones urbanas*. Trabajo de

graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 150 p.

7. CONTRERAS LINARES, Joan Carlo Roberto. *Diseño de alcantarillado sanitario en los caseríos, la comunidad y labor vieja, municipalidad de San Raymundo departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 121 p.
8. INFOM – UNEPAR. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala. INFOM, 1997. 100 p.
9. Instituto de Fomento Municipal. *Normas generales de diseño de alcantarillados*. Guatemala: INFOM, 2011. 24 p.
10. Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología. *Registro de los datos meteorológicos de la estación la Suiza, Finca La Suiza, San Lucas, Sacatepéquez, Guatemala*. Guatemala: Insivumeh, 2016. 250 p.
11. LIMA ESPAÑA, Katherin Paola. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea Agua de las Minas y la carretera y pavimento de la aldea Mesillas Bajas, hacia la aldea Calderas, Amatitlán, Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2014. 138 p.

APÉNDICES

- Apéndice 1: resumen de renglones de trabajo drenaje sanitario
- Apéndice 2: resumen de renglones de trabajo sistema de agua potable
- Apéndice 3: memoria de cálculo drenaje sanitario
- Apéndice 4: memoria de cálculo sistema de agua potable
- Apéndice 5: planos del sistema de drenaje sanitario
- Apéndice 6: planos del sistema de agua potable

Apéndice 1. Resumen renglones de trabajo drenaje sanitario

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO						
ALDEA SAJCAVILLÁ						
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS						
EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN						
RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
ALCANTARILLADO SANITARIO						
ALCANTARILLADO SANITARIO						
1,00	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	2 500,00	ML	Q 62,84	Q 157 089,68	
2,00	EXCAVACIÓN	3 507,99	M³	Q 87,41	Q 306 634,81	
3,00	RELLENO	3 535,31	M³	Q 133,36	Q 471 451,41	
4,00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 6' NORMA ASTM 3034	2 500,00	ML	Q 228,88	Q 572 207,71	
5,00	CONEXIONES DOMICILIARES	212,00	UNIDAD	Q 1 689,18	Q 358 106,06	
6,00	POZOS DE VISITA h: 1,20 - 1,50	33,00	UNIDAD	Q 5 658,98	Q 186 746,24	
7,00	POZOS DE VISITA h: 1,50 - 1,80	4,00	UNIDAD	Q 6 544,79	Q 26 179,18	
8,00	POZOS DE VISITA h: 2,30 - 3,10	3,00	UNIDAD	Q 9 645,47	Q 28 936,41	
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q 2 107 351,50	

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.		1	
			PRECIO UNITARIO	TOTAL		
TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	1	Q	62,84	Q	62,84

MATERIALES						
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL		
Pintura de aceite	Galón	0,07	Q	151,79	Q	10,63
Estacas	Global	0,05	Q	50,00	Q	2,50
Clavos con cabeza	Libra	0,25	Q	98,21	Q	24,55
TOTAL MATERIAL						Q 37,68

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL		
Topógrafo	día	0,003	Q	240,00	Q	0,72
cadenero	día	0,003	Q	100,00	Q	0,30
SUBTOTAL					Q	1,02
Factor ayudante	0,41				Q	0,42
TOTAL						Q 1,44

Prestaciones	0,86				Q	1,24
SUBTOTAL					Q	1,24
TOTAL MANO DE OBRA						Q 2,68

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA						
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL		
Herramienta	global	1,00	Q	0,05	Q	0,05
Alquiler de teodolito	día	0,003	Q	1 100,00	Q	3,08
TOTAL						Q 3,13

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)							
MATERIALES						Q	37,68
MANO DE OBRA						Q	2,68
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA						Q	3,13
SUMA DE COSTOS DIRECTOS						Q	43,49
II- COSTOS INDIRECTOS							
Gastos administrativos (10 %)						Q	4,35
Gastos de seguros y fianzas (1 %)						Q	0,43
Imprevistos (3 %)						Q	1,30
Utilidad estimada (15 %)						Q	6,52
SUMA COSTOS INDIRECTOS						Q	12,61
Costos directos + costos indirectos						Q	56,10
IVA (12 %)						Q	6,73
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN						Q 62,84	

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCION DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	2
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN	M³	1,00	Q 87,41	Q 87,41

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Retroexcavadora CAT 416E (0.76 m³)	horas	0,02	Q 1 000,00	Q 20,00
Camión de volteo (7 m³)	días	0,03	Q 850,00	Q 25,50
Bomba de agua	días	0,03	Q 500,00	Q 15,00
TOTAL				Q 60,50

INTEGRACION DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 60,50
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 60,50
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 6,05
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 0,61
Imprevistos (3 %)				Q 1,82
Utilidad estimada (15 %)				Q 9,08
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 17,55
Costos directos + costos indirectos				Q 78,05
IVA (12 %)				Q 9,37
PRECIO TOTAL DE RENGLON				Q 87,41

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			RENLÓN NÚM.	3
DESCRIPCIÓN DEL RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RELLENO	M³	1,00	Q 133,36	Q 133,36

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Relleno de zanja con material del lugar	m³	1	Q 0,01	Q 0,01
TOTAL MATERIAL				Q 0,01

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Cargador frontal	horas	0,05	Q 1 200,00	Q 60,00
Camión de volteo (7 m³)	días	0,03	Q 850,00	Q 25,50
Bailarina	horas	0,01	Q 780,00	Q 4,29
TOTAL				Q 92,29

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 0,01
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 92,29
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 92,30
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 9,23
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 0,92
Imprevistos (3 %)				Q 2,77
Utilidad estimada (15 %)				Q 13,85
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 26,77
Costos directos + Costos indirectos				Q 119,07
IVA (12 %)				Q 14,29
PRECIO TOTAL DE RENLÓN				Q 133,36

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLÓN NÚM.	4
DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 6" NORMA ASTM 3034	ML	1	Q 228,88	Q 228,88

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC Ø 6" ASTM 3034	UNIDAD	0,17	Q 772,59	Q 128,71
			TOTAL MATERIAL	Q 128,71

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación tubo PVC Ø 6"	UNIDAD	0,17	Q 35,00	Q 5,95
Prueba de infiltración y nivelación	UNIDAD	0,17	Q 20,00	Q 3,40
			SUBTOTAL	Q 9,35
Factor de ayudante	0,41			Q 3,88
			TOTAL	Q 13,23

Prestaciones		0,86		Q 11,33
			SUBTOTAL	Q 11,33
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 24,56

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 2,57	Q 2,57
			TOTAL	Q 2,57

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 2,57	Q 2,57
			TOTAL	Q 2,57

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 128,71
MANO DE OBRA				Q 24,56
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 2,57
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 2,57
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 158,42
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 15,84
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 1,58
Imprevistos (3 %)				Q 4,75
Utilidad estimada (15 %)				Q 23,76
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 45,94
Costos directos + costos indirectos				Q 204,36
IVA (12 %)				Q 24,52
			PRECIO TOTAL DE REGLÓN	Q 228,88

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REGLÓN NÚM.	5
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
CONEXIONES DOMICILIARES	UNIDAD	1	Q 1 689,18	Q 1 689,18

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo PVC Φ 4" ASTM 3034	UNIDAD	1,05	Q 346,13	Q 363,44
Cemento	SACOS	0,14	Q 70,54	Q 9,80
Arena	M3	0,01	Q 160,71	Q 1,74
Piedrín	M3	0,01	Q 196,43	Q 2,35
Acero No 2	VARILLA	1,00	Q 10,71	Q 10,71
Pegamento TANGIT	GALON	0,25	Q 138,39	Q 34,60
Candela domiciliar Φ 12"	UNIDAD	1,00	Q 107,14	Q 107,14
Silleta de PVC Φ 4" X 6"	UNIDAD	1,00	Q 266,07	Q 266,07
Codos	UNIDAD	1,00	Q 43,75	Q 43,75
TOTAL MATERIAL				Q 839,60

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación conexión domiciliar tubo PVC Φ 4" con candela tubo PVC Φ 12"	UNIDAD	1,00	Q 75,00	Q 75,00
instalación de silleta de candela domiciliar	UNIDAD	1,00	Q 60,00	Q 60,00
SUBTOTAL				Q 135,00
Factor de ayudante	0,41			Q 55,96
TOTAL				Q 190,96

Prestaciones	0,86			Q 115,65
SUBTOTAL				Q 115,65
TOTAL MANO DE OBRA				Q 306,62

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 6,13	Q 6,13
TOTAL				Q 6,13

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1,00	Q 16,79	Q 16,79
TOTAL				Q 16,79

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 839,60
MANO DE OBRA				Q 306,62
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 6,13
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 16,79
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 1 169,14
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 116,91
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 11,69
Imprevistos (3 %)				Q 35,07
Utilidad estimada (15 %)				Q 175,37
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 339,05
Costos directos + costos indirectos				Q 1 508,20
Impuestos (12 %)				Q 180,98
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 1 689,18

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	6
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
POZOS DE VISITA h: 1,20 - 1,50	UNIDAD	1	Q 5 658,98	Q 5 658,98

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Ladrillo tayuyo 0.11 x 0.065 x 0.23	UNIDAD	760,00	Q 2,50	Q 1 900,00
Cemento UGC 42.5 kg	SACO	1,50	Q 70,54	Q 105,45
Arena de río	M3	0,12	Q 160,71	Q 19,66
Agregado grueso 3/4"	M3	0,10	Q 196,43	Q 20,11
Alambre de amarre	LB	3,00	Q 5,36	Q 16,08
Varilla No. 2 G60 20 pies (eslabones brocal)	VARILLA	3,00	Q 10,71	Q 32,13
Varilla No. 3 G60 20 pies (brocal)	VARILLA	2,00	Q 28,57	Q 57,14
Varilla No. 6 G60 20 pies (escalones)	VARILLA	2,00	Q 66,96	Q 133,93
Clavos 2"	LB	1,00	Q 7,14	Q 7,14
Insumos varios (disco p/cortar concreto, pulidora, extensión, focos)	GLOBAL	1,00	Q 110,00	Q 110,00
TOTAL MATERIAL				Q 2 401,65

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Excavación a mano de pozo	M3	1,71	Q 35,00	Q 59,70
Levantado de ladrillo tayuyo	M2	4,56	Q 50,00	Q 227,96
Fabricación de brocal + tapadera	UNIDAD	1,00	Q 150,00	Q 150,00
Base de concreto	UNIDAD	1,00	Q 50,00	Q 50,00
Colocación de escalones	UNIDAD	4,00	Q 15,00	Q 60,00
SUBTOTAL				Q 547,65
Factor de ayudante	0,41			Q 227,02
TOTAL				Q 774,68

Prestaciones	0,86			Q 663,67
SUBTOTAL				Q 663,67
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 438,34

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 28,77	Q 28,77
TOTAL				Q 28,77

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1,00	Q 48,03	Q 48,03
TOTAL				Q 48,03

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 2 401,65
MANO DE OBRA				Q 1 438,34
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 28,77
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 48,03
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 3 916,79
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 391,68
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 39,17
Imprevistos (3 %)				Q 117,50
Utilidad estimada (15 %)				Q 587,52
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 1 135,87
Costos directos + costos indirectos				Q 5 052,66
IVA (12 %)				Q 606,32
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 5 658,98

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	7
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
POZOS DE VISITA h: 1,50 - 1,80	UNIDAD	1	Q 6 544,79	Q 6 544,79

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Ladrillo tayuyo 0.11 x 0.065 x 0.23	UNIDAD	930,00	Q 2,50	Q 2 325,00
Cemento UGC 42.5 kg	SACO	1,50	Q 70,54	Q 105,45
Arena de río	M3	0,12	Q 160,71	Q 19,66
Agregado grueso 3/4"	M3	0,10	Q 196,43	Q 20,11
Alambre de amarre	LB	3,00	Q 5,36	Q 16,08
Varilla No. 2 G60 20 pies (eslabones brocal)	VARILLA	3,00	Q 10,71	Q 32,13
Varilla No. 3 G60 20 pies (brocal)	VARILLA	2,00	Q 28,57	Q 57,14
Varilla No. 6 G60 20 pies (escalones)	VARILLA	2,00	Q 66,96	Q 133,93
Clavos 2"	LB	0,50	Q 7,14	Q 3,57
Insumos varios (disco p/cortar concreto, pulidora, extensión, focos)	GLOBAL	1,00	Q 110,00	Q 110,00
TOTAL MATERIAL				Q 2 823,08

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Excavación a mano de pozo	M3	2,20	Q 35,00	Q 77,12
Levantado de ladrillo tayuyo	M2	5,58	Q 50,00	Q 278,94
Fabricación de brocal + tapadera	UNIDAD	1,00	Q 150,00	Q 150,00
Base de concreto	UNIDAD	1,00	Q 50,00	Q 50,00
Colocación de escalones	UNIDAD	4,00	Q 15,00	Q 60,00
SUBTOTAL				Q 616,06
Factor de ayudante	0,41			Q 255,38
TOTAL				Q 871,44

Prestaciones	0,86			Q 746,56
SUBTOTAL				Q 746,56
TOTAL MANO DE OBRA				Q 1 618,00

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 32,36	Q 32,36
TOTAL				Q 32,36

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1,00	Q 56,46	Q 56,46
TOTAL				Q 56,46

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 2 823,08
MANO DE OBRA				Q 1 618,00
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 32,36
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 56,46
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 4 529,90
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 452,99
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 45,30
Imprevistos (3 %)				Q 135,90
Utilidad estimada (15 %)				Q 679,48
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 1 313,67
Costos directos + costos indirectos				Q 5 843,57
IVA (12 %)				Q 701,23
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 6 544,79

Continuación de apéndice 1.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	8
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
POZOS DE VISITA h: 2,30- 3,10	UNIDAD	1	Q 9 645,47	Q 9 645,47

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Ladrillo tayuyo 0.11 x 0.065 x 0.23	UNIDAD	1540,00	Q 2,50	Q 3 850,00
Cemento UGC 42.5 kg	SACO	1,50	Q 70,54	Q 105,46
Arena de río	M3	0,12	Q 142,86	Q 17,48
Agregado grueso 3/4"	M3	0,10	Q 178,57	Q 18,28
Alambre de amarre	LB	3,00	Q 5,36	Q 16,08
Varilla No. 2 G60 20 pies (eslabones brocal)	VARILLA	3,00	Q 10,71	Q 32,13
Varilla No. 3 G60 20 pies (brocal)	VARILLA	2,00	Q 28,57	Q 57,14
Varilla No. 6 G60 20 pies (escalones)	VARILLA	2,00	Q 75,00	Q 150,00
Clavos 2"	LB	1,00	Q 7,14	Q 7,14
Insumos varios (disco p/cortar concreto, pulidora, extensión, focos)	GLOBAL	1,00	Q 110,00	Q 110,00
TOTAL MATERIAL				Q 4 363,71

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Excavación a mano de pozo	M3	3,11	Q 35,00	Q 108,78
Levantado de ladrillo tayuyo	M2	9,24	Q 50,00	Q 461,78
Fabricación de brocal + tapadera	UNIDAD	1,00	Q 150,00	Q 150,00
Base de concreto	UNIDAD	1,00	Q 50,00	Q 50,00
Colocación de escalones	UNIDAD	4,00	Q 15,00	Q 60,00
SUBTOTAL				Q 830,57
Factor de ayudante	0,41			Q 344,30
TOTAL				Q 1 174,87

Prestaciones	0,86			Q 1 006,51
SUBTOTAL				Q 1 006,51
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 181,38

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 43,63	Q 43,63
TOTAL				Q 43,63

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de materiales	global	1,00	Q 87,27	Q 87,27
TOTAL				Q 87,27

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 4 363,71
MANO DE OBRA				Q 2 181,38
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 43,63
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 87,27
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 6 675,99
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 667,60
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 66,76
Imprevistos (3 %)				Q 200,28
Utilidad estimada (15 %)				Q 1 001,40
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 1 936,04
Costos directos + costos indirectos				Q 8 612,03
IVA (12 %)				Q 1 033,44
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 9 645,47

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Resumen renglones de trabajo sistema de agua potable**

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE AGUA POTABLE ALDEA ESTANCIA GRANDE CASERIO SANTA ROSA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO EPS EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN						
RESUMEN DE RENGLONES DE TRABAJO						
NÚM.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
SISTEMA DE AGUA POTABLE						
CONDUCCIÓN DE AGUA POTABLE						
1.00	TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	5 000,00	ML	Q 62,84	Q	314 179,37
2.00	EXCAVACIÓN	342,90	M3	Q 62,85	Q	21 550,85
3.00	RELLENO	342,90	M3	Q 68,42	Q	23 461,13
4.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 3" 160 PSI	473,64	ML	Q 238,85	Q	113 126,84
5.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2 1/2" 250 PSI	1 449,15	ML	Q 243,67	Q	353 111,91
6.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2" 250 PSI	883,43	ML	Q 211,01	Q	186 408,74
7.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2" 160 PSI	423,04	ML	Q 191,71	Q	81 103,11
8.00	INSTALACIÓN DE TUBERÍA HG Ø 2" TPO MEDIANO	1 000,00	ML	Q 213,87	Q	213 872,96
9.00	CAJA PROTECTORA DE VÁLVULAS	8,00	UNIDAD	Q 4 219,47	Q	33 755,75
10.00	VÁLVULA DE AIRE 3"	2,00	UNIDAD	Q 1 128,58	Q	2 257,16
10.01	VÁLVULA DE AIRE 2 1/2"	1,00	UNIDAD	Q 1 043,05	Q	1 043,05
10.02	VÁLVULA DE AIRE 2"	1,00	UNIDAD	Q 885,16	Q	885,16
11.00	VÁLVULA DE LIMPIEZA 3"	1,00	UNIDAD	Q 1 020,47	Q	1 020,47
11.01	VÁLVULA DE LIMPIEZA 2 1/2"	1,00	UNIDAD	Q 753,58	Q	753,58
11.02	VÁLVULA DE LIMPIEZA 2"	2,00	UNIDAD	Q 728,58	Q	1 457,15
12.00	VÁLVULA DE CHECK	1,00	UNIDAD	Q 929,87	Q	929,87
13.00	SISTEMA DE BOMBEO	1,00	UNIDAD	Q 28 741,77	Q	28 741,77
14.00	TANQUE DE 70 M3 + LOSA Y TAPADERA + HIPOCLORADOR	1,00	UNIDAD	Q 21 478,63	Q	21 478,63
15.00	CASETA DE BOMBEO	1,00	UNIDAD	Q 60 590,02	Q	60 590,02
COSTO TOTAL DEL PROYECTO					Q	1 459 727,52

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLON NÚM.	1
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
TRAZO Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	ML	1	Q 62,84	Q 62,84

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Pintura de aceite	Galón	0,07	Q 151,79	Q 10,63
Estacas	Global	0,05	Q 50,00	Q 2,50
Clavos con cabeza	Libra	0,25	Q 98,21	Q 24,55
TOTAL MATERIAL				Q 37,68

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Topógrafo	día	0,003	Q 240,00	Q 0,72
cadenero	día	0,003	Q 100,00	Q 0,30
SUBTOTAL				Q 1,02
Factor ayudante	0,41			Q 0,42
TOTAL				Q 1,44

Prestaciones		0,86		Q 1,24
SUBTOTAL				Q 1,24
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2,68

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Palas azadones y machetes	global	1,00	Q 0,05	Q 0,05
Alquiler de teodolito	día	0,003	Q 1 100,00	Q 3,08
TOTAL				Q 3,13

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 37,68
MANO DE OBRA				Q 2,68
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 3,13
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 43,49
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 4,35
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 0,43
Imprevistos (3 %)				Q 1,30
Utilidad estimada (15 %)				Q 6,52
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 12,61
Costos directos + costos indirectos				Q 56,10
IVA (12 %)				Q 6,73
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 62,84

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	2
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
EXCAVACIÓN	M3	1,00	Q 62,85	Q 62,85

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Retroexcavadora CAT 416E (0.76 m³)	horas	0,02	Q 1 000,00	Q 20,00
Regado de agua	días	0,01	Q 850,00	Q 8,50
Bomba de agua	días	0,03	Q 500,00	Q 15,00
TOTAL				Q 43,50

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 43,50
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 43,50
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 4,35
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 0,44
Imprevistos (3 %)				Q 1,31
Utilidad estimada (15 %)				Q 6,53
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 12,62
Costos directos + costos indirectos				Q 56,12
IVA (12 %)				Q 6,73
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 62,85

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			RENLÓN NÚM.	3
DESCRIPCIÓN DEL RENLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
RELLENO	M ³	1,00	Q 68,42	Q 68,42

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Relleno de zanja con material del lugar	m ³	1,00	Q 0,01	Q 0,01
TOTAL MATERIAL				Q 0,01

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Relleno de zanja	m ³	1,00	Q 25,00	Q 25,00
SUBTOTAL				Q 25,00
Factor de ayudante	0,00			Q -
TOTAL				Q 25,00

Prestaciones		0,86		Q 21,42
SUBTOTAL				Q 21,42
TOTAL MANO DE OBRA				Q 46,42

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 0,93	Q 0,93
TOTAL				Q 0,93

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 0,01
MANO DE OBRA				Q 46,42
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 0,93
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 47,36
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 4,74
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 0,47
Imprevistos (3 %)				Q 1,42
Utilidad estimada (15 %)				Q 7,10
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 13,73
Costos directos + costos indirectos				Q 61,09
IVA (12 %)				Q 7,33
PRECIO TOTAL DE RENLÓN				Q 68,42

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	4
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 3" 160 PSI	ML	1	Q 238,85	Q 238,85

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo de PVC de 3"	unidad	0,17	Q 354,46	Q 59,05
Pegamento en 1/4" de galón	botes	0,02	Q 185,00	Q 3,08
Accesorios de instalación	global	1	Q 2,50	Q 2,50
Accesorios PVC	global	1	Q 3,33	Q 3,33
TOTAL MATERIAL				Q 67,97

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Acarreo de tubos	unidad	1,00	Q 30,00	Q 30,00
Instalación tubo PVC Ø 3"	unidad	0,17	Q 35,00	Q 5,83
SUBTOTAL				Q 35,83
Factor de ayudante	0,41			Q 14,85
TOTAL				Q 50,68

Prestaciones		0,86		Q 43,42
SUBTOTAL				Q 43,42
TOTAL MANO DE OBRA				Q 94,11

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramientas	global	1,00	Q 1,88	Q 1,88
TOTAL				Q 1,88

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 67,97
MANO DE OBRA				Q 94,11
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 1,88
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 165,31
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 16,53
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 1,65
Imprevistos (3 %)				Q 4,96
Utilidad estimada (15 %)				Q 24,80
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 47,94
Costos directos + costos indirectos				Q 213,26
IVA (12 %)				Q 25,59
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 238,85

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	5
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2 1/2" 250 PSI	ML	1	Q 243,67	Q 243,67

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo de PVC de 2 1/2"	unidad	0,17	Q 374,11	Q 62,33
Pegamento de 1/4" de galón	botes	0,02	Q 185,00	Q 3,08
Accesorios de instalación	global	1	Q 2,50	Q 2,50
Accesorios de PVC	global	1	Q 3,33	Q 3,33
			TOTAL MATERIAL	Q 71,24

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Acarreo de tubos	unidad	1,00	Q 30,00	Q 30,00
Instalación tubo PVC Ø 2 1/2"	unidad	0,17	Q 35,00	Q 5,83
			SUBTOTAL	Q 35,83
Factor de ayudante	0,41			Q 14,85
			TOTAL	Q 50,68

Prestaciones		0,86		Q 43,42
			SUBTOTAL	Q 43,42
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 94,11

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 1,88	Q 1,88
			TOTAL	Q 1,88

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 71,24
MANO DE OBRA				Q 94,11
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 1,88
			SUMA DE COSTOS DIRECTOS	Q 168,65
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 16,87
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 1,69
Imprevistos (3 %)				Q 5,06
Utilidad estimada (15 %)				Q 25,30
			SUMA COSTOS INDIRECTOS	Q 48,91
			Costos directos + costos indirectos	Q 217,56
			IVA (12 %)	Q 26,11
			PRECIO TOTAL DE RENGLÓN	Q 243,67

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	6
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2" 250 PSI	ML	1	Q 211,01	Q 211,01

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo de PVC de 2"	unidad	0,17	Q 241,07	Q 40,16
Pegamento en 1/4 de galón	botes	0,02	Q 185,00	Q 3,08
Accesorios de instalación	global	1	Q 2,50	Q 2,50
Accesorios PVC	global	1	Q 3,33	Q 3,33
TOTAL MATERIAL				Q 49,08

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Acarreo de tubos	unidad	1,00	Q 30,00	Q 30,00
Instalación tubo PVC Ø 2"	unidad	0,17	Q 35,00	Q 5,83
SUBTOTAL				Q 35,83
Factor de ayudante	0,41			Q 14,85
TOTAL				Q 50,68

Prestaciones	0,86			Q 43,42
SUBTOTAL				Q 43,42
TOTAL MANO DE OBRA				Q 94,11

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 1,88	Q 1,88
TOTAL				Q 1,88

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 49,08
MANO DE OBRA				Q 94,11
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 1,88
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 146,04
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 14,60
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 1,46
Imprevistos (3 %)				Q 4,38
Utilidad estimada (15 %)				Q 21,91
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 42,35
Costos directos + costos indirectos				Q 188,40
IVA (12 %)				Q 22,61
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 211,01

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	7
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC Ø 2" 160 PSI	ML	1	Q 191,71	Q 191,71

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo de PVC de 2"	unidad	0,17	Q 162,50	Q 27,07
Pegamento de 1/4" de galón	botes	0,02	Q 185,00	Q 3,08
Accesorios de instalación	global	1	Q 2,50	Q 2,50
Accesorios de PVC	global	1	Q 3,33	Q 3,33
TOTAL MATERIAL				Q 35,99

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Acarreo de tubos	unidad	1,00	Q 30,00	Q 30,00
Instalación tubo PVC Ø 2"	unidad	0,17	Q 35,00	Q 5,83
SUBTOTAL				Q 35,83
Factor de ayudante	0,41			Q 14,85
TOTAL				Q 50,68

Prestaciones	0,86			Q 43,42
SUBTOTAL				Q 43,42
TOTAL MANO DE OBRA				Q 94,11

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 1,88	Q 1,88
TOTAL				Q 1,88

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 35,99
MANO DE OBRA				Q 94,11
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 1,88
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 132,69
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 13,27
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 1,33
Imprevistos (3 %)				Q 3,98
Utilidad estimada (15 %)				Q 19,90
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 38,48
Costos directos + costos indirectos				Q 171,17
IVA (12 %)				Q 20,54
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 191,71

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	8
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
INSTALACIÓN DE TUBERÍA HG Φ 2" TPO MEDIANO	ML	1	Q 213,87	Q 213,87

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Tubo de HG Φ 2"	unidad	0,17	Q 306,25	Q 51,02
			TOTAL MATERIAL	Q 51,02

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Acarreo de tubos	unidad	1,00	Q 30,00	Q 30,00
Instalación tubo HG Φ 2"	unidad	0,17	Q 35,00	Q 5,83
			SUBTOTAL	Q 35,83
Factor de ayudante	0,41			Q 14,85
			TOTAL	Q 50,68

Prestaciones	0,86			Q 43,42
			SUBTOTAL	Q 43,42
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 94,11

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramientas	global	1,00	Q 1,88	Q 1,88
			TOTAL	Q 1,88

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 51,02
MANO DE OBRA				Q 94,11
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 1,88
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 148,03
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 14,80
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 1,48
Imprevistos (3 %)				Q 4,44
Utilidad estimada (15 %)				Q 22,20
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 42,93
Costos directos + costos Indirectos				Q 190,96
IVA (12 %)				Q 22,91
			PRECIO TOTAL DE RENGLÓN	Q 213,87

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			RENGLÓN NÚM.	9
DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CAJA PROTECTORA DE VÁLVULAS	UNIDAD	1	Q 4 219,47	Q 4 219,47

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	2,00	Q 70,54	Q 141,07
Agregado fino	m ³	0,14	Q 142,86	Q 19,59
Agregado grueso de 3/4	m ³	0,15	Q 178,57	Q 26,91
Varilla No. 3 G60 20 Pies	varilla	15,00	Q 28,57	Q 428,55
Alambre de amarre	libras	4,44	Q 5,36	Q 23,82
Clavo	libras	1,00	Q 7,14	Q 7,14
Tablas	Pie/tablar	20,00	Q 5,75	Q 115,00
TOTAL MATERIAL				Q 762,09

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Construcción caja de registro	unidad	1,00	Q 800,00	Q 800,00
SUBTOTAL				Q 800,00
Factor de ayudante	0,41			Q 331,63
TOTAL				Q 1 131,63

Prestaciones	0,86			Q 969,47
SUBTOTAL				Q 969,47
TOTAL MANO DE OBRA				Q 2 101,10

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 42,02	Q 42,02

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 15,24	Q 15,24
TOTAL				Q 15,24

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 762,09
MANO DE OBRA				Q 2 101,10
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 42,02
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 15,24
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 2 920,45
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 292,05
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 29,20
Imprevistos (3 %)				Q 87,61
Utilidad estimada (15 %)				Q 438,07
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 846,93
Costos directos + costos indirectos				Q 3 767,38
IVA (12 %)				Q 452,09
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 4 219,47

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	RENGLÓN NÚM.	10
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE AIRE 3"	UNIDAD	1	Q 1 128,58	Q 1 128,58

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 3"	unidad	1,00	Q 446,43	Q 446,43
Adaptador macho de 3"	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
Permatex	unidad	0,15	Q 45,00	Q 6,75
Silicón	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
TOTAL MATERIAL				Q 503,18

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
SUBTOTAL				Q 100,00
Factor de ayudante	0,41			Q 41,45
TOTAL				Q 141,45

Prestaciones		0,86		Q 121,18
SUBTOTAL				Q 121,18
TOTAL MANO DE OBRA				Q 262,64

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 5,25	Q 5,25
TOTAL				Q 5,25

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 10,06	Q 10,06
TOTAL				Q 10,06

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 503,18
MANO DE OBRA				Q 262,64
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 5,25
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 10,06
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 781,13
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 78,11
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 7,81
Imprevistos (3 %)				Q 23,43
Utilidad estimada (15 %)				Q 117,17
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 226,53
Costos directos + costos indirectos				Q 1 007,66
IVA (12 %)				Q 120,92
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 1 128,58

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REGLON NÚM.	10,1
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE AIRE 2 1/2"	UNIDAD	1	Q 1 043,05	Q 1 043,05

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 2 1/2"	unidad	1,00	Q 388,39	Q 388,39
Adaptador macho de 2 1/2"	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
Permatex	unidad	0,15	Q 45,00	Q 6,75
Silicón	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
			TOTAL MATERIAL	Q 445,14

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
			SUBTOTAL	Q 100,00
Factor de ayudante	0,41			Q 41,45
			TOTAL	Q 141,45

Prestaciones		0,86		Q 121,18
			SUBTOTAL	Q 121,18
			TOTAL MANO DE OBRA	Q 262,64

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 5,25	Q 5,25
			TOTAL	Q 5,25

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 8,90	Q 8,90
			TOTAL	Q 8,90

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 445,14
MANO DE OBRA				Q 262,64
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 5,25
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 8,90
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 721,94
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 72,19
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 7,22
Imprevistos (3 %)				Q 21,66
Utilidad estimada (15 %)				Q 108,29
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 209,36
Costos directos + costos indirectos				Q 931,30
IVA (12 %)				Q 111,76
			PRECIO TOTAL DE RENGLÓN	Q 1 043,05

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLON NÚM.	10,2
DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE AIRE 2"	UNIDAD	1	Q 885,16	Q 885,16

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 2"	unidad	1,00	Q 281,25	Q 281,25
Adaptador Macho de 2"	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
Permatex	unidad	0,15	Q 45,00	Q 6,75
Silicón	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
TOTAL MATERIAL				Q 338,00

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
SUBTOTAL				Q 100,00
Factor de ayudante	0,41			Q 41,45
TOTAL				Q 141,45

Prestaciones		0,86		Q 121,18
SUBTOTAL				Q 121,18
TOTAL MANO DE OBRA				Q 262,64

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Palas azadones y machetes	global	1,00	Q 5,25	Q 5,25
TOTAL				Q 5,25

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 6,76	Q 6,76
TOTAL				Q 6,76

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 338,00
MANO DE OBRA				Q 262,64
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 5,25
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 6,76
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 612,65
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 61,27
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 6,13
Imprevistos (3 %)				Q 18,38
Utilidad estimada (15 %)				Q 91,90
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 177,67
Costos directos + costos indirectos				Q 790,32
IVA (12 %)				Q 94,84
PRECIO TOTAL DE REGLÓN				Q 885,16

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLÓN NÚM.	11
DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE LIMPIEZA 3"	UNIDAD	1	Q 1 020,47	Q 1 020,47

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 3"	unidad	1,00	Q 334,82	Q 334,82
Adaptador macho de 3"	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
Permatex	unidad	1,00	Q 45,00	Q 45,00
Silicón	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
TOTAL MATERIAL				Q 429,82

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
SUBTOTAL				Q 100,00
Factor de ayudante	0,41			Q 41,45
TOTAL				Q 141,45

Prestaciones		0,86		Q 121,18
SUBTOTAL				Q 121,18
TOTAL MANO DE OBRA				Q 262,64

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 5,25	Q 5,25

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 8,60	Q 8,60
TOTAL				Q 8,60

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 429,82
MANO DE OBRA				Q 262,64
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 5,25
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 8,60
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 706,31
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 70,63
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 7,06
Imprevistos (3 %)				Q 21,19
Utilidad estimada (15 %)				Q 105,95
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 204,83
Costos directos + costos indirectos				Q 911,14
IVA (12 %)				Q 109,34
PRECIO TOTAL DE REGLÓN				Q 1 020,47

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REGLON NÚM.	11,1
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE LIMPIEZA 2 1/2"	UNIDAD	1	Q 753,58	Q 753,58

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 2 1/2"	unidad	1,00	Q 191,96	Q 191,96
Adaptador macho de 2 1/2"	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
Permatex	unidad	0,15	Q 45,00	Q 6,75
Silicón	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
TOTAL MATERIAL				Q 248,71

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
SUBTOTAL				Q 100,00
Factor de Ayudante	0,41			Q 41,45
TOTAL				Q 141,45

Prestaciones		0,86		Q 121,18
SUBTOTAL				Q 121,18
TOTAL MANO DE OBRA				Q 262,64

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 5,25	Q 5,25
TOTAL				Q 5,25

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 4,97	Q 4,97
TOTAL				Q 4,97

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 248,71
MANO DE OBRA				Q 262,64
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 5,25
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 4,97
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 521,58
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 52,16
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 5,22
Imprevistos (3 %)				Q 15,65
Utilidad estimada (15 %)				Q 78,24
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 151,26
Costos directos + costos indirectos				Q 672,84
IVA (12 %)				Q 80,74
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 753,58

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLON NÚM.	11,2
DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE LIMPIEZA 2"	UNIDAD	1	Q 728,58	Q 728,58

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 2"	unidad	1,00	Q 175,00	Q 175,00
Adaptador macho de 2"	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
Permatex	unidad	0,15	Q 45,00	Q 6,75
Silicón	unidad	1,00	Q 25,00	Q 25,00
TOTAL MATERIAL				Q 231,75

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 100,00	Q 100,00
SUBTOTAL				Q 100,00
Factor de ayudante	0,41			Q 41,45
TOTAL				Q 141,45

Prestaciones		0,86		Q 121,18
SUBTOTAL				Q 121,18
TOTAL MANO DE OBRA				Q 262,64

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 5,25	Q 5,25
TOTAL				Q 5,25

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 4,64	Q 4,64
TOTAL				Q 4,64

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 231,75
MANO DE OBRA				Q 262,64
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 5,25
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 4,64
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 504,28
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 50,43
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 5,04
Imprevistos (3 %)				Q 15,13
Utilidad estimada (15 %)				Q 75,64
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 146,24
Costos directos + costos indirectos				Q 650,52
IVA (12 %)				Q 78,06
PRECIO TOTAL DE REGLÓN				Q 728,58

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REGLON NÚM.	12
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
VÁLVULA DE CHECK	UNIDAD	1	Q 929,87	Q 929,87

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Válvula de 2"	unidad	1,00	Q 302,68	Q 302,68
TOTAL MATERIAL			Q	302,68

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación llave	unidad	1,00	Q 125,00	Q 125,00
SUBTOTAL			Q	125,00
Factor de ayudante	0,41			Q 51,82
TOTAL			Q	176,82

Prestaciones		0,86		Q 151,48
SUBTOTAL			Q	151,48
TOTAL MANO DE OBRA			Q	328,30

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 6,57	Q 6,57

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 6,05	Q 6,05
TOTAL			Q	6,05

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 302,68
MANO DE OBRA				Q 328,30
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 6,57
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 6,05
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 64,36
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 6,44
Imprevistos (3 %)				Q 19,31
Utilidad estimada (15 %)				Q 96,54
SUMA COSTOS INDIRECTOS			Q	186,64
Costos directos + costos indirectos			Q	830,24
IVA (12 %)			Q	99,63
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN			Q	929,87

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLÓN NÚM.	13
DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
SISTEMA DE BOMBEO	UNIDAD	1	Q 28 741,77	Q 28 741,77

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Bomba de eje vertical 5 hp	Global	1,00	Q 19 136,04	Q 19 136,04
TOTAL MATERIAL				Q 19 136,04

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Instalación bomba	global	1,00	Q 367,15	Q 367,15
SUBTOTAL				Q 367,15
TOTAL				Q 367,15
TOTAL MANO DE OBRA				Q 367,15

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 382,72	Q 382,72
TOTAL				Q 382,72

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 19 136,04
MANO DE OBRA				Q 367,15
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 7,34
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 19 893,25
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 1 989,32
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 198,93
Imprevistos (3 %)				Q 596,80
Utilidad estimada (15 %)				Q 2 983,99
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 5 769,04
Costos directos + costos indirectos				Q 25 662,29
Impuestos (12 %)				Q 3 079,48
PRECIO TOTAL DE REGLÓN				Q 28 741,77

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLON NÚM.	14
DESCRIPCION DEL REGLON	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
TANQUE DE 70 M³ + LOSA Y TAPADERA + HIPOCLORADOR	UNIDAD	1	Q 21 478,63	Q 21 478,63

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Cemento	sacos	105,00	Q 70,54	Q 7 406,25
Arena	m ³	8,86	Q 160,71	Q 1 423,94
Agregado grueso 3/4	m ³	17,72	Q 196,43	Q 3 480,74
Hipocloroso	unidad	1,00	Q 4 850,00	Q 4 850,00
Losa y tapadera	global	1,00	Q 6 686,24	Q 6 686,24
TOTAL MATERIAL				Q 23 847,17

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Construcción tanque	global	1,00	Q 3 193,82	Q 3 193,82
Construcción losa y tapadera	global	1,00	Q 1 235,54	Q 1 235,54
Instalación hipocloroso	global	1,00	Q 649,55	Q 649,55
SUBTOTAL				Q 5 078,91
Factor de ayudante	0,41			Q 2 105,41
TOTAL				Q 7 184,32

Prestaciones	0,86			Q 6 154,81
SUBTOTAL				Q 6 154,81
TOTAL MANO DE OBRA				Q 13 339,13

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 266,78	Q 266,78
TOTAL				Q 266,78

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 24,71	Q 24,71
TOTAL				Q 24,71

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 1 235,54
MANO DE OBRA				Q 13 339,13
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 266,78
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 24,71
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 14 866,16
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 1 486,62
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 148,66
Imprevistos (3 %)				Q 445,98
Utilidad estimada (15 %)				Q 2 229,92
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 4 311,19
Costos directos + costos indirectos				Q 19 177,34
IVA (12 %)				Q 2 301,28
PRECIO TOTAL DE REGLON				Q 21 478,63

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

DESCRIPCIÓN DEL RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	REGLON NÚM.	14,1
			PRECIO UNITARIO	TOTAL
LOSA Y TAPADERA DE TANQUE	UNIDAD	1	Q 6 686,24	Q 6 686,24

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Cemento	SACO	25,00	Q 70,54	Q 1 763,39
Arena	M³	1,85	Q 160,71	Q 298,10
Piedrín	M³	2,04	Q 196,43	Q 400,47
Alambre de amarre	LB	16,30	Q 5,36	Q 87,35
Varilla No. 3 G60 20 pies	VARILLA	55,00	Q 28,53	Q 1 569,15
TOTAL MATERIAL				Q 4 118,46

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Elaboración losa y tapadera	UNIDAD	1,00	Q 1 235,54	Q 1 235,54
SUBTOTAL				Q 1 235,54
Factor de ayudante	0,41			Q 512,18
TOTAL				Q 1 747,72

Prestaciones	0,86			Q 1 497,27
SUBTOTAL				Q 1 497,27

TOTAL MANO DE OBRA				Q 3 244,99
---------------------------	--	--	--	-------------------

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 64,90	Q 64,90
TOTAL				Q 64,90

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 82,37	Q 82,37
TOTAL				Q 82,37

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 1 235,54
MANO DE OBRA				Q 3 244,99
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 64,90
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 82,37
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 4 627,80
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 462,78
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 46,28
Imprevistos (3 %)				Q 138,83
Utilidad estimada (15 %)				Q 694,17
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 1 342,06
Costos directos + costos indirectos				Q 5 969,86
IVA (12 %)				Q 716,38
PRECIO TOTAL DE RENGLÓN				Q 6 686,24

Continuación de apéndice 2.

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

			REGLÓN NÚM.	15
DESCRIPCIÓN DEL REGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
CASETA DE BOMBEO	UNIDAD	1	Q 60 590,02	Q 60 590,02

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Block 0.19 x 0.14 x 0.39	UNIDAD	957,00	Q 1,75	Q 1 674,75
Cemento UGC 42.5 kg	SACO	107,00	Q 70,54	Q 7 547,32
Arena de río	M³	7,58	Q 160,71	Q 1 218,24
Agregado grueso 1/2"	M³	5,10	Q 196,43	Q 1 002,28
Alambre de amarre	LB	53,67	Q 5,36	Q 287,69
Varilla No. 4 G60 20 pies	Varilla	12,00	Q 66,96	Q 803,52
Varilla No. 3 G60 20 pies	Varilla	88,00	Q 28,57	Q 2 514,16
Varilla No. 2 G60 20 pies	Varilla	117,00	Q 10,71	Q 1 253,07
Clavos 2"	LB	3,00	Q 7,14	Q 21,42
Losa tipo prefabricada	M²	14,88	Q 450,00	Q 6 694,92
TOTAL MATERIAL				Q 23 017,37

MANO DE OBRA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Excavación de cimiento	M³	1,45	Q 45,00	Q 65,45
Levantado block	M²	38,26	Q 75,00	Q 2 869,20
Centrado y levantado de columnas	UNIDAD	13,00	Q 100,00	Q 1 300,00
Armado de dintel y soleras	ML	15,40	Q 100,00	Q 1 540,00
Colocación de losa prefabricada	M²	14,88	Q 75,00	Q 1 115,82
SUBTOTAL				Q 6 890,47
Factor de ayudante	0,41			Q 2 856,37
TOTAL				Q 9 746,84

Prestaciones	0,86			Q 8 350,12
SUBTOTAL				Q 8 350,12
TOTAL MANO DE OBRA				Q 18 096,96

MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				
DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Herramienta	global	1,00	Q 361,94	Q 361,94
TOTAL				Q 361,94

TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL
Transporte de material	global	1,00	Q 460,35	Q 460,35
TOTAL				Q 460,35

INTEGRACIÓN DE PRECIOS UNITARIOS

I- COSTOS DIRECTOS (CD)				
MATERIALES				Q 23 017,37
MANO DE OBRA				Q 18 096,96
MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTA				Q 361,94
TRANSPORTES DE MATERIALES Y FLETES				Q 460,35
SUMA DE COSTOS DIRECTOS				Q 41 936,62
II- COSTOS INDIRECTOS				
Gastos administrativos (10 %)				Q 4 193,66
Gastos de seguros y fianzas (1 %)				Q 419,37
Imprevistos (3 %)				Q 1 258,10
Utilidad estimada (15 %)				Q 6 290,49
SUMA COSTOS INDIRECTOS				Q 12 161,62
Costos directos + costos indirectos				Q 54 098,24
IVA (12 %)				Q 6 491,79
PRECIO TOTAL DE REGLÓN				Q 60 590,02

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Memoria de cálculo drenaje sanitario

DE PV	A PV	Ø	S	V	Q	v		d/D		COTA INVERT		ALTURA DE POZOS		Hv = (V ² /(2*g))		Número de tubos	
		TUBERIA	TUBERIA	Sección llena	Sección llena	ACTUAL	FUTURO	ACTUAL	FUTURO	INICIO	FINAL	INICIO	FINAL	ACTUAL	FUTURO		
RAMAL 1																	
1	2	6"	7,50	3,10	56,56	1,02	1,24	0,073	0,100	196,56	194,85	1,70	1,27	0,053	0,079	5	
2	3	6"	10,50	3,67	66,93	1,51	1,83	0,104	0,142	194,82	191,11	1,30	1,18	0,116	0,171	7	
3	4	6"	0,75	0,98	17,89	0,60	0,73	0,201	0,279	191,08	191,01	1,21	1,37	0,019	0,027	2	
4	5	6"	19,75	5,03	91,79	1,93	2,35	0,093	0,127	190,98	189,18	1,40	1,07	0,189	0,280	2	
5	6	6"	30,00	6,20	113,13	2,04	2,49	0,091	0,125	189,15	187,33	1,10	1,02	0,212	0,317	2	
6	7	6"	30,00	6,20	113,13	2,28	2,78	0,087	0,119	187,30	186,35	1,05	1,10	0,264	0,393	1	
7	8	6"	26,00	5,77	105,32	2,20	2,66	0,092	0,125	186,32	183,37	1,13	1,19	0,246	0,362	3	
8	9	6"	41,00	7,25	132,25	2,64	3,21	0,086	0,117	183,34	176,97	1,22	1,18	0,356	0,525	3	
9	10	6"	29,00	6,10	111,23	2,64	3,20	0,113	0,154	176,94	174,55	1,21	1,20	0,356	0,523	2	
10	11	6"	1,00	1,13	20,65	0,81	0,97	0,258	0,361	174,52	173,96	1,23	1,34	0,033	0,048	11	
11	12	6"	1,00	1,13	20,65	0,83	0,99	0,269	0,376	173,93	173,35	1,37	3,01	0,035	0,050	11	
12	13	6"	9,00	3,40	61,96	2,06	2,48	0,195	0,268	173,32	167,60	3,04	2,90	0,216	0,312	12	
13	14	6"	6,00	2,77	50,59	1,79	2,16	0,218	0,301	167,57	163,91	2,93	2,41	0,164	0,237	11	
14	15	6"	7,00	3,00	54,65	2,06	2,46	0,242	0,333	163,88	159,55	2,44	2,05	0,216	0,308	12	
15	16	6"	3,10	1,99	36,37	1,55	1,84	0,301	0,421	159,52	156,48	2,08	2,04	0,122	0,173	18	
16	17	6"	3,75	2,19	40,00	1,68	1,99	0,293	0,407	156,45	154,00	2,07	1,92	0,144	0,203	12	
17	18	6"	7,75	3,15	57,50	2,26	2,69	0,26	0,36	153,97	149,09	1,95	1,88	0,260	0,369	12	
18	19	6"	5,70	2,70	49,31	2,05	2,43	0,29	0,40	149,06	144,93	1,91	1,84	0,214	0,302	13	
19	20	6"	1,15	1,21	22,15	1,15	1,33	0,44	0,65	144,90	143,93	1,87	3,73	0,067	0,091	16	
RAMAL 2																	
21	2	6"	4,05	2,28	41,57	0,87	1,06	0,093	0,127	198,02	194,02	1,70	2,10	0,039	0,058	18	
RAMAL 3																	
22	23	6"	9,00	3,40	61,96	1,04	1,28	0,066	0,091	195,30	188,91	1,70	1,64	0,056	0,084	13	
23	24	6"	10,00	3,58	65,31	1,20	1,46	0,075	0,103	188,88	183,21	1,67	1,63	0,073	0,109	11	
24	25	6"	5,50	2,66	48,44	1,04	1,27	0,096	0,132	183,18	180,10	1,66	1,65	0,055	0,082	10	
25	11	6"	8,25	3,25	59,32	1,22	1,49	0,090	0,124	180,07	173,71	1,68	1,59	0,076	0,114	14	
RAMAL 4																	
26	27	6"	25,50	5,72	104,30	1,78	2,18	0,067	0,092	178,66	169,84	1,70	1,52	0,161	0,241	7	
27	28	6"	2,05	1,62	29,57	0,75	0,92	0,126	0,174	169,81	168,25	1,55	1,52	0,029	0,043	14	
28	29	6"	10,25	3,62	66,13	1,58	1,93	0,114	0,157	168,22	161,48	1,55	1,44	0,127	0,189	12	
29	30	6"	6,20	2,82	51,43	1,35	1,64	0,133	0,183	161,45	158,80	1,47	1,41	0,093	0,138	8	
30	16	6"	2,60	1,83	33,30	1,02	1,23	0,170	0,234	158,77	156,98	1,44	1,55	0,053	0,077	13	
RAMAL 4.1																	
31	28	6"	1,50	1,39	25,30	0,60	0,73	0,113	0,155	168,55	168,08	1,70	1,69	0,018	0,027	6	
RAMAL 4.2																	
32	17	6"	6,26	2,83	51,68	1,09	1,33	0,094	0,128	158,72	154,50	1,70	1,42	0,061	0,090	13	
RAMAL 4.3																	
33	34	6"	2,30	1,72	31,32	0,68	0,82	0,097	0,133	167,43	165,77	1,70	1,74	0,023	0,035	13	
34	14	6"	6,25	2,83	51,64	1,04	1,27	0,087	0,120	165,74	164,41	1,77	1,91	0,055	0,083	4	
RAMAL 4.4																	
35	14	6"	8,50	3,30	60,22	1,24	1,51	0,090	0,123	169,01	164,41	1,70	1,91	0,078	0,116	10	
RAMAL 5																	
36	37	6"	2,50	1,79	32,66	0,70	0,85	0,095	0,131	198,57	197,17	1,70	1,78	0,025	0,037	10	
37	38	6"	21,10	5,20	94,87	1,85	2,25	0,083	0,113	197,14	188,82	1,81	1,56	0,175	0,259	8	
38	39	6"	24	5,55	101,18	2,15	2,62	0,10	0,13	188,79	181,95	1,59	1,42	0,236	0,351	6	
39	12	6"	13,65	4,18	76,31	1,77	2,14	0,109	0,148	181,92	173,75	1,45	2,61	0,160	0,234	11	
																356	

Apéndice 4. Memoria de cálculo sistema de agua potable

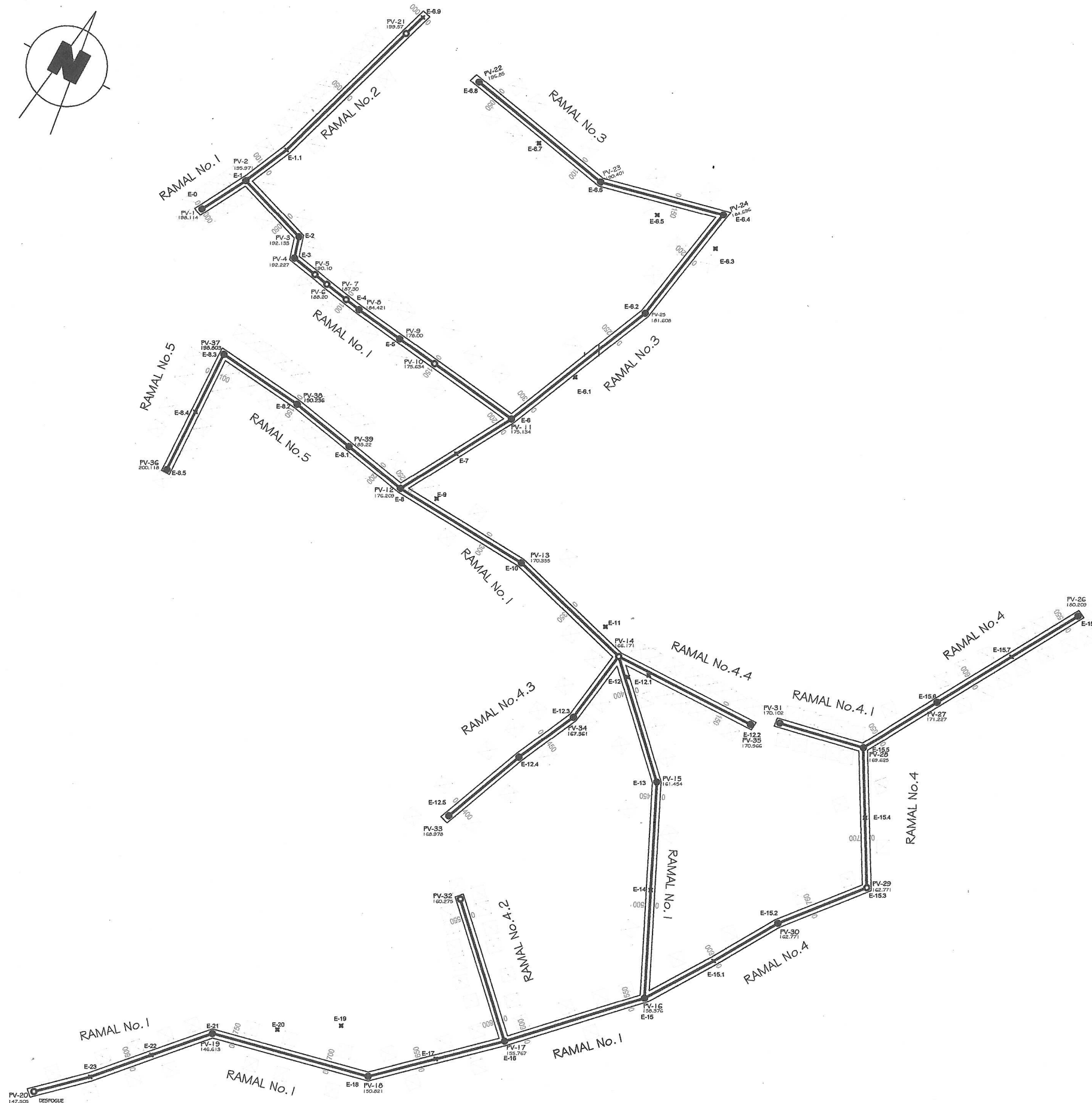
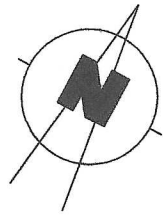
Población actual del lugar (Po)	1000	habitantes
Periodo de diseño estimado (n)	20	años
Tasa de crecimiento poblacional (R%)	2,35	%
Población futura de diseño (Pf)	1591	habitantes
Q aforo=	5,46	l/s
Dotación=	100	l/hab/día
Factor de día máximo (FDM)= entre 1.2 y 1.8	1,3	
Factor de hora máximo (FHM)= entre 2 y 3	2,2	
Caudal medio (Qm)=	1,84	l/s
Caudal de día max. (QdMax)=	2,39	l/s
Caudal de hora max. (QhMax)=	4,05	l/s

Tabla VI. Dotaciones indicadas en las normas de diseño

DESCRIPCION	DOTACION (LTS/HAB/DIA.)
Llenacántaros	15-40
Conexiones prediales	60-90
Conexiones domiciliarias en el área rural	90-150
Conexiones domiciliarias en el área urbana	150-250

V=mayor de 0.4 y menor de 3 m/s

	Hasta	Distancia	Distancia acumulada	Diferencia de nivel	Cota	Caudal Q(l/s)	Diametro Sugerido	Diametro interno	Diametro nominal	Presion de trabajo	Perdida de carga	Perdida acumulativa	Velocidad (m/s)	Cotas del terreno		Cota Piezométrica	Presión Dinámica	Presión Dinámica	Presión Estática (PSI)	Oservaciones	Cantidad de Tubos
														Co	Cf						
	0+00				1097,16											1097,16					
	1+300	1300,00	1300,00	28,82	1068,34	2,39	2,451	3,284	3	HG C 40	6,93	6,93	0,437	1097,16	1068,34	1090,23	21,89	31,09	28,82	tuberia HG	217,00
	1+770.974	473,64	1773,64	61,18	1007,16	2,39	1,463	3,230	3	PVC 160	1,29	8,22	0,452	1068,34	1007,16	1088,94	81,78	116,13	90,00	tub 160 psi	79,00
	2+488.62	714,98	2488,62	87,04	920,12	2,39	1,481	2,537	2 1/2	PVC 250	6,32	14,54	0,733	1007,16	920,12	1082,62	162,50	230,75	177,04	tub 250 psi	119,00
	3+220.120	259,91	3482,70	44,86	1052,02	2,39	1,489	2,537	2 1/2	PVC 250	6,49	21,04	0,733	920,12	1007,16	1076,12	68,96	97,93	90,00	tub 250 psi	123,00
	3+645.83	163,13	3645,83	39,59	1012,43	2,39	1,378	2,193	2	PVC 160	4,67	25,71	0,981	1007,16	1052,02	1071,45	19,43	27,59	45,14	tub 160 psi	44,00
	4+232.02	297,25	4529,26	39,51	1047,88	2,39	1,285	2,193	2	PVC 160	2,93	28,65	0,981	1052,02	1012,43	1068,51	56,08	79,64	84,73	tub 160 psi	28,00
	4+527.29	297,25	4529,26	39,51	1047,88	2,39	1,540	2,095	2	PVC 250	5,94	34,59	1,075	1012,43	1025,46	1062,57	37,11	52,70	71,70	tub 250 psi	45,00
	4+527.29	297,25	4529,26	39,51	1047,88	2,39	1,756	2,095	2	PVC 250	7,23	41,82	1,075	1025,46	1008,37	1055,34	46,97	66,70	88,79	tub 250 psi	54,00
	4+527.29	297,25	4529,26	39,51	1047,88	2,39	1,454	2,193	2	PVC 160	5,35	47,16	0,981	1008,37	1047,88	1050,00	2,12	3,00	49,28	tub 250 psi	50,00



PLANTA DE LA CUENCA No. 1

ESCALA 1 / 1000

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-0	E-1	56°56'46"	23.99
E-1	E-2	136°21'23"	35.59
E-2	E-3	191°53'59"	10.00
E-3	E-4	128°27'14"	37.87
E-4	E-5	125°31'35"	22.92
E-5	E-6	125°37'5"	62.99
E-6	E-7	237°40'50"	29.92
E-7	E-8	237°33'35"	30.00
E-8	E-9	105°39'33"	17.17
E-9	E-10	127°14'3"	48.67
E-10	E-11	127°14'3"	48.67
E-11	E-12	155°59'11"	25.25
E-12	E-13	164°21'46"	50.05
E-13	E-14	183°5'9"	49.80
E-14	E-15	183°5'9"	49.80
E-15	E-16	252°30'44"	67.10
E-16	E-17	255°19'24"	32.53
E-17	E-18	255°19'24"	32.00
E-18	E-19	331°55'44"	26.40
E-19	E-20	268°16'50"	29.36
E-20	E-21	268°20'36"	29.86
E-21	E-22	250°9'56"	29.70
E-22	E-23	250°9'56"	29.70

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-6.9	E-6.8	139°44'49"	39.20
E-6.8	E-6.7	135°24'39"	39.20
E-6.7	E-6.6	121°48'31"	33.50
E-6.6	E-6.5	120°12'53"	30.02
E-6.5	E-6.4	89°39'25"	30.33
E-6.4	E-6.3	192°45'24"	15.90
E-6.3	E-6.2	227°20'13"	43.82
E-6.2	E-6.1	227°20'13"	43.50
E-6.1	E-6	236°36'42"	35.09

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-6.9	E-1.1	225°41'55"	87.24
E-1.1	E-1	232°57'38"	23.39

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-8.5	E-8.4	26°8'43"	29.49
E-8.4	E-8.3	26°8'43"	29.49
E-8.3	E-8.2	124°4'12"	40.66
E-8.2	E-8.1	129°1'58"	30.75
E-8.1	E-8	129°1'58"	30.51

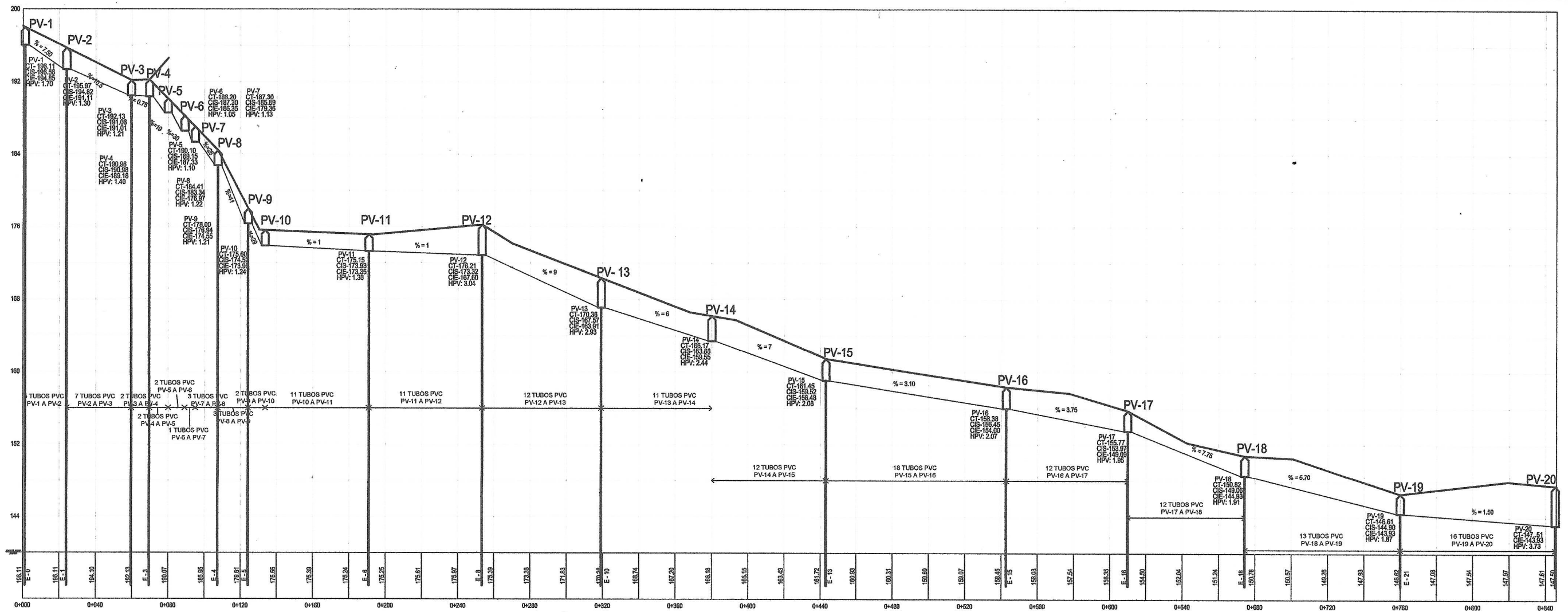
EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-12.2	E-12.1	295°34'11"	51.76
E-12.1	E-12	264°59'3"	9.52

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-12.5	E-12.4	49°53'13"	42.00
E-12.4	E-12.3	53°23'55"	31.05
E-12.3	E-12	53°23'55"	31.05

EST.	P.O.	AZIMUTH	DIST.mts.
E-15.8	E-15.7	238°14'43"	35.76
E-15.7	E-15.6	238°14'43"	40.00
E-15.6	E-15.5	238°14'43"	40.00
E-15.5	E-15.4	178°21'43"	32.19
E-15.4	E-15.3	178°21'43"	32.19
E-15.3	E-15.2	247°52'24"	43.94
E-15.2	E-15.1	239°19'43"	34.18
E-15.1	E-15	241°22'13"	35.98

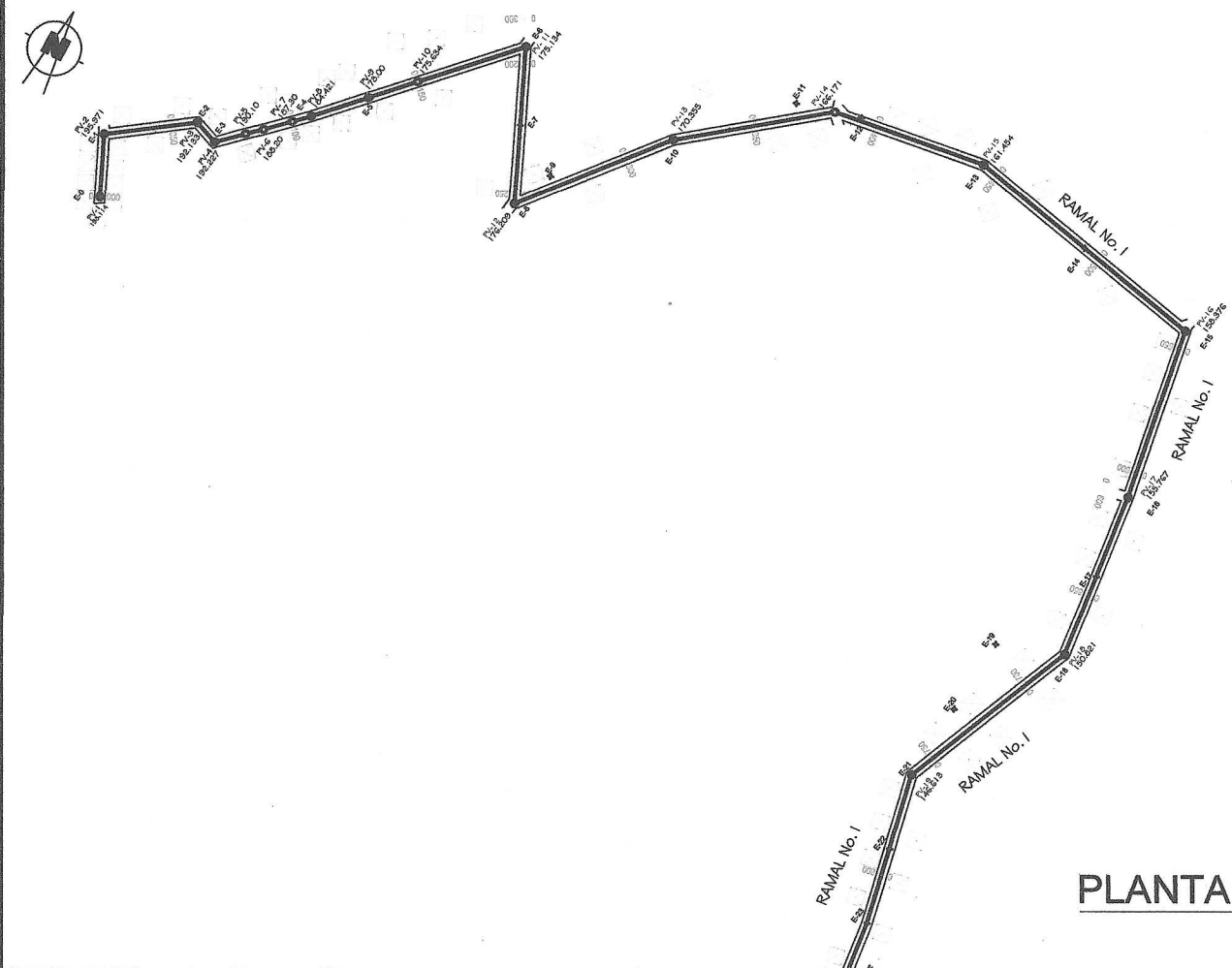
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Ángel Roberto Sic García
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

 EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: "DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11 PARA LA ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ"	
PLANO DE: PLANTA DISTRIBUCIÓN DRENAJE SANITARIO		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.
DISEÑO: ROSA MIRIAM MORALES CALCULO: ROSA MIRIAM MORALES DIBUJO: ROSA MIRIAM MORALES	EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN Carné: 2008 - 15171	
ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2016	HOJA: 1 / 5 ING. ANGEL ROBERTO SIC EPESISTA INGENIERIA CIVIL	



PERFIL RAMAL No.1

ESC. V.: 1/250
ESC. H.: 1/1250




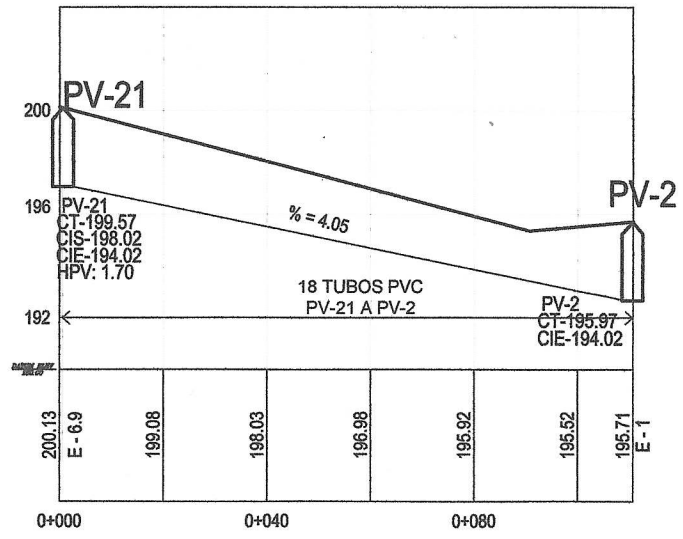
PLANTA RAMAL No.1

ESC.: 1/1500

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
Ing. Ángel Roberto Sic García
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

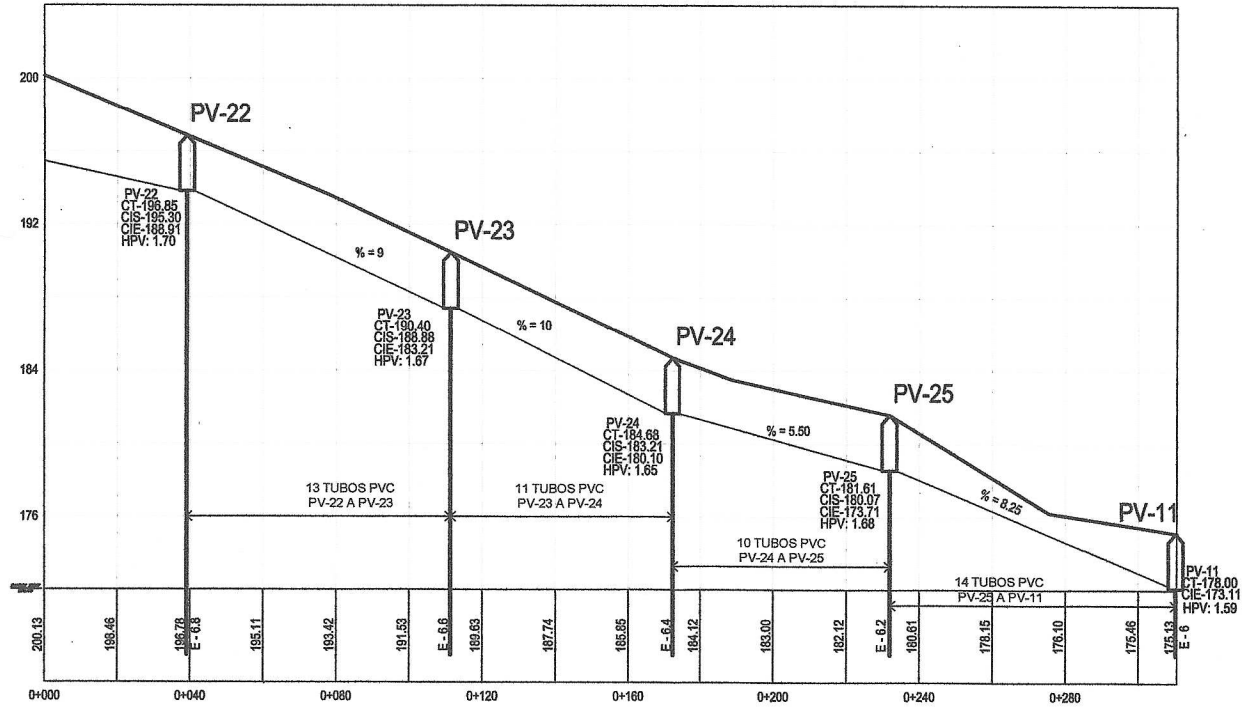
NOTA:
 LA TUBERIA A UTILIZAR EN EL DISEÑO SERA DE
 PVC Ø 6" NORMA ASTM 3034

 EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: "DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11 PARA LA ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ"	
PLANO DE: PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.
DISEÑO: ROSA MIRIAM MORALES CALCULO: ROSA MIRIAM MORALES DIBUJO: ROSA MIRIAM MORALES	EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN Carné: 2008 - 15171	HOJA: 2 5
ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2016	ING. ANGEL ROBERTO SIC EPESISTA INGENIERIA CIVIL	



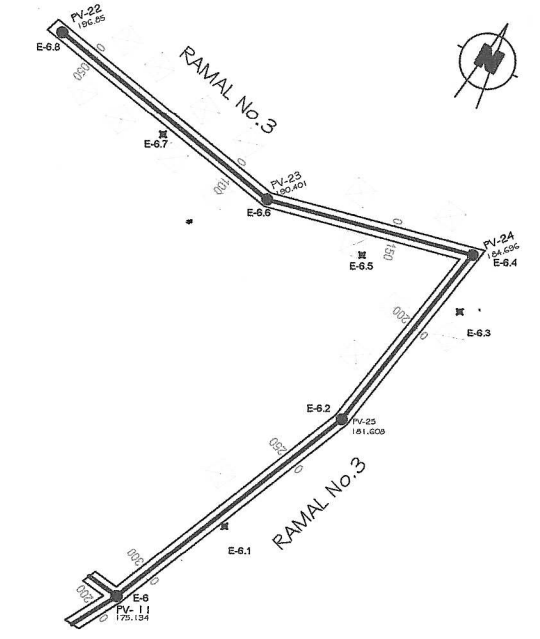
PERFIL RAMAL No.2

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



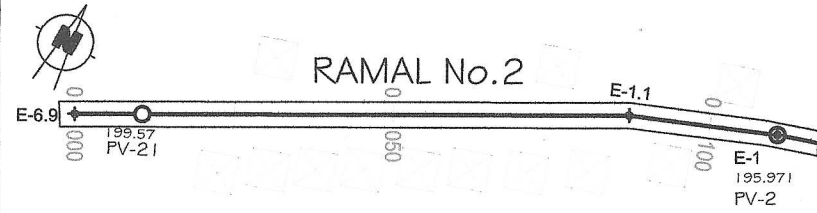
PERFIL RAMAL No.3

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



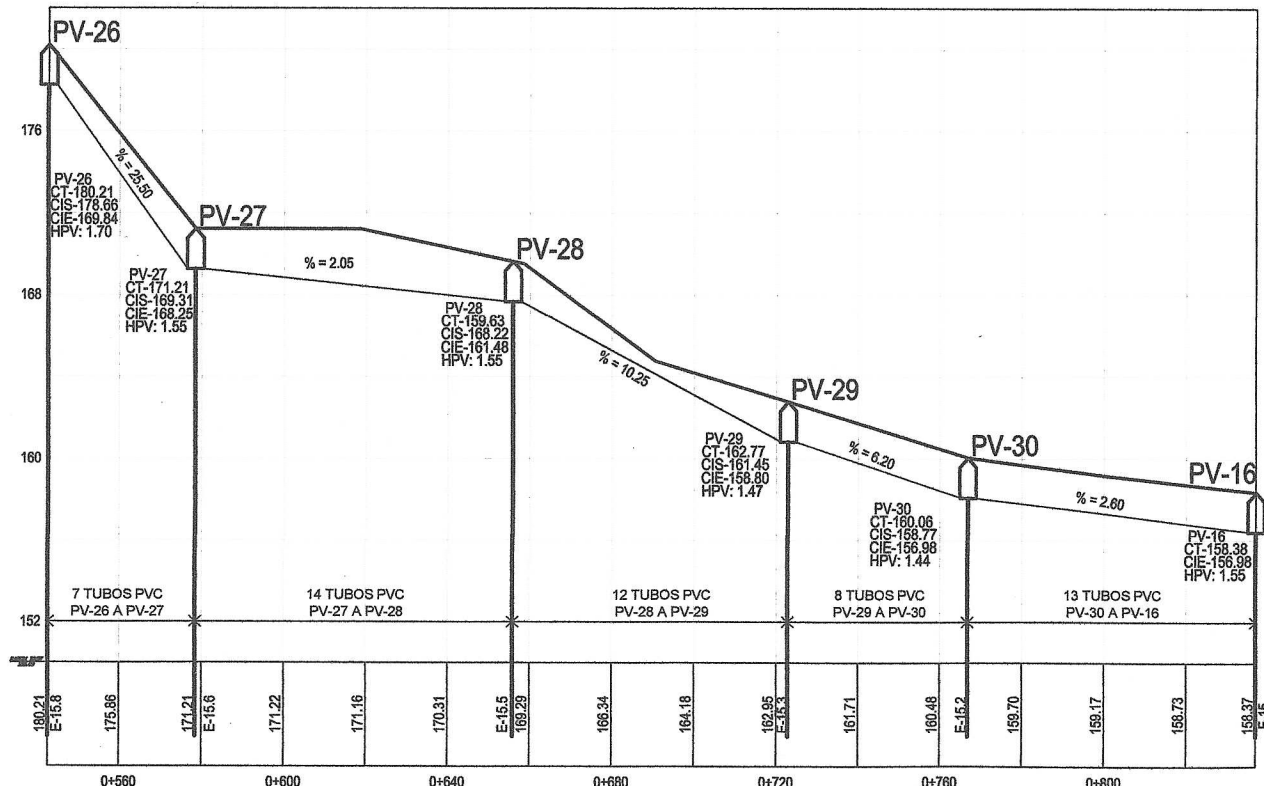
PLANTA RAMAL No.3

ESC. : 1/1000



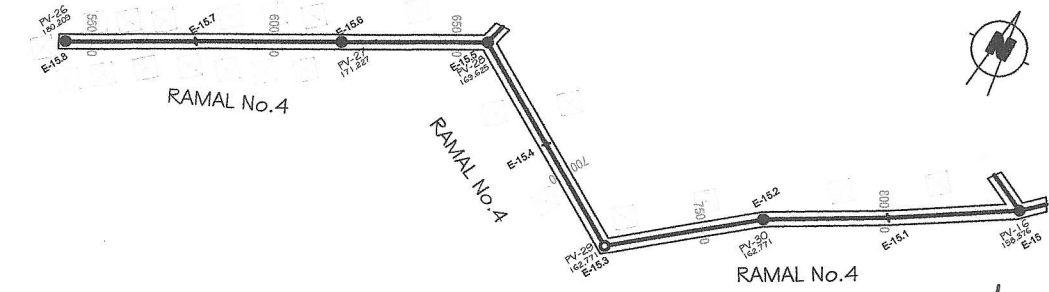
PLANTA RAMAL No.2

ESC. : 1/1000



PERFIL RAMAL No.4

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



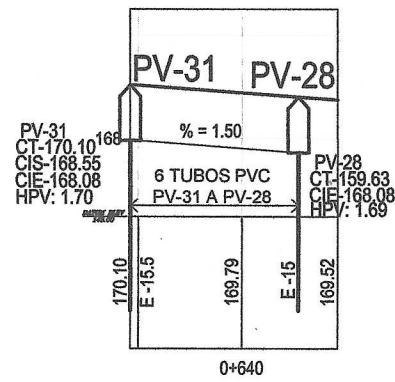
PLANTA RAMAL No.4

ESC. : 1/1000

NOTA:
LA TUBERIA A UTILIZAR EN EL DISEÑO SERA DE
PVC Ø 6" NORMA ASTM 3034

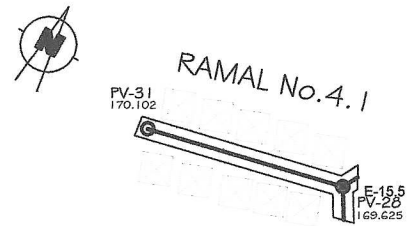

Ing. Ángel Roberto Sic García
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

 EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: "DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11 PARA LA ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ"	PLANO DE: PLANTA - PERFIL DRENAJE SANITARIO
DISEÑO: ROSA MIRIAM MORALES	PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN
CALCULO: ROSA MIRIAM MORALES	Carné 2008 - 15171	HOJA 3
DIBUJO: ROSA MIRIAM MORALES	ESCALA: INDICADA	FECHA: ENERO 2016
ING. ANGEL ROBERTO SIC		EPESISTA INGENIERIA CIVIL



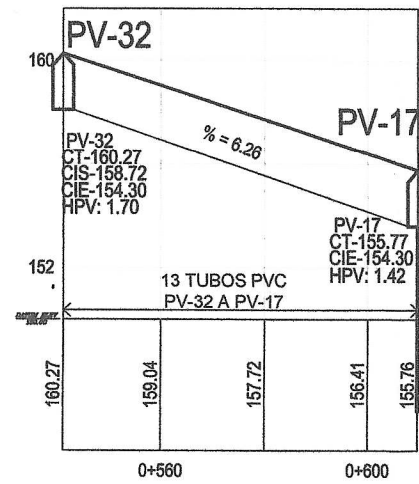
PERFIL RAMAL No.4.1

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



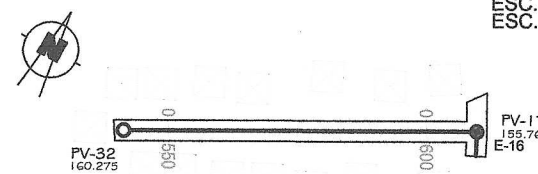
PLANTA RAMAL No.4.1

ESC.: 1/1000



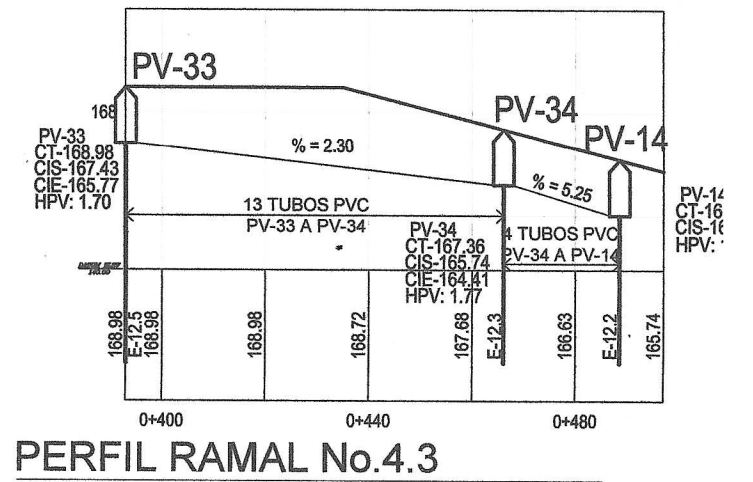
PERFIL RAMAL No.4.2

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



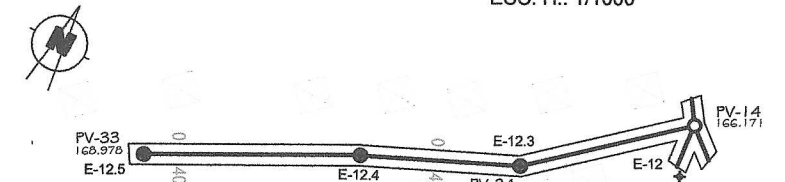
PLANTA RAMAL No.4.2

ESC.: 1/1000



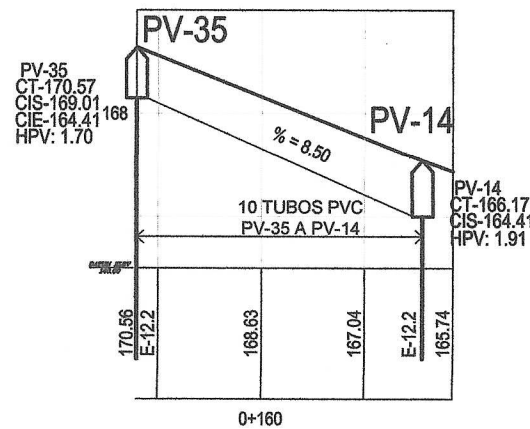
PERFIL RAMAL No.4.3

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



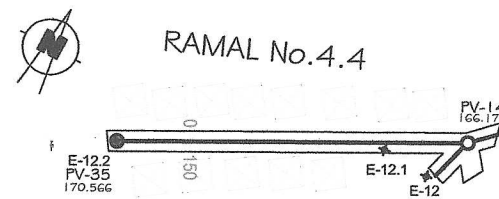
PLANTA RAMAL No.4.3

ESC.: 1/1000



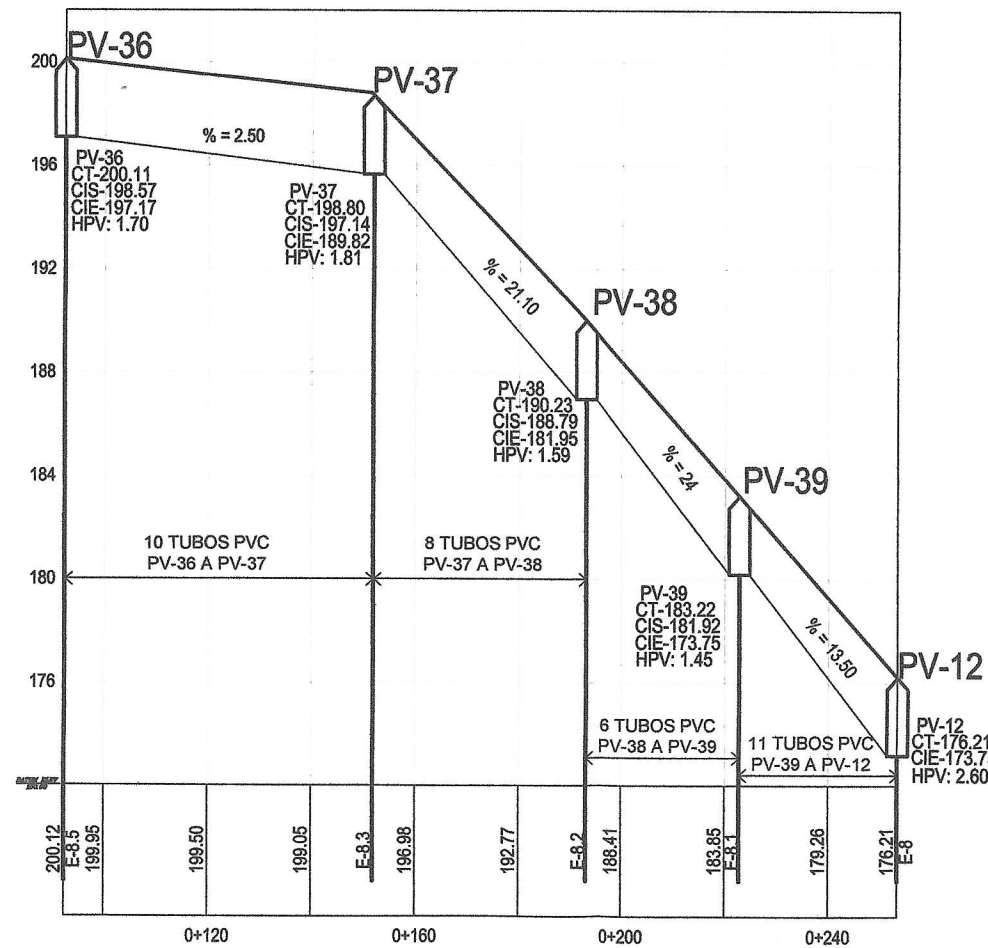
PERFIL RAMAL No.4.4

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



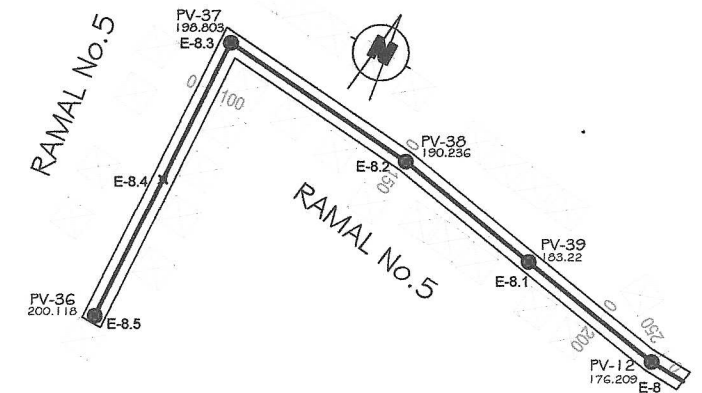
PLANTA RAMAL No.4.4

ESC.: 1/1000



PERFIL RAMAL No.5

ESC. V.: 1/200
ESC. H.: 1/1000



PLANTA RAMAL No.5

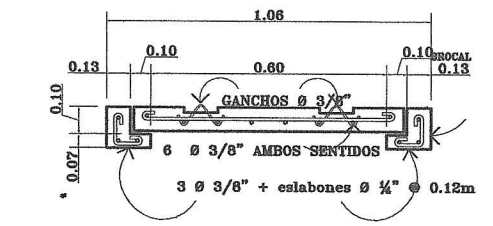
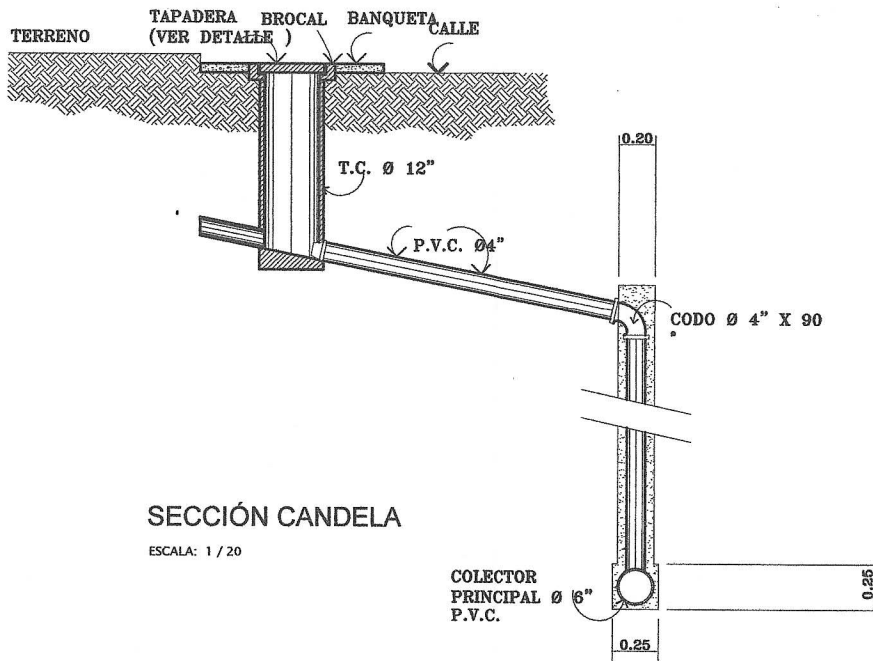
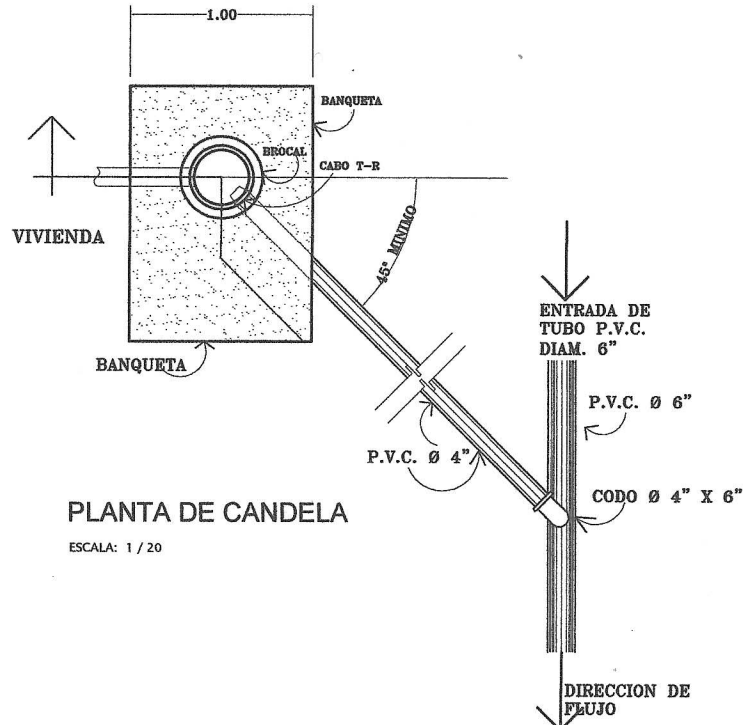
ESC.: 1/1000

NOTA:
LA TUBERIA A UTILIZAR EN EL DISEÑO SERA DE
PVC Ø 6" NORMA ASTM 3034

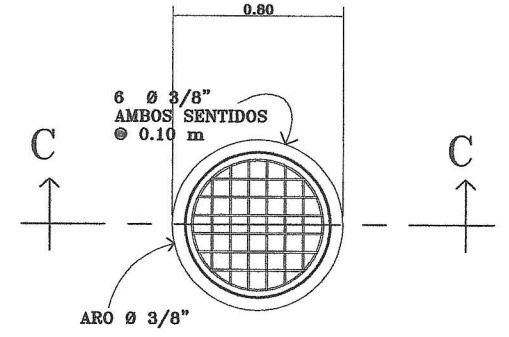
Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Angel Roberto Sic García
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: "DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11 PARA LA ALDEA SAJCAVILLA, SAN JUAN SACATEPEQUEZ" PLANO DE: PLANTA-PERFIL DRENAJE SANITARIO PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.	
DISEÑO: ROSA MIRIAM MORALES CALCULO: ROSA MIRIAM MORALES DIBUJO: ROSA MIRIAM MORALES		EPISTATA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN Carné: 2008 - 15171	
ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2018		Vg. Bb. HOJA: 4 ING. ANGEL ROBERTO SIC EPISTATA INGENIERIA CIVIL 5	

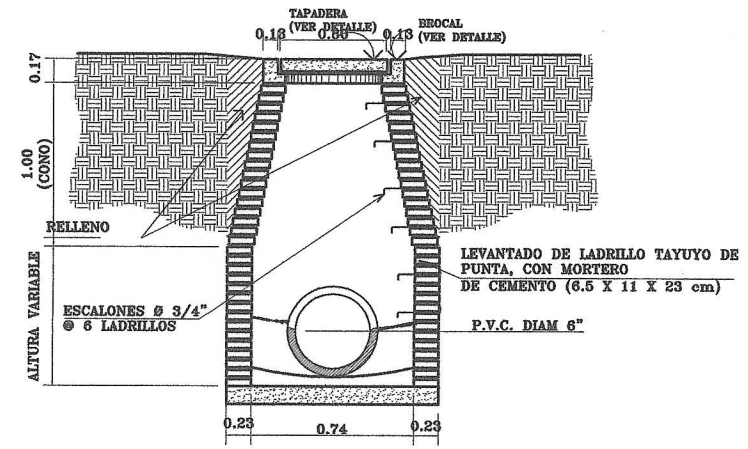
PARA COLECTOR PRINCIPAL CON PROFUNDIDAD DE HASTA 5.23 m. (DE COTA INVERT A COTA DE TERRENO)



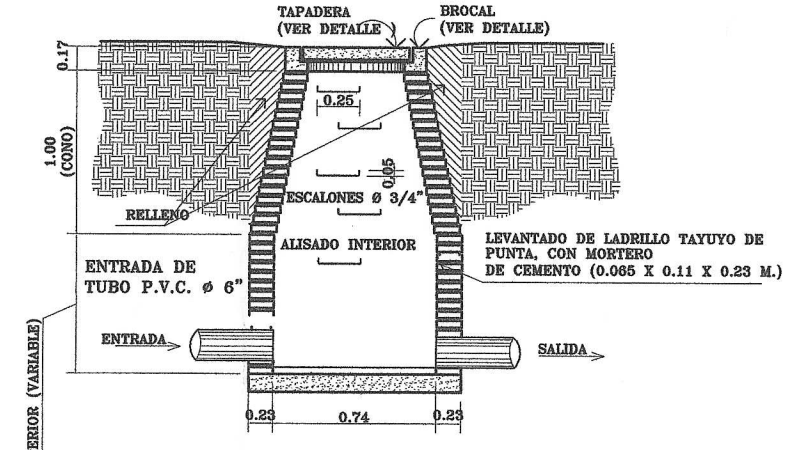
SECCIÓN C-C' POZO VISITA
ESCALA: 1/20



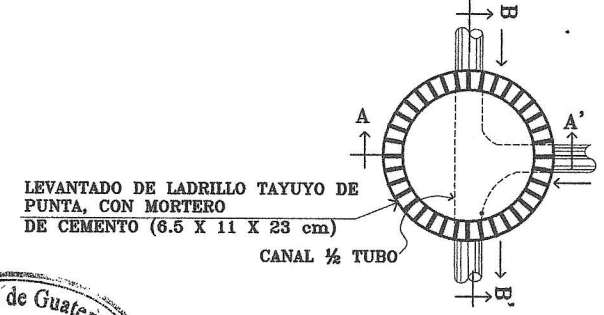
PLANTA POZO VISITA
ESCALA: 1/20



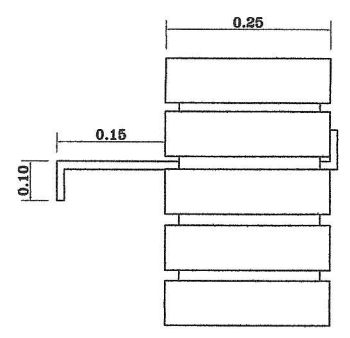
SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1/20



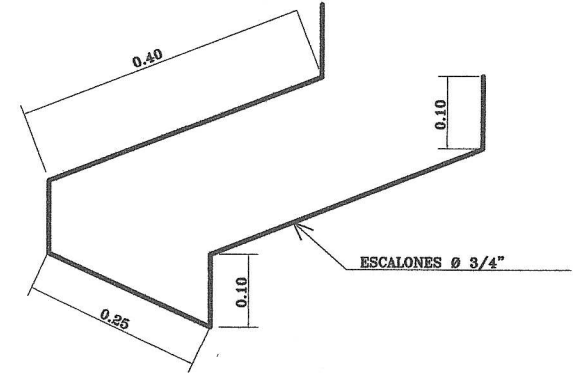
SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1/20



PLANTA POZO VISITA
ESCALA: 1/20



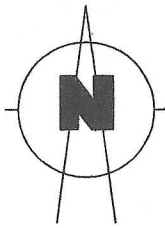
DETALLE DE ESCALÓN
ESCALA: 1/05




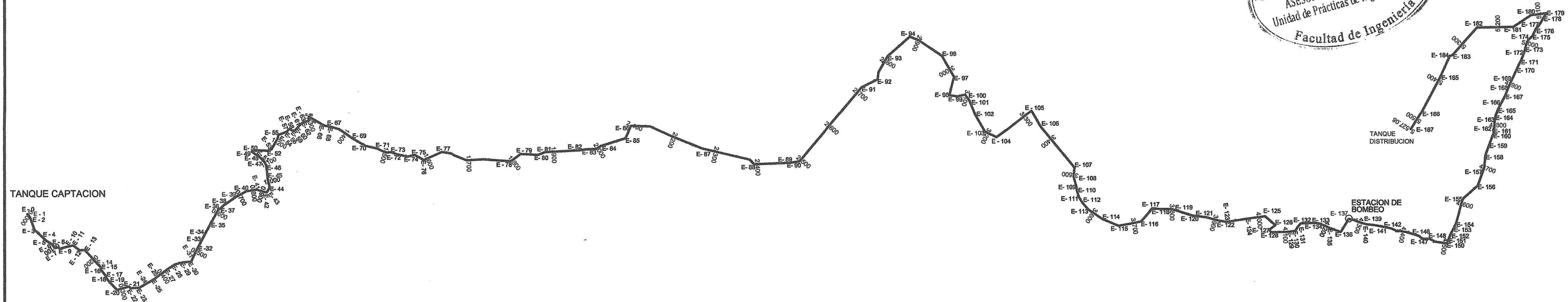
ESPECIFICACIONES	
1.	Las tapaderas de los pozos de visita deberán identificarse con la nomenclatura del plano de red central
2.	El concreto deberá tener un F'c de 210 kg/cm ²
3.	El mortero deberá ser de cemento y arena de río, con proporción 1:3 (6 sacos de cemento y 16 carret. de arena)
4.	Los brocales y las tapaderas de los pozos deberán usarse según especificaciones A.C.I. antes de su instalación
5.	El acero a utilizar será Fy= 2810 kg/cm ²
6.	La tubería del sistema estará bajo la norma ASTM 3034

Universidad de San Carlos de Guatemala
Ing. Ángel Roberto Sic García
ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
Facultad de Ingeniería

 EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DRENAJE SANITARIO, CUENCA No. 11 PARA LA ALDEA SAJICAVILLA, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ	
PLANO DE: PLANTA-PERFIL DRENAJE SANITARIO		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA.
DISEÑO: ROSA MIRIAM MORALES		EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN
CALCULO: ROSA MIRIAM MORALES		Carné: 2008 - 15171
DIBUJO: ROSA MIRIAM MORALES		Vo.Bo.
ESCALA: INDICADA		HOJA: 5
FECHA: ENERO 2016		ING. ANGEL ROBERTO - EPESISTA INGENIERIA CIVIL

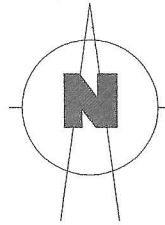


 EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE	
PLANO DE: PLANTA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE		
PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO DE GUATEMALA		
DISEÑO: MIRIAM MORALES	EPEISITA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN	Carné 2008-15171
CALCULO: MIRIAM MORALES	Vo.Bo.	
DIBUJO: MIRIAM MORALES	HOJA 1	
ESCALA: INDICADA	10	
FECHA: ENERO 2016	ING. ANGEL ROBERTO SIC EPEISITA INGENIERIA CIVIL	



PLANTA TOPOGRAFICA LINEA DE CONDUCCION

ESC: 1/2500

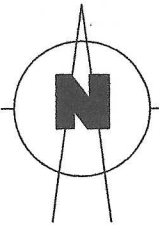


		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
EPS		PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"	
DISEÑO: MIRIAM MORALES		PLANO DE: LIBRETA TOPOGRAFICA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE	
CALCULO: MIRIAM MORALES		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
DIBUJO: MIRIAM MORALES		EPIEBISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN Carné 2008-15171	
ESCALA: INDICADA		V.O. B.O.	
FECHA: ENERO 2016		HOJA 2 / 8 EPIEBISTA INGENIERIA CIVIL	



EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA	EST	PO	AZIMUTS	DISTANCIA
0	1	32°45'17"	2.67	26	27	323°39'50"	22.06	52	53	340°49'27"	9.29	78	79	322°46'39"	27.78	104	105	324°7'24"	7.78	130	131	353°5'5"	22.40	156	157	284°57'57"	51.18	182	183	146°17'50"	47.30				
1	2	57°4'40"	7.70	27	28	327°54'58"	18.99	53	54	300°17'24"	27.40	79	80	2°39'45"	39.70	105	106	321°50'42"	90.82	131	132	301°37'58"	10.19	157	158	314°20'3"	50.92	183	184	179°1'20"	82.11				
2	3	69°33'17"	29.99	28	29	344°59'3"	19.80	54	55	282°19'57"	9.46	80	81	338°39'35"	17.19	106	107	59°43'34"	42.11	132	133	310°59'27"	10.77	158	159	289°53'45"	42.03	184	185	131°16'42"	83.01				
3	4	42°26'22"	22.98	29	30	358°58'8"	15.84	55	56	340°0'27"	20.64	81	82	356°56'19"	77.63	107	108	50°27'33"	119.77	133	134	357°53'39"	32.09	159	160	274°55'55"	27.32	185	186	163°56'18"	5.76				
4	5	44°22'13"	11.39	30	31	296°37'48"	15.81	56	57	305°52'28"	5.95	82	83	355°10'28"	37.69	108	109	96°18'18"	20.01	134	135	6°58'21"	6.20	160	161	290°23'25"	27.69	186	187	114°47'41"	54.70				
5	6	33°58'16"	18.94	31	32	297°13'57"	13.26	57	58	351°43'22"	3.63	83	84	328°50'18"	11.62	109	110	74°11'52"	25.40	135	136	21°41'19"	27.04	161	162	290°23'25"	26.65								
6	7	57°3'8"	7.51	32	33	297°42'26"	22.87	58	59	34°48'3"	5.99	84	85	342°26'14"	59.91	110	111	85°20'26"	6.66	136	137	20°50'49"	28.37	162	163	265°23'32"	6.80								
7	8	351°22'20"	6.55	33	34	297°59'34"	18.36	59	60	348°29'27"	6.72	85	86	292°57'4"	29.97	111	112	74°54'20"	14.48	137	138	20°50'49"	28.37	163	164	290°0'57"	6.26								
8	9	22°16'29"	6.29	34	35	297°9'33"	31.04	60	61	312°5'40"	17.13	86	87	16°55'43"	197.09	112	113	57°50'22"	16.19	138	139	301°12'46"	35.54	164	165	272°8'33"	12.14								
9	10	343°31'29"	14.95	35	36	298°56'54"	34.16	61	62	318°42'12"	10.75	87	88	17°59'45"	93.57	113	114	48°59'54"	20.21	139	140	15°40'8"	9.34	165	166	277°6'7"	13.91								
10	11	348°27'35"	14.59	36	37	0°53'50"	2.49	62	63	356°5'1"	7.60	88	89	357°35'53"	82.37	114	115	34°24'45"	39.64	140	141	19°59'29"	17.81	166	167	290°12'15"	16.94								
11	12	37°0'52"	18.01	37	38	317°1'44"	12.34	63	64	341°26'34"	3.70	89	90	350°6'54"	21.25	115	116	22°0'6"	38.77	141	142	15°34'7"	15.49	167	168	295°36'14"	11.49								
12	13	357°34'23"	12.42	38	39	325°45'58"	34.99	64	65	268°27'14"	8.70	90	91	310°5'26"	218.50	116	117	349°37'0"	52.35	142	143	3°24'20"	13.36	168	169	297°57'57"	23.54								
13	14	47°53'39"	33.74	39	40	331°12'23"	25.31	65	66	29°51'44"	39.95	91	92	332°39'52"	40.35	117	118	309°49'52"	38.88	143	144	11°5'37"	41.80	169	170	292°0'54"	17.49								
14	15	46°15'58"	20.29	40	41	351°7'14"	23.42	66	67	6°34'5"	7.23	92	93	293°42'55"	57.89	118	119	5°6'56"	19.84	144	145	24°12'17"	15.65	170	171	292°25'50"	14.94								
15	16	87°41'22"	5.70	41	42	16°30'4"	21.02	67	68	11°14'12"	8.08	93	94	318°43'41"	65.20	119	120	359°49'37"	24.18	145	146	357°36'28"	6.92	171	172	294°50'28"	32.97								
16	17	51°31'43"	18.09	42	43	15°44'27"	2.94	68	69	28°20'9"	55.08	94	95	21°58'15"	22.23	120	121	17°20'27"	46.94	146	147	10°13'0"	13.11	172	173	295°55'32"	22.36								
17	18	96°40'43"	2.69	43	44	301°6'0"	13.12	69	70	29°25'5"	34.61	95	96	34°4'18"	62.79	121	122	7°0'6"	32.27	147	148	16°54'56"	31.45	173	174	291°44'3"	17.55								
18	19	53°35'20"	10.24	44	45	258°6'14"	21.63	70	71	12°37'29"	26.36	96	97	59°57'19"	54.66	122	123	15°19'53"	28.51	148	149	42°13'34"	9.31	174	175	283°27'19"	19.04								
19	20	46°33'45"	26.97	45	46	264°42'34"	28.13	71	72	22°57'48"	23.04	97	98	104°13'16"	42.36	123	124	8°51'4"	19.17	149	150	358°8'57"	15.61	175	176	295°2'50"	11.90								
20	21	345°2'10"	27.79	46	47	243°4'25"	10.00	72	73	358°26'9"	11.15	98	99	9°7'19"	17.09	124	125	350°52'24"	50.08	150	151	27°43'59"	14.17	176	177	315°58'3"	13.65								
21	22	43°27'0"	4.94	47	48	225°28'39"	14.84	73	74	14°49'37"	38.15	99	100	347°41'16"	19.11	125	126	352°15'26"	37.54	151	152	8°53'20"	27.89	177	178	294°41'11"	17.15								
22	23	357°15'8"	18.75	48	49	213°45'41"	22.28	74	75	348°48'10"	16.97	100	101	54°0'32"	17.25	126	127	41°14'7"	30.94	152	153	293°31'20"	10.32	178	179	313°16'28"	10.12								
23	24	330°58'50"	18.40	49	50	329°21'6"	4.74	75	76	30°12'24"	22.43	101	102	67°52'39"	34.60	127	128	143°2'3"	15.99	153	154	290°16'58"	11.17	179	180	300°47'48"	22.11								
24	25	329°21'9"	12.80	50	51	356°10'36"	11.56	76	77	335°57'24"	44.77	102	103	59°44'15"	44.87	128	129	61°15'49"	7.02	154	155	296°33'31"	16.25	180	181	302°21'1"	10.43								
25	26	325°33'22"	25.57	51	52	2°44'37"	20.47	77	78	10°52'23"	143.19	103	104	24°58'54"	27.64	129	130	359°6'35"	32.31	155	156	295°28'19"	12.73	181	182	172°3'34"	35.67								

LIBRETA TOPOGRAFICA
LINEA DE CONDUCCIÓN





EPS

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

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"

PLANO DE: PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

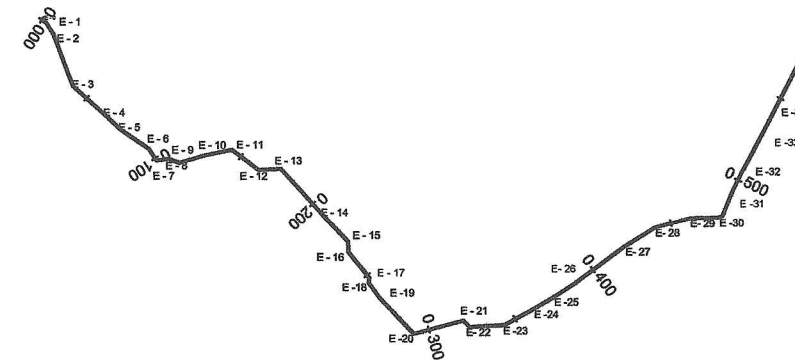
EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN Carné 2008-15171

Vo.Bo. HOJA 3

ING. ANGEL ROBERTO GIC EPESISTA INGENIERIA CIVIL

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Ángel Roberto Sic García
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería

TANQUE CAPTACION

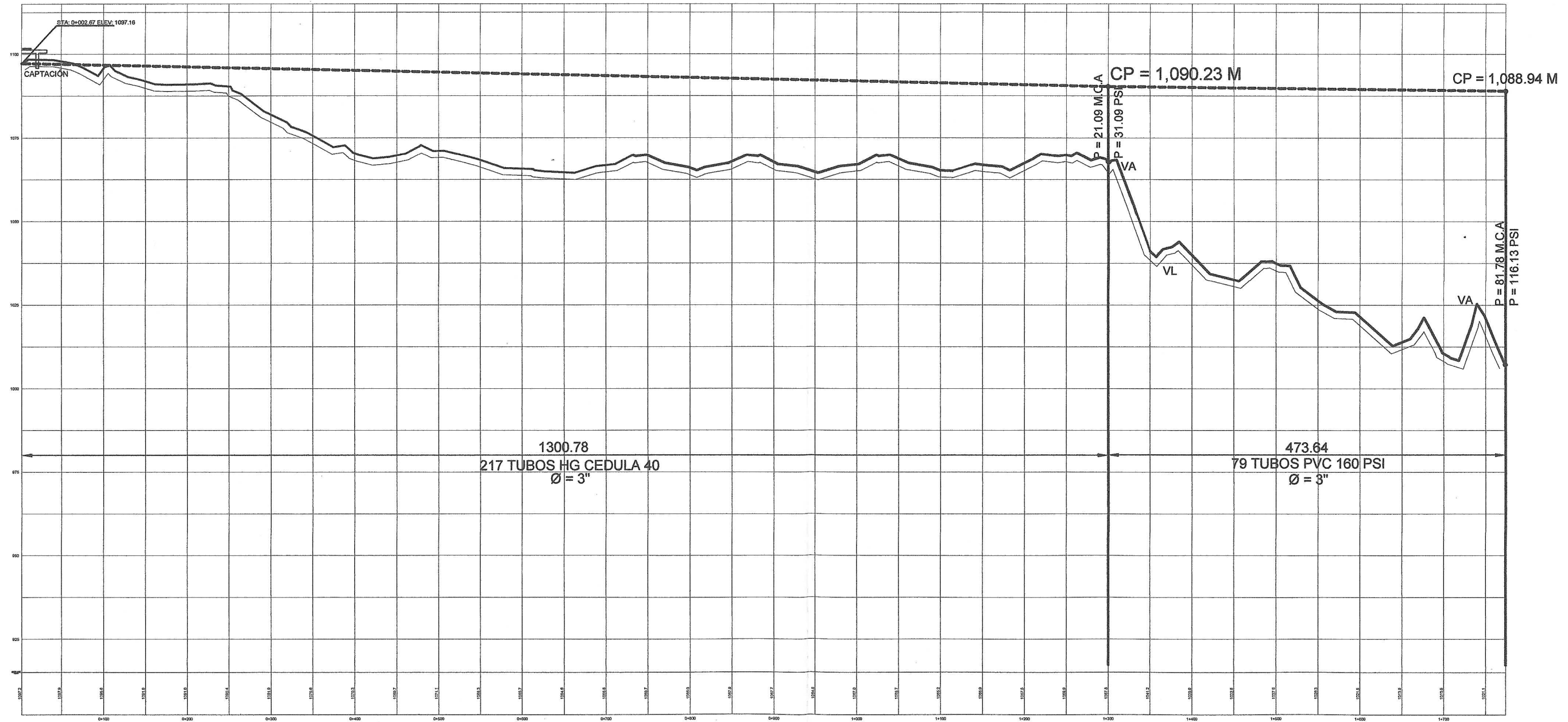


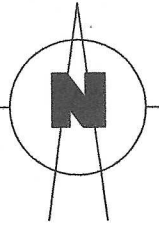
PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION


ESC H.: 1/2500
ESC V.: 1/625

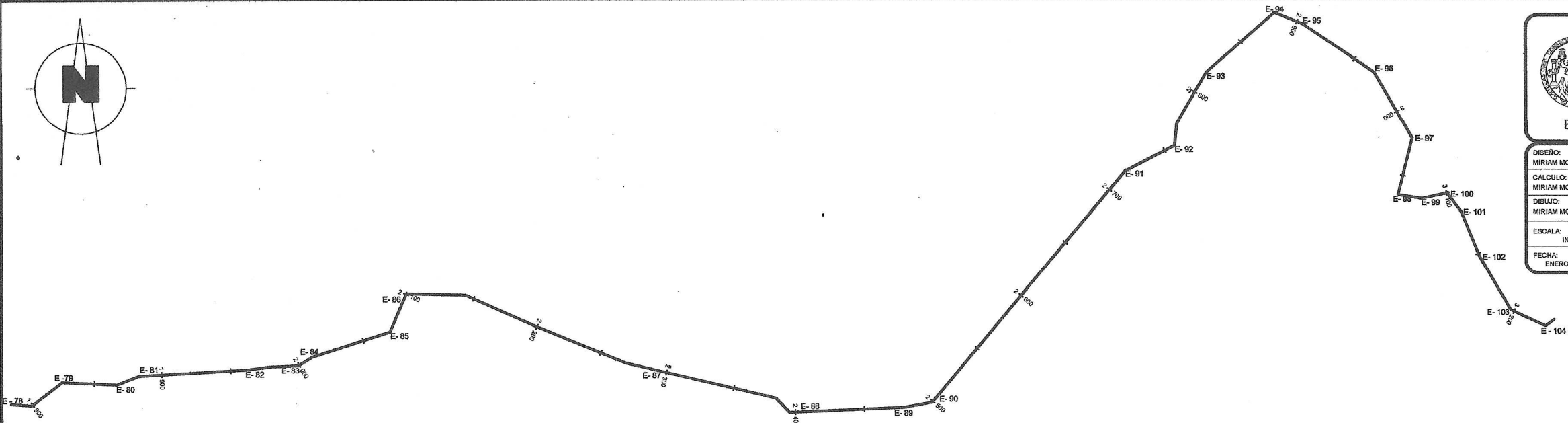
SIMBOLOGIA

∅	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
●	NODO DE PRESION
VC	VALVULA DE CHEQUE
CP	COTA PIEZOMETRICA
P	PRESION DINAMICA
CT	COTA DEL TERRENO
—	LINEA PIEZOMETRICA
VA	VALVULA DE AIRE
—	LINEA DE PERFIL NATURAL
VL	VALVULA DE LIMPIEZA





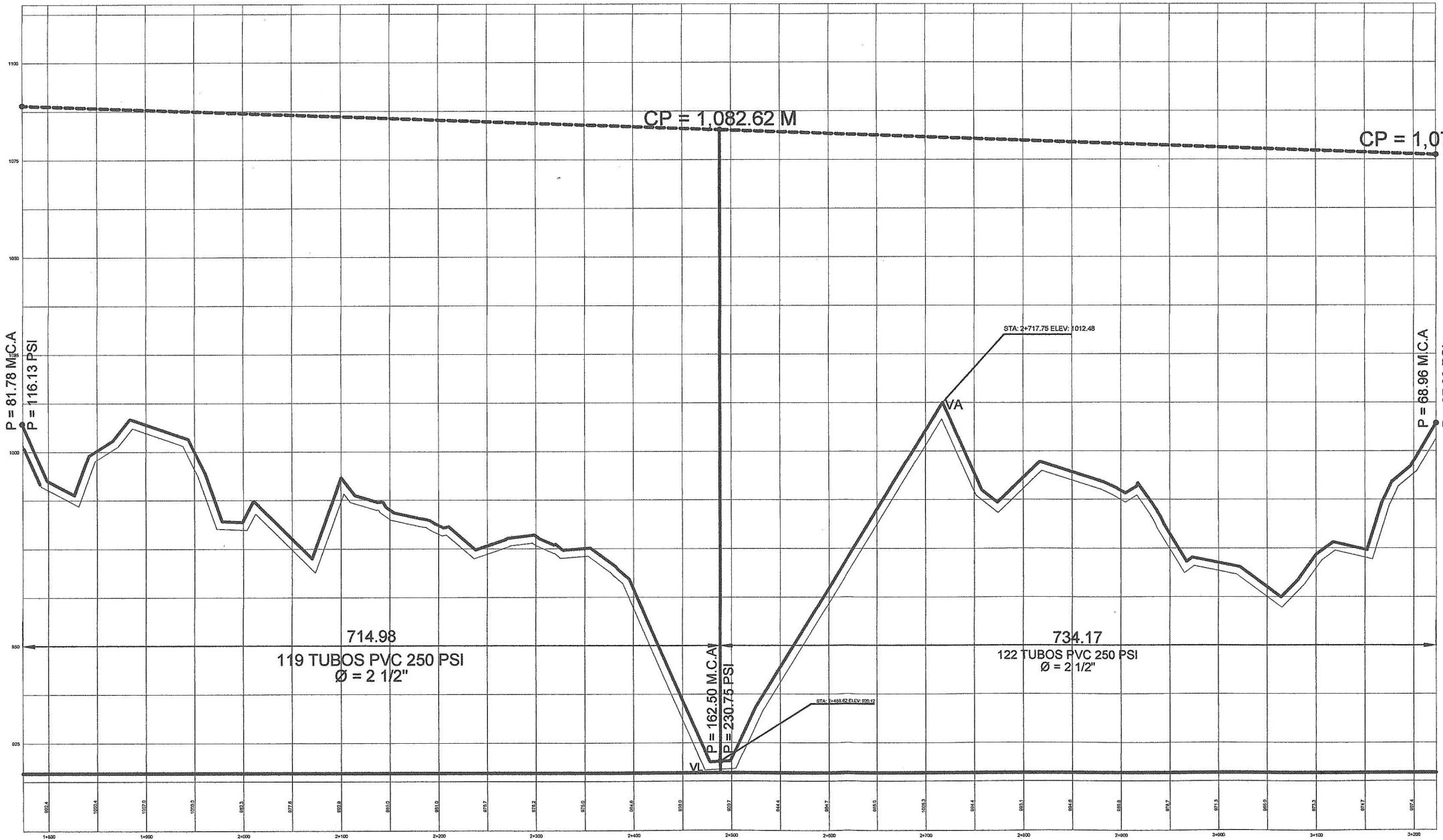
 EPS		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
		PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"	
PLANO DE: PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
DISEÑO: MIRIAM MORALES CALCULO: MIRIAM MORALES DIBUJO: MIRIAM MORALES		EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN Carné: 2008-15171	
ESCALA: INDICADA FECHA: ENERO 2016		Vo. So. _____ ING. ANGEL ROBERTO SIC EPESISTA INGENIERIA CIVIL	
		HOJA 4 10	



PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION



ESC H.: 1/2500
 ESC V.: 1/625



SIMBOLOGIA

Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
●	NODO DE PRESION
VC	VALVULA DE CHEQUE
CP	COTA PIEZOMETRICA
P	PRESION DINAMICA
CT	COTA DEL TERRENO
—	LINEA PIEZOMETRICA
VA	VALVULA DE AIRE
—	LINEA DE PERFIL NATURAL
VL	VALVULA DE LIMPIEZA



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

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"

PLANO DE: PLANTA LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE

PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

DISEÑO:
MIRIAM MORALES

CALCULO:
MIRIAM MORALES

DIBUJO:
MIRIAM MORALES

ESCALA:
INDICADA

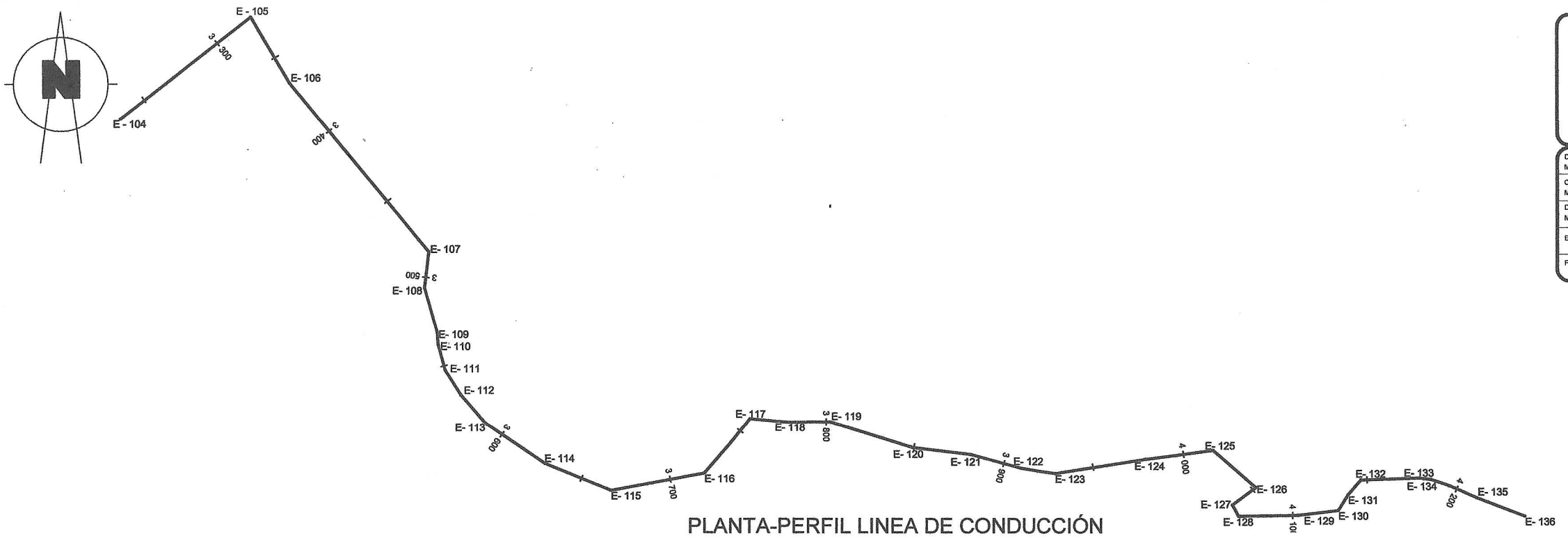
FECHA:
ENERO 2016

EPESISTA:
ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN
Carné 2008-15171

Vs. Bn.

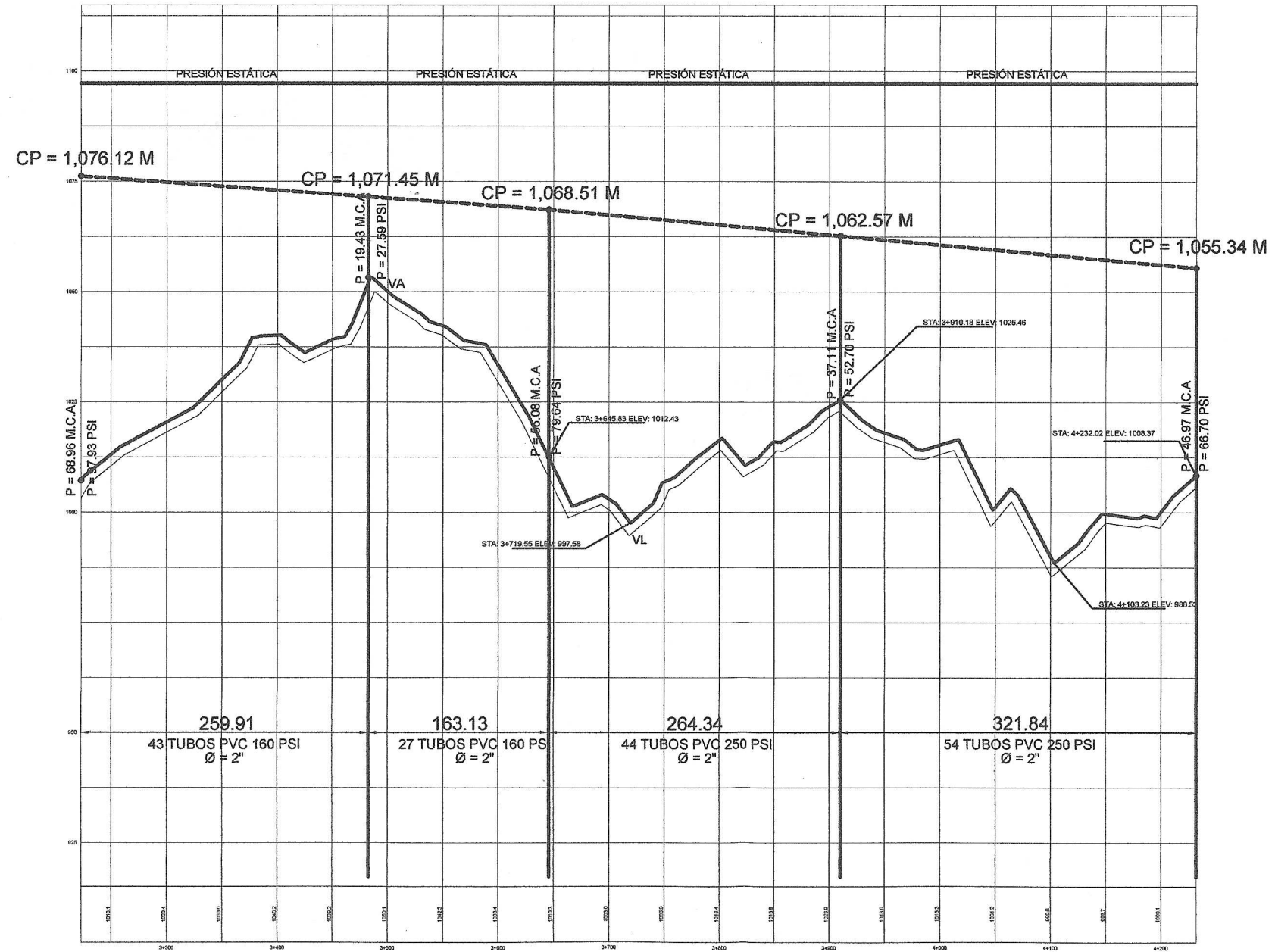
ING. ANGEL ROBERTO SIC
EPESISTA INGENIERIA CIVIL

HOJA
5
10



PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCION

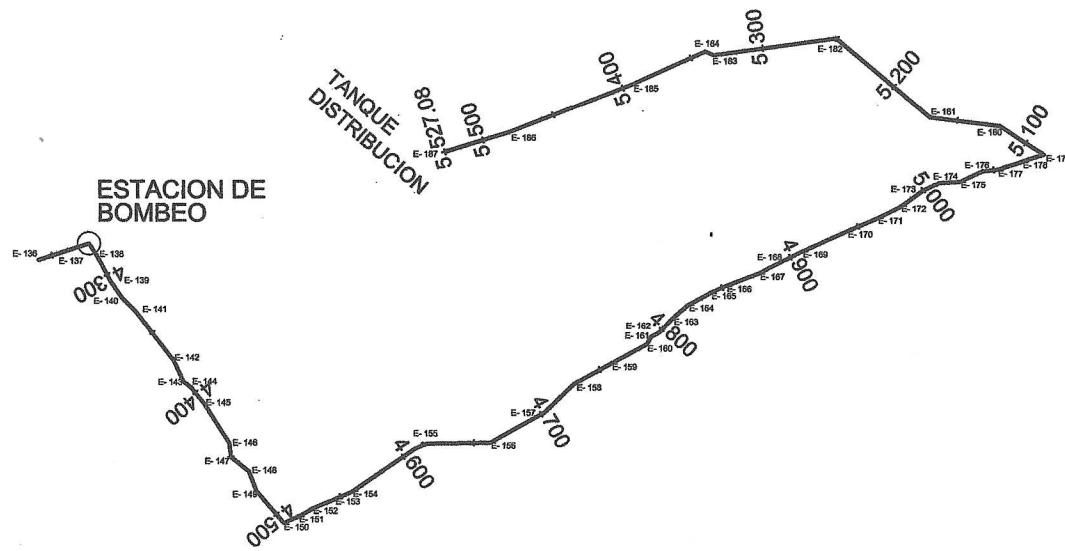
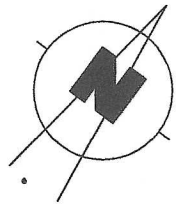
ESC H.: 1/2500
ESC V.: 1/625



SIMBOLOGIA

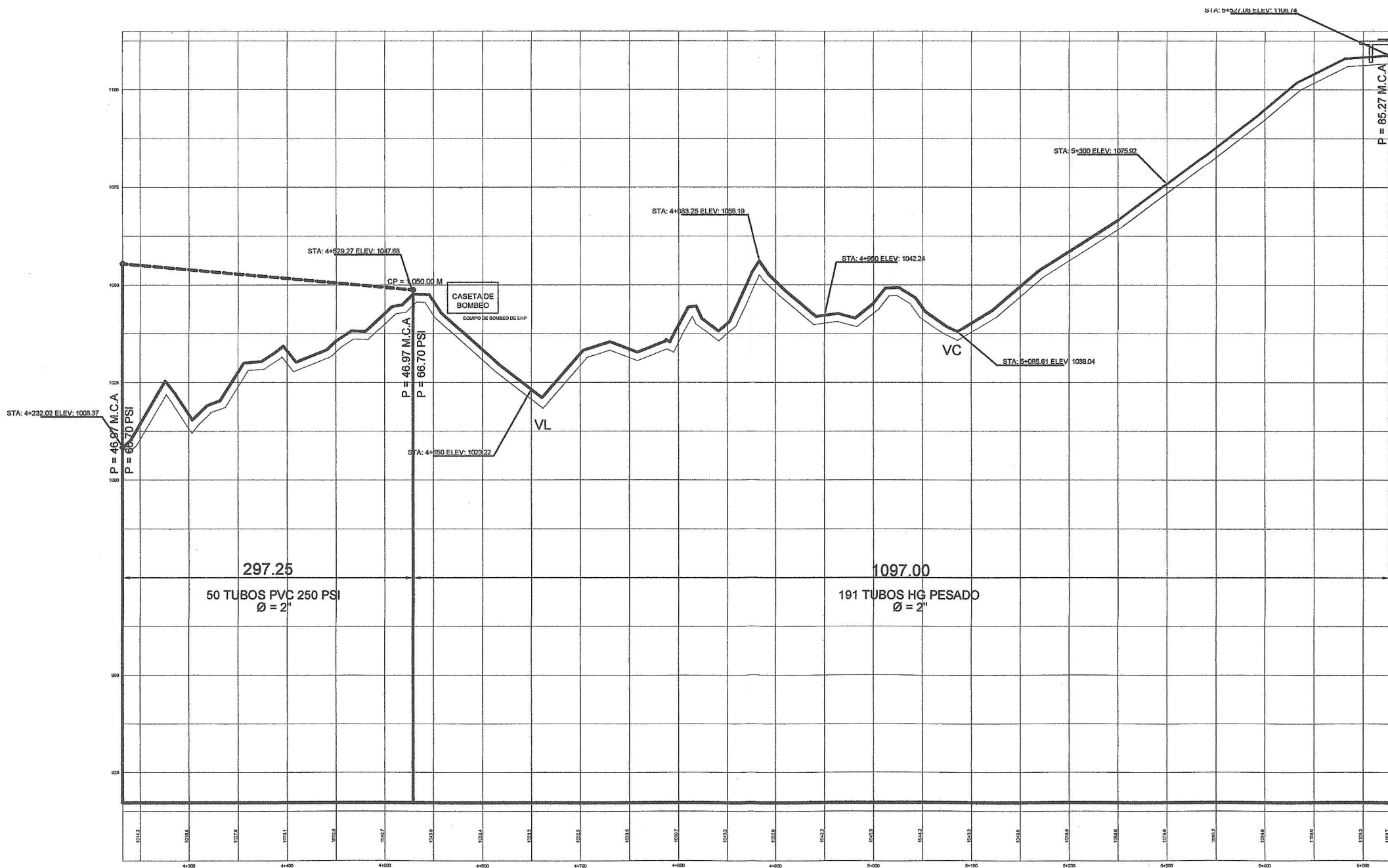
Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
●	NODO DE PRESION
VC	VALVULA DE CHEQUE
CP	COTA PIEZOMETRICA
P	PRESION DINAMICA
CT	COTA DEL TERRENO
—	LINEA PIEZOMETRICA
VA	VALVULA DE AIRE
—	LINEA DE PERFIL NATURAL
VL	VALVULA DE LIMPIEZA





PLANTA-PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN

ESC H.: 1/2500
ESC V.: 1/625



SIMBOLOGIA

Ø	DIAMETRO DE TUBERIA
→	DIRECCION DEL FLUJO
●	NODO DE PRESION
VC	VALVULA DE CHEQUE
CP	COTA PIEZOMETRICA
P	PRESION DINAMICA
CT	COTA DEL TERRENO
—	LINEA PIEZOMETRICA
VA	VALVULA DE AIRE
—	LINEA DE PERFIL NATURAL
VL	VALVULA DE LIMPIEZA



<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO</p>		PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"	
		PLANO DE: PLANTA PERFIL LINEA DE CONDUCCION DE AGUA POTABLE	
DISEÑO: MIRIAM MORALES		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO DE GUATEMALA	
CALCULO: MIRIAM MORALES		EPELISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN	
DIBUJO: MIRIAM MORALES		Carné 2008-15171	
ESCALA: INDICADA		HOJA 6	
FECHA: ENERO 2016		ING. ANGEL ROBERTO SIC EPELISTA INGENIERIA CIVIL	
		10	



EPS

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"

PLANO DE: DETALLE DE TANQUE DE LA BOMBA

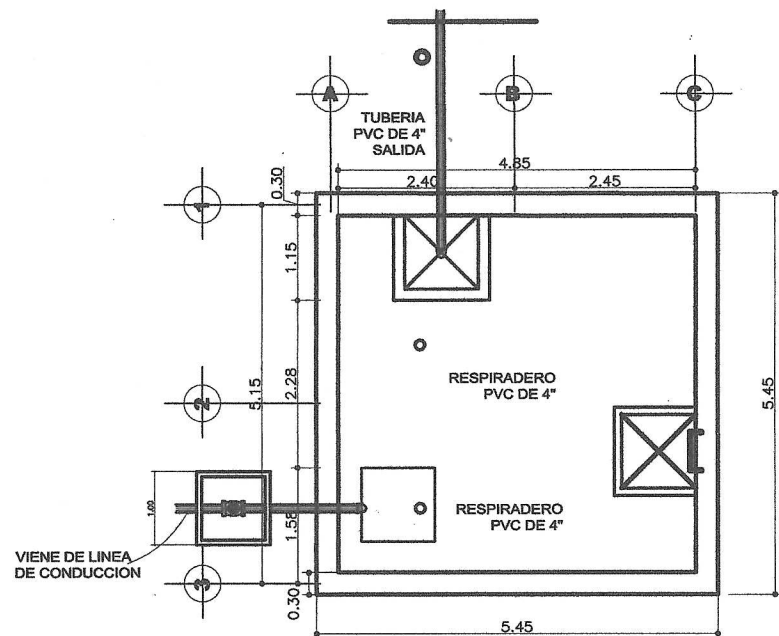
PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN Carné 2008-15171

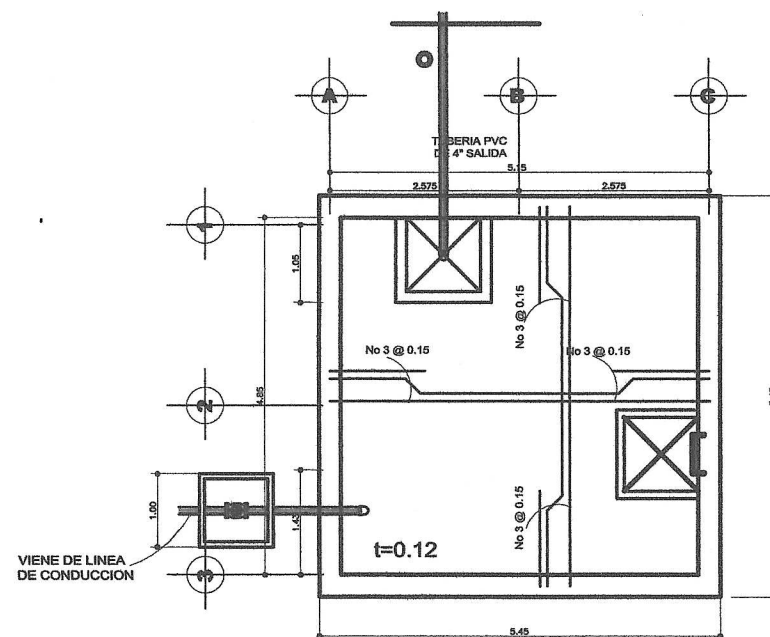
Vo.Bo. HOJA

7

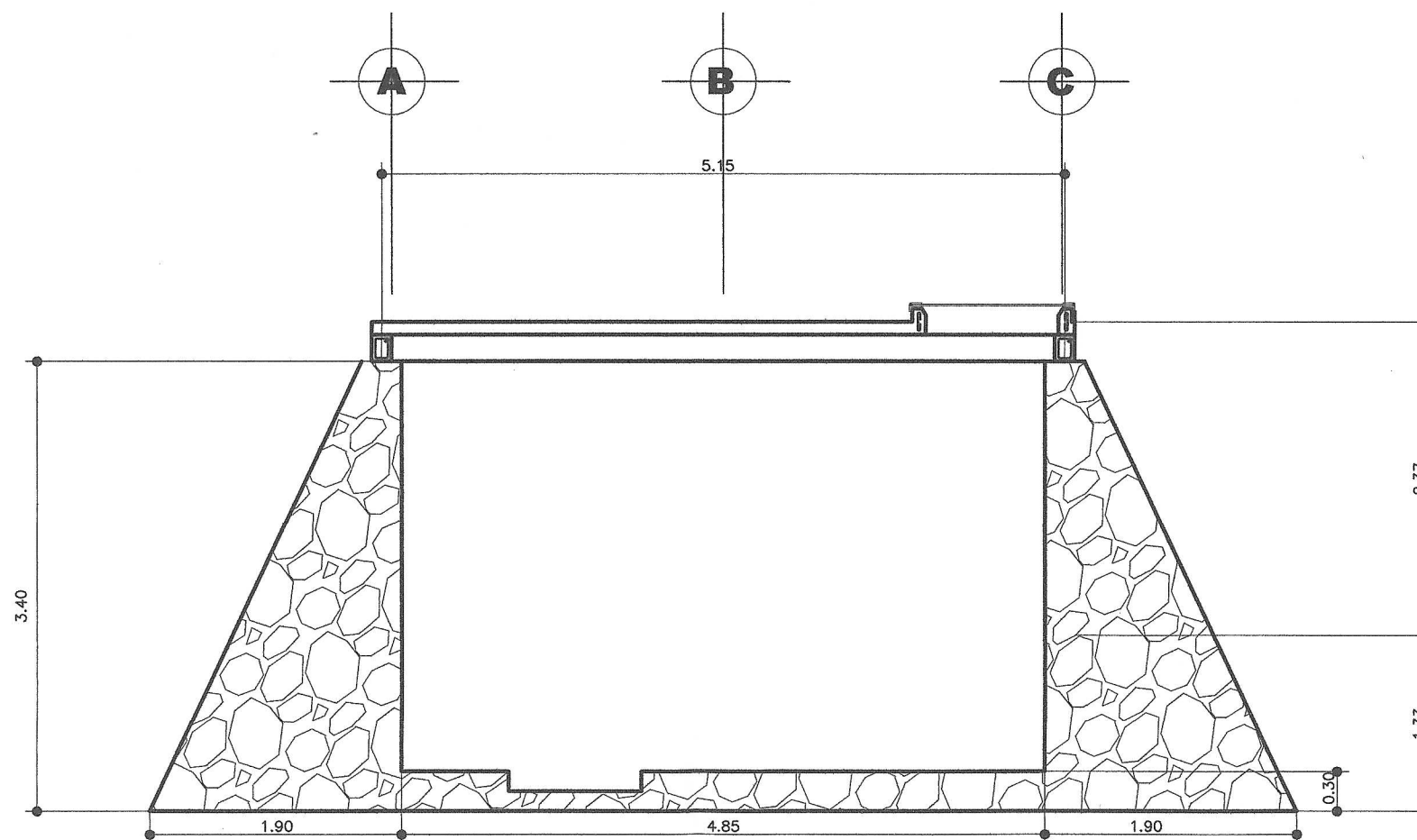
ING. ANGEL ROBERTO SIC EPESISTA INGENIERIA CIVIL 10



PLANTA GENERAL
(TANQUE DE ALMACENAMIENTO) ESCALA 1:50

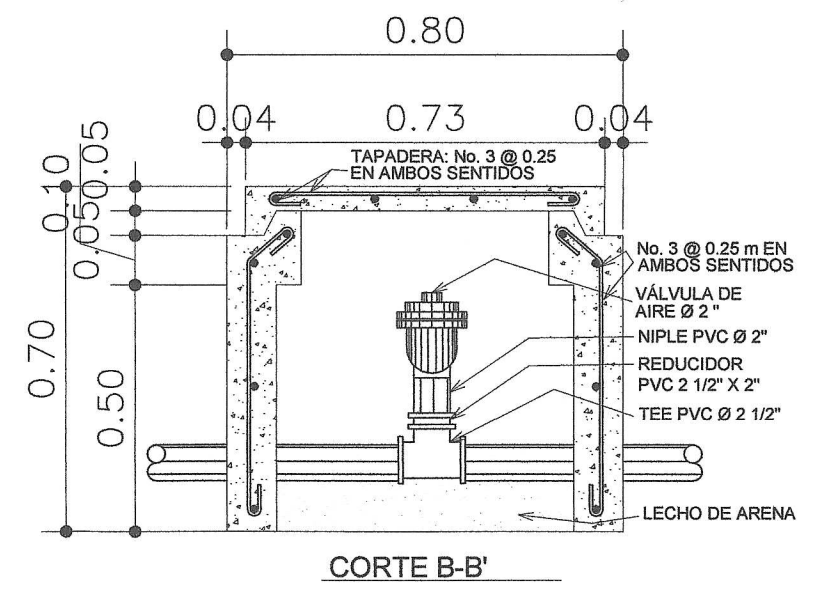
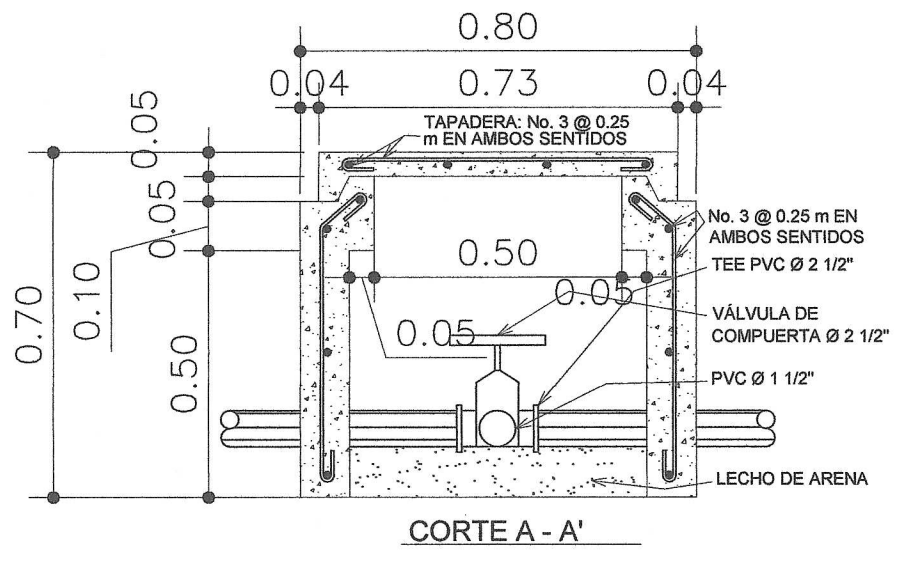
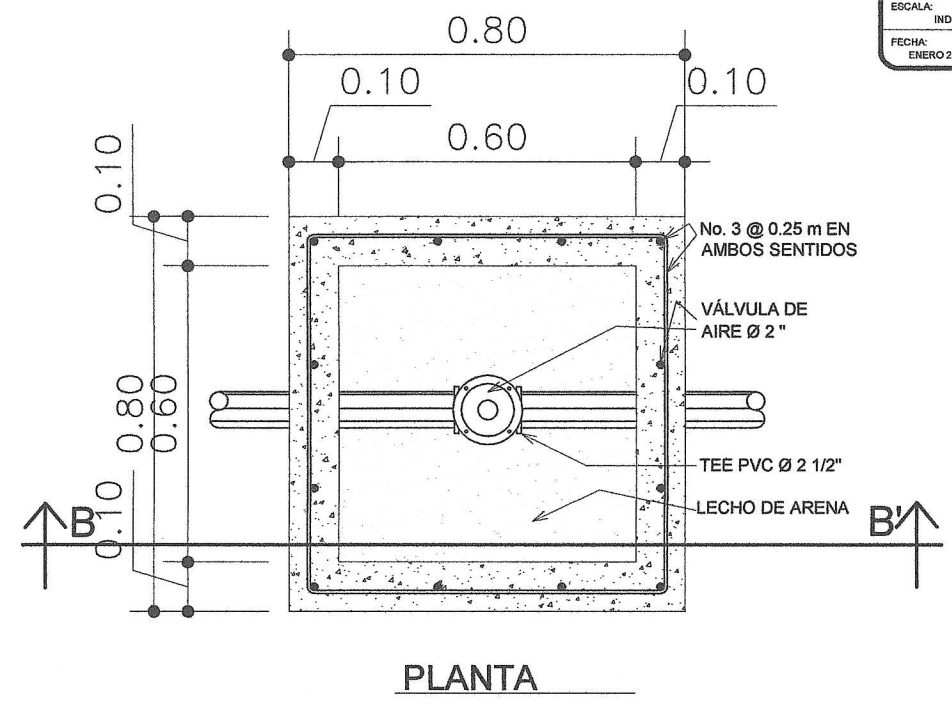
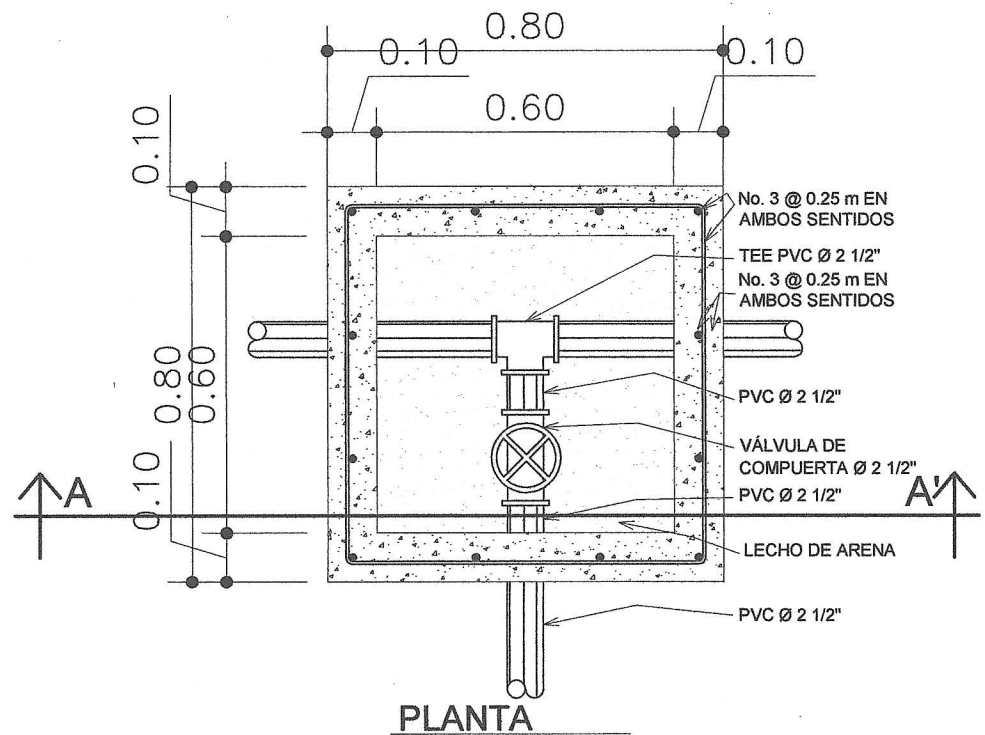


PLANTA DE LOSAS
(TANQUE DE ALMACENAMIENTO) ESCALA 1:50



SECCION TRANSVERSAL
(TANQUE DE ALMACENAMIENTO) ESCALA 1:25

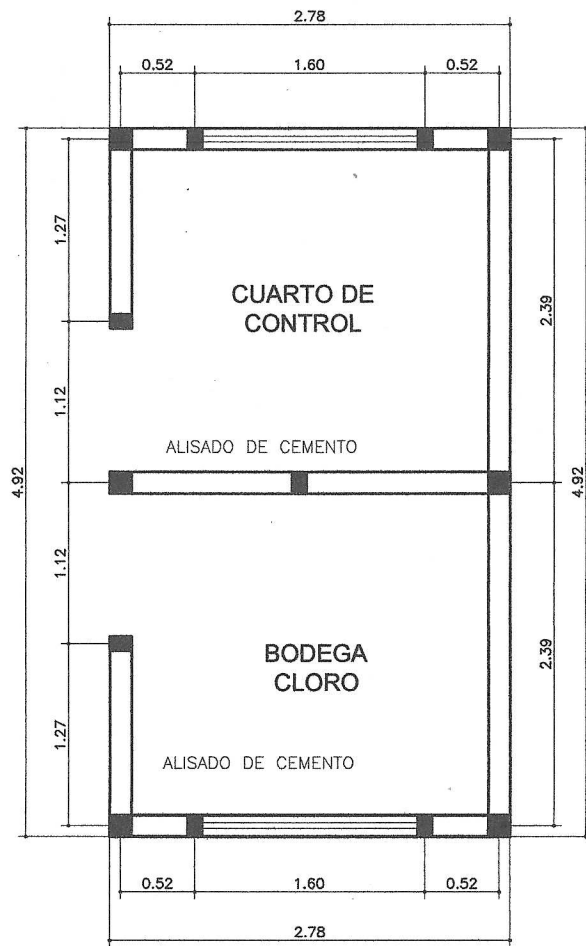
 EPS	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO	
	PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"	
PLANO DE: DETALLES DE VALVULAS DE LIMPIEZA Y AIRE		PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO DE GUATEMALA
DISEÑO: MIRIAM MORALES	EPELISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN	Carné 2008-15171
CALCULO: MIRIAM MORALES	Vo.Bo.	HOJA 8
DIBUJO: MIRIAM MORALES	ESCALA: INDICADA	10
FECHA: ENERO 2016	ING. ANGEL ROBERTO SIC	EPELISTA INGENIERIA CIVIL



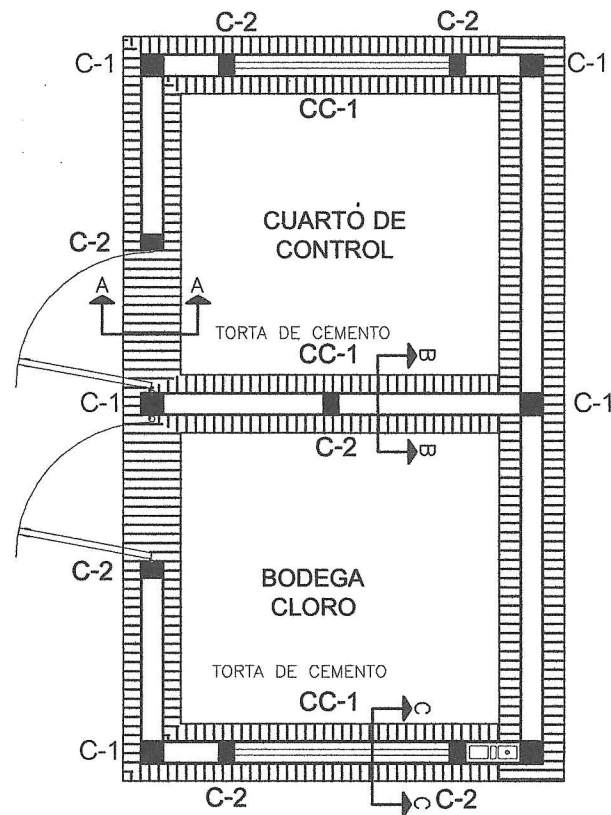
VÁLVULA DE LIMPIEZA
 ESCALA: 1/15

VÁLVULA DE AIRE
 ESCALA: 1/15

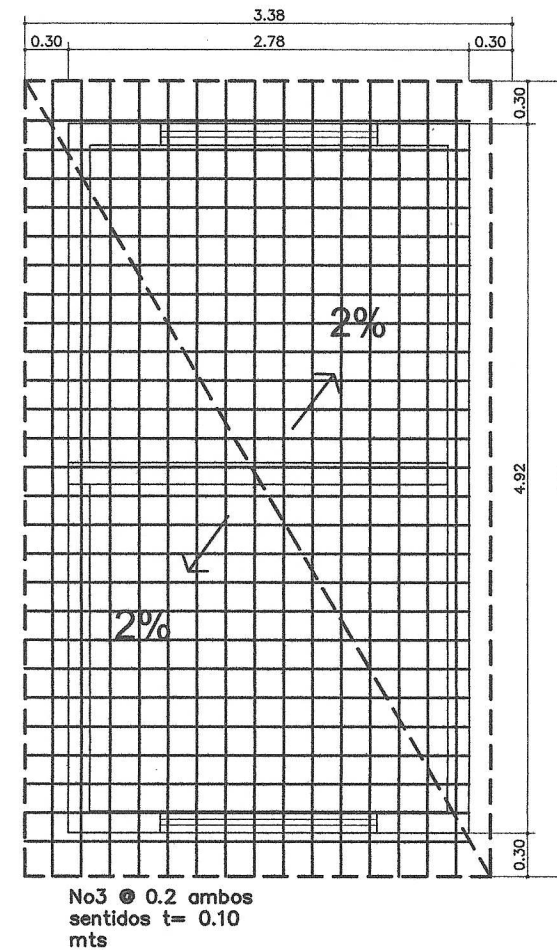
Universidad de San Carlos de Guatemala
 Ing. Ángel Roberto Sic García
 ASESOR - SUPERVISOR DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 Facultad de Ingeniería



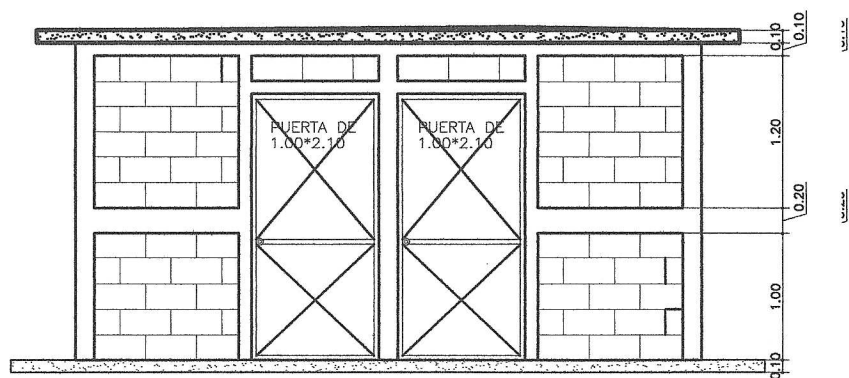
COTAS
ESCALA 1:50



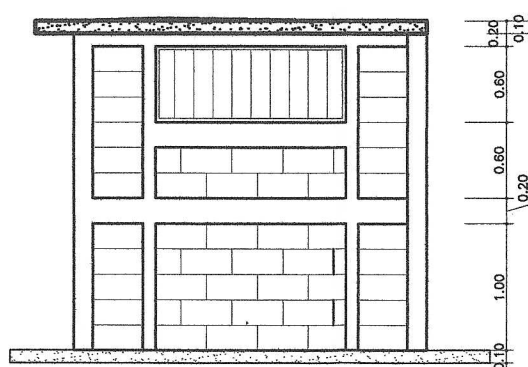
CIMIENTOS Y COLUMNAS
ESCALA 1:50



DETALLE DE LOSA
ESCALA 1:50



FACHADA PRINCIPAL
ESCALA 1:50



FACHADA LATERAL
ESCALA 1:50



EPS

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

PROYECTO: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE"

PLANO DE: DETALLE DE CASETA DE BOMBEO

PROPIEDAD DE: MUNICIPIO DE SAN JUAN SACATEPEQUEZ DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

DISEÑO: MIRIAM MORALES

CALCULO: MIRIAM MORALES *

DIBUJO: MIRIAM MORALES

ESCALA: INDICADA

FECHA: ENERO 2016

EPESISTA: ROSA MIRIAM MORALES ROLDAN

Carné: 2008-15171

Vo.Bo.:

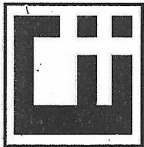
HOJA: 9 / 10



ESPECIFICACIONES		
CONCRETO		
F'c = CONCRETO 3000 lbs/plg ² A LOS 28 DIAS AGREGADO Ø 3/4"		
ACERO DE REFUERZO		
Fy = 40,000 Lbs/Plg. ²		
MAMPOSTERIA		
F'm = 35 Kg/Cm. ²		
CODIGOS DE REFERENCIA		
ACI-318-05 UBC-97		
EMPALMES DE VARILLAS Y LONGITUDES DE ANCLAJE		
VARILLA	LONGITUD 1	LONGITUD 2
No 3	0.40 m	0.12 m
No 4	0.50 m	0.15 m
No 5	0.60 m	0.20 m
No 6	0.70 m	0.23 m
LONGITUD		
RECUBRIMIENTOS		
CIMIENTOS	7 cm.	
ZAPATAS	7 cm.	
COLUMNAS	2.5 cm.	
VIGAS	2.5 cm.	

ANEXOS

- Anexo 1: análisis físico químico sanitario realizado por el centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Anexo 2: examen bacteriológico realizado por el centro de Investigaciones de Ingeniería (CII), Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Anexo 3: formularios del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN), para la evaluación del impacto ambiental.



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



ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO

O.T. No. 34 043

INF. No. 25 910

No. 2238

INTERESADO:	ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN, CARNÉ No. 200815171	PROYECTO:	EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ"
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Caserío Santa Rosa Aldea Estancia Grande	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2014-11-02; 11 h 10 min.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2014-11-03; 08 h 59 min.
MUNICIPIO:	San Juan Sacatepéquez	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	Guatemala		

RESULTADOS

1. ASPECTO:	Clara	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	—° C
2. COLOR:	06,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	508,00 μ mhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,37 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07,67 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,46	6. CLORUROS (Cl ⁻)	12,00	11. SOLIDOS TOTALES	288,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,000	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,39	12. SOLIDOS VOLÁTILES	05,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	23,00	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	34,00	13. SOLIDOS FIJOS	283,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,027	10. DUREZA TOTAL	264,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	269,00

ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	244,00	244,00

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista de la calidad física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21ST EDITION 2 005, NORMAS COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2014-11-11



Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

Zenon Much Santos
 Ing. Químico Col. No. 420
 MSc. en Ingeniería Sanitaria
 Jefe Técnico Laboratorio
 LABORATORIO UNIFICADO DE QUÍMICA Y MICROBIOLOGÍA SANITARIA "DRA. ALBA TABARINI MOLINA" USAC GUATEMALA



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



EXAMEN BACTERIOLOGICO

No. **2228358852**

O.T. No. 34 043

INTERESADO	<u>ROSA MIRIAM MORALES ROLDÁN,</u> <u>CARNÉ No. 200815171</u>	PROYECTO:	<u>EPS "DISEÑO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDELA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ"</u>
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC</u>
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Caserío Santa Rosa Aldea Estancia Grande</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2014-11-02: 11 h10 min.</u>
FUENTE:	<u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2014-11-03: 08 h59 min.</u>
MUNICIPIO:	<u>San Juan Sacatepéquez</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>
DEPARTAMENTO:	<u>Guatemala</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Lig. cantidad</u>
ASPECTO:	<u>Clara</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	+++--	+-	---
01,00 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
00,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		2	< 2

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

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

Guatemala, 2014-11-11

Vo.Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenon Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio





EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
(Formato propiedad del MARN)

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 (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <u>debe</u> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información <u>debe</u> 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 MARN</p>

I. INFORMACION LEGAL

I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:

CONSTRUCCIÓN SISTEMA DE DRENAJE SANITARIO

1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento

El proyecto se propuso como la construcción de una línea de recolección y conducción de aguas servidas con una longitud aproximada de 2500 m con tubería PVC de diferentes diámetros. Construcción de pozos de visita y sus respectivos brocales con tapadera de concreto. (Ver planos adjuntos)

I.2. Información legal:

A) Nombre del Proponente o Representante Legal:

OSCAR FERNANDO BRACAMONTE MARQUEZ

B) De la empresa:

Razón social:

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Nombre Comercial:

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

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. _____

_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): 628488-4

I.3 Teléfono 66303122 Fax 66303122 Correo electrónico: dmpanjuansac@gmail.com

I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:

ALDEA SAJCAVILLÁ, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84

Coordenadas Geográficas Datum WGS84
14°44'56.72"N

90°38'14.20"O

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

7ª. Calle "A" y 6ª. Avenida, zona 1, Plaza Cataluña, San Juan Sacatepéquez, 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

CARLOS ENRIQUE CASTILLO DE PAZ INGENIERO CIVIL

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

Etapa de:		Abandono
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	
<ul style="list-style-type: none">- Actividades a realizar- Trazo y replanteo topográfico- Excavación de zanja- Pastilla de material selecto- Relleno de zanja- Suministro e instalación de tubería PVC- Construcción de pozos de visita- Insumos necesarios- Materiales de construcción- Cemento, Arena, Piedrín- Tubería PVC (varios diámetros)- Mano de Obra Calificada- Ayudantes, bodegueros, etc.- Maquinaria- Mezcladora de concreto- Retroexcavadora- Camión de volteo- Vibro compactadora- Otros de relevancia	<ul style="list-style-type: none">- Actividades o procesos- Servicio de conducción de las aguas servidas- Materia prima e insumos- Únicamente los necesarios para el mantenimiento- Maquinaria- No se utilizará maquinaria durante su operación- Productos y subproductos (bienes o servicios)- Únicamente el servicio de conducción de las aguas residuales o servidas.- Horario de trabajo- Las 24 horas del día- Otros de relevancia	<ul style="list-style-type: none">- acciones a tomar en caso de cierre- Reparaciones que sean necesarias- Socializarlo con la población- Limpieza del área en general

** Adjuntar planos

II.3 Área

- a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 742.50m² _____
- b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 742.50m² _____
- c) Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 742.50m² _____

	No solubles	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	y maquinaria No se utilizaran lubricantes no solubles	Ninguno
Refrigerantes		si	2 galones a la semana	Aceitera cercana	Uso preventivo de calentamiento en los vehículos	Se utilizará en los vehículos tipo pick-up de manera preventiva	Recipientes debidamente cerrados
Otros		no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

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

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

- Número de vehículos 3
- Tipo de vehículo 2 Pick-up y 1 Camión de volteo
- sitio para estacionamiento y área que ocupa En el campamento de la obra 175m²

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Polvo provocado por la excavación, transporte de vehículos y maquinaria	Excavación, transporte de vehículos y maquinaria	Se dispondrá adecuadamente de los materiales, además de realizar un riego constantemente en las áreas en las que se realiza excavaciones
		Ruido	Ruido provocado por la maquinaria y los vehículos que circularan por el proyecto	En el área del proyecto, debido al movimiento de maquinaria y vehículos	Se definirán horarios para el uso de la maquinaria, además de hacer énfasis en que la jornada de trabajo será diurna, para no afectar a los vecinos del lugar. Se socializará con los vecinos acerca del beneficio que se tendrá con el proyecto culminado.
		Vibraciones	Vibraciones producidas por retroexcavadora, vibro compactadora y camiones de volteo	En el área del proyecto, debido al uso de la maquinaria y camiones	Se definirán horarios para el uso de la maquinaria, además de hacer énfasis en que la jornada de trabajo será diurna, para no afectar a los vecinos del lugar. Se socializará con los vecinos acerca del beneficio que se tendrá con el proyecto culminado.
		Olores	No se producirán olores que puedan afectar el ambiente	El tipo de procesos que se llevaran a cabo no generará olores significativos	En general no se producirán olores significativos en el proyecto, de igual forma, se tendrá especial cuidado en mantener debidamente cerrados los recipientes que contengan combustibles, lubricantes, etc. Para garantizarlo.
2	Agua	Abastecimiento de agua	El abastecimiento de agua será del sistema de agua potable de la	No se generará impactos al sistema de agua potable de la	Se tendrá especial cuidado respecto a las tuberías de agua potable del sistema de la comunidad al momento de realizar excavaciones y demás procesos del

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE Viviendas SUR Calle
 ESTE Viviendas OESTE Calle

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Viviendas	NORTE	5 m
Calle	SUR	2 m
Viviendas	ESTE	5 m
Calle	OESTE	2 m

II.5 Dirección del viento: Predominante de Este a Oeste

II.7 Datos laborales

- a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras
 horario de 7:00 a 15:00 hrs _____
- b) Número de empleados por jornada 13 Total empleados 13
- d) otros datos laborales, especifique _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

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 publico	si	50 galones diarios	Sistema de agua potable de la comunidad	Actividades de construcción en general	Se utilizara en todo el proceso constructivo	En el sistema de agua de la comunidad y en toneles cerrados
	Pozo	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua de algún pozo	Ninguno
	Agua especial	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua especial	Ninguno
	Superficial	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua superficial	Ninguno
Combustible	Otro						
	Gasolina	si	5 galones al día	Gasolinera	Vehículos tipo pick-up	Uso diario para la movilización	Gasolinera
	Diesel	si	10 galones al día	Gasolinera	Maquinaria de construcción	Se utilizará en la retroexcavadora y camión de volteo	Gasolinera y en recipientes de 5 galones debidamente cerrados
	Bunker	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará bunker	Ninguno
	Glp	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
	Otro	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

			del lugar	fauna del lugar	de ninguna especie de fauna contenida en CITES.
		Ecosistema	No se generará impactos al ecosistema con la construcción del proyecto	No se generará impactos al ecosistema con la construcción del proyecto	No se generará impactos al ecosistema con la construcción del proyecto
5	Visual	Modificación del paisaje	No se generará modificación al paisaje	No se generará modificación al paisaje	No se generará modificación al paisaje
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No se generará impacto significativo en el ámbito social	No se generará impacto significativo en el ámbito social	No se generará impacto significativo en el ámbito social. Sin embargo, se sensibilizará a los pobladores de la comunidad, haciéndoles ver que el proyecto durante su ejecución puede generar empleo para algunos de los pobladores, además durante su funcionamiento se tendrán beneficios en el tema de la disposición adecuada de las aguas residuales o servidas.
7	Otros	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA			
CONSUMO			
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes)	70 kWh		
V.2 Forma de suministro de energía	a) <input checked="" type="checkbox"/>	Sistema	público
	b) <input type="checkbox"/>	Sistema	privado
	c) <input type="checkbox"/>	generación	propia
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <input checked="" type="checkbox"/>			
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Se trabajará en Jornada Diurna para aprovechar la iluminación natural, además se tendrá especial cuidado en desconectar cualquier aparato, equipo o herramienta mientras no se esté utilizando para promover el ahorro de energía.			
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD			

					tubería, etc.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No se tendrá una cantidad significativa de aguas residuales durante el proyecto	No se generará impactos con aguas residuales producidas por el proyecto	No se generará impactos con aguas residuales producidas por el proyecto.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No se generará impactos por aguas residuales especiales	Descarga: No se generará impactos por aguas residuales especiales	No se generará impactos por aguas residuales especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales	Descarga: No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales	No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales
		Agua de lluvia	Captación: No se realizará captación de agua de lluvia	Descarga: No se realizará descargas de agua de lluvia	Se tendrá especial cuidado con las aguas de lluvia, en el sentido de cubrir los materiales que se encuentren en el proyecto, tales como arena de río, selecto, piedrín, etc. Para evitar que por escorrentía puedan afectar a los vecinos o generar algún impacto.
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Se producirá una mínima cantidad de basura común por parte del personal de la construcción	En el área del proyecto por parte del personal que laborará en la construcción	Se colocarán recipientes en el proyecto y sus cercanías debidamente identificados para el tipo de basura común que se genere (Ej. Papel, Vidrio y Plástico) posteriormente será trasladado al lugar que indiquen las autoridades municipales.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No se producirán desechos peligrosos en el proyecto	Disposición. No se producirán desechos peligrosos en el proyecto	No se producirán desechos peligrosos en el proyecto. Sin embargo, aunque las cantidades de combustible o lubricante que se utilizarán no son significativas se tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que no ocurra algún derrame de estos al momento de abastecer alguno de los vehículos o maquinaria.
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.
		Modificación del relieve o topografía del área	No se generará modificación del relieve o topografía del área	No se generará modificación del relieve o topografía del área	No se generará modificación del relieve o topografía del área, debido a que el proyecto se encuentra en un área de terreno plana.
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No se generará impacto a la flora del lugar	No se generará impacto a la flora del lugar	No se generará impacto a la flora del lugar, debido a que el proyecto se construirá en un área del terreno que contiene una cobertura vegetal de poca significancia ambiental, dado que no contiene especies endémicas ni especies nativas de importancia.

VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:

- a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) 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 serian las actividades riesgosas:

VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

- a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) Incendio () e) Otro ()

Detalle la información explicando el por qué? _____ No se tienen riesgos potenciales en el área donde se ubica la actividad _____

VI.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
 La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
 La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
 No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: No existen riesgos potenciales para los trabajadores, debido a que se utilizaran medidas de seguridad en el proceso constructivo del proyecto, como se detalla a continuación:

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

- Cascos para la protección de los trabajadores
- Mascarillas para las actividades en las que se genera polvo
- Guantes de cuero para la manipulación de materiales como tubos de concreto, tubos de PVC, etc.
- Chalecos reflectados en caso fuera necesario realizar alguna actividad en la jornada nocturna,
- Botas con suela de hule y punta de acero para evitar algún accidente
- Botas de hule para el momento de la realización de algún tipo de mezcla
- Entre otras medidas.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

- El proyecto se construirá en un área bastante cercana de las viviendas de la comunidad, por lo que se realizará lo siguiente:
- Se realizará un riego constante a los materiales como selecto, arena de río, etc. Para evitar la propagación del polvo
- Se proporcionará mascarillas a los trabajadores para las actividades en las que se genera polvo, tales como las excavaciones
- Se trabajará en jornada diurna para evitar los ruidos y vibraciones en horarios en los que pueda molestar a los vecinos del área.
- Se tendrá especial cuidado en mantener debidamente cerrados los recipientes en los que se almacene combustibles, etc.
- Se socializará con los pobladores al momento de iniciar la ejecución del proyecto, para informarles del tipo de procesos que se llevaran a cabo durante la ejecución del proyecto.



EVALUACION AMBIENTAL INICIAL
(Formato propiedad del MARN)

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 (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y <u>debe</u> ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita mas espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información <u>debe</u> 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: <u>vunica@marn.gob.gt</u> • 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 MARN</p>

I. INFORMACION LEGAL

1.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:

SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE

1.1.1 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento

El proyecto denominado "sistema de agua potable para el caserío Santa Rosa, aldea Estancia Grande" lo constituirá de una línea de conducción de aproximadamente 5000 m, de tubería pvc de diámetros varios y tubería hg de 3", la instalación de un equipo de bombeo de 5 HP que suministrara hasta el tanque existente en la comunidad, construcción de caseta de bombeo.

1.2. Información legal:

A) Nombre del Proponente o Representante Legal:

OSCAR FERNANDO BRACAMONTE MARQUEZ

B) De la empresa:

Razón social:

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Nombre Comercial:

MUNICIPALIDAD DE SAN JUAN SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

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 _____

_____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.

Número de Identificación Tributaria (NIT): 628488-4

I.3 Teléfono 66303122 Fax 66303122 Correo electrónico: dmpsanjuansac@gmail.com

I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:

CASERÍO SANTA ROSA, ALDEA ESTANCIA GRANDE, SAN JUAN SACATEPÉQUEZ

Especificar Coordinadas UTM o Geográficas

Coordinadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84

Coordinadas Geográficas Datum WGS84
14°43'04.35" N

90°38'35.25" O

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

7ª. Calle "A" y 6ª. Avenida, zona 1, Plaza Cataluña, San Juan Sacatepéquez, 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

CARLOS ENRIQUE CASTILLO DE PAZ INGENIERO CIVIL

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none">- Actividades a realizar- Bodega- Trazo y nivelación- Transporte de maquinaria- Entubado- Prueba de bombeo- Insumos necesarios- Materiales de construcción- Tubería de acero lisa- Filtro de grava de canto rodado- Sello sanitario de cemento- Maquinaria- Grúa para instalar la tubería- Generador eléctrico para la prueba de bombeo- Vibro compactadora- Otros de relevancia	<ul style="list-style-type: none">- Actividades o procesos- Acarreo de agua para uso de la población beneficiada- Materia prima e insumos- Energía Eléctrica- Combustibles en el caso de que falte la energía eléctrica- Maquinaria- Posiblemente un Generador eléctrico a base de combustible en el caso que no haya energía eléctrica- Productos y subproductos (bienes o servicios)- Suministro de agua para la población beneficiada- Horario de trabajo- De forma esporádica las 24 horas del día- Otros de relevancia	<ul style="list-style-type: none">- acciones a tomar en caso de cierre- Reparaciones que sean necesarias- Socializarlo con la población- Limpieza del área en general

** Adjuntar planos

- a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 1000m² _____
- b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 10000m² _____
- c) Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 10000m² _____

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE _____ Terreno baldío _____ SUR _____ Calle de acceso _____
 ESTE _____ Terreno baldío _____ OESTE _____ Terreno baldío _____

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
Terreno baldío	NORTE	0 m
Calle de Acceso	SUR	0 m
Terreno Baldío	ESTE	0 m
Terreno Baldío	OESTE	0 m

II.5 Dirección del viento: Predominante de Este a Oeste

II.7 Datos laborales

- a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____
 horario de 7:00 a 18:00 hrs _____
- b) Número de empleados por jornada _____ 18 _____ Total empleados _____ 18 _____
- d) otros datos laborales, especifique _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

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 publico	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua del servicio público.	Ninguno
	Pozo	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua de algún pozo	Ninguno
	Agua especial	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua especial	Ninguno
	Superficial	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará agua superficial	Ninguno
Combustible	Otro	si	1000 galones diarios	Camión Cisterna	Para el proceso de la perforación	Se utilizara en todo el proceso de perforación y constructivo	En el camión cisterna que provea
	Gasolina	si	10 galones al día	Gasolinera	Vehículos tipo pick-up y generador eléctrico	Uso diario para la movilización y para el proceso de perforación	Gasolinera
	Diesel	si	10 galones al día	Gasolinera	Camión cisterna	Se utilizará un camión cisterna	Gasolinera y en recipientes de 5

	Bunker	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizará bunker	cerrados Ninguno
	Glp	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
	Otro	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno
Lubricantes	Solubles	si	5 galones al día	Acitera cercana	Mantenimiento	Para mantenimiento de los vehículos, camión cisterna y maquinaria	Recipientes debidamente cerrados
	No solubles	no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	No se utilizaran lubricantes no solubles	Ninguno
Refrigerantes		si	5 galones a la semana	Acitera cercana	Uso preventivo de calentamiento en los vehículos	Se utilizará en los vehículos tipo pick-up de manera preventiva	Recipientes debidamente cerrados
Otros		no	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

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

III. TRANSPORTE

III.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 4
b) Tipo de vehículo 1 Pick-up, 1-Camión Cisterna, 1 grúa
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa En el campamento de la obra 100m2

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV.1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)	Polvo provocado por el movimiento de tierras, transporte de vehículos y maquinaria	Movimiento de tierras, transporte de vehículos y maquinaria	Se dispondrá adecuadamente de los materiales, además de realizar un riego constantemente en las áreas en las que se realiza movimientos de tierra y cortes de terreno para preparar el área de la perforación
		Ruido	Ruido provocado por la maquinaria y los vehículos que circularan por el proyecto	En el área del proyecto, debido al movimiento de maquinaria y vehículos	Se definirán horarios para el uso de la maquinaria, además de hacer énfasis en que la jornada de trabajo será diurna, para no afectar a los vecinos del lugar. Se socializará con los vecinos acerca del beneficio que se tendrá con el proyecto culminado.
		Vibraciones	Vibraciones producidas por perforadora, camión cisterna y grúa	En el área del proyecto, debido al uso de la maquinaria y camiones	Se definirán horarios para el uso de la maquinaria, además de hacer énfasis en que la jornada de trabajo será diurna, para no afectar a los vecinos del lugar. Se socializará con los vecinos acerca del beneficio que se tendrá con el proyecto culminado.

			afectar el ambiente	el	llevaran a cabo no generará olores significativos	forma, se tendrá especial cuidado en mantener debidamente cerrados los recipientes que contengan combustibles, lubricantes, etc. Para garantizarlo.
2	Agua	Abastecimiento de agua	El abastecimiento de agua será del sistema de agua potable de la comunidad y camión cisterna		No se generará impactos negativos al sistema de agua potable de la comunidad	Se tendrá especial cuidado respecto a las tuberías de agua potable del sistema de la comunidad al momento de realizar la perforación y demás procesos del proyecto, para no afectar el sistema. Se socializará con los vecinos del lugar para tener conocimiento de las ubicaciones de tubería, etc.
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad: No se tendrá una cantidad significativa de aguas residuales durante el proyecto		No se generará impactos con aguas residuales producidas por el proyecto	No se generará impactos con aguas residuales producidas por el proyecto.
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad: No se te generará impactos por aguas residuales especiales		Descarga: No se te generará impactos por aguas residuales especiales	No se te generará impactos por aguas residuales especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad: No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales		Descarga: No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales	No se provocará mezcla de aguas residuales ordinarias y especiales
		Agua de lluvia	Captación: No se realizará captación de agua de lluvia		Descarga: No se realizará descargas de agua de lluvia	Se tendrá especial cuidado con las aguas de lluvia, en el sentido de cubrir los materiales que se encuentren en el proyecto, tales como la grava que se utilizara en el filtro del pozo. Para evitar que por escorrentía puedan afectar a los vecinos o generar algún impacto.
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad: Se producirá una mínima cantidad de basura común por parte del personal de la perforación		En el área del proyecto por parte del personal que laborará en la perforación	Se colocarán recipientes en el proyecto y sus cercanías debidamente identificados para el tipo de basura común que se genere (Ej. Papel, Vidrio y Plástico) posteriormente será trasladado al lugar que indiquen las autoridades municipales.
		Desechos Peligrosos (con una o mas de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfecciosos)	Cantidad: No se producirán desechos peligrosos en el proyecto		Disposición. No se producirán desechos peligrosos en el proyecto	No se producirán desechos peligrosos en el proyecto. Sin embargo, aunque las cantidades de combustible o lubricante que se utilizarán no son significativas se tomarán todas las medidas necesarias para garantizar que no ocurra algún derrame de estos al momento de abastecer alguno de los vehículos o maquinaria.
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.		No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.	No se generará descargas de aguas residuales directo al suelo.

		relieve o topografía del área	modificación del relieve o topografía del área	modificación del relieve o topografía del área	topografía del área, debido a que el proyecto se encuentra en un área de terreno plana.
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)	No se generará impacto a la flora del lugar	No se generará impacto a la flora del lugar	No se generará impacto a la flora del lugar, debido a que el proyecto se construirá en un área del terreno que contiene una cobertura vegetal de poca significancia ambiental, dado que no contiene especies endémicas ni especies nativas de importancia.
		Fauna (animales)	No se generará impacto a la fauna del lugar	No se generará impacto a la fauna del lugar	No se generará impacto a la fauna del lugar, debido a que no hubo avistamiento de ninguna especie de fauna contenida en CITES.
		Ecosistema	No se generará impactos al ecosistema con la perforación del pozo	No se generará impactos al ecosistema con la perforación del pozo	No se generará impactos al ecosistema con la perforación del pozo
5	Visual	Modificación del paisaje	Se generará una mínima modificación al paisaje	En el área del proyecto, debido a la construcción de la caseta de bombeo	La modificación al paisaje será mínima, debido a que a un costado del terreno se encuentra construida la bodega municipal. Se pintará la caseta de bombeo con colores que se integren al ambiente y se jardineará el área cercana.
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos	No se generará impacto significativo en el ámbito social	No se generará impacto significativo en el ámbito social	No se generará impacto significativo en el ámbito social. Sin embargo, se sensibilizará a los pobladores de la comunidad, haciéndoles ver que el proyecto durante su ejecución puede generar empleo para algunos de los pobladores, además durante su funcionamiento se tendrán beneficios al poder contar con el vital líquido
7	Otros	Ninguno	Ninguno	Ninguno	Ninguno

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA

CONSUMO

V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 100 kwh _____

V.2 Forma de suministro de energía

a) Sistema público

b) _____ Sistema privado

c) _____ generación propia

V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?

SI _____ NO

V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?

Se trabajará en Jornada Diurna para aprovechar la iluminación natural, además se tendrá especial cuidado en desconectar cualquier aparato, equipo o herramienta mientras no se esté utilizando para promover el ahorro de energía.

VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD

VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:

- a) la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio
b) la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores
c) 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 serian las actividades riesgosas:

VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?

- a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()
d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) incendio () e) Otro ()

Detalle la información explicando el por qué? _____ No se tienen riesgos potenciales en el área donde se ubica la actividad _____

VI.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
 La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
 La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
 No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información: No existen riesgos potenciales para los trabajadores, debido a que se utilizaran medidas de seguridad en el proceso constructivo del proyecto, como se detalla a continuación:

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? Si (X) NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

- Cascos para la protección de los trabajadores
- Mascarillas para las actividades en las que se genera polvo
- Guantes de cuero para la manipulación de materiales como tubería, etc.
- Chalecos reflectados en caso fuera necesario realizar alguna actividad en la jornada nocturna,
- Botas con suela de hule y punta de acero para evitar algún accidente
- Entre otras medidas.

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

- El proyecto se construirá en un área bastante alejada de las viviendas de la comunidad, sin embargo se realizará lo siguiente:
- Se proporcionará mascarillas a los trabajadores para las actividades en las que se genera polvo, tales como los movimientos de tierra
- Se trabajará en jornada diurna para evitar los ruidos y vibraciones en horarios en los que pueda molestar a los vecinos del área.
- Se tendrá especial cuidado en mantener debidamente cerrados los recipientes en los que se almacene combustibles, etc.
- Se socializará con los pobladores al momento de iniciar la ejecución del proyecto, para informarles del tipo de procesos que se llevaran a cabo durante la ejecución del proyecto.