



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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

Heber Alejandro Pérez González

Asesorado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz

Guatemala, octubre de 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

HEBER ALEJANDRO PÉREZ GONZÁLEZ
ASESORADO POR EL ING. LUIS GREGORIO ALFARO VÉLIZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2019

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Luis Diego Aguilar Ralón
VOCAL V	Br. Christian Daniel Estrada Santizo
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
EXAMINADOR	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 12 de octubre de 2018.


Heber Alejandro Pérez González

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 09 de septiembre de 2019
REF.EPS.DOC.582.09.2019

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

Estimado Ingeniero Argueta Hernández.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Heber Alejandro Pérez González**, Registro Académico 201314100 y CUI 2150 82672 0401 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO.**

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. Luis Gregorio Alfaro Véliz
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
LGAV/ra



Guatemala,
30 de septiembre de 2019

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Heber Alejandro Pérez González con CUI 2381594690301 Registro Académico No. 201314100, quien contó con la asesoría del Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz.

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,

LEYENDO Y ENSEÑANDO A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/mrrm.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 02 de octubre de 2019
REF.EPS.D.679.10.2019

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

Estimado Ingeniero Aguilar Polanco:

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Heber Alejandro Pérez González, CUI 2150 82672 0401 y Registro Académico 201314100**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

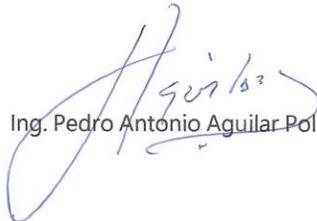
Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Oscar Argueta Hernández
Director Unidad de EPS

OAH/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Luis Gregorio Alfaro Veliz y del Coordinador de E.P.S. Ing. Oscar Argueta Hernández, al trabajo de graduación del estudiante Heber Alejandro Pérez González titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO** da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco



Guatemala, octubre 2019
/mrrm.



Universidad de San Carlos
de Guatemala

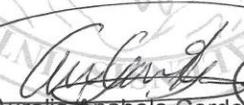


Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.474.2019

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL CASERÍO CERRO ALTO Y ESCUDO DEL TIANGUESILLO Y DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO, CHIMALTENANGO**, presentado por el estudiante universitario: **Heber Alejandro Pérez González** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, Octubre de 2019

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Mis padres

Abelardo Pérez Zamora y Silveria González Ramírez, por su apoyo y sacrificio realizado, durante mi carrera universitaria para alcanzar esta anhelada meta en mi vida.

Mis hermanos

Roger, Daniel, Vivian y Gerson Pérez González, por brindarme su apoyo en las diferentes etapas de este proceso de graduación.

Compañeros de estudio

Por su amistad y apoyo en mi etapa universitaria.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida, y por la bendición de permitirme alcanzar esta meta en mi vida.
Mis padres	Abelardo Pérez Zamora y Silveria González Ramírez, por su paciencia, cariño, comprensión y guiarme en el camino de la vida.
Mis hermanos	Roger, Daniel, Vivian y Gerson Pérez González, por estar siempre dispuestos a apoyarme para alcanzar esta meta.
Mi asesor	Ing. Luis Gregorio Alfaro Véliz, por compartir sus conocimientos y apoyarme durante la realización de mi EPS.
Mis amigos	Quienes me apoyaron siempre durante mi etapa en la Universidad y el proceso del EPS.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por abrirme sus puertas y proporcionarme los conocimientos necesarios.
Facultad de Ingeniería	Por formarme como profesional en el campo de la Ingeniería Civil.

**Municipalidad de
Chimaltenango**

Especialmente a la Dirección Municipal de Planificación, por brindarme el apoyo y las herramientas, durante las diferentes etapas del EPS.

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 caserío Cerro Alto, Chimaltenango, Chimaltenango.	1
1.1.1. Ubicación.....	1
1.1.2. Demografía.....	2
1.1.2.1. Población.....	3
1.1.2.2. Salud	3
1.1.2.3. Educación.....	3
1.1.2.4. Servicios básicos.....	3
1.1.2.4.1. Condiciones de vivienda	4
1.1.2.4.2. Servicio de agua.....	4
1.1.2.4.3. Servicios sanitarios.....	4
1.1.2.4.4. Vías de acceso, conectividad entre pobladose.....	4
1.1.2.5. Participación ciudadana.....	5
1.1.2.6. Recursos naturales.....	5

	1.1.2.6.1.	Suelos	5
	1.1.2.6.2.	Clima.....	5
1.2.	Monografía de la comunidad Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango.....		7
1.2.1.	Ubicación.....		7
1.2.2.	Demografía.....		8
	1.2.2.1.	Población.....	9
	1.2.2.2.	Salud	9
	1.2.2.3.	Educación.....	9
	1.2.2.4.	Servicios básicos.....	9
	1.2.2.4.1.	Condiciones de vivienda	10
	1.2.2.4.2.	Servicio de agua	10
	1.2.2.4.3.	Servicios sanitarios	10
	1.2.2.4.4.	Vías de acceso, conectividad entre poblad.....	11
	1.2.2.5.	Participación ciudadana	11
	1.2.2.6.	Recursos naturales	11
	1.2.2.6.1.	Clima.....	11
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL.....		15
2.1.	Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo, del municipio de Chimaltenango.....		15
	2.1.1.	Descripción del proyecto	15
	2.1.2.	Levantamiento topográfico	16
	2.1.3.	Clasificación de las aguas residuales.....	17
	2.1.3.1.	Aguas residuales domésticas.....	17

2.1.3.2.	Aguas residuales industriales	17
2.1.3.3.	Aguas residuales pluviales	17
2.1.4.	Sistemas de alcantarillado.....	18
2.1.4.1.	Alcantarillado separado	18
2.1.4.2.	Alcantarillado combinado.....	19
2.1.5.	Elementos del sistema.....	19
2.1.6.	Diseño del sistema	24
2.1.6.1.	Población actual	25
2.1.6.2.	Periodo de diseño.....	26
2.1.6.3.	Población de diseño	27
2.1.6.4.	Dotación	28
2.1.6.5.	Factor de retorno	29
2.1.6.6.	Caudales de sistema de alcantarillado sanitario	29
2.1.6.6.1.	Caudal domiciliar	29
2.1.6.6.2.	Caudal comercial.....	30
2.1.6.6.3.	Caudal industrial.....	31
2.1.6.6.4.	Caudal de infiltración....	31
2.1.6.6.5.	Caudal de conexiones ilícitas	32
2.1.6.6.6.	Caudal sanitario (caudal medio).....	32
2.1.6.7.	Factor de caudal medio	33
2.1.6.8.	Factor de flujo (instantáneo)	33
2.1.6.9.	Caudal de diseño.....	34
2.1.6.10.	Pendiente del terreno, tubería y profundidad mínima de la tubería	35
2.1.6.11.	Velocidades	36
2.1.6.12.	Relaciones hidráulicas.....	36

	2.1.6.13.	Cotas invert	37
2.1.7.		Diseño hidráulico	39
2.1.8.		Tratamiento de aguas residuales	46
2.1.9.		Evaluación ambiental	47
2.1.10.		Presupuestos	47
2.1.11.		Cronograma físico-financiero	49
2.1.12.		Letrinización en el caserío Cerro Alto.....	50
	2.1.12.1.	Letrina abonera seca familiar	51
		2.1.12.1.1. Principios de la letrina abonera seca familiar	54
		2.1.12.1.2. Proceso constructivo	56
		2.1.12.1.3. Evaluación ambiental	59
		2.1.12.1.4. Presupuesto	60
		2.1.12.1.5. Cronograma físico- financiero.....	61
2.2.		Diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto	62
	2.2.1.	Descripción del proyecto	62
	2.2.2.	Obras existentes	62
	2.2.3.	Levantamiento topográfico	63
	2.2.4.	Calidad del agua	63
		2.2.4.1. Análisis bacteriológico	64
		2.2.4.2. Análisis fisicoquímico	65
	2.2.5.	Fuente	65
	2.2.6.	Tanque de distribución	66
	2.2.7.	Red de distribución.....	67
	2.2.8.	Diseño hidráulico	67
		2.2.8.1. Población actual	67
		2.2.8.2. Periodo de diseño	68

2.2.8.3.	Población futura.....	68
2.2.8.4.	Dotación	69
2.2.8.5.	Caudales	70
2.2.8.5.1.	Caudal medio diario.....	70
2.2.8.5.2.	Caudal máximo diario...	71
2.2.8.5.3.	Caudal máximo horario	71
2.2.8.5.4.	Caudal de vivienda	72
2.2.8.5.5.	Caudal de uso simultáneo	73
2.2.8.6.	Presiones del sistema.....	73
2.2.8.6.1.	Presión estática	73
2.2.8.6.2.	Presión dinámica	74
2.2.8.7.	Velocidades	74
2.2.8.8.	Cálculo hidráulico de la red de distribución.....	75
2.2.8.9.	Obras de arte.....	80
2.2.8.9.1.	Caja rompe-presión.....	80
2.2.8.9.2.	Caja y válvulas de compuerta.....	80
2.2.8.9.3.	Caja y válvulas de limpieza	81
2.2.8.9.4.	Profundidad y ancho de la zanja para la colocación de la tubería	81
2.2.8.9.5.	Anclajes de tubería.....	81
2.2.8.9.6.	Conexiones domiciliarias.....	82

2.2.8.10.	Desinfección.....	82
2.2.8.10.1.	Clorador	83
2.2.8.10.2.	Determinación del flujo de cloro.....	83
2.2.8.10.3.	Dosificación del clorador	84
2.2.9.	Operación y mantenimiento del sistema de distribución	85
2.2.10.	Evaluación ambiental	86
2.2.11.	Presupuesto	86
2.2.12.	Cronograma físico-financiero	87
CONCLUSIONES.....		89
RECOMENDACIONES		93
BIBLIOGRAFÍA.....		95
APÉNDICES.....		99
ANEXOS.....		117

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa ubicación del caserío Cerro Alto, Chimaltenango.....	1
2.	Mapa de localización del caserío Cerro Alto, Chimaltenango en Google Earth.	2
3.	Mapa ubicación del Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango.....	7
4.	Mapa de localización del Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango en Google Earth.	8
5.	Esquema de pozo de visita	22
6.	Esquema conexión domiciliar.....	23
7.	Esquema conexión domiciliar y colector del sistema de alcantarillado sanitario.....	24

TABLAS

I.	Datos climáticos promedio anuales de la estación meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.....	6
II.	Datos climáticos promedio anuales de la estación meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.....	13
III.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto	48
IV.	Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo	49
V.	Cronograma físico-financiero del alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango	50

VI.	Presupuesto letrina abonera seca familiar	60
VII.	Cronograma físico-financiero de letrinas aboneras en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango.....	61
VIII.	Bases de diseño	75
IX.	Modelos de cloradores automáticos PPG (PPG Industries, Inc.).....	84
X.	Resumen presupuesto.....	87

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
CA-1	Carretera centro americana de orden 1
Q	Caudal
cm	Centímetros
cm²	Centímetros cuadrados
Ø	Diámetro
° ' ''	Grados, minutos y segundos
°C	Grados Celsius
f'c	Resistencia última del concreto a compresión
fy	Resistencia especificada a la fluencia del acero de refuerzo
gr	Gramo
GPM	Galones por minuto
HG	Hierro galvanizado
kg/cm²	Kilogramo fuerza entre centímetro cuadrado
km	Kilómetro
kml	Kilómetro lineal
PSI	Libras entre pulgada cuadrada
l/hab/día	Litros por habitante por día
l/s	Litros por segundo
m	Metro
m.c.a.	Metros sobre columna de agua
m²	Metro cuadrado
m³	Metro cúbico

ml	Metro lineal
S	Pendiente
n	Periodo de diseño
pH	Potencial de hidrógeno
“	Pulgadas
@	Separación existente
r	Tasa de crecimiento

GLOSARIO

Aforo	Medición de la cantidad de agua que lleva un flujo en una unidad de tiempo.
Agua pluvial	Agua proveniente de las precipitaciones.
Agua potable	Es aquella que por sus características de calidad especificada en la norma COGUANOR NGO 29001, es adecuada para el consumo humano.
Aguas residuales	Toda agua que proviene de viviendas, comercios o industrias, que han alterado sus propiedades de potabilidad.
Alcantarillado sanitario	Sistema que se utiliza para conducir únicamente aguas residuales.
Altimetría	Estudio topográfico que tiene por objeto determinar la altitud de diferentes puntos de una superficie.
Bases de diseño	Son datos técnicos adaptados para el diseño del proyecto.

Candela	Elemento que recibe las aguas negras provenientes del interior de una vivienda y que por medio de una tubería anexa las conduce al colector del sistema de alcantarillado.
Caudal	Volumen de agua que pasa por una unidad de tiempo, en un determinado punto de observación, en un instante dado.
Cocode	Consejo Comunitario de Desarrollo.
Coguanor	Comisión Guatemalteca de Normas.
Colector	Conjunto de tuberías, pozos de visita y obras accesorias que se utilizan para la descarga de las aguas servidas o pluviales.
Cota invert	Son las alturas o cotas que tendrá la tubería de entrada y salida de un pozo de visita.
Cloro	Es el elemento número 17 de la tabla periódica de los elementos. En condiciones normales de temperatura y presión es un gas verde, poderoso oxidante, dos y media veces más pesado que el aire.
C.R.P	Caja rompe-presión.
Desinfección	Es la destrucción de los organismos transmisores de enfermedades (patógenas) existentes en el agua.

Desfogue	Salida final del agua de un punto determinado, en un sistema de alcantarillado.
Dotación	Cantidad de agua de uso diaria asignada a una persona o unidad de consumo.
Excretas	Residuos de alimento que después de hecha la digestión, despiden el cuerpo por el ano.
Flujo	Líquido en movimiento.
Icta	Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Infom	Instituto de Fomento Municipal.
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.
Obras de arte	Son elementos que se encuentran en una línea de conducción o distribución: captación, tanque de distribución, caja distribuidora de caudales, cajas rompe-presión, de válvulas y otras.
Piezométrica	Altura de presión de agua que se tiene en un punto dado.

Planimetría	Estudio topográfico que tiene como objetivo representar un punto de una superficie en dos dimensiones.
Potabilización	Se define este término como los procesos aplicados a un agua cruda con el objeto de hacerla apta para el consumo.
PVC	Policloruro de vinilo.
Saneamiento	Conjunto de técnicas encaminadas a establecer, mejorar o continuar con las condiciones sanitarias de un lugar.
Tirante	Altura del flujo de aguas servidas o pluviales dentro de la tubería de alcantarillado.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en el desarrollo de tres proyectos: diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo y diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto de la cabecera municipal de Chimaltenango, del departamento de Chimaltenango.

Para los diseños de sistemas de alcantarillado sanitario se abarcó la mayor cantidad de población que pudiera conectarse a este servicio. El sistema funciona por gravedad recolectando las aguas servidas de las viviendas comprendidas en los proyectos y transportándolas a través de tuberías y pozos de visita hasta su desfogue final.

En cuanto al diseño del sistema de distribución de agua potable será por gravedad, partiendo de un tanque de distribución existente el cual cumple con las expectativas a futuro para abastecer a la población de diseño, la distribución se hará por ramales abiertos a través de vías principales y vecinales de la comunidad, empleando obras de arte en donde el diseño lo requirió.

Se utilizaron normas y guías para el diseño de los sistemas en el aspecto técnico que es la parte esencial de los proyectos, así también en la elección de materiales para que su funcionamiento sea el adecuado. Todo esto tiene como objetivo mejorar las condiciones de vida de la población.

OBJETIVOS

General

Aportar criterios técnicos y profesionales a la problemática de infraestructura en el aspecto de sanidad y calidad de vida de los habitantes de las comunidades del caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo del municipio de Chimaltenango, los cuales son: sistema de distribución de agua potable y sistema de alcantarillado sanitario.

Específicos

1. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto, municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango, empleando normas y guías necesarias para su funcionamiento óptimo, una vez ejecutados en obra física.
2. Diseñar el sistema de alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo, municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango, empleando normas y guías necesarias para su funcionamiento óptimo, una vez ejecutados en obra física.
3. Diseñar el sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, municipio de Chimaltenango, departamento de Chimaltenango, empleando normas y guías necesarias para su funcionamiento óptimo, una vez ejecutados en obra física.

4. Realizar los presupuestos, cronogramas físico-financiero de cada uno de los proyectos descritos, para tener una visión de la inversión financiera proyectada en la planificación y ejecución de los proyectos.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Chimaltenango, al igual que muchos otros municipios y departamentos del país, no cuenta con una infraestructura adecuada que pueda satisfacer la calidad de vida de todos sus habitantes. La carencia de personal técnico profesional en las municipalidades complica aún más esta situación. El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Ingeniería, realizado en dos comunidades del municipio, teniendo como propósito contribuir con su desarrollo y el beneficio de la población.

La falta de un sistema de alcantarillado sanitario puede tener resultados perjudiciales para los habitantes de una comunidad y su entorno natural, al no manejar adecuadamente la evacuación de sus excretas. Este es el caso del caserío Cerro Alto, para el cual se diseñó el sistema de alcantarillado sanitario beneficiando a la mayor cantidad de habitantes. Sin embargo, la topografía del lugar no permite que todas las viviendas puedan conectarse al sistema, por lo que se propone otro medio para el manejo y eliminación de excretas de las viviendas que no se conecten al sistema de alcantarillado. Para dichas viviendas se diseñaron letrinas aboneras secas. En el caso del diseño del sistema de alcantarillado sanitario, este comprende dos ramales principales y once secundarios, que tienen su desfogue final en áreas propuestas para la ubicación de plantas de tratamiento para aguas residuales.

Por otra parte, el diseño de alcantarillado sanitario para el Escudo del Tianguesillo, es la solución para un sistema actual colapsado que necesita su

mejoramiento a través del cambio de tubería de mayor diámetro y que tiene su desfogue hacia un ramal existente.

El proyecto del diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, es la respuesta del mejoramiento de un sistema de agua potable actual en gran parte ineficiente. Este cuenta con pozo mecánico y una línea de impulsión que conduce el agua hasta un tanque de distribución. El sistema de distribución actual, además de distribuir el agua a dicho caserío también aporta a la comunidad Labor de Falla del municipio de Chimaltenango.

En la planificación municipal tiene la propuesta de que dicha comunidad cuente con un pozo mecánico propio y su respectivo sistema de distribución de agua potable, dejando en este caso el sistema de distribución actual para el caserío Cerro Alto en su totalidad, por lo que el diseño se realizó únicamente para el caserío Cerro Alto. El aforo realizado al pozo mecánico y la verificación de la capacidad y estado del tanque de distribución, indican que se encuentran en óptimas condiciones. Por lo que el nuevo diseño del sistema de distribución de agua potable inicia del tanque de distribución actual. El sistema funcionará por gravedad y se realizó por ramales abiertos dadas las condiciones topográficas del lugar, teniendo dos ramales principales y dos secundarios. Estos tienen su ubicación en las vías principales y vecinales de la comunidad y que comprenden a todos los habitantes del caserío Cerro Alto.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del caserío Cerro Alto, Chimaltenango, Chimaltenango.

A continuación, se presentan los aspectos relacionados al caserío respecto a la localización.

1.1.1. Ubicación

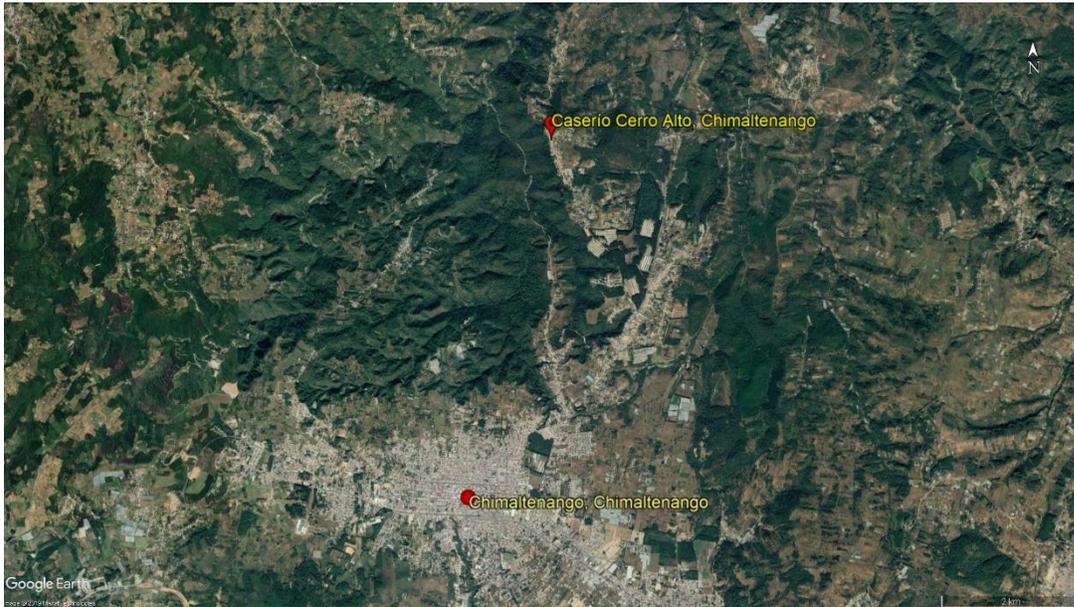
El caserío Cerro Alto se encuentra aproximadamente a cinco kilómetros al norte del parque municipal de Chimaltenango, las coordenadas geográficas para su localización son las siguientes: latitud $14^{\circ}42'26,35''$ N y longitud $90^{\circ}48'28,61''$ O.

Figura 1. **Mapa ubicación del caserío Cerro Alto, Chimaltenango**



Fuente: elaboración propia, usando el software libre QGIS 2017.

Figura 2. **Mapa de localización del caserío Cerro Alto, Chimaltenango en Google Earth**



Fuente: elaboración propia, usando el software Google Earth Pro2018.

- **Colindancias**

Al norte con la comunidad Labor de Falla y El Retiro, al este con El Rosario y una parte de la aldea Bola de Oro, al oeste con San Antonio Las Minas y al sur con Bola de Oro.

1.1.2. Demografía

A continuación, se presentan características propias del caserío Cerro Alto Chimaltenango, respecto a la población, salud y educación.

1.1.2.1. Población

La población actual del caserío es aproximadamente mil treientos diez habitantes según datos del centro de convergencia y del Cocode de la comunidad.

1.1.2.2. Salud

En el caserío, se cuenta con un Centro de Convergencia del Programa de Extensión de Cobertura del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, con un nivel de atención I, para atender los servicios básicos de salud de los habitantes.

1.1.2.3. Educación

Respecto a la cobertura educativa en la comunidad se cuenta únicamente una Escuela Primaria, por lo que, para los grados superiores, básicos y diversificados, los estudiantes tienen que emigrar a la cabecera municipal en la cual se cuenta con este tipo de niveles educativos.

1.1.2.4. Servicios básicos

A continuación, se presentan datos relevantes del municipio de Chimaltenango, respecto a los servicios básicos.

1.1.2.4.1. Condiciones de vivienda

La mayor parte de la población cuenta con vivienda construida con mampostería de block, siendo una pequeña parte la que cuenta con algún otro material para la edificación de su vivienda.

1.1.2.4.2. Servicio de agua

La comunidad cuenta con un servicio de suministro de agua potable, que se obtiene de un pozo mecánico, con equipo de bombeo y una línea de impulsión, así como un tanque de almacenamiento de concreto ciclópeo. Se cuenta también con un sistema de distribución de agua potable.

1.1.2.4.3. Servicios sanitarios

Con respecto a servicios sanitarios la comunidad no cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que, para el manejo de sus desechos fecales y aguas grises, las viviendas cuentan con letrina o pozo ciego.

1.1.2.4.4. Vías de acceso, conectividad entre poblados

Con relación a las vías de acceso con las que cuenta el caserío, se encuentra la principal que comunica a la aldea Bola de Oro y la que da acceso a la comunidad Labor de Falla, cabe mencionar que dichas vías son de terracería. Para tener acceso a una carretera principal se tiene que atravesar la aldea Bola de Oro, esto para encontrar la vía de acceso que comunica a San Martín Jilotepeque y a la cabecera municipal de Chimaltenango.

1.1.2.5. Participación ciudadana

Dentro de la participación ciudadana se cuenta con un Consejo Comunitario de Desarrollo. El cual tiene como objetivo el velar por el bienestar y mejoramiento de la comunidad.

1.1.2.6. Recursos naturales

En el caserío se cuenta con recursos naturales de los cuales se obtienen de forma racional, tales como el suelo, agua y cobertura forestal, entre otros. El hecho de que la ubicación del caserío se encuentre en un cerro genera un gran beneficio de cobertura forestal en la comunidad.

1.1.2.6.1. Suelos

Se cuenta con terrenos quebrados en su mayoría y algunos planos, lomas, barrancos. Los terrenos planos son utilizados para la agricultura, sin embargo, la mayor parte es dedicada a la floricultura, ya que de este lugar abastecen en gran parte a los viveros de las comunidades y aldeas cercanas al caserío.

1.1.2.6.2. Clima

La combinación elementos como temperatura, humedad, lluvia, viento, presión atmosférica, entre otros. Con los factores como geografía, latitud, altitud, son características climáticas propias de un lugar. El municipio de Chimaltenango en general posee un clima templado que oscila entre 12° C y 24° C. Para visualizar de manera adecuada el clima se presentan los datos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (Insivumeh), más cercana siendo esta la siguiente:

- Estación meteorológica: Alameda ICTA, Chimaltenango, Chimaltenango.
 - Ubicación: Longitud: -90,789; Latitud: 14,762

Tabla I. **Datos climáticos promedio anuales de la estación meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango**

Unidades de medida
Temperatura - Grados celsius (°C)
Precipitación - Milímetros (mm)
Humedad relativa - Porcentaje (%)
Velocidad Viento - Kilómetros por hora (km/h)
Dirección viento - Grados
Presión atmosférica - Milímetros de mercurio (mm)

Año	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presion Atmosferica Media
2000	22,2	4,4	19,7	2,1	2,9	-99,9	-99,9
2001	25,0	9,7	17,2	1,8	2,9	-99,9	-99,9
2002	23,2	11,4	13,5	2,4	-99,9	-99,9	-99,9
2003	23,9	11,8	13,0	3,7	-99,9	-99,9	-99,9
2004	21,9	12,3	11,6	2,7	-99,9	-99,9	-99,9
2005	19,2	13,0	18,2	3,6	-99,9	-99,9	-99,9
2006	18,5	12,7	16,2	4,1	-99,9	-99,9	-99,9
2007	18,2	11,6	-99,9	2,8	4,2	-99,9	-99,9
2008	18,5	11,8	-99,9	0,4	5,6	-99,9	-99,9
2009	23,8	11,4	18,5	2,6	8,3	64,4	-99,9
2010	24,1	11,2	18,9	5,2	5,6	82,3	-99,9
2011	23,9	11,1	18,3	3,5	4,9	84,7	-99,9
2012	23,5	10,5	17,8	2,8	3,7	83,4	-99,9
2013	23,5	11,0	18,1	2,5	3,1	82,3	-99,9
2014	23,6	10,5	18,5	3,1	2,6	80,1	-99,9
2015	24,3	11,2	18,5	3,0	2,4	79,1	-99,9
2016	24,2	11,9	18,4	2,0	3,3	80,1	-99,9
2017	26,2	13,5	20,2	4,5	4,1	87,9	-99,9
2018	23,9	11,8	18,5	1,9	3,1	82,5	-99,9
2019	23,1	9,5	17,4	0,0	4,2	80,6	-99,9

Observaciones

Los datos con valor -99.9 son datos inexistente por falta de instrumentación o tema administrativo ajeno al departamento encargado del INSIVUMEH.

Fuente: Insivumeh.

1.2. Monografía de la comunidad Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango.

A continuación, se presentan los aspectos relacionados a la comunidad Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango respecto a la localización.

1.2.1. Ubicación

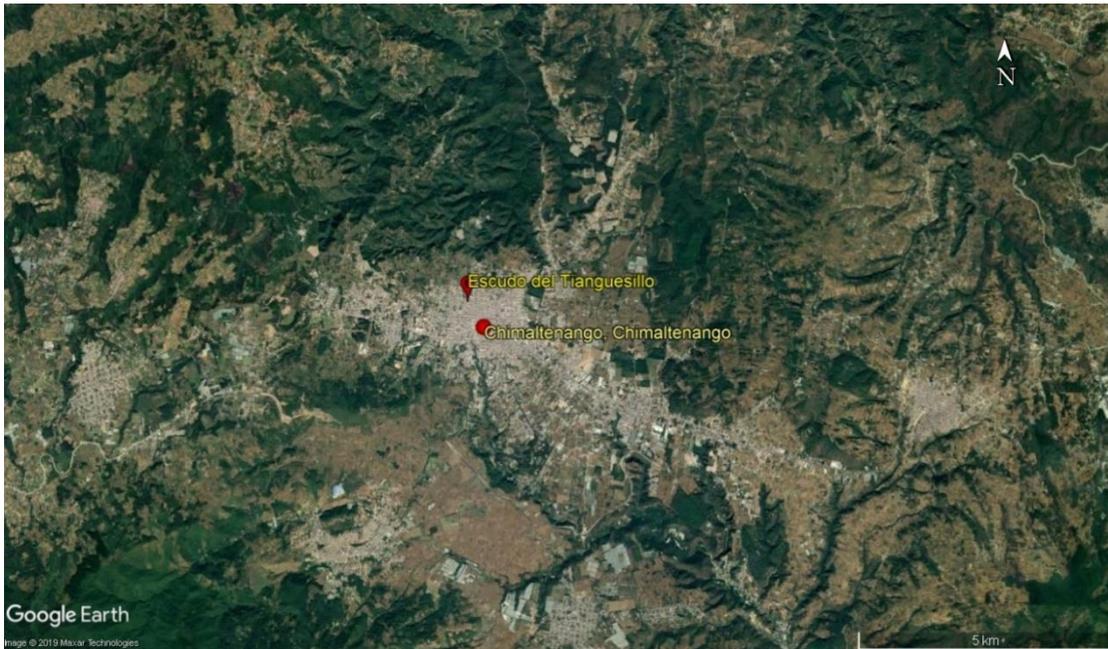
El Escudo del Tianguesillo se encuentra aproximadamente a quinientos metros al norte del parque municipal de Chimaltenango, las coordenadas geográficas para su localización son las siguientes: latitud $14^{\circ}39'56,84''$ N y longitud $90^{\circ}49'19,66''$ O.

Figura 3. Mapa ubicación del Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango



Fuente: elaboración propia, usando el software libre QGIS 2017.

Figura 4. **Mapa de localización del Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango en Google Earth**



Fuente: elaboración propia, usando el software Google Earth Pro 2018.

- **Colindancias**

La comunidad del Escudo del Tianguesillo colinda al norte con la colonia Chojopín, al este con las colonias San José Bethania y Santa Teresita, al oeste con la colonia San Pablo y al sur con la cabecera municipal de Chimaltenango.

1.2.2. Demografía

A continuación, se presentan características propias del municipio de Chimaltenango, respecto a la población, salud y educación.

1.2.2.1. Población

La comunidad Escudo del Tianguesillo específicamente el sector de interés para este informe, cuenta con una población aproximada de 1 611 habitantes. Esto según datos del censo realizado el año 2018 por parte de las autoridades comunitarias del lugar. En cuanto al crecimiento poblacional se cuenta con una tasa departamental que es de 2,77 %.

1.2.2.2. Salud

Por su ubicación la comunidad se encuentra en la cabecera municipal de Chimaltenango, en esta se encuentra el hospital departamental, también existe un centro de salud tipo B, se cuenta también con puestos de salud, clínicas médicas particulares, hospitales y sanatorios privados y farmacias.

1.2.2.3. Educación

En cuanto a la cobertura educativa la comunidad se beneficia de gran manera ya que, se cuenta con establecimientos educativos de nivel primario públicos y privados, ciclo básico y diversificado. También en la cabecera se cuenta con educación superior, como las universidades Galileo, Rural, Mariano Gálvez, Del Valle de Guatemala y San Carlos de Guatemala.

1.2.2.4. Servicios básicos

A continuación, se presentan datos relevantes de la comunidad Escudo del Tianguesillo de Chimaltenango, respecto a los servicios básicos.

1.2.2.4.1. Condiciones de vivienda

En la comunidad que se ve representada por la cabecera municipal, según datos estadísticos “el promedio por cuarto de los hogares es de 2,72 y el promedio por persona por dormitorio es de 2,5. (INE 2002). Por otro lado, según registros del Censo Poblacional y Viviendas 2002 del INE, las viviendas están conformadas en relación con el tipo de local (casa formal, apartamento, alquiler, rancho, casa improvisada, otros)”¹, en las que predomina en la mayoría la casa formal. En su mayoría estas están construidas de mampostería de block y cuentan con dos niveles.

1.2.2.4.2. Servicio de agua

En cuanto a este servicio específicamente el sector de interés para este informe, las viviendas cuentan en su totalidad con acceso al agua potable. El tipo de servicio con que cuentan las viviendas es de chorro exclusivo en su mayoría.

1.2.2.4.3. Servicios sanitarios

La comunidad del Escudo del Tianguesillo cuenta con un sistema de alcantarillado sanitario, por lo que en su totalidad las viviendas cuentan con una conexión domiciliar. Cabe mencionar que el sistema de alcantarillado sanitario actual ya no es óptimo, dado las nuevas conexiones domiciliarias que se integran constantemente.

¹ Dirección Municipal de Planificación. *Plan de Desarrollo Chimaltenango*. p 31.

1.2.2.4.4. Vías de acceso, conectividad entre poblados

Con relación a las vías de acceso con las que cuenta la comunidad, se pueden mencionar todas con las que cuenta la cabecera municipal, esto dado que la comunidad se encuentra en dicho lugar y se tiene un fácil comunicación con las colonias y aldeas del municipio, como a la carretera interamericana CA-1 que atraviesa el municipio y a la ruta nacional 14, pasando previamente por el municipio El Tejar.

1.2.2.5. Participación ciudadana

Dentro de la comunidad se cuenta con un líder comunitario que a su vez integra el Consejo Comunitario de Desarrollo. El cual tiene como objetivo el velar por el bienestar y mejoramiento de la comunidad.

1.2.2.6. Recursos naturales

En la comunidad no se cuenta con recursos naturales que la beneficien directamente, esto debido a que se encuentra en un entorno urbano. Por lo que únicamente los recursos naturales cercanos son los de las aldeas contiguas a la comunidad, los cuales son los siguientes: cerros, lomas, parajes, ríos, riachuelos, quebradas y fincas.

1.2.2.6.1. Clima

La combinación elementos como temperatura, humedad, lluvia, viento, presión atmosférica, entre otros. Con los factores como geografía, latitud, altitud, son características climáticas propias de un lugar.

El Escudo del Tianguesillo posee un clima generalizado en el municipio dado su ubicación en el casco urbano, el cual es templado y que oscila entre los 12 °C y 24 °C. Se marcan dos estaciones en el año: invierno y verano.

Los para visualizar de manera adecuada el clima se presentan a continuación los datos de la estación meteorológica del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, más cercana siendo esta la siguiente:

- Estación meteorológica: Alameda ICTA, Chimaltenango, Chimaltenango.
 - Ubicación: Longitud: -90,789; Latitud: 14,762

Tabla II. **Datos climáticos promedio anuales de la estación meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango**

Unidades de medida
Temperatura - Grados celsius (°C)
Precipitación - Milímetros (mm)
Humedad relativa - Porcentaje (%)
Velocidad Viento - Kilómetros por hora (km/h)
Dirección viento - Grados
Presión atmosférica - Milímetros de mercurio (mm)

Año	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presion Atmosferica Media
2000	22,2	4,4	19,7	2,1	2,9	-99,9	-99,9
2001	25,0	9,7	17,2	1,8	2,9	-99,9	-99,9
2002	23,2	11,4	13,5	2,4	-99,9	-99,9	-99,9
2003	23,9	11,8	13,0	3,7	-99,9	-99,9	-99,9
2004	21,9	12,3	11,6	2,7	-99,9	-99,9	-99,9
2005	19,2	13,0	18,2	3,6	-99,9	-99,9	-99,9
2006	18,5	12,7	16,2	4,1	-99,9	-99,9	-99,9
2007	18,2	11,6	-99,9	2,8	4,2	-99,9	-99,9
2008	18,5	11,8	-99,9	0,4	5,6	-99,9	-99,9
2009	23,8	11,4	18,5	2,6	8,3	64,4	-99,9
2010	24,1	11,2	18,9	5,2	5,6	82,3	-99,9
2011	23,9	11,1	18,3	3,5	4,9	84,7	-99,9
2012	23,5	10,5	17,8	2,8	3,7	83,4	-99,9
2013	23,5	11,0	18,1	2,5	3,1	82,3	-99,9
2014	23,6	10,5	18,5	3,1	2,6	80,1	-99,9
2015	24,3	11,2	18,5	3,0	2,4	79,1	-99,9
2016	24,2	11,9	18,4	2,0	3,3	80,1	-99,9
2017	26,2	13,5	20,2	4,5	4,1	87,9	-99,9
2018	23,9	11,8	18,5	1,9	3,1	82,5	-99,9
2019	23,1	9,5	17,4	0,0	4,2	80,6	-99,9

Observaciones
 Los datos con valor -99.9 son datos inexistente por falta de instrumentación o tema administrativo ajeno al departamento encargado del INSIVUMEH.

Fuente: Insivumeh.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo, del municipio de Chimaltenango

A continuación, se presentan las características y los parámetros empleados para el diseño de los sistemas de alcantarillado sanitario.

2.1.1. Descripción del proyecto

Los proyectos consisten en el diseño del sistema de alcantarillado sanitario para el caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo del municipio de Chimaltenango. El primero cuenta con la particularidad de que debido a la dispersión de las viviendas no pueden conectarse al sistema de alcantarillado en su totalidad, por lo que las viviendas faltantes contarán con letrinas aboneras secas, para brindar un manejo completo de los desechos fecales en el lugar. La falta de vías por las cuales conducir el sistema de alcantarillado es una limitante en el diseño, por lo que se proponen nuevas vías que evitarán afectar viviendas existentes y al mismo tiempo serán beneficiadas con este servicio.

Ambos proyectos cuentan con un periodo de diseño de treinta años debido a las condiciones que presenta cada proyecto. En el caso del caserío Cerro Alto es debido a que el área es rural ya que no se cuenta con comercios o industrias que puedan aportar grandes cantidades de aguas servidas y en el Escudo del Tianguesillo, es debido a que el diámetro requerido en la tubería necesita este

periodo de diseño para cumplir con las características hidráulicas de un sistema de alcantarillado óptimo.

2.1.2. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico es un elemento básico para el diseño ya que a través de los datos obtenidos de este procedimiento se puede representar gráficamente la superficie del terreno y así obtener las proyecciones de planta y perfil. Este proceso comprende la planimetría y altimetría.

- “Planimetría: es la parte del trabajo topográfico que consiste en determinar la situación de los puntos del terreno en el plano de proyección horizontal (x,y).”²
- “Altimetría: es la parte correspondiente al eje vertical (z), cuyo objeto será determinar la altitud de distintos puntos del terreno.”³

Para realizar los proyectos el equipo utilizado fue: estación total marca TRIMBLE M3, prisma con base, cinta métrica, clavos y pintura en espray. El levantamiento comprendió calles principales, vecinales, así como puntos de importancia para tener la mayoría de las viviendas comprendidas en el proyecto. Específicamente en el Escudo del Tianguesillo, se tomaron los pozos de visita de los cuales parte el diseño hasta el pozo en el cual se tendrá su desfogue. En el caserío Cerro Alto se tomaron los puntos de desfogue en los que se encuentran áreas destinadas para la planta de tratamiento de aguas residuales.

² GARCÍA, A., ROSIQUE, M., SEGADO, F. *Topografía básica para ingenieros*. p 5.

³ *Ibíd.*

2.1.3. Clasificación de las aguas residuales

Son aquellas que en su estado potable han sufrido impurificación, ya sea directa o indirecta, producida por el hombre y sus actividades en las cuales involucre su uso.

2.1.3.1. Aguas residuales domésticas

“Son provenientes de inodoros, regaderas, lavaderos, cocinas y otros elementos domésticos. Estas aguas están compuestas por sólidos suspendidos, sedimentables, nutrientes y organismos patógenos.”⁴

2.1.3.2. Aguas residuales industriales

“Se originan de los desechos de procesos industriales o manufactureros y debido a su naturaleza, pueden contener además de los componentes antes mencionados en las aguas domésticas, elementos tóxicos tales como plomo, mercurio, solventes, grasas y otros, que requieren ser removidos en vez de ser vertidos al sistema de alcantarillado.”⁵

2.1.3.3. Aguas residuales pluviales

“Proviene de la precipitación pluvial debido a su efecto de lavado sobre tejados, calles y suelos, y la atmósfera, pueden contener una gran cantidad de

⁴ Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado sanitario*. P. 2.

⁵ *Ibíd.*

sólidos suspendidos, algunos metales pesados y otros elementos químicos tóxicos.”⁶

2.1.4. Sistemas de alcantarillado

“Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos clases: convencionales o no convencionales. Los convencionales han sido ampliamente utilizados, estudiados y estandarizados. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una gran flexibilidad en la operación del sistema. Los no convencionales surgen como respuesta de saneamiento básico de poblaciones de bajo recurso económico; son sistemas poco flexibles, que requieren mayor control de parámetros de diseño, en especial el caudal y en gran medida la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de sus limitaciones.”⁷

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en:

2.1.4.1. Alcantarillado separado

“Es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales sanitarias y pluviales.”⁸

- “Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas, comerciales e industriales.”⁹

⁶ Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado sanitario*. P. 2.

⁷ Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. p. 5.

⁸ *Ibíd.*

⁹ *Ibíd.*

- “Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.”¹⁰

2.1.4.2. Alcantarillado combinado

“Conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las pluviales.”¹¹ Este tipo puede ser una solución económica inicial desde el punto de vista de la recolección, pero cuando se piense en la solución global de saneamiento que incluya una planta de tratamiento de aguas residuales.

2.1.5. Elementos del sistema

Un sistema de alcantarillado sanitario se compone de varios elementos, tales como tuberías (colector), pozos de visita, estructuras de caídas y conexiones domiciliarias, cada una con una función importante dentro del sistema.

- Colectores

“Están compuestos por la tubería y conexiones mediante un sistema de unión hermético, el cual permite la conducción de las aguas residuales por gravedad.”¹² Nunca deben trabajar a sección llena y funcionan como un flujo libre en canal abierto.

¹⁰ Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado sanitario*. p. 5.

¹¹ *Ibíd.*

¹² Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: alcantarillado sanitario*. p. 12.

El diámetro mínimo por utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8 " para tubos de concreto y 6 " para tubos de PVC. Los dos parámetros que determinan el diámetro de la tubería de diseño son: el tirante y la velocidad, los cuales se presentan debido al caudal sanitario que será conducido.

El tirante y la velocidad dentro del colector representan un aspecto importante en el funcionamiento adecuado del sistema, dado que de estos depende que el flujo de agua residual conducido sea continuo sin obstrucción y evitando que se genere presión en la tubería.

Así también relacionado a los dos parámetros anteriormente mencionados se encuentra el periodo de diseño del sistema del alcantarillado, el cual para que cumpla su función, el rango debe estar comprendido de 30 a 40 años, según las normas generales del Instituto de Fomento Municipal (Infom). Estos valores pueden cambiar según las características del proyecto.

El diseño del alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo, estará compuesto por tubería PVC de 24" de diámetro para los colectores, cumpliendo con la norma ASSTHO M-304. La profundidad mínima será de 1,00 metro. Esto debido al requerimiento de parte de un nuevo sistema de alcantarillado pendiente de ejecución y está conectado previamente al diseño de alcantarillado realizado en este informe.

Mientras que para el caserío Cerro Alto la tubería será de PVC comprendiendo de 6 ", 8 " y 10 " de diámetro, cumpliendo con la norma ASTM F-949. La profundidad mínima a la que se colocará la tubería, será de 1,00 metro desde la superficie del terreno a la corona de la tubería.

- Pozos de visita

“Son estructuras que permiten la inspección, ventilación y limpieza de la red de alcantarillado. Se utilizan para la unión de dos o más tuberías y en todos los cambios de diámetro, dirección y pendiente, inicio de un ramal del sistema de alcantarillado, intersecciones de tuberías, así como para las ampliaciones o reparaciones de las tuberías.”¹³

Los pozos de visita pueden ser prefabricados o contruidos en el sitio de la obra, los pozos contruidos en el sitio de la obra se clasifican en:

- Pozos de visita tipo común
- Pozos especiales
- Pozos con caída

Los componentes esenciales de los pozos de visita son: base, medias cañas, cuerpo (cilíndrico por lo general) el cual puede ser monolítico o contar con extensiones para alcanzar la profundidad deseada mediante escalones, cono de acceso (concéntrico o excéntrico), brocal y tapa.

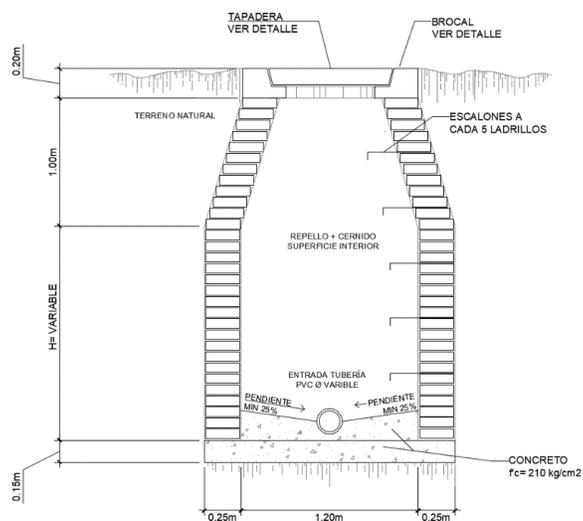
En el país los pozos de visita son contruidos generalmente de mampostería de ladrillo, con un repello interno y en el fondo con una plancha de concreto con resistencia mínima de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, una pendiente para dirigir el caudal de entrada a la tubería de salida. Son de sección circular, teniendo un diámetro interno mínimo de 1,20 m, esto para facilitar el acceso de una persona

¹³ Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. p 49.

al mismo, así también la tapa debe tener un acceso adecuado. Cuentan con una media caña, que es un canal que se encuentra en el fondo de los pozos y que lleva la dirección del flujo a la tubería de salida, debe contar con una pendiente del 25 % entre el borde la media caña y las paredes laterales de la cámara.

En cuanto a los sistemas de alcantarillado sanitario, tanto del caserío Cerro Alto, como del Escudo del Tianguesillo contarán con pozos de visita de diámetro mínimo de 1,20 m de fondo y 0,60 m de entrada, fabricados de mampostería de ladrillo, repello interno de sabieta, una base de concreto de resistencia $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$. Así también cuentan con un brocal de concreto reforzado y escalones con varilla de acero corrugado de 3/8 " diámetro mínimo. El primero con ciento ochenta y cuatro pozos de visita y el segundo con seis. La altura es variable teniendo como mínimo 1,15 m para garantizar una profundidad de tubería de 1,00 m.

Figura 5. Esquema de pozo de visita



Fuente: elaboración propia, usando AutoCAD Civil 3D 2015.

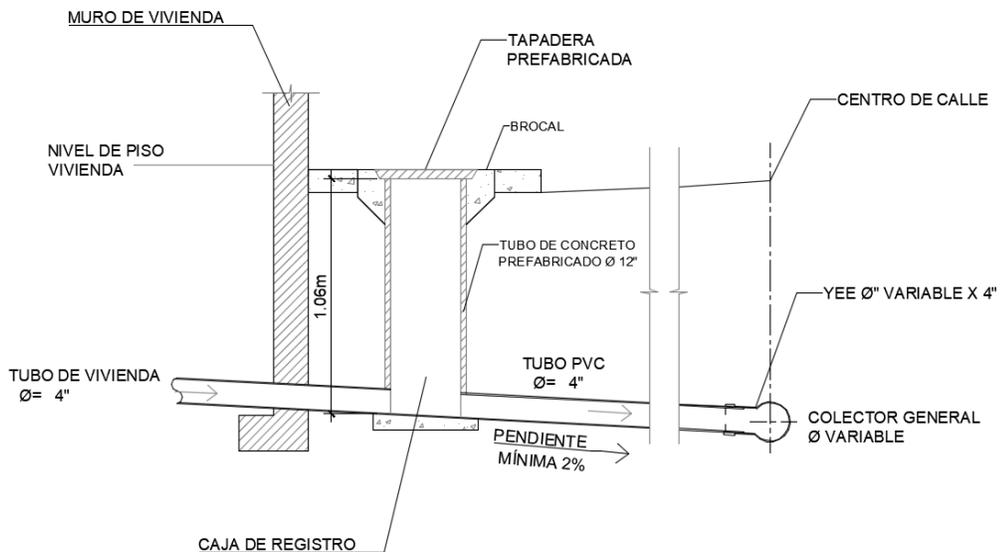
- Conexión domiciliar

Es un conjunto de elementos que tiene la función de conducir las aguas residuales generadas en las viviendas o edificaciones hacia el colector del sistema de alcantarillado. Está conformada por la candela y la tubería que conecta con el colector del sistema de alcantarillado.

- Candela y tubería de conexión

Es un tubo de concreto comprendido entre 12 " a 16 " de diámetro y una tapa, ambos elementos prefabricados. Así también una base de concreto con espesor mínimo de 0,05 m. Debe contar con un brocal para su colocación en la banqueta de las viviendas. Tiene la función de unir la tubería de desfogue de la vivienda con la tubería del colector del sistema de alcantarillado.

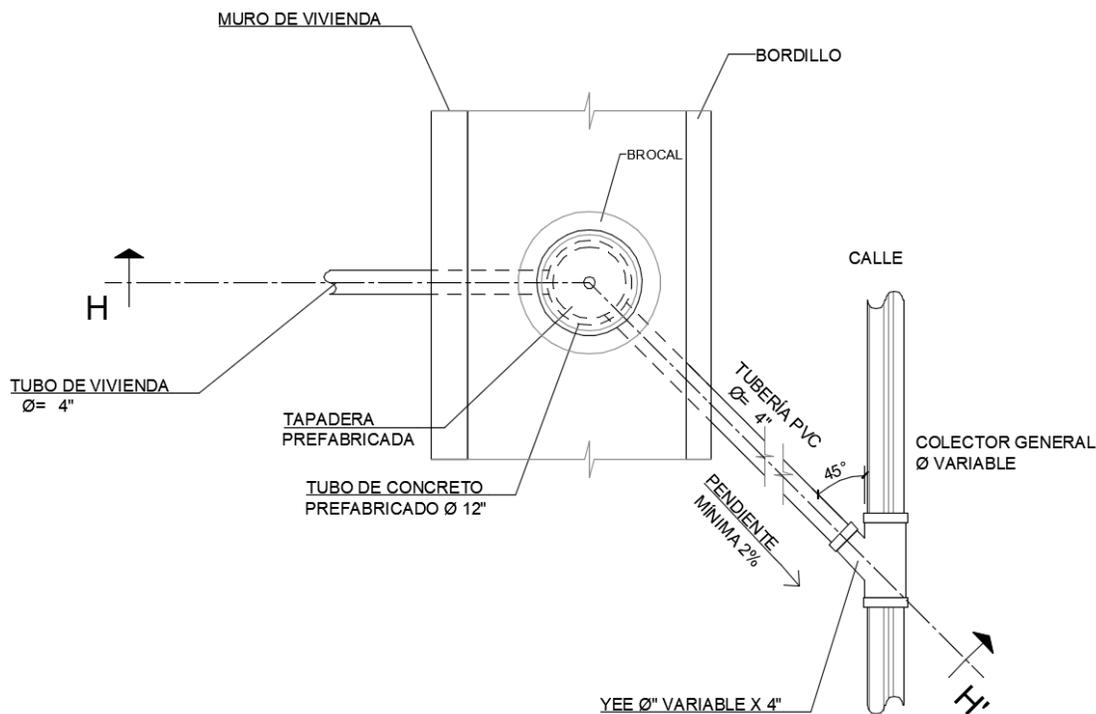
Figura 6. Esquema conexión domiciliar



Fuente: elaboración propia, usando AutoCAD Civil 3D 2015.

El diámetro de la tubería de conexión debe ser de 4 " de diámetro para tubería PVC y 6 " para tubería de concreto; debe garantizar un ángulo de unión con el colector de 45 °, con una pendiente de 2 % mínima. Para unirla pueden usarse accesorios como TEE o YEE de PVC o una silleta según se requiera.

Figura 7. **Esquema conexión domiciliar y colector del sistema de alcantarillado sanitario**



Fuente: elaboración propia, usando AutoCAD Civil 3D 2015.

2.1.6. Diseño del sistema

Para el diseño del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto del municipio de Chimaltenango y el Escudo del Tianguesillo, se utilizaron normas guatemaltecas en este caso las del Instituto de Fomento Municipal y

otras guías descritas posteriormente que se utilizaron en distintas etapas del diseño. Estas regulan el diseño de alcantarillados sanitarios en cuanto a los parámetros técnicos de diseño para que este sea óptimo y eficiente durante su periodo de diseño. El sistema tiene la finalidad de captar y conducir las aguas negras generadas por los habitantes de la comunidad proveniente de las viviendas y comercios.

El principio para el diseño de los sistemas será para el cual el flujo de agua residual que será conducido por gravedad, como si este fuera un canal abierto y nunca trabajará a sección llena, garantizando una velocidad que permita un flujo libre sin obstrucciones. Para el diseño del sistema de alcantarillado en el Escudo del Tianguesillo, es la continuación de un diseño previo y para el cual se proporcionaron datos importantes que tendrán incidencia en el diseño realizado los cuales son: caudal de diseño: 22,53 l/s y la altura del pozo inicial del cual parte el nuevo diseño (PVN= 4,50 m). Estos datos fueron utilizados para determinar caudal de diseño y el diámetro de la tubería para este proyecto.

2.1.6.1. Población actual

En el caso del caserío Cerro Alto las viviendas que estarán conectadas al sistema de alcantarillado sanitario suman doscientas diecinueve, se cuenta con una iglesia, una escuela y un salón comunal. Para dimensionar de mejor manera el proyecto, la escuela tomará el valor de veinticinco viviendas, la iglesia un valor de doce viviendas y el salón comunal un valor de dieciocho viviendas. La población estimada fue de 1 310 habitantes. Estos datos fueron obtenidos de información de miembros del Cocode actual y son datos aproximados del año 2017.

$$P_{actualcenso} = 1310_{Habitantes}$$

$$No_{viviendas\ total} = 274$$

$$Densidad_{hab/vivienda} = 1\ 310/274 = 5,98 = 6\ habitantes/vivienda$$

En el Escudo del Tianguesillo el número aproximado de viviendas es de doscientas cuatro, en el lugar opera una escuela de arte, un colegio mediano, dos iglesias. Para dimensionar de mejor manera el proyecto la escuela de arte tomara un valor de siete viviendas, el colegio tomara un valor de veinte viviendas, las iglesias un valor de veinte viviendas. La población estimada fue de 1611 habitantes. Estos datos fueron obtenidos mediante un censo realizado por miembros del Cocode a finales del año 2018. Para tener un valor más específico de la población y viviendas se realiza el siguiente procedimiento:

$$P_{actualcenso} = 1611_{Habitantes}$$

$$No_{viviendas\ total} = 249$$

$$Densidad_{hab/vivienda\ total} = 1\ 611/204 = 7,89 = 8\ habitantes/vivienda$$

2.1.6.2. Período de diseño

Las normas generales para el diseño de alcantarillado sanitario del Instituto de Fomento Municipal de Guatemala establecen que los sistemas de alcantarillado serán proyectados para tener un adecuado funcionamiento, durante un periodo de 30 a 40 años a partir de la fecha en que se desarrolle el diseño. Cabe mencionar que existen características que pueden modificar este valor por ejemplo el crecimiento poblacional y el desarrollo comercial e industrial del lugar en cuestión. Para los proyectos desarrollados en el caserío Cerro Alto y en el Escudo del Tianguesillo, se aplicó un periodo de diseño de 30 años.

Para el caserío Cerro Alto fue debido a las condiciones de población actual y la tasa de crecimiento, así como la ubicación distante a vías principales nacionales de acceso y la inexistencia de grandes comercios o industrias en el lugar. Mientras que para el caso de Escudo del Tianguesillo, fue porque el diámetro de la tubería necesita esta proyección para cumplir con las características hidráulicas requeridas para un óptimo desempeño del sistema.

2.1.6.3. Población de diseño

La población de diseño es la población futura proyectada, esta se puede determinar mediante distintos métodos, como lo son analíticos, gráficos y el geométrico. En este caso se utilizó el método geométrico con una tasa de crecimiento poblacional de 2,77 % departamental, obtenida del Plan de Desarrollo Municipal de Chimaltenango (año 2010) y un periodo de diseño de 30 años. Se obtiene como resultado:

Para el Caserío Cerro Alto

$$P_f = P_a(i + 1)^{(n)}$$

Donde:

P_f = población futura

P_a = población actual

n = periodo de diseño del proyecto en años

i = tasa de crecimiento poblacional

$$P_f = 1\,310(0,0277 + 1)^{(30)}$$

$$P_f = 2\,974 \text{ habitantes}$$

Para el Escudo del Tianguesillo

$$P_f = 1\,614(0,0277 + 1)^{(30)}$$

$$P_f = 3\,664 \text{ habitantes}$$

2.1.6.4. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante durante un día, expresada en l/hab/día. Para determinar este valor se deben tomar en cuenta las siguientes características: nivel de vida de la población, servicios comunales y públicos, actividades económicas, forma en la que evacuan las excretas los habitantes de la comunidad y su cultura, y otros. Existen dotaciones basadas en estimaciones realizadas por instituciones y organismos que se dedican a el fomento de normas y guías, las cuales dependen del tipo de servicio de agua potable con la que se cuente, siendo la aplicada en el diseño de los proyectos la siguiente:

- Servicio de conexiones intradomiciliarias con opción a varios grifos por vivienda de 90 a 170 l/hab/día, obtenido de la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal y la Unidad Ejecutora de Programas de Acueductos Rurales.

Para el caserío Cerro Alto, se hizo uso del propuesto en el diseño de la red de distribución de agua potable, el cual es de 90 l/ha/día, indicado a su vez en el numeral 2.3 de este informe. En cuanto a los habitantes de la comunidad del Escudo del Tianguesillo se hizo uso de una cantidad de 120 l/hab/día. Tomando como base datos estimados de conexiones intradomiciliarias de las viviendas del sector. El Escudo del Tianguesillo se encuentra en la cabecera municipal y por ende el uso de agua potable es relativamente alto.

2.1.6.5. Factor de retorno

Es el porcentaje de la cantidad total de agua potable suministrada, que se espera sea generada como aguas residuales, ya que del total existen pérdidas que no ingresan a las redes de alcantarillado. Esto depende de diversos factores, entre los cuales están: los hábitos y valores de la población, las características de la comunidad, la dotación de agua suministrada, y las variaciones del consumo según las estaciones climáticas de la población.

Según la Organización Panamericana de la Salud, el valor recomendado cuando se carezca de datos específicos que determinen el valor exacto, lo recomendable es que, este valor debe estar entre 0,80 y 0,85 o entre el 80 % y 85 % del valor de la dotación de agua que se les suministra. Para ambos proyectos de alcantarillado se utilizará el valor del 85 %.

2.1.6.6. Caudales de sistema de alcantarillado sanitario

Los caudales que se pueden presentar dentro de un sistema de alcantarillado sanitario dependerán de su origen domiciliar, comercial, industrial, de infiltración y conexiones ilícitas. Estos en conjunto conforman el caudal sanitario (caudal medio), el cual posteriormente se emplea para determinar el caudal de diseño.

2.1.6.6.1. Caudal domiciliar

Este caudal se refiere a la cantidad de agua utilizada en las viviendas que posteriormente pasa a ser agua residual y que es descargada en el sistema de alcantarillado. Este está definido por el consumo de agua que realiza en una

vivienda, por ejemplo en los inodoros, lavatrastos, duchas, y otros. Para determinar su valor se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{dom} = \frac{P_f * Dotación * F.R.}{86\ 400}$$

Donde:

P_f = población futura (No. de habitantes)

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Dotación = dotación por habitante (l/hab/día)

F. R. = factor de retonro (0,85)

2.1.6.6.2. Caudal comercial

Este caudal está conformado por el agua residual proveniente de comercios como: restaurantes, hoteles, y otros. La dotación varía según el tipo de establecimiento, existen documentos que contienen información sobre cantidades aproximadas para estos valores.

$$Q_{com} = \frac{No. comercios * Dotación}{86\ 400}$$

Donde:

Q_{com} = caudal comercial (l/s)

No. de comercios = número de comercios comprendidos (tipo de comercio)

Dotación = dotación comercial (l/com/día)

2.1.6.6.3. Caudal industrial

El caudal proviene de las industrias y depende de su uso y tamaño, por tal motivo su valor es variante de acuerdo con la industria que se analice. Existen documentos que contienen información sobre cantidades aproximadas para estos valores.

$$Q_{ind} = \frac{No. industrias * Dotación}{86,400}$$

Donde:

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

No. de industrias = número de industrias comprendidas (tipo de industria)

Dotación = dotación industrial (l/ind/día)

2.1.6.6.4. Caudal de infiltración

El caudal de infiltración incluye el agua del subsuelo que se infiltra en las redes de alcantarillado, a través de las paredes defectuosas, uniones de tubería, conexiones y las estructuras de los pozos de vista. Para tubería PVC, la cual es utilizada en este proyecto, el Infom establece la determinación de su valor mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{inf} = 0,01 * \emptyset \text{ Tubería}$$

Donde:

Q_{inf} = caudal de infiltración (l/s)

\emptyset = diámetro de la tubería en pulgadas

2.1.6.6.5. Caudal de conexiones ilícitas

Este caudal es el proveniente de malas conexiones o conexiones erradas, así como las conexiones clandestinas domiciliarias que se conectan al sistema de alcantarillado. Se puede estimar como 10 % del caudal domiciliar.

$$Q_{conexilicitas} = 10 \% * Q_{dom}$$

Donde:

$Q_{conexilicitas}$ = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

2.1.6.6.6. Caudal sanitario (caudal medio)

Está definido como la sumatoria de los caudales: domiciliar, comercial, industrial, de infiltración y conexiones ilícitas. Este puede variar debido a la ubicación de este tipo de establecimientos en los tramos del sistema de alcantarillado. Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$Q_{sani} = \sum Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{conexilicitas}$$

Donde:

Q_{sani} = caudal sanitario (l/s)

Q_{dom} = caudal domiciliar (l/s)

Q_{com} = caudal comercial (l/s)

Q_{ind} = caudal industrial (l/s)

Q_{inf} = caudal de infiltración (l/s)

$Q_{conexilicidas}$ = caudal de conexiones ilícitas (l/s)

2.1.6.7. Factor de caudal medio

Este factor se obtiene de la cantidad en litros por segundo de descarga que se estima, realice cada habitante de la comunidad hacia el sistema de alcantarillado. Según normas actualizadas del Infom el rango en que se debe encontrar este valor es de 0,002 y 0,005, de ser menor o mayor a estos valores, se tomará el límite próximo al dato obtenido.

Se obtiene de la siguiente ecuación:

$$fqm = \frac{Q_{sani}}{P_f}$$

Donde:

fqm = factor de caudal medio (l/s/hab)

Q_{sani} = caudal sanitario (l/s)

P_f = población futura (habitantes)

2.1.6.8. Factor de flujo (instantáneo)

Es un valor que presenta la probabilidad de que distintas descargas de aguas residuales en las viviendas o comercios e industrias se produzcan simultáneamente en un área determinada, esto disminuye los caudales máximos y eleva los mínimos. Este factor no es constante para todo el sistema, ya que varía dependiendo la cantidad de habitantes acumulados por tramo,

tomando en cuenta los acumulados de tramos anteriores. Conocido y aplicado generalmente en el diseño de alcantarillado sanitario en el país como factor de Harmon.

El factor de Harmon está dado por la ecuación:

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P_f}}{4 + \sqrt{P_f}}$$

Donde:

F. H. = factor de Harmon

P_f = población futura (habitantes)

2.1.6.9. Caudal de diseño

Este es el caudal que será conducido en el sistema de alcantarillado y varia en cada tramo del diseño. Es utilizado para determinar el valor del tirante y velocidad en la tubería del sistema, esto con base al diámetro propuesto a utilizar. Se obtiene de una multiplicación entre los parámetros de la población estimada a servir, el factor de caudal medio y el factor de flujo instantáneo (Harmon). Esto para cada tramo de diseño y se obtiene de la siguiente la forma:

$$Q_{dis} = P_f * fqm * F.H.$$

Donde:

Q_{dis} = caudal de diseño (l/s)

P_f = población futura acumulada (habitantes)

fqm = factor de caudal medio (l/s/hab)

F. H. = factor de Harmon

2.1.6.10. Pendiente del terreno, tubería y profundidad mínima de la tubería

La pendiente del terreno en el diseño de un sistema de alcantarillado sanitario es muy importante, ya que si esta es adecuada, la tubería tendría la misma pendiente, sin embargo esta puede variar debido a las condiciones de velocidad y tirante que se obtengan del cálculo hidráulico en cada tramo. Teniendo en cuenta la profundidad de la tubería y la de los pozos de visita lo que se necesita es evitar grandes pendientes que produzcan a su vez velocidades excesivas. Para el diseño hidráulico este valor se representa en porcentaje. El normativo del Infom establece que la profundidad mínima de la tubería debe ser 1,00 m, por lo que esta fue la utilizada para el diseño de los proyectos de alcantarillado sanitario.

La ecuación para calcular la pendiente de un punto inicial a un punto final para un tramo con una longitud definida del terreno, tomando en cuenta que para la tubería puede variar debido a la profundidad de la misma tubería, así como la de los pozos de visita, es la siguiente:

$$S = \frac{C_o - C_f}{DH} * 100$$

Donde:

S = pendiente del terreno (%)

C_o = cota inicial del tramo (m)

C_f = cota final del tramo (m)

DH = distancia horizontal del tramo (m)

2.1.6.11. Velocidades

Para el diseño de un alcantarillado sanitario el Infom establece velocidades máximas y mínimas las cuales son: mínima 0,60 m/s y máxima 2,50 m/s. Pero existen casos en los que, por el material utilizado en el diseño y el fabricante brindan un rango más amplio de velocidad. Como es el caso del uso de tubería PVC NOVAFORT que el fabricante especifica que se pueden tener velocidades mayores hasta 5,00 m/s. Para el diseño de alcantarillado sanitario en los proyectos antes mencionados, se usará este tipo de tubería, la cual cumple con las normas ASTM F-949, usando el rango de velocidad siguiente: mínima 0,60 m/s y máxima de 3,00 m/s. La velocidad mínima es debido a que, si este valor es menor, el flujo no podrá transportarse libremente en el colector y se presentará sedimentación de sólidos. Mientras que la máxima es debido a que, si el valor es superado, el flujo tendrá un efecto abrasivo en la tubería.

2.1.6.12. Relaciones hidráulicas

Son relaciones que involucran operaciones entre parámetros hidráulicos, haciendo uso de las ecuaciones de continuidad de los fluidos, la fórmula de Manning, y otros. Entre estas relaciones podemos mencionar:

- En primer lugar, la velocidad de diseño, se determina empleando la fórmula de Manning, para una sección circular llena, y aplicando una serie de valores ya establecidos que son conocidos como relaciones hidráulicas, para secciones circulares que son tablas en las cuales se

encuentran valores ya establecidos que relacionan valores de caudal, velocidad y tirante. Estas se encuentran en el apartado apéndice al final de este informe. Cabe resaltar que dicha velocidad debe estar en un rango de 0,60 m/s a un máximo de 3,00 m/s.

- En segundo lugar, está el valor de tirante que debe estar entre un 10 % y 75 % del diámetro del colector o para fines de uso de las tablas de relaciones hidráulicas anteriormente mencionadas, los valores de 0,10 y 0,75 respectivamente. En el caso del primer valor se asegura que el flujo será continuo y no se presentará riesgo de sedimentación por sólidos que se transporten en el colector. El segundo valor asegura que la tubería no trabaje a sección llena por lo que, de darse ese caso, la tubería estará expuesta a presiones de trabajo no adecuadas exponiendo la tubería a fallas como fisuras.

2.1.6.13. Cotas invert

Las cotas invert determinan la altura a la que una tubería ingresa y sale de un pozo de visita, esto con la pendiente de la tubería ya determinada y cumpliendo con los parámetros hidráulicos óptimos. Generalmente son dos y se les da el nombre de: cota invert de entrada y cota invert de salida respectivamente. Para el diseño de los proyectos de alcantarillado sanitario anteriormente mencionados, se empleará la nomenclatura siguiente: cota invert de salida= cota invert inicial y cota invert de entrada= cota invert final.

Sus valores se obtienen de la siguiente forma: la cota invert inicial es la diferencia entre la cota de terreno y la profundidad del pozo de visita del que inicia el tramo en análisis, esto debido a que la salida de la tubería se coloca en el fondo del pozo de visita. La cota invert final se obtiene de entre las

diferencias de cota del terreno menos la altura del pozo anterior a esta cota y la pendiente de la tubería ya determinada con anterioridad en el diseño, por la distancia horizontal del tramo. Esto dará como resultado la altura de llegada al siguiente pozo de visita la cual debe estar por encima de 0,03 m del fondo del pozo como mínimo.

Cota invert inicial:

$$CI_{in} = (C_o - H_{pi})$$

Donde:

CI_{in} = cota invert inicial (m)

C_o = cota inicial del tramo (m)

H_{pi} = altura del pozo del inicio del tramo (m)

Cota invert final

$$CI_{fi} = (C_o - H_{pi}) - (S * DH)$$

Donde:

CI_{fi} = cota invert final (m)

C_o = cota inicial del tramo (m)

H_{pi} = altura del pozo del inicio del tramo (m)

S = pediente de la tubería (%)

DH = distancia horizontal del tramo (m)

2.1.7. Diseño hidráulico

Para ejemplificar de mejor forma lo antes descrito se procederá a realizar el diseño de un tramo del ramal 1 del pozo de visita No.1 al pozo de visita No.2, del alcantarillado sanitario del caserío Cerro Alto, tomando en cuenta que el diseño es aplicado a valores para una población futura.

- Datos iniciales
 - Cota inicial del tramo = 341,39 m
 - Cota final del tramo= 339,71 m
 - DH= 25,39 m
 - Población actual= 174 habitantes
 - Tasa de crecimiento poblacional= 2,77 %
 - Periodo de diseño= 30 años
 - Dotación= 90 l/hab/día
 - Factor de retorno= 85 % (0,85)

- Población futura

$$P_f = P_a(i + 1)^{(n)}$$

$$P_f = 174(0.0277 + 1)^{(30)}$$

$$P_f = 395 \text{ habitantes}$$

- Determinación de caudales

Dado que el lugar es un entorno rural, no existen comercios grandes, industrias en el lugar, por lo que estos caudales no tendrán valor. Únicamente

se tomarán en cuenta los caudales domiciliar, conexiones ilícitas y de infiltración.

- Caudal domiciliar

$$Q_{dom} = \frac{P_f * Dotación * F.R.}{86\ 400}$$
$$Q_{dom} = \frac{(395\ hab) * (90\ l/hab/día) * (0.85)}{86\ 400}$$
$$Q_{dom} = 0,35\ l/s$$

- Caudal comercial

$$Q_{com} = 0,00\ l/s$$

- Caudal industrial

$$Q_{ind} = 0,00\ l/s$$

- Caudal de infiltración

El diámetro de la tubería del colector en este tramo es de 6 " de PVC.

$$Q_{inf} = 0,1 * \phi\ Tubería$$

$$Q_{inf} = 0,01 * 6\ ''$$

$$Q_{inf} = 0,06\ l/s$$

- Caudal de conexiones ilícitas

$$Q_{conexilicidas} = 10\ \% * Q_{dom}$$

$$Q_{conexilicita} = 0,1 * 0,15 \text{ l/s}$$

$$Q_{conexilicita} = 0,035 \text{ l/s}$$

- Caudal sanitario (caudal medio)

$$Q_{sani} = \sum Q_{dom} + Q_{com} + Q_{ind} + Q_{inf} + Q_{conexilicita}$$

$$Q_{sani} = 0,35 + 0,00 + 0,00 + 0,06 + 0,035$$

$$Q_{sani} = 0,44 \text{ l/s}$$

- Factor de caudal medio

$$fqm = \frac{Q_{medio f}}{P_f}$$

$$fqm = \frac{0,44 \text{ l/s}}{395 \text{ hab}}$$

$$fqm = 0,001$$

En este resultado el valor se encuentra por debajo del rango del factor de caudal medio que es de 0,002 y 0,005, por lo que el valor a utilizar debe ser 0,002.

$$fqm = 0,002$$

- Factor de flujo instantáneo (Harmon)

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{P_f}}{4 + \sqrt{P_f}}$$

$$F.H. = \frac{18 + \sqrt{395}}{4 + \sqrt{395}}$$

$$F.H. = 4,02$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = P_f * fqm * F.H.$$

$$Q_{dis} = 395 * 0,002 * 4,02$$

$$Q_{dis} = 3,18 \text{ l/s}$$

- Pendiente del terreno y de la tubería

- Terreno

$$S = \frac{C_o - C_f}{DH} * 100$$

$$S = \frac{341,39 \text{ m} - 339,71 \text{ m}}{25,39 \text{ m}} * 100$$

$$S_{terreno} = 6,62 \%$$

Este valor nos indica la pendiente mínima que puede tener la tubería, sin embargo, se debe tener en cuenta que la profundidad de la tubería debe ser 1,00 m y la profundidad de los pozos no debe ser muy alta. Por lo que se propone una pendiente de 6,51 % para la tubería.

- Tubería

$$S_{tubería} = 6,51 \%$$

- Velocidad

Para determinar su valor se hace uso de la fórmula de Manning simplificada para canales circulares a sección llena.

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

Donde:

$v_{secllena}$ = velocidad del flujo a sección llena (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (0.009 PVC)

S = pendiente de la tubería (%)

ϕ = diámetro de la tubería en pulgadas

$$v_{secllena} = \frac{0,03429 * (6)^{(2/3)} * (0,0651)^{(1/2)}}{(0,009)}$$

$$v_{secllena} = 3,21 \text{ m/s}$$

- Caudal a sección llena

Se aplica la formula general de los fluidos teniendo el valor de la velocidad, el área de la sección transversal de la tubería, con la variante de su conversión a litros sobre segundo (1 000 l/m³).

$$Q_{secllena} = v_{secllena} * A * 1\ 000$$

Donde:

$Q_{secllena}$ = caudal a sección llena (l/s)

$v_{secllena}$ = velocidad del flujo a sección llena (m/s)

A = área de la sección transversal total de la tubería (m²)

$$Q_{secllena} = (3,21 \text{ m/s}) * \left(\left(\frac{\pi}{4} \right) * (6 \text{ " } * 0,0254 \text{ m/s})^2 \right) * 1\ 000$$

$$Q_{secllena} = 58,55 \text{ l/s}$$

Teniendo este valor se procede a calcular la relación de caudales entre los de diseño actual y futuro, y el caudal a sección llena.

- Relaciones hidráulicas

$$\frac{q}{Q} = \frac{Q_{dis}}{Q_{secllena}}$$

Donde:

q/Q = relación de caudales

Q_{dis} = caudal de diseño (l/s)

$Q_{secllena}$ = caudal a sección llena (l/s)

$$\frac{q}{Q} = \frac{3,18 \text{ l/s}}{58,55 \text{ l/s}}$$

$$\frac{q}{Q} = 0,0543$$

Una vez obtenido este valor se procede a encontrarlo en las tablas de relaciones hidráulicas anteriormente mencionadas y se hace de la siguiente forma: se ubica el valor $q/Q = 0,0543$ en forma vertical y en horizontal los respectivos valores de v/V (velocidad) y d/D (tirante).

- v/V

$$\frac{v}{V} = 0,53$$

De este valor obtenemos la velocidad de diseño de la siguiente forma:

- Velocidad de diseño

$$v_{dis} = \frac{v}{V} * v_{secllena}$$

Donde:

v_{dis} = velocidad de diseño (m/s)

v/V = relación de velocidades

$v_{secllena}$ = velocidad del flujo a sección llena (l/s)

$$v_{dis} = 0,53 * 3,21 \text{ m/s}$$

$$v_{dis} = 1,71 \text{ m/s}$$

El valor obtenido se encuentra dentro del rango de 0,60 m/s y 3,00 m/s, por lo que el resultado es aceptable.

- d/D

$$\frac{d}{D} = 0,158$$

La relación de tirante a futuro cumple con las normas que establecen el rango de 0,10 a 0,75 por lo que el resultado es aceptable.

- Cotas Invert

Para este tramo se propone un pozo de visita al inicio con una profundidad de 1,15 m y un pozo de visita al final del tramo también con una altura de 1,15 m.

- Cota invert inicial (CIIN)

$$CI_{in} = (C_o - H_{pi})$$
$$CI_{in} = (341,39 - 1,15)$$
$$CI_{in} = 340,24 \text{ m}$$

- Cota invert final (CIFI)

$$CI_{fi} = (C_o - H_{pi}) - (S * DH)$$
$$CI_{fi} = (341,39 - 1,15) - (6,51 \% * 25,39)$$
$$CI_{in} = 338,59 \text{ m}$$

En cuanto al cálculo hidráulico completo de los sistemas de alcantarillado sanitario tanto para el caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo se encontrarán en el apartado apéndice al final de este informe.

2.1.8. Tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales transportadas por el sistema de alcantarillado sanitario, tiene gran importancia debido a que todo sistema debe tener en su desfogue un tratamiento, para lograr una remoción de los contaminantes en el agua residual. Por lo general para este tipo de sistemas es necesario que cuenten con plantas de tratamiento de aguas residuales. Estas bien pueden tener un pretratamiento, tratamiento primario, secundario y terciario. Ya que de no contar con este provocaría contaminación hacia el

cuerpo receptor al cual se desfogue, a su vez al ambiente y entorno natural. En Guatemala el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es el organismo encargado de la creación y regulación de normas y leyes para el tratamiento de las aguas residuales, específicamente se encuentran en el Acuerdo Gubernativo número 236-2006. En el caso del diseño del alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto, se tienen contempladas dos áreas para la ubicación de sus plantas de tratamiento, dado que existen dos ramales principales que tendrán su desfogue en plantas de tratamiento de aguas residuales. Mientras que para el Escudo del Tianguesillo es un sistema que se conectará a otra red de alcantarillado existente y que tiene su desfogue hacia una planta de tratamiento.

2.1.9. Evaluación ambiental

Para los proyectos de alcantarillado sanitario se realizó una evaluación ambiental inicial, este es un formato proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el cual se detallan aspectos específicos sobre los daños que se puedan ocasionar al medio ambiente en la ejecución de este proyecto y la forma en que estos puedan mitigarse.

Dado lo extenso del formato, este se encuentra en el apartado de anexos al final de este informe.

2.1.10. Presupuestos

Se presenta a continuación el resumen de los presupuestos para los diseños de alcantarillado sanitario del caserío Cerro Alto y del Escudo del Tianguesillo. Para el cual se realizó la integración de cada uno de los precios unitarios, incluidos costos directos (materiales, herramienta, equipo, mano de

obra incluidas las prestaciones laborales) e indirectos, de cada uno de los renglones descritos en los presupuestos.

Tabla III. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervizado (E.P.S)
 Ubicación: Caserío Cerro Alto, Chimaltenango

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Replanteo topográfico	kml	3,85	Q 2 104,54	Q 8 109,85
2	Bodega provisional de 7.00m x 4.00m	Unidad	1	Q 7 770,67	Q 7 770,67
POZOS Y TUBERÍA ALCANTARILLADO SANITARIO					
3	Excavación manual	m3	6763,02	Q 92,16	Q 623 267,39
4	Excavación maquinaria	m3	6516,31	Q 10,83	Q 70 582,72
5	Tubería PVC Novafort ASTM F-949 Ø 6" corrugada	ml	3292,24	Q 464,10	Q 1 527 921,70
6	Tubería PVC Novafort ASTM F-949 Ø 8" corrugada	ml	125,23	Q 423,56	Q 53 042,11
7	Tubería PVC Novafort ASTM F-949 Ø 10" corrugada	ml	417,55	Q 1 104,26	Q 461 082,98
8	Pozo de visita Ø 1.20m H= 1.15 m - 1.50 m	Unidad	59,00	Q 7 739,68	Q 456 641,15
9	Pozo de visita Ø 1.20m H= 1.60 m - 2.00 m	Unidad	55,00	Q 11 145,14	Q 612 982,69
10	Pozo de visita Ø 1.20m H= 2.10 m - 2.50 m	Unidad	29,00	Q 14 241,01	Q 412 989,35
11	Pozo de visita Ø 1.20m H= 2.70 m - 3.20 m	Unidad	15,00	Q 18 265,65	Q 273 984,69
12	Pozo de visita Ø 1.20m H= 3.70	Unidad	1,00	Q 22 909,45	Q 22 909,45
13	Pozo de visita Ø 1.20m H= 3.80	Unidad	1,00	Q 23 528,63	Q 23 528,63
14	Pozo de visita Ø 1.20m Prom. H= 2.50 m (colchon 0.10 m)	Unidad	21,00	Q 16 098,54	Q 338 069,24
15	Pozo de visita Ø 1.20m Prom. H= 3.00 m (con apoyo de caída)	Unidad	8,00	Q 20 851,64	Q 166 813,10
16	Pozo de visita Ø 1.70m PROM. H= 6.00 m con disipador	Unidad	3,00	Q 53 146,54	Q 159 439,63
CONEXIÓN DOMICILIAR					
17	Conexión domiciliar tipo I	Unidad	175	Q 2 026,65	Q 354 663,75
18	Conexión domiciliar tipo II	Unidad	16	Q 2 476,23	Q 39 619,73
TOTAL					Q 5 613 418,83

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

Tabla IV. Presupuesto del sistema de alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervidado (E.P.S) Ubicación: Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango
--

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Replanteo topográfico	kml	0,65	Q 2 104,54	Q 1 373,78
2	Remoción de material existente (adoquín)	m2	783,32	Q 51,21	Q 40 111,84
POZOS Y TUBERÍA ALCANTARILLADO SANITARIO					
3	Excavación	m3	3596,68	Q 91,89	Q 330 506,21
4	Tubería PVC Novafort AASHTO M-304 Ø 24" corrugada	ml	652,77	Q 1 930,60	Q 1 260 235,91
5	Pozo de visita Ø 1.20m H= 2.50m	Unidad	2,00	Q 15 479,36	Q 30 958,72
6	Pozo de visita Ø 1.20m H= 3.00m	Unidad	2,00	Q 18 352,36	Q 36 704,72
7	Pozo de visita Ø 1.20m H= 3.60m	Unidad	1,00	Q 22 022,83	Q 22 022,83
8	Pozo de visita Ø 1.20m H=2.40m	Unidad	1,00	Q 14 681,89	Q 14 681,89
CONEXIÓN DOMICILIAR					
9	Conexión domiciliar tipo I	Unidad	98,00	Q 2 125,69	Q 208 317,53
10	Conexión domiciliar tipo II	Unidad	42,00	Q 2 476,23	Q 104 001,79
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO					
11	Colocación de adoquín	m2	783,32	Q 448,77	Q 351 526,62
TOTAL					Q 2 400 441,84

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

2.1.11. Cronograma físico-financiero

El cronograma físico-financiero, muestra el avance físico propuesto para la ejecución del proyecto y la cantidad del costo que se necesitará cubrir en determinado tiempo en meses. Para una mejor visualización de los cronogramas de los proyectos de alcantarillado sanitario del caserío Cerro Alto, este se encuentra el apartado apéndice al final de este informe. Mientras que el del Escudo del Tianguesillo se presenta a continuación.

Tabla V. Cronograma físico-financiero del alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervizado (E.P.S)
 Ubicación: Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	SUB-TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES									
1	Replanteo topográfico	kml	0,65	Q 1 373,78					Q 1 373,78
2	Remoción de material existente (adoquín)	m2	783,32	Q 40 111,84					Q 40 111,84
POZOS Y TUBERÍA ALCANTARILLADO SANITARIO									
3	Excavación	m3	3596,68	Q 165 253,11	Q 165 253,11				Q 330 506,21
4	Tubería PVC Novafort AASHTO M-304 Ø 24" corrugada	ml	652,77		Q 360 067,40	Q 720 134,81	Q 180 033,70		Q 1 260 235,91
5	Pozo de visita Ø 1.20m H= 2.50m	Unidad	2,00		Q 30 958,72				Q 30 958,72
6	Pozo de visita Ø 1.20m H= 3.00m	Unidad	2,00		Q 18 352,36	Q 18 352,36			Q 36 704,72
7	Pozo de visita Ø 1.20m H= 3.60m	Unidad	1,00			Q 22 022,83			Q 22 022,83
8	Pozo de visita Ø 1.20m H=2.40m	Unidad	1,00			Q 14 681,89			Q 14 681,89
CONEXIÓN DOMICILIAR									
9	Conexión domiciliar tipo I	Unidad	98,00		Q 41 663,51	Q 124 990,52	Q 41 663,51		Q 208 317,53
10	Conexión domiciliar tipo II	Unidad	42,00			Q 104 001,79			Q 104 001,79
REPOSICIÓN DE PAVIMENTO									
11	Colocación de adoquín	m2	783,32				Q 263 644,96	Q 87 881,65	Q 351 526,62
TOTAL POR MES				Q 206 738,73	Q 616 295,10	Q 1 004 184,19	Q 485 342,17	Q 87 881,65	Q 2 400 441,84
									TOTAL

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

2.1.12. Letrinización en el caserío Cerro Alto

En el diseño de alcantarillado sanitario del caserío Cerro Alto existen viviendas que dada su ubicación no pueden conectarse a la red de alcantarillado, siendo la topografía del lugar y la falta de área de desfogue provoca que un sector no pueda contar con sistema de alcantarillado. La existencia de enfermedades provocadas por el mal manejo de los desechos fecales representa un gran riesgo para la comunidad, por lo que se propone como medio de evacuación de excretas, la letrina abonera seca familiar, dadas las ventajas que tiene este tipo de letrina en las condiciones que se encuentra la comunidad. El número de viviendas que contarán con letrinas aboneras será de cincuenta.

2.1.12.1. Letrina abonera seca familiar

La letrina abonera seca familiar se emplea en lugar de la letrina seca tradicional, ya que es amigable con el medio ambiente y de la cual se obtiene un beneficio como lo es el abono, que resulta de la biodegradación de las heces generadas. Durante su uso debe manejarse de forma adecuada separando las heces de la orina y aplicando ceniza o cal cuando se use para defecar. Los conceptos básicos de diseño y funcionamiento, para este tipo de letrinas fueron tomados de la Guía de normas para la disposición final de excretas y aguas residuales en zonas rurales de Guatemala, del Infom y MSPAS.

Su diseño se basa en la construcción sobre el suelo de dos recámaras fabricadas de mampostería o cualquier otro material, que les proporcione aislamiento. Ambos compartimientos con tazas, con separación para la orina y las heces, y un sistema de ventilación en las recámaras, con medio de cubrimiento que puede ser de lámina. Se diseña con dos compartimientos teniendo como objetivo utilizar uno primero y cuando este se llene, se procede a sellarlo y utilizar el segundo repitiendo el procedimiento. Las heces deben quedar selladas para proporcionar el secado y la eliminación de los agentes patógenos. Después de un proceso de desecación y biodegradación en promedio de seis meses (tiempo recomendado para que los proceso den un resultado eficaz), las heces pueden ser utilizadas como abono. La orina por otro lado debe ser dispuesta en otro lugar, desde donde pueda conducirse hasta una zona de infiltración.

El volumen de almacenamiento de excretas se calcula de la siguiente forma:

$$V_c = \frac{M * N}{1\ 000}$$

Donde:

V_c = volumen de almacenamiento ($m^3/6$ meses)

M = heces depositadas en base a una dotación estimada de (75 l/hab/6 meses)

N = número de personas que usarán la letrina (la densidad de vivienda de el caserío Cerro Alto corresponde a 6 habitantes por vivienda)

$$V_c = \frac{75 * 6}{1\ 000\ l/m^3} = 0,45$$

$$V_c = 0,45\ m^3/6\ meses$$

Descripción de la letrina abonera

- Lenta: se refiere al tiempo que se requiere para que se descompongan las heces y que dejen de ser contaminantes. Las cámaras deben tener un suficiente volumen para garantizar una capacidad de almacenamiento en los seis meses que requiere su descomposición.
- Alcalina: debe aplicarse suficiente material secante, ya sea ceniza o cal sobre las heces, esto para que se produzca de mejor forma el proceso de alcalinización.
- Seca: la función principal de la letrina abonera es que el material fecal se mantenga en un estado seco con la finalidad de lograr su descontaminación separando la orina de las heces.

- Familiar: dado que es una letrina familiar se debe informar a todos sus integrantes del uso adecuado para este tipo de letrina y así evitar un mal manejo de las excretas que por ende puede provocar enfermedades.

Ventajas y desventajas de este tipo de letrina

- Su construcción puede realizarse en cualquier tipo de terreno, evitando lugares con filtración o pantanosos.
- Se evita la contaminación en el suelo, fuentes de agua y aire.
- No produce malos olores.
- Si se tienen dos cámaras se evita la construcción de otra letrina, cuando una llega a su capacidad máxima, la otra debe estar lista para su uso.
- Posee el beneficio económico a través del uso del abono producido.
- La construcción es más compleja en comparación de las letrinas tradicionales, por tal motivo su costo es más elevado.
- La combinación de educación y cultura de parte de las personas que hacen uso de la letrina, es necesaria en mayor medida a otro tipo de letrinas.

2.1.12.1.1. Principios de la letrina abonera seca familiar

- **Funcionamiento**

Este tipo de letrina se construye con separación en la taza, de modo que las heces y la orina sean separadas. Las heces caen en el fondo de la cámara, mientras que la orina se dirige a través de una tubería hacia un medio de filtración adecuado. Con esto se logra que las heces estén libres de humedad, además es necesario agregar material secante ya sea cenizas o cal para regular la acidez imprimiéndole alcalinidad y contribuyendo a la descontaminación del material fecal. El material de limpieza, papel u hojas, se deposita en la cámara antes de agregar el material secante; esto no representa problema ya que estos también se degradan.

Durante el proceso de llenado de la cámara que se esté usando, es necesario que exista un proceso de compactación y homogenización de la mezcla de heces para lograr un eficiente proceso de desecación y biodegradación. Esto utilizando material de limpieza como una paleta de madera de tamaño adecuado. Este proceso se realiza cada cierto tiempo evitando acumulación en ciertas áreas y teniendo así mejor dispersión de las heces en la cámara.

Una vez pasados seis meses aproximados de estabilización en la cámara, el compost (mezcla de heces fecales con cenizas) ya no representa mayor peligro para el ser humano y se puede emplear como abono agrícola.

- Humedad del material en la cámara

La humedad del material contenido en las cámaras de la letrina abonera es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, la humedad óptima se sitúa alrededor 55 %. De esto dependerá si se realiza un proceso exitoso en la desecación del material dentro de las cámaras.

Para determinar la humedad de una muestra en campo, se puede realizar el siguiente procedimiento:

Se toma cierta cantidad de material como muestra y se pesa (P1). Posteriormente la misma muestra se deja secar ya sea al sol, al fuego o al horno y se pesa nuevamente (P2). Se procede a calcular el contenido de humedad de la muestra expresada en porcentaje como se muestra a continuación:

$$\% \text{ humedad} = \frac{(P1 - P2)}{P1} * 100$$

Donde:

(P1 – P2) = cantidad de agua que se escapó en forma de vapor

- Potencial de hidrógeno (pH)

El pH determina el grado de acidez de un material, en este caso las heces. En el proceso dentro de las cámaras de la letrina abonera seca, se produce la desecación alcalina; esta a su vez depende de las dietas alimenticias de los usuarios, así como del material secante empleado (ceniza o cal). El rango

aceptable de pH para el proceso de desecación alcalina es de nueve o mayor según la escala de colores.

Para determinar la alcalinidad del material dentro de la cámara se puede emplear el uso de agua neutra y papel pH, el cual tiene una escala de colores que permite determinar por comparación el grado de acidez o alcalinidad de la muestra (1 y 14), el procedimiento consiste en:

Seleccionar una muestra del material que se quiere analizar y nueve partes de agua neutra (ni ácida ni alcalina) en un recipiente limpio, puede ser de vidrio o plástico. Se agita bien la mezcla con una paleta hasta que se homogenice, luego se introduce un pedazo de papel pH en la mezcla por unos segundos. El papel pH tiene originalmente color amarillo; si cambia a rojo es una mezcla ácida, si cambia a azul la mezcla es alcalina.

2.1.12.1.2. Proceso constructivo

- Generalidades

El proceso de construcción debe considerarse desde el transporte de materiales, ubicación, y una adecuada fabricación. Cada uno de estos puntos son importantes, dado que, en un lugar donde no pueda acceder vehículo, debe considerarse el transporte de materiales de forma manual y todo lo que esto conlleva. En cuanto a la ubicación se pueden mencionar aspectos que tienen incidencia en el proceso de desecación y biodegradación de las heces, como lo es un sitio que tenga adecuada exposición al sol y de preferencia donde circule mínima corriente de aire.

Los materiales para la construcción propuestos pueden variar según el método constructivo y de las condiciones de accesibilidad de la comunidad, así como las condiciones climáticas y físicas.

Los elementos de los que está compuesta la letrina abonera seca familiar son los siguientes:

- Cámaras
 - Planchas
 - Gradadas
 - Taza y urinal
 - Caseta de protección
- Cámaras

Se han estandarizado dimensiones de las cámaras de acuerdo con las diferentes experiencias estudiadas. Las medidas utilizadas fueron 0,76 m de ancho x 1,06 m de largo y una altura 1,00 m. El método constructivo puede variar siendo mampostería el más común. Se ha calculado el volumen de la cámara de tal modo que para una familia de 6 a 9 personas puede llenarse en un tiempo aproximado de 6 meses, mientras que la otra está en reposo al mismo tiempo. El volumen de lodos estimado es de 75 l/hab/6 meses. Así también cada cámara tiene una compuerta metálica para la extracción del abono. Para mejorar las condiciones de rigidez y resistencia se cuenta con mochetas en los extremos de cada cámara, compuestas por 4 varillas de forma

longitudinal de acero de $\varnothing= 3/8$ ", con estribos de $\varnothing= 1/4$ ", con una separación a cada 0,20 m. Debe tener un medio de ventilación por lo que llevará tubería de PVC $\varnothing= 6$ ". (Ver detalles en el apartado apéndice al final de este informe).

La base de las cámaras debe ser una losa de mínimo 0,07 m de espesor, con parrilla de acero de $\varnothing= 1/4$ " y una separación de 0,20 m, en ambos sentidos. Las paredes interiores serán repelladas y alisadas para evitar la filtración y mantener el proceso seco de biodegradación.

- Planchas

Las planchas se fundirán de forma individual y deben tener resistencia mínima de 210 kg/cm^2 , con medidas de 1,00 m de ancho x 1,36 m de largo y un espesor mínimo de 0,07 m, con parilla de acero de $\varnothing= 1/4$ " a cada 0,20 m en ambos sentidos. Debe contar con un agujero para asentar la taza, por lo que se debe colocar un molde en la ubicación exacta de la misma, teniendo en cuenta que debe retirarse después, por lo que se recomienda colocar aceite para que su retiro sea fácil. Para la colocación de las planchas se debe utilizar mortero de pega para que queden bien asentadas.

- Gradadas

Las gradadas pueden ser de madera, block, adobe o mampostería, pero debe tener tres o más escalones para que se alcance la altura de la plancha. Para el siguiente proyecto se optó por gradadas de madera, con una huella de 0,27 m y una contrahuella de 0,17 m.

- Taza y urinal

Se propone el uso de una taza y urinario de plástico, ya que son piezas livianas y se pueden limpiar con facilidad. Se debe tener en cuenta que estas piezas deben quedar sujetas a las planchas, por lo que deben fundirse con mortero con relación 1:3. La taza debe contar con tapadera y quedar libre de obstrucción para que las heces puedan ingresar a la cámara sin ninguna dificultad. Para el urinal se contará con tubería PVC de diámetro de 3/4 de pulgada que transporte el fluido hacia el medio de infiltración fuera de la cámara.

- Caseta de protección

La caseta de protección tiene la finalidad de brindar privacidad y mantener un entorno seco dentro de la letrina para el buen funcionamiento del sistema. Puede construirse con material que se tengan a disposición. Sin embargo, se propone en este proyecto el uso de parales y costaneras de madera, así como lámina galvanizada para el forro de la caseta y el techo, teniendo en cuenta una puerta también de lámina. Estos materiales son los más adecuados para este tipo de letrinas.

Para detalles correspondientes a los elementos constructivos de la letrina abonera seca familiar, se encuentran en los planos en el apartado apéndice al final de este informe.

2.1.12.1.3. Evaluación ambiental

Para el proyecto de letrinas aboneras se realizó una evaluación ambiental inicial en conjunto con el alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto, este

es un formato proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el cual se detallan aspectos específicos sobre los daños que se puedan ocasionar al medio ambiente en la ejecución de este proyecto y la forma en que estos puedan mitigarse.

Dado lo extenso del formato este se encuentra en el apartado de anexos al final de este informe.

2.1.12.1.4. Presupuesto

A continuación, se presenta el resumen del presupuesto para la letrización de las viviendas no incluidas en el diseño de alcantarillado sanitario del caserío Cerro Alto. Para esto se realizó la integración de cada uno de los precios unitarios, incluidos costos directos (materiales, herramienta, equipo, mano de obra, incluidas las prestaciones laborales) e indirectos de cada uno de los renglones descritos en el presupuesto.

Tabla VI. **Presupuesto letrina abonera seca familiar**

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervidado (E.P.S) Ubicación: Caserío Cerro Alto, Chimaltenango

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
LETRINA ABONERA					
1	Cámaras (2 por letrina)	Unidad	50,00	Q 9 182,51	Q 459 125,74
2	Caseta de protección	Unidad	50,00	Q 5 055,67	Q 252 783,65
3	Gradas de madera	Unidad	50,00	Q 3 526,27	Q 176 313,38
TOTAL					Q 888 222,78

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

2.1.12.1.5. Cronograma físico-financiero

El cronograma físico-financiero, muestra el avance físico propuesto en la ejecución del proyecto y el costo que se necesitará cubrir en ese tiempo determinado en meses.

Tabla VII. **Cronograma físico-financiero de letrinas aboneras en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango**

Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Ejercicio Profesional Supervidado (E.P.S)
Ubicación: Caserío Cerro Alto, Chimaltenango

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	SUB-TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES										
1	Cámaras (2 por letrina)	Unidad	50,00	Q 183 650,30	Q 45 912,57		Q 137 737,72	Q 91 825,15		Q 459 125,74
2	Caseta de protección	Unidad	50,00		Q 112 348,29	Q 28 087,07		Q 84 261,22	Q 28 087,07	Q 252 783,65
3	Gradas de madera	Unidad	50,00			Q 58 771,13	Q 39 180,75		Q 78 361,50	Q 176 313,38
TOTAL POR MES				Q 183 650,30	Q 158 260,87	Q 86 858,20	Q 176 918,47	Q 176 086,37	Q 106 448,57	Q 888 222,78
									TOTAL	

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

2.2. Diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto

A continuación se presentan las características y los parámetros empleados para el diseño del sistema de distribución.

2.2.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en el diseño del sistema de distribución de agua potable que cumpla con las necesidades del Caserío Cerro Alto. Inicialmente el sistema cuenta con un pozo mecánico y el respectivo sistema de impulsión que conduce el agua hasta el tanque de almacenamiento y de este partirá el sistema de distribución el cual funcionará por gravedad y ramales abiertos dadas las características topográficas y la dispersión de las viviendas en el lugar.

2.2.2. Obras existentes

El caserío Cerro Alto cuenta actualmente con un sistema de conducción de agua potable, que parte de un pozo mecánico con su equipo eléctrico y una línea de conducción (impulsión en este caso) de tubería de hierro galvanizado de cuatro pulgadas, la cual llega hasta un tanque de distribución. El tanque de distribución es de concreto ciclópeo, así también cuenta con cajas para válvulas de paso del tanque de almacenamiento. Existe también un sistema de desinfección que consiste en un clorador de pastillas que no se encuentra en funcionamiento. Actualmente se cuenta un sistema de distribución de agua potable, el cual se encuentra en mal estado y es ineficiente, dado que existen sectores en los que la tubería se encuentra expuesta y los diámetros son relativamente pequeños.

2.2.3. Levantamiento topográfico

Es un elemento básico para el diseño, ya que a través de los datos obtenidos de este procedimiento se puede representar gráficamente la superficie del terreno y así obtener las proyecciones de planta y perfil. Comprende la planimetría y altimetría.

- “Planimetría: es la parte del trabajo topográfico que consiste en determinar la situación de los puntos del terreno en el plano de proyección horizontal (x, y).”¹⁴
- “Altimetría: es la parte correspondiente al eje vertical (z), cuyo objeto será determinar la altitud de distintos puntos del terreno.”¹⁵

Para este proyecto el equipo utilizado fue: estación total marca TRIMBLE M3, prisma con base, cinta métrica, clavos y pintura en espray. Se realizó un levantamiento topográfico para una red de ramales abiertos debido a la localización de las viviendas en la comunidad, las cuales se encuentran dispersas. El levantamiento comprendió calles principales, vecinales, así como puntos de importancia para tener la mayoría de las viviendas comprendidas en el proyecto.

2.2.4. Calidad del agua

La calidad del agua depende de su origen ya que existen factores que pueden alterar la calidad de las fuentes, dado que las características en su entorno son las que la pueden afectar directamente. Las características de una

¹⁴ GARCÍA, A., ROSIQUE, M., SESGADO, F. *Topografía básica para ingenieros*. p. 5.

¹⁵ *Ibíd.*

buena calidad de agua dependen de su utilización, ya sea consumo humano, uso doméstico, industrial y de riego.

En el caso de este proyecto es necesario que el agua cumpla los requisitos mínimos establecidos por las normas nacionales Coguanor NGO 29 001:99. Esta norma indica los parámetros necesarios para que el agua sea potable por lo que la misma debe cumplir con los índices establecidos en la norma, para los análisis bacteriológico y fisicoquímico. Para garantizar la potabilización del agua en la comunidad, se realizó la respectiva toma de muestras de agua representativa a grifo y empleando la técnica adecuada para su recolección, posteriormente a dichas muestras se les realizaron los análisis respectivos.

2.2.4.1. Análisis bacteriológico

“Tiene la finalidad de indicar la contaminación que puede tener el agua debido a bacterias, virus, hongos. Se basa en el número permisible de microorganismos, coliformes fecales, en términos de las porciones normales de volumen y el número de porciones que se examina.”¹⁶

El resultado obtenido en este análisis de una muestra evaluada en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, indica que el agua no es potable según la norma Coguanor NGO 29 001:99, por lo que es necesario el tratamiento de desinfección que posteriormente queda propuesto.

¹⁶ Comisión Guatemalteca de Normas, *Coguanor NGO 29 001:99*. p 5.

2.2.4.2. Análisis fisicoquímico

A través de este análisis se determinan las características físicas del agua: olor, color, turbiedad, temperatura, alcalinidad y pH. Así también las sustancias químicas que pueda contener la muestra (dureza, aluminio, cobre, manganeso, hierro, y otros). Los resultados del análisis a una muestra fueron: para dureza y manganeso se encuentran en los límites máximos permisibles, y el resto se encuentran en los límites máximos aceptables. La muestra fue analizada en el Centro de Investigaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, según lo establecido en la norma Coguanor NGO 29 001:99, por lo que en el apartado de recomendaciones se hace la mención correspondiente a su tratamiento.

2.2.5. Fuente

La comunidad ya cuenta con una fuente de abastecimiento como lo es un pozo mecánico que altimétricamente se encuentra a una altura correspondiente a la cota 308,18 m. Para dicha fuente se realizaron los aforos correspondientes por el método volumétrico, el cual consistió en medir el tiempo que le toma a un volumen conocido (en este caso se realizó dentro del tanque de distribución a alturas de 0,50 m, 1,00 m y 1,50 m, base y ancho conocido de 3,95 m y 8,25 m) en llenarse, obteniendo un resultado promedio de tres mediciones realizadas de 9,37 l/s (148 GPM). Cuenta con una bomba sumergible de 50 HP (caballos de fuerza). A su vez también con la respectiva línea de impulsión que parte del pozo mecánico y es de tubería HG de un diámetro de 4 " hasta llegar al tanque de distribución.

2.2.6. Tanque de distribución

Actualmente se cuenta con un tanque de distribución semienterrado construido con concreto ciclópeo y sus respectivos acabados, de medidas (3,95 m de ancho por 8,25 m de largo y una altura de 1,76 m) y de volumen de 57,35 m³. Altimétricamente se encuentra a una altura correspondiente a la cota 392,46 m. Para satisfacer las demandas de agua de la población el tanque de distribución debe compensar el volumen de agua requerido respecto a las variaciones horarias durante el día. Dado que no se tienen estudios de las demandas horarias de la comunidad, y que el sistema funcionará por gravedad se adoptará de 25 % del consumo medio diario estimando, por las condiciones rurales de la comunidad. Esto según la guía de normas sanitarias para el diseño de sistema rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Ministerio de Salud Pública y el Infom. Para determinar si el volumen del tanque es el adecuado se procede a emplear la siguiente ecuación:

$$V_t = Q_m * 86\ 400 * P$$

Donde:

V_t = volumen del tanque

Q_m = caudal medio (l/s)

El procedimiento de cálculo para obtener este valor de caudal medio se encuentra en el numeral 2.7.5.1 contenido en este informe

P = porcentaje del consumo medio diario estimado

86 400 = cantidad de segundos en un día

$$V_t = 2,62\ l/s * 86\ 400\ s * 0,25$$

$$V_t = 56\ 592\ l / 1\ 000 \approx 57\ m^3$$

El tanque tiene un volumen aproximado de 57,35 metros cúbicos por lo que sí cumplirá con la demanda de la población y no es necesario contar con otro tanque; cabe mencionar que este se encuentra en buen estado estructural.

2.2.7. Red de distribución

Será diseñada por ramales abiertos, dado que la dispersión de las viviendas y la topografía impiden cerrar adecuadamente algún circuito de tubería. La tubería a utilizar será de PVC con diámetros comprendidos entre 3/4 " y 2 1/2 " para los ramales diseñados. La resistencia de la tubería será de 250 PSI a excepción de tramos específicos en donde sea necesario el uso de tubería de mayor resistencia, esto se indica en el diseño hidráulico y en estos casos será de 315 PSI. El sistema funcionará por gravedad y con un flujo a presión dentro de la tubería.

2.2.8. Diseño hidráulico

A continuación, se presentan los diferentes parámetros que serán utilizados para el diseño del sistema de distribución. Se emplearon distintas normas y guías siendo la más utilizada para este proyecto la guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar-Infom).

2.2.8.1. Población actual

Los datos de la población se obtuvieron del Centro de Convergencia del caserío Cerro Alto, el cual realiza censos periódicamente por medio de entrevistas con los vecinos. Este se realizó en el año 2016, además se contó con datos actuales de parte del Cocode dando como resultado un total de

1 364 habitantes. Cabe mencionar que la comunidad cuenta con un aproximado de 241 viviendas.

$$P_{actual} = 1\,364_{\text{Habitantes}}$$
$$Densidad_{\text{hab/vivienda}} = 1\,364/241 = 5,65 = 6 \text{ habitantes/vivienda}$$

2.2.8.2. Periodo de diseño

Se refiere al tiempo con el que se diseñara la red para que pueda prestar un servicio eficiente a la población. Se deben tener en cuenta varios factores como la población de diseño, tipo de fuente y su estado de funcionamiento, calidad de materiales, costo, así como las modificaciones futuras de la red.

Un rango recomendable para este periodo se encuentra entre 10 y 20 años. Para el presente proyecto se adoptó un periodo de 22 años, considerando el crecimiento de la población, tipo y estado de la fuente, así como los trámites administrativos correspondientes para su ejecución.

2.2.8.3. Población futura

Esta se puede determinar mediante métodos analíticos, gráficos y el geométrico. En este caso se utilizó el método geométrico con una tasa de crecimiento poblacional de 2,77 % departamental, calculada con los datos del Plan de Desarrollo Municipal de Chimaltenango (año 2010), obteniendo como resultado:

$$P_f = P_a(i + 1)^{(n)}$$

Donde:

P_f = población futura

P_a = población actual

n = periodo de diseño del proyecto en años

i = tasa de crecimiento poblacional

$$P_f = 1\,364(0,0277 + 1)^{(22)}$$

$$P_f = 2\,488 \text{ habitantes}$$

2.2.8.4. Dotación

Es la cantidad de agua asignada a un habitante en un día. Se expresa en litros por habitantes por día (l/habitante/día). En cuanto a la cantidad de agua para ser designada a las personas de la comunidad será de 90 l/habitante/día, basado en datos estimados de conexiones intradomiciliares con opción a varios grifos por vivienda, obtenido de la guía de normas sanitarias para el diseño de sistema rurales de abastecimiento de agua para consumo humano del Ministerio de Salud Pública y el Infom.

Así también se debe tomar en cuenta las diferentes edificaciones como escuelas, iglesias, salones, y otras. En la comunidad se cuenta con una escuela, un salón comunal y una iglesia. Por lo que se hará uso de las siguientes dotaciones:

Escuela = 1 500 l/hab/día

Iglesia = 400 l/hab/día

Salón Comunal = 400 l/hab/día

2.2.8.5. Caudales

A continuación se describen los diferentes caudales determinados para el diseño del sistema de distribución de agua potable para el caserío Cerro Alto, los cuales a su vez emplean distintos factores. Los utilizados se basan en las recomendaciones de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (Unepar-Infom) para poblaciones mayores a 1 000 habitantes, por lo que se aplicaron los siguientes: factor máximo diario= 1,2 y el factor máximo horario= 2.

2.2.8.5.1. Caudal medio diario

Es el consumo promedio diario durante 24 horas, se calcula para la población proyectada al final del periodo de diseño. Para determinar su valor se hace uso de la siguiente ecuación:

$$Q_m = \frac{(P_f * D)}{86\ 400} + \left[\frac{(No. \text{ escuelas} * D) + (No. \text{ iglesias} * D) + (No. \text{ salon comunal} * D)}{86\ 400} \right]$$

Donde:

Q_m = caudal medio diario

P_f = población futura

D = dotación a suministrar (l/hab/día)

86 400 = cantidad de segundos en un día

$$Q_m = \frac{(2\ 488 * 90)}{86\ 400} + \left[\frac{(1 * 1\ 500) + (1 * 500) + (1 * 500)}{86\ 400} \right] = 2,62$$

$$Q_m = 2,62 \text{ l/s}$$

2.2.8.5.2. Caudal máximo diario

Es el que representa el consumo máximo registrado en 24 horas durante un año. El factor máximo diario aumenta el caudal medio diario entre un 20 % y 50 % considerando el posible aumento del caudal, es decir su variación en un día promedio en el caso de invierno y verano respectivamente. La ecuación para determinar su valor es la siguiente:

$$Q_{md} = Q_m * f_{md}$$

Donde:

Q_{md} = caudal máximo diario (l/s)

Q_m = caudal medio diario (l/s)

f_{md} = factor máximo diario

$$Q_{md} = 2,62 * 1,2$$

$$Q_{md} = 3,14 \text{ l/s}$$

2.2.8.5.3. Caudal máximo horario

Representa el consumo máximo registrado durante una hora en un año cualquiera. El consumo de agua varía considerablemente dado que su uso no es constante en las 24 horas del día. El factor máximo horario considera estas variaciones que se ven reflejadas en el consumo de agua. Este es el caudal utilizado para diseñar la red de distribución. Se determina de la siguiente forma:

$$Q_{mh} = Q_m * f_{mh}$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

Q_m = caudal medio diario (l/s)

f_{md} = factor máximo horario

$$Q_{mh} = 2,62 * 2$$

$$Q_{mh} = 5,24 \text{ l/s}$$

2.2.8.5.4. Caudal de vivienda

Representa el valor de un caudal unitario, obtenido de la relación del caudal máximo horario de un ramal con el número de viviendas que lo componen. Para obtener su valor se divide el caudal máximo horario entre el número total de viviendas que comprende el ramal en análisis, como se ejemplifica a continuación.

$$Q_{vu} = Q_{mh} / N_{o\text{viviendas}}$$

Donde:

Q_{vu} = caudal de vivienda unitario (l/s)

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

$N_{o\text{viviendas}}$ = numero de viviendas

$$Q_{vu} = 5,24 / 241$$

$$Q_{vu} = 0,021 \text{ l/s/vivienda}$$

2.2.8.5.5. Caudal de uso simultáneo

Se basa en la probabilidad de que en el sistema se utilice al mismo tiempo solamente un porcentaje de caudal transportado correspondiente al número de viviendas incluidas en ramal en análisis. Para determinar su valor se usa la siguiente ecuación.

$$Q_{inst} = k\sqrt{(N - 1)}$$

Donde:

Q_{inst} = caudal de uso simultaneo (instantáneo) (l/s)

N = número de viviendas del ramal

$$k = \begin{cases} 0,15 & \text{para menos de 55 viviendas} \\ 0,20 & \text{para mas de 55 viviendas} \\ 0,25 & \text{para llena cántaros} \end{cases}$$

2.2.8.6. Presiones del sistema

A continuación, se describen las presiones contenidas en el sistema de distribución de agua potable.

2.2.8.6.1. Presión estática

Esta presión se produce cuando el fluido dentro de la tubería se encuentra en reposo. En una línea de distribución, la máxima presión estática permitida es de 80 metros columna de agua, ya que con presiones mayores a esta se pueden producir fallas en los diferentes artefactos de grifería, así como válvulas. Para presiones mayores presentadas en este proyecto se recomienda

el uso de tubería de mayor resistencia, siempre que no sean tramos donde existan viviendas conectadas directamente a la línea.

2.2.8.6.2. Presión dinámica

Se produce cuando el fluido dentro de la tubería está en movimiento. La presión estática se ve modificada a través de la disminución de su valor, esto se produce debido a la fricción que se genera en las paredes internas de la tubería. Esta presión puede determinarse a través de la diferencia entre la cota piezométrica y la cota de terreno. Los valores comprendidos para el diseño son: mínima 10 metros columna de agua y máxima 40 metros columna de agua.

2.2.8.7. Velocidades

Las velocidades de diseño están comprendidas en un rango mínimo de 0,60 m/s, esto debido a que si es menor puede existir sedimentación en la tubería, y máximo 3,00 m/s, esto debido a que, de tener valores mayores a este puede, ocasionar daños en la tubería.

Tabla VIII. **Bases de diseño**

Tipo de fuente	Pozo mecánico
Aforo de la fuente	9,37 l/s
Tipo de sistema	Por gravedad
Método de distribución	Ramales abiertos
Viviendas actuales	241 viviendas
Población actual	1 364 habitantes
Densidad de población	6 habitante/vivienda
Población futura	2 488 habitantes
Tasa de crecimiento	2,77%
Período de diseño	22 años
Dotación	90 l/habitante/día
Caudal medio diario	2,62 l/s
Caudal máximo diario	3,14 l/s
Caudal máximo horario	5,24 l/s
Caudal unitario de vivienda	0,021 l/s/vivienda
Volumen del tanque de distribución	57,35 m ³
Tubería por utilizar	PVC
Constante de fricción del PVC	150
Constante k del caudal instantáneo	0,15 y 0,20
Diseño de planos	AutoCAD CIVIL 3D 2015
Diseño hidráulico y presupuesto	Microsoft Excel 2016
Cronograma físico-financiero	Microsoft Excel 2016

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

2.2.8.8. Cálculo hidráulico de la red de distribución

Para el cálculo de la red de distribución se utilizó el método de ramales abiertos y como ejemplo se diseñará el tramo que va desde el tanque de distribución (E-1) hacia la estación (E-5).

Este tramo corresponde al ramal 1, en el cual se tiene un total de 132 viviendas actualmente, y una densidad de viviendas de 6 habitantes/vivienda,

un período de diseño de 22 años, una tasa de crecimiento de 2,77 %, tomando en cuenta que la escuela, el salón comunal y la iglesia se encuentran en este ramal. Se obtiene la población futura y los respectivos caudales de la siguiente forma:

$$P_{actual\ ramal\ 1} = 132\ viviendas * 6\ habitantes/vivienda$$

$$P_{actual\ ramal\ 1} = 792\ habitantes$$

$$P_f = 792(0,0277 + 1)^{(22)}$$

$$P_f = 1\ 446\ habitantes$$

- Caudal medio diario

$$Q_m = \frac{(1\ 446 * 90)}{86\ 400} + \left[\frac{(1 * 1\ 500) + (1 * 500) + (1 * 500)}{86\ 400} \right] = 1,53\ l/s$$

$$Q_m = 1,53\ l/s$$

- Caudal máximo horario

$$Q_{mh} = 1,53\ l/s * 2$$

$$Q_{mh} = 3,07\ l/s$$

- Caudal de uso simultáneo

$$Q_{inst} = 0,2\sqrt{(132 - 1)}$$

$$Q_{inst} = 2,29\ l/s$$

Si se comparan los caudales máximo horario con el de uso simultáneo queda evidenciado que el mayor entre estos dos es el caudal máximo horario,

por lo que este será el utilizado para determinar el diámetro de la tubería en el tramo de análisis.

Presiones:

- Caudal de diseño = 3,07 l/s
- Longitud = 279,3 m. (incluye 5 % por factor de ondulamiento)
- Cota E-1 = 392,46 m.
- Cota E-5 = 360,52 m.
- Coeficiente Hazen Williams del PVC = 150

En primer lugar se debe calcular la carga de presión disponible que se obtiene con la diferencia de altura que existe entre el punto inicial y el final del tramo analizado.

$$\text{Carga disponible} = \text{Cota}_{E-1} - \text{Cota}_{E-5} = 392,46 - 360,52$$

$$\text{Carga disponible} = 31,94 \text{ m.}$$

Para esta pérdida de carga se calcula el diámetro teórico utilizando la fórmula de Hazen Williams:

$$h_f = \frac{1\,743,811 * L * 1,05 * Q_{mh}^{1,85}}{C^{1,85} * \phi^{4,87}}$$

Donde:

h_f = pérdida de carga (m)

L = longitud del tramo (m)

Q_{mh} = caudal máximo horario (l/s)

C = 150 coeficiente Hazen Williams (PVC)

1,05 = hace referencia al factor de ondulamiento
 que se produce en la tubería en toda su longitud
 \emptyset = diametro en pulgadas

Realizando un despeje básico se obtiene la siguiente ecuación:

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * L * 1,05 * Q_{mh}^{1,85}}{150^{1,85} * h_f} \right)^{(1/4,87)}$$

$$\emptyset = \left(\frac{1\,743,811 * 74,99 * 1,05 * 3,07^{1,85}}{150^{1,85} * 31,94} \right)^{(1/4,87)}$$

$$\emptyset = 1,27 \text{ plg}$$

Según este resultado los valores de tuberías con diámetros ideales comerciales están comprendidas entre de 1 " y 1 1/2 ", pero en este caso se hará uso de un diámetro de 2 1/2 " dado que es un tramo inicial y no se tienen grandes pérdidas en dicho tramo. A continuación se determina el valor de la pérdida que existirá con este diámetro:

$$hf = \frac{1\,743,811 * 74,99 * 1,05 * 3,07^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}} = 0,89 \text{ m}$$

La presión estática para este tramo será de 31,94 m.c.a. (metros columna de agua) que es el mismo valor de la carga de presión disponible. Este valor cumple con la presión estática en una tubería, la cual siempre será menor a 80 m.c.a.

La cota piezométrica (CPZ), es la máxima presión dinámica que se obtiene si en el punto de análisis se colocará un manómetro, como se demuestra en el caso de la estación E-5, este valor se obtiene restando la cota

piezométrica inicial (en este caso es igual a la cota superficial del terreno en la que se encuentra el tanque de distribución), menos la pérdida que se da por el diámetro de la tubería utilizada en el tramo.

$$CPZ_{E-5} = CPZ_{E-0} - hf_{E-0 \rightarrow E-5} = 392,46 \text{ m} - 0,89 \text{ m}$$

$$CPZ_{E-5} = 391,57 \text{ m}$$

La presión dinámica en la estación E-5 será igual a la resta entre la presión estática y la pérdida que se obtiene de la tubería en el tramo. Para el resto de las estaciones se puede obtener restando la cota piezométrica menos la cota de terreno de la estación.

$$P_{dinámica} = P_{estática} - P_{E-1 \rightarrow E-5} = 31,94 \text{ m} - 0,89 \text{ m}$$

$$P_{dinámica} = 31,05 \text{ m}$$

Seguido se procederá a calcular la velocidad del flujo en el tramo, tomando en cuenta que dicha velocidad deberá ser mayor a 0,60 m/s y menor a 3,00 m/s. Esto mediante empleando la ecuación de continuidad de los fluidos.

$$v = \frac{1,974 * Q_{dis}}{\emptyset^2}$$

$$v = \frac{1,974 * 3,07 \text{ l/s}}{(2,50)^2}$$

$$v = 0,86 \text{ m/s}$$

Los cálculos hidráulicos correspondientes a los tramos que comprende el proyecto se encuentran en el apartado apéndice al final de este informe.

2.2.8.9. Obras de arte

Son los elementos que complementan el sistema de distribución, en ellas se encuentran, cajas rompe-presión, válvulas, conexiones domiciliarias, y otros.

2.2.8.9.1. Caja rompe-presión

Tiene la función de disminuir la presión en la tubería, esto debido a las pendientes topográficas del terreno y la velocidad. Para su construcción las dimensiones mínimas serán las que permitan la maniobra del flotador y demás accesorios y en ningún caso menores a 0,65 m x 0,50 m x 0,80 m libres. En este proyecto, dadas las características topográficas del terreno y la ubicación del tanque de distribución, se hace necesario el uso de estos elementos, específicamente en las estaciones topográficas E-5, E-61, E-72, E-104 y E-110.

2.2.8.9.2. Caja y válvulas de compuerta

Las válvulas funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta y así regular el paso del flujo de agua; su ubicación es en puntos estratégicos para no aislar gran parte de la población en caso de alguna reparación o mantenimiento específico en un tramo pequeño, esto en puntos convencionales de acuerdo con la distribución. Las cajas sirven para proteger las válvulas, sus dimensiones para su construcción deben estar de acuerdo con una fácil manipulación de las mismas. Para este proyecto se colocan contiguas las estaciones topográficas: E-1, E-20, E-30, E-43, E-50, E-55, E-58, E-77 y E-80, de igual forma su ubicación está representada en el plano general de la red de distribución que se encuentra en el apartado apéndice al final de este informe.

2.2.8.9.3. Caja y válvulas de limpieza

Son dispositivos que sirven para liberar un flujo que en ciertos casos se encuentra obstruido por sedimentos que se depositan en los puntos más bajos del sistema de distribución y así también extraer dichos sedimentos. Este caso se usará en los puntos bajos, y que de estos continúen puntos de mayor altura. Las cajas sirven para proteger las válvulas, sus dimensiones deben brindar una fácil manipulación de dichas válvulas. En este caso se hace uso y se ubican contiguas a las estaciones topográficas E-42, E-68 y E-80.

2.2.8.9.4. Profundidad y ancho de la zanja para la colocación de la tubería

La zanja deberá ser lo suficientemente amplia para permitir un acomodo adecuado para la tubería. Las normas nacionales especifican un ancho mínimo de 0,40 m y la profundidad mínima de 0,60 m. Para este proyecto el ancho será de 0,60 m y la profundidad debe ser de 0,90 m. Esto dado que el diseño comprende en su mayoría calles principales, logrando así una protección adecuada a la tubería.

2.2.8.9.5. Anclajes de tubería

Pueden construirse de concreto simple o armado, tiene la función de sujetar la tubería y absorber los esfuerzos que se producen por la presión interna. Se colocan en los puntos en donde se tienen presiones altas y se sufre un cambio brusco de dirección respecto al eje principal de la tubería.

2.2.8.9.6. Conexiones domiciliarias

Las conexiones domiciliarias que están propuestas en este proyecto cuentan con un grifo, una llave de paso, contador y llave de compuerta, así como las respectivas cajas para su protección. La tubería será de un diámetro de 1/2 pulgada y se considerará una longitud promedio de 3,00 m, los detalles se encuentran especificados en los planos en el apartado apéndice al final de este informe.

2.2.8.10. Desinfección

“Es el conjunto de operaciones y procesos que se realizan sobre el agua cruda, para modificar sus características organolépticas, físicas, químicas y microbiológicas con el propósito de hacerla apta para consumo humano, de acuerdo con normas establecidas.”¹⁷

“Existe una variedad de métodos de desinfección. El primero mediante la utilización de sustancias tóxicas a los microorganismos patógenos (cloro, yodo, cal). El segundo mediante procesos indirectos que provocan la destrucción de los organismos al romper el equilibrio favorable del medio ambiente en que ellos viven (ozonización, ultravioleta, procesos unitarios).”¹⁸

Para asegurar la calidad del agua potable para su distribución, en este proyecto se propone el proceso de cloración, dado que el cloro es un poderoso desinfectante que tiene la capacidad de penetrar en las células y de combinarse con las sustancias vivas. Tomando en cuenta que actualmente se cuenta con

¹⁷ LOZANO-RIVAS, W., LOZANO BRAVO, G. *Potabilización del agua. Principios de diseño, control de proceso y laboratorio.* p 14.

¹⁸ Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social. *Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento.* p 132.

un clorador el cual no está en funcionamiento, por tal motivo se utilizará un clorado de pastillas nuevamente, la ubicación de este nuevo clorador será en este caso la misma. Sin embargo, se deben tomar en cuenta la temperatura del agua al llegar al tanque, y que el clorador no cuenta con protección, por lo que deben mejorarse sus condiciones actuales. Para la desinfección se aplicó la sustancia química Hipoclorito de Calcio al 65 % de cloro disponible.

2.2.8.10.1. Clorador

El equipo será un clorador automático PPG. Este dispositivo disuelve las pastillas de hipoclorito de calcio por el flujo de agua que entra al clorador, siendo la cloración del agua controlada por este flujo.

2.2.8.10.2. Determinación del flujo de cloro

$$Fc = Q * Dc * 0,06$$

Donde:

Fc = flujo de cloro en gramos/hora (l/día)

Q = caudal de entrada (574,20 l/min)

Dc = demanda de cloro en mg/l o PPM (2 partes por millón)

$$Fc = 574,20 * 2 * 0,06$$

$$Fc = 68,90 \text{ gr/h}$$

Tabla IX. **Modelos de cloradores automáticos PPG (PPG Industries, Inc.)**

CLORADORES		
Modelo	Flujo de cloro Gramos/hora	Capacidad de Tabletas
3015	20-200	22
3075	90-900	113
3150	450-5400	227
3550	1400-1100	833

Fuente: Elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

Con este resultado se determina el modelo del clorador PPG que se debe utilizar según la tabla, complementando con las tabletas necesarias. La elección será el clorador PPG 3075.

2.2.8.10.3. Dosificación del clorador

Conociendo el flujo de cloro que es de 68,90 gr/h, entonces la cantidad de tabletas a usar por mes es la siguiente:

$$68,80 \text{ gr/hora} * 24 \text{ horas} / 1 \text{ día} * 30 \text{ días} / 1 \text{ mes}$$

$$49\ 608 \text{ gr} / \text{mes} * 1 \text{ tableta} / 300 \text{ gr}$$

$$165,36 \text{ aproximadamente} = 166 \text{ tabletas} / \text{mes}$$

La capacidad del clorador es de 113 tabletas por lo que será necesario llenarlo 1.46 veces en el mes. Comercialmente las tabletas de hipoclorito de calcio se adquieren en tambos plásticos de 150 tabletas, por lo que su rendimiento será el siguiente:

166 tabletas/ 150 tabletas = 1,10 tambos de tabletas por mes, estimando 14 tambos de tabletas por año.

2.2.9. Operación y mantenimiento del sistema de distribución

En la red de distribución se debe inspeccionar cada cierto tiempo para observar si hay fugas, deslizamiento o hundimientos de tierra que puedan afectar la línea, debido a las pendientes topográficas que se encuentran en la comunidad.

Cuando sea necesario cambiar un tramo de tubería por fugas debido a fisuras en la tubería o destrucción, o si se necesita colocar algún accesorio, se deben seguir las siguientes consideraciones:

- Cerrar la válvula de compuerta más cercana al lugar donde se vaya a realizar el trabajo, con el fin de evitar el flujo continuo del agua.
- Excavar una longitud necesaria para trabajar con un ancho mínimo de 0.60 m y una profundidad mínima de 0.90 m.
- Limpiar siempre la tubería para evitar la entrada a residuos que puedan afectar posteriormente el flujo de agua, así como verificar una vez terminada la reparación si el flujo es normal y posteriormente rellenar la zanja nuevamente compactada adecuadamente para evitar así exponer la tubería.
- En cuanto a las válvulas y cajas, realizar siempre una inspección para mantenerlas siempre en buen estado y funcionamiento.

- El clorador deberá ser revisado periódicamente, para saber si este tiene pastillas teniendo en cuenta al momento de destapar el artefacto, ya que este puede liberar algún gas que puede ser dañino y afectar a la persona que esté realizando el mantenimiento respectivo.

2.2.10. Evaluación ambiental

Para el proyecto del sistema de distribución de agua potable se realizó una evaluación ambiental inicial, este un formato proporcionado por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, en el cual se detallan aspectos específicos sobre los daños que se puedan ocasionar al medio ambiente en la ejecución de este proyecto y la forma en que estos puedan mitigarse.

Dado lo extenso del formato este se encuentra en el apartado de anexos al final de este informe.

2.2.11. Presupuesto

A continuación se presenta el resumen del presupuesto para el sistema de distribución de agua potable del caserío Cerro Alto. Para el cual se realizó la integración de cada uno de los precios unitarios, incluidos costos directos (materiales, herramienta, equipo, mano de obra, incluidas las prestaciones laborales) e indirectos de cada uno de los renglones descritos en el presupuesto.

Tabla X. Resumen presupuesto

Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de Ingeniería Ejercicio Profesional Supervidado (E.P.S) Ubicación: Caserío Cerro Alto, Chimaltenango

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB-TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Limpieza y chapeo	m2	6745,99	Q 10,31	Q 69 566,77
2	Replanteo topográfico	kml	4,4973	Q 2 104,54	Q 9 464,76
3	Bodega provisional de 7.00m x 4.00m	Unidad	1	Q 7 770,67	Q 7 770,67
CLORADOR					
4	Clorador	UNIDAD	1	Q 11 595,71	Q 11 595,71
RED DE DISTRIBUCIÓN					
5	Tubería PVC 250 PSI Ø 2 1/2" incluye accesorios	ml	338,87	Q 164,27	Q 55 664,60
6	Tubería PVC 250 PSI Ø 2" incluye accesorios	ml	1696,46	Q 127,09	Q 215 600,72
7	Tubería PVC 250 PSI Ø 1 1/2" incluye accesorios	ml	1225,53	Q 109,72	Q 134 465,26
8	Tubería PVC 250 PSI Ø 1 1/4" incluye accesorios	ml	229,49	Q 105,45	Q 24 199,13
9	Tubería PVC 250 PSI Ø 1" incluye accesorios	ml	620,55	Q 94,26	Q 58 490,73
10	Tubería PVC 250 PSI Ø 3/4" incluye accesorios	ml	126,43	Q 96,72	Q 12 228,53
11	Tubería PVC 250 PSI Ø 1/2" incluye accesorios	ml	260	Q 88,09	Q 22 903,74
12	Caja válvula de compuerta	Unidad	10	Q 1 891,79	Q 18 917,90
13	Caja válvula de limpieza	Unidad	3	Q 2 329,56	Q 6 988,68
14	Caja rompe-presión	Unidad	5	Q 9 574,36	Q 47 871,78
CONEXIÓN DOMICILIAR					
15	Conexión domiciliar	Unidad	241	Q 1 635,39	Q 394 128,05
TOTAL					Q 1 089 857,02

Fuente: elaboración propia, usando Microsoft Excel 2016.

2.2.12. Cronograma físico-financiero

El cronograma físico-financiero, muestra el avance físico propuesto en la ejecución del proyecto y la cantidad del costo que se necesitará cubrir en ese tiempo determinado en meses. Para una mejor visualización del cronograma del proyecto del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, se presenta en el apartado apéndice al final de este informe.

CONCLUSIONES

1. Los diseños de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo y el diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, representan gran inversión financiera por parte del municipio para lograr mejorar su infraestructura relacionada con los aspectos de sanidad y así lograr una mejor condición de vida para sus habitantes.
2. El diseño del sistema de alcantarillado en el caserío Cerro Alto cuenta con 3 835,02 metros lineales de tubería PVC que comprende diámetros de 6,8 y 10 pulgadas respectivamente. Así también 184 pozos de visita, siendo esta una cantidad muy grande, debido a la pendiente que se tienen en los ramales secundarios en su mayoría. Tomando en cuenta que los ramales principales tendrán su desfogue propuesto en plantas de tratamiento para aguas residuales. Así también cuenta con su respectiva conexión domiciliar para cada vivienda. Todo esto es necesario para brindar una condición de saneamiento adecuado en la comunidad. Cabe hacer mención que las viviendas no conectadas al sistema de alcantarillado contarán con letrinas aboneras, garantizando así un saneamiento total en la comunidad.
3. En cuanto al diseño del sistema de alcantarillado en el Escudo del Tianguesillo, cuenta con 652,77 metros lineales de tubería PVC que comprende un solo diámetro de 24 pulgadas. Así también 6 pozos de visita, tomando en cuenta que este sistema tiene su desfogue a otro sistema a través de pozo de visita existente. También cuenta con la

respectiva conexión domiciliar para cada vivienda comprendida en el diseño.

4. El diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto cuenta con 4 497,30 metros lineales de tubería PVC que comprende diámetros de 2 1/2, 2, 1 1/2, 1 1/4, 1, 3/4 pulgada para los ramales principales. Cuenta también con las obras de arte necesarias en el diseño hidráulico ubicadas en lugares específicos de los ramales, siendo estas: cajas rompe-presión, válvulas de compuerta y de limpieza. Incluye conexión domiciliar para cada vivienda comprendida en el diseño.
5. A continuación se presentan los costos totales de los diseños de los proyectos realizados:
 - Diseño del alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto con un valor de: Q 5 613 418,83.
 - Letrinización en el caserío Cerro Alto: Q 888 222,78.
 - Diseño del alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo: Q 2 400 441,84.
 - Diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto: Q 1 089 857,02.
6. El cronograma físico-financiero muestra el monto total por mes necesario para cubrir gastos de ejecución. El tiempo estimado del proyecto de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto es de 13 meses, mientras que el proyecto de letrinización es de 6 meses, el tiempo estimado del

proyecto de alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo es de 5 meses, y el proyecto del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto es de 10 meses.

RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Chimaltenango y a los comités de desarrollo locales del caserío Cerro Alto y Escudo del Tianguesillo.

1. En todo proyecto de ingeniería civil, se debe garantizar la supervisión técnica durante todo el proceso constructivo de los proyectos, debido a que se deben cumplir las especificaciones técnicas y controlar la calidad de los materiales, para garantizar la seguridad de las obras.
2. Tomar en cuenta que durante la etapa de construcción de los proyectos se debe garantizar seguridad para los habitantes de las comunidades, debido a que los proyectos son realizados en calles principales o vecinales que regularmente son transitadas diariamente. Así como velar por cumplir los aspectos ambientales durante el proceso de ejecución de los proyectos, esto descrito en la evaluación ambiental inicial de cada uno.
3. En cuanto al sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto, tener en cuenta que el desfogue del sistema debe ser a una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con los tratamientos necesarios para garantizar el cumplimiento del Acuerdo Gubernativo número 236-2006 (Marn). Por lo que se debe tener como prioridad inmediata la construcción de las plantas de tratamiento de aguas residuales sugeridas para el sistema de alcantarillado sanitario.

4. Para el diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, previamente se realizaron los análisis: físicoquímico sanitario y bacteriológico a una muestra de agua de un grifo de una vivienda del lugar, de los cuales se obtuvieron valores de dureza y manganeso en límites máximos permisibles. Es necesario realizar un estudio para determinar si existe la necesidad del contar con una planta de tratamiento de agua potable, para eliminar este tipo de sustancias garantizando la potabilización del agua extraída del pozo mecánico. En ese caso serán ingenieros sanitarios los facultados para diseñar el tratamiento respectivo, de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria y Recursos Hidráulicos (ERIS) de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

5. Tomar en cuenta la inspección y mejoramiento de los sistemas actuales en cuanto al sistema de agua potable: pozo mecánico, línea de impulsión y tanque de distribución verificando que se encuentren en funcionamiento óptimo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Amanco. *Manual de Diseño NOVAFORT Y NOVALOC, Tubería para alcantarillado sanitario y pluvial*. Guatemala. 2018. 46 pp.
2. Comisión Guatemalteca de Normas. *Coguanor NGO 29 001:99*. Guatemala. 1985. 15 pp.
3. Comisión Nacional del Agua (Conagua). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado sanitario*. Coyoacán, México, D.F., 2009. 84 p.
4. GARCÍA, A., ROSIQUE, M., SESGADO, F. *Topografía básica para ingenieros*. Murcia, España: Servicio de Publicaciones, Universidad de Murcia, España, 1994. 5 p.
5. Instituto de Fomento Municipal (Infom). *Normas generales para el diseño de alcantarillados*. Guatemala, 2001. 23 pp.
6. Instituto de Fomento Municipal y Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (Infom-MSPAS). *Guía de normas sanitarias para el diseño de sistemas rurales de abastecimiento de agua para consumo humano*. Guatemala: MSPA, 2011. 64 pp.
7. Instituto de Fomento Municipal y Unidad Ejecutor del Programa de Acueductos Rurales (INFOM-UNEPAR). *Guía para el diseño de*

abastecimiento de agua potable a zonas rurales. 2da ed.
Guatemala: INFOM, 1997. 63 pp.

8. LOZANO-RIVAS, W., LOZANO BRAVO, G. *Potabilización del agua. Principios de diseño, control de procesos y laboratorio*. 1ra ed. Bogotá, Colombia: Dirección de Publicaciones y Comunicación Gráfica de la Universidad Piloto de Colombia. 2015. 13 pp.
9. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social (MSPAS). *Guía para la preparación, construcción y supervisión de abastecimientos de agua potable y saneamiento*. Guatemala, 1991. 159 pp.
10. Municipalidad de Chimaltenango, Dirección Municipal de Planificación. *Plan de Desarrollo Chimaltenango, Chimaltenango. Chimaltenango*. Guatemala. 2010. 104 pp.
11. Organización Panamericana de la Salud, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS). *Especificaciones técnicas para la construcción de letrinas de procesos secos*. Lima, Perú: 2005. 26 pp.
12. _____. *Guías para el diseño de tecnologías de alcantarillado*. Lima, Perú, 2005. 1-73 pp.
13. ROMÁN, P., MARTÍNEZ, M., PANTOJA, A. *Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, Chile. 2013. 43 pp.

14. Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado (SIAPA). *Criterios y lineamientos técnicos para factibilidades. Alcantarillado Sanitario, Capítulo 3.* Guadalajara, Jalisco, México, 2003. 21 p.

15. ZAMORA VALLADARES, Julio César. *Introducción de agua potable por gravedad, letrización y estufas mejoradas, de la aldea Chimaxyat, departamento de Alta Verapaz.* Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 2011. 68 pp.

APÉNDICES

- Apéndice 1. **Diseño hidráulico de los sistemas de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Diseño hidráulico de los sistemas de alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo, del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Diseño hidráulico del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.)
 Ubicación: Caserio Cerro Alto, Chimaltenango

Diseño hidráulico sistema de distribución de agua potable, caserio Cerro Alto, Chimaltenango

Datos de diseño	
Pa	13561 hab.
Pop. de diseño	2486 hab.
No. total de viviendas	241 viviendas
Tiempo de crecimiento	2.77%
Distancia	104 m

EST	PO	Cota		Longitud de tubo (m)	Fch. Meta	Crest (ft)	Crest (m)	Ond. (ft)	Ond. (m)	C	p (ft)	p (m)	Ø interno (pulg)	Ø interno (mm)	V (m/s)	Cota		Presión		Presión estática		Tubo PVC	Observaciones
		Inicial	Final													Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
RAMAL 1	E-5	392.46	392.46	74.99	1445	1.53	3.07	3.07	0.93	150	1.27	2.5	2.655	0.89	0.36	392.46	391.97	0.00	31.05	0.00	31.04	15	Tubería 250 PSI
RAMAL 1	E-5	392.46	392.52	74.99	1445	1.53	3.07	3.07	0.93	150	1.71	2	2.192	5.75	1.28	390.02	394.77	0.00	31.38	0.00	31.38	34	Tubería 250 PSI + Cella compresión E-5
RAMAL 1	E-5	392.46	392.52	182.22	1445	1.53	3.07	3.07	0.93	150	1.53	1.5	1.754	5.37	1.05	392.46	394.77	0.00	31.38	0.00	31.38	34	Tubería 250 PSI
RAMAL 1	E-5	331.08	331.08	182.22	767	0.62	1.64	1.64	0.50	150	1.67	1.2	1.784	3.05	1.05	331.08	334.66	10.31	46.50	25.43	65.88	72	Tubería 250 PSI
RAMAL 1	E-5	331.08	331.08	406.71	767	0.62	1.64	1.64	0.50	150	1.67	1.2	1.784	3.05	1.05	331.08	334.66	40.93	43.24	65.86	67.22	57	Tubería 250 PSI
RAMAL 1	E-4	304.08	304.08	303.38	767	0.62	1.64	1.64	0.50	150	1.67	1.2	1.784	3.05	1.05	304.08	307.66	40.93	43.24	65.86	67.22	57	Tubería 250 PSI
RAMAL 1	E-4	293.30	293.30	352.72	767	0.62	1.64	1.64	0.50	150	1.67	1.2	1.784	3.05	1.05	293.30	307.66	40.93	43.24	65.86	67.22	57	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13	341.38	341.75	348.28	679	0.71	1.41	1.95	1.41	150	1.43	2	2.192	2.46	0.56	342.77	352.29	32.38	36.53	19.13	38.77	62	Tubería 250 PSI
RAMAL 1.1	E-13																						

Apéndice 4. **Cronogramas físico-financiero del sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto, del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

.Apéndice 5. **Cronogramas físico-financiero del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia.

Universidad de San Carlos de Guatemala
 Facultad de Ingeniería
 Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S)
 Ubicación: Caserío Cerro Alto, Chimaltenango

Cronograma físico-financiero del proyecto del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango.

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	SUB-TOTAL	
TRABAJOS PRELIMINARES															
1	Limpeza y campo	m2	6745.99	Q 77,696.43										Q 77,696.43	
2	Replanteo topográfico	km	4.4873	Q 10,275.23										Q 10,275.23	
3	Bodega provisional de 7.00 m x 4.00 m	Unidad	1	Q 7,917.47										Q 7,917.47	
4	Clavador	Unidad	1	Q 11,902.58										Q 11,902.58	
RED DE DISTRIBUCIÓN															
5	Tubería PVC 250 PSI Ø 2 1/2" incluye accesorios	m	338.87	Q 27,930.44	Q 27,930.44									Q 27,930.44	
6	Tubería PVC 250 PSI Ø 2" incluye accesorios	m	1896.49	Q 41,922.72	Q 41,922.72	Q 41,922.72	Q 62,884.07	Q 62,884.07	Q 62,884.07	Q 62,884.07				Q 356,343.11	
7	Tubería PVC 250 PSI Ø 1 1/2" incluye accesorios	m	1235.53	Q 99,034.37	Q 29,517.18	Q 29,517.18	Q 29,517.18							Q 298,137.46	
8	Tubería PVC 250 PSI Ø 1 1/4" incluye accesorios	m	239.49					Q 27,465.04						Q 43,247.32	
9	Tubería PVC 250 PSI Ø 1" incluye accesorios	m	620.95						Q 11,380.61	Q 11,380.61				Q 109,868.14	
10	Tubería PVC 250 PSI Ø 3/4" incluye accesorios	m	126.43								Q 6,354.56			Q 22,761.23	
11	Tubería PVC 250 PSI Ø 1/2" incluye accesorios	m	8,987.1									Q 6,354.56		Q 44,481.90	
12	Caja válvula de compuerta	Unidad	10	Q 2,379.66										Q 23,796.60	
13	Caja válvula de limpieza	Unidad	3	Q 9,741.22										Q 29,223.66	
14	Caja rompedora	Unidad	5	Q 9,741.22										Q 48,706.10	
CONEXION CONVENCIONAL															
15	Consultar detallar	Unidad	241	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 35,462.00	Q 85,238.11	
				Q 10,173.37	Q 115,036.46	Q 141,258.48	Q 148,778.61	Q 174,816.95	Q 188,882.51	Q 189,207.17	Q 132,261.79	Q 128,799.06	Q 124,353.36	Q 142,077.77	
				TOTAL											
				Q 10,173.37	Q 115,036.46	Q 141,258.48	Q 148,778.61	Q 174,816.95	Q 188,882.51	Q 189,207.17	Q 132,261.79	Q 128,799.06	Q 124,353.36	Q 142,077.77	Q 1,576,366.59

Apéndice 6. **Juego de Planos de los proyectos: diseño del alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto del municipio de Chimaltenango**

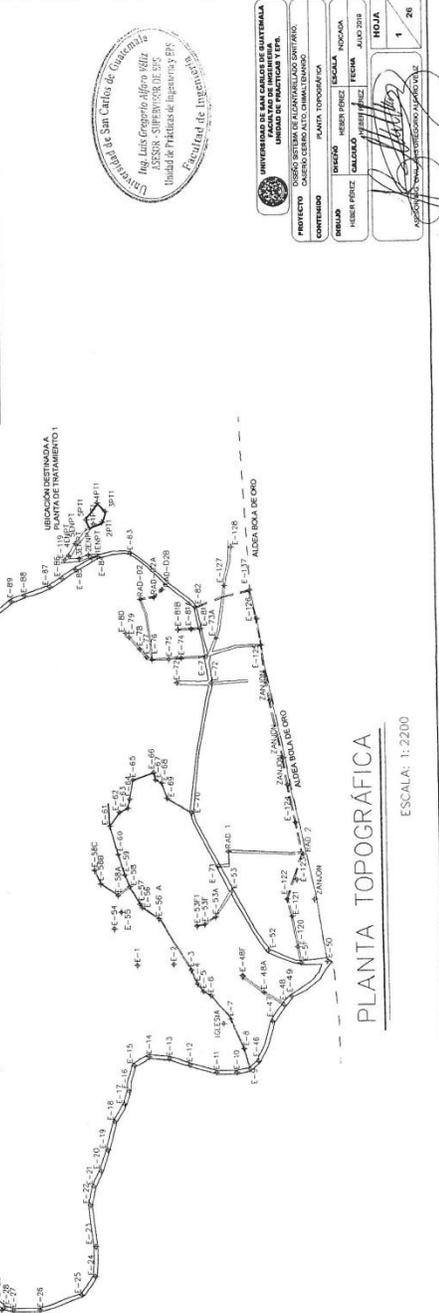
Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

LIBRETA TOPOGRÁFICA	
FECHA	HEMISFERIO
1972	N
1973	N
1974	N
1975	N
1976	N
1977	N
1978	N
1979	N
1980	N
1981	N
1982	N
1983	N
1984	N
1985	N
1986	N
1987	N
1988	N
1989	N
1990	N
1991	N
1992	N
1993	N
1994	N
1995	N
1996	N
1997	N
1998	N
1999	N
2000	N
2001	N
2002	N
2003	N
2004	N
2005	N
2006	N
2007	N
2008	N
2009	N
2010	N
2011	N
2012	N
2013	N
2014	N
2015	N
2016	N
2017	N
2018	N
2019	N
2020	N

LIBRETA TOPOGRÁFICA	
FECHA	HEMISFERIO
1972	N
1973	N
1974	N
1975	N
1976	N
1977	N
1978	N
1979	N
1980	N
1981	N
1982	N
1983	N
1984	N
1985	N
1986	N
1987	N
1988	N
1989	N
1990	N
1991	N
1992	N
1993	N
1994	N
1995	N
1996	N
1997	N
1998	N
1999	N
2000	N
2001	N
2002	N
2003	N
2004	N
2005	N
2006	N
2007	N
2008	N
2009	N
2010	N
2011	N
2012	N
2013	N
2014	N
2015	N
2016	N
2017	N
2018	N
2019	N
2020	N

LIBRETA TOPOGRÁFICA	
FECHA	HEMISFERIO
1972	N
1973	N
1974	N
1975	N
1976	N
1977	N
1978	N
1979	N
1980	N
1981	N
1982	N
1983	N
1984	N
1985	N
1986	N
1987	N
1988	N
1989	N
1990	N
1991	N
1992	N
1993	N
1994	N
1995	N
1996	N
1997	N
1998	N
1999	N
2000	N
2001	N
2002	N
2003	N
2004	N
2005	N
2006	N
2007	N
2008	N
2009	N
2010	N
2011	N
2012	N
2013	N
2014	N
2015	N
2016	N
2017	N
2018	N
2019	N
2020	N

LIBRETA TOPOGRÁFICA	
FECHA	HEMISFERIO
1972	N
1973	N
1974	N
1975	N
1976	N
1977	N
1978	N
1979	N
1980	N
1981	N
1982	N
1983	N
1984	N
1985	N
1986	N
1987	N
1988	N
1989	N
1990	N
1991	N
1992	N
1993	N
1994	N
1995	N
1996	N
1997	N
1998	N
1999	N
2000	N
2001	N
2002	N
2003	N
2004	N
2005	N
2006	N
2007	N
2008	N
2009	N
2010	N
2011	N
2012	N
2013	N
2014	N
2015	N
2016	N
2017	N
2018	N
2019	N
2020	N



ESCALA: 1:2200

PLANTA TOPOGRÁFICA



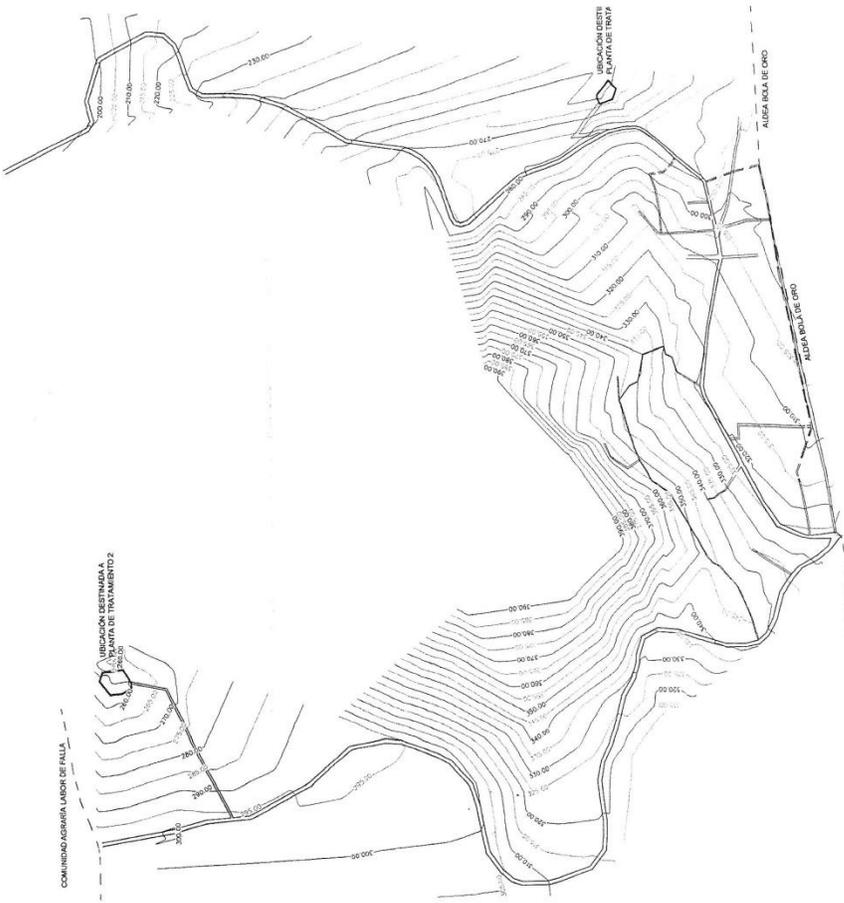
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 UNIDAD DE HIDRÁULICA, ALCANZARILLAS Y EPS

PROYECTO: CANTON CERRILLO CHIMEL, GUATEMALA

CONTENIDO: PLANTA TOPOGRÁFICA

FECHA: JUNIO 2019

HOJA: 1 DE 26



SIMBOLOGÍA

	CURVA DE NIVEL
	CALLE
	CONDUCCIÓN DE ALTA TENSIÓN
	FRONTERA
	FRONTERA DE LA COMUNIDAD
	FRONTERA DE LA COMUNIDAD DE LA UNIÓN DE FALLA
	FRONTERA DE LA COMUNIDAD DE LA UNIÓN DE FALLA



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
UNIDAD DE PRÁCTICAS Y EPS
UNIDAD DE PRÁCTICAS Y EPS

PROYECTO: **DESARROLLO DE ALTERNATIVAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA COMUNIDAD DE LA UNIÓN DE FALLA**

CONTENIDO: **PLANTA DE CURVAS DE NIVEL**

SEMESTRE: **VI** GRUPO: **01** ESCALA: **N/C**

FECHA: **15/05/2019**

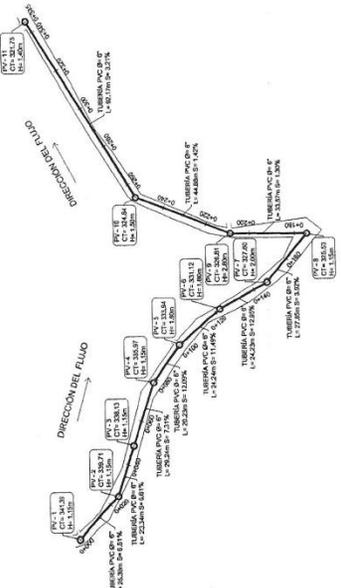
ALDEA BOZA DE ORO

PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

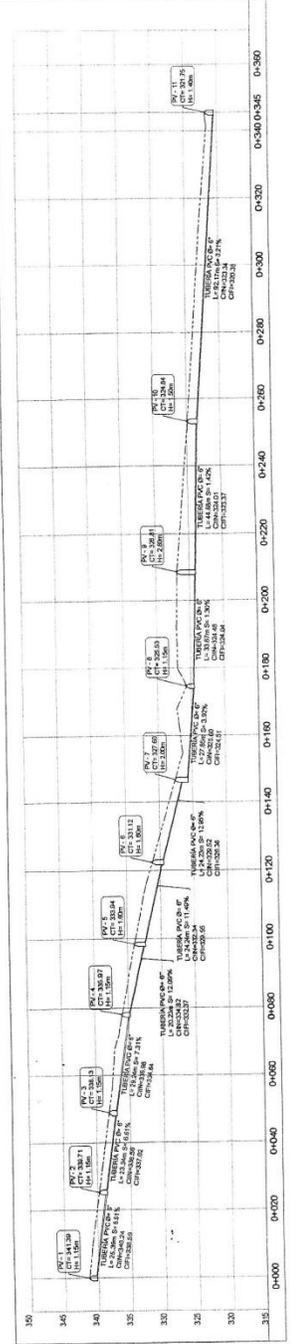
ESCALA: 1:2200



SIMBOLOGÍA	
—	CALLE PRINCIPAL, TERMINADA
- - -	CALLE AUXILIAR, TERMINADA
- - -	VIA PROYECTADA, TERMINADA
○	POZO DE BOMBEO, PLANTA
○	TURBINA P.V.C.
○	POZO DE BOMBEO, P.V.C.
○	COTA DE BOMBEO
○	ALTA DE ACUÓFORO
○	COTA INVENT. ACUÓF.
○	COTA INVENT. FINAL
○	PRESENTE DE LA TURBINA



PLANTA RAMAL 1 DE PV-1 A PV-11
ESCALA: 1:750



PEFIL RAMAL 1 DE PV-1 A PV-11
ESCALA H: 500
ESCALA V: 250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
INSTITUTO GUATEMALTECO DE AGROPECUARIO SANEAMIENTO Y PRACTICAS Y EPZ
PROYECTO: CAMBIO CERRADO AL CERRO TENAMUQUE
CONTENIDO: MAQUILAS DE CERROS Y CERRONTES
UBICACION: MAQUILAS DE CERROS Y CERRONTES
HEBERR: HERRERA
FECHA: AÑO 2019
ESCALA: INDICADA
HOJA: 4 DE 26



Apéndice 7. **Juego de planos de los proyectos: diseño del alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

UNIVERSIDAD	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
INSTITUTO	INSTITUTO DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
CARRERA	CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
ASIGNATURA	ASIGNATURA DE DISEÑO DE CARRETERAS
FECHA	FECHA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 Instituto de Ingeniería
 Facultad de Ingeniería Civil
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y P.E.S.
 Ing. Luis Guillermo Alfaro Alfaro
 ASesor - SUPERVISOR N.º 105



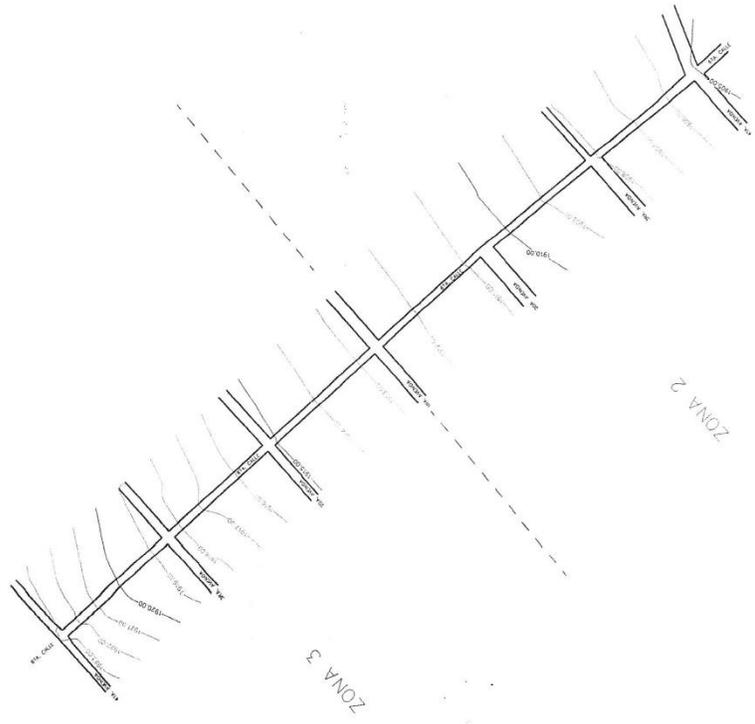
PROYECTO: DISEÑO DEL TRAZADO DE LA CARRETERA EN LAS ZONAS 2 Y 3 DEL MUNICIPIO DE SAN CARLOS, DEPARTAMENTO DE SAN CARLOS, GUATEMALA.

CONTENIDO: PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

DESARROLLADO POR: HEBER PEREZ
 CALIFICADO POR: HEBER PEREZ
 FECHA: AÑO 2018

INSTITUTO DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL
 FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 UNIDAD DE PRACTICAS DE INGENIERIA Y P.E.S.

HOJA 2 DE 5

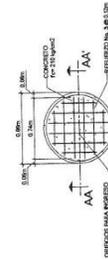


PLANTA DE CURVAS DE NIVEL

ESCALA: 1:1250

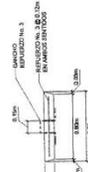
ESPECIFICACIONES

- MANTENIMIENTO 0.000 (FS)
- PROPORCIÓN DE MEZCLA: CEMENTO, ARENA Y PIEDRÓN (1:2:3)
- REFUERZO $m^2=2000 \text{ kg/m}^2$ (GRADO 40). LA NOMENCLATURA "REFUERZO" HACE REFERENCIA A LA VARILLA DE ACERO. "ESTRIB" HACE REFERENCIA A ESTRIBOS. "ESLAB" HACE REFERENCIA A ESLABONES.
- EL NÚMERO DE LA VARILLA (BARRA) DE ACERO ES DE ACUERDO A LA TABLA QUE SE ENCUENTRA EN EL ANEXO N.º 3
- EL MORTERO A UTILIZAR EN EL LEVANTADO DE LA SILLETA SERÁ DE SABRETA, CEMENTO Y ARENA PARA COLECTOR LIGADO A
- LA PROFUNDIDAD DE LA SILLETA DEBEN SER DE 10 CM
- NO MAS DE 3.00m DE PROFUNDIDAD
- LA COLOCACION Y ACCESORIOS DE LA SILLETA SERÁN DE ACERO AL MANGANO DE DISEÑO NOVAFORT Y NOVALOC DE AMALCO.
- ELEMENTOS PREFABRICADOS. SERÁN AQUELLOS QUE POR SU ORIGEN TIENEN MEDIDAS ESTANDARY NO SERÁN FABRICADOS EN OBRA.



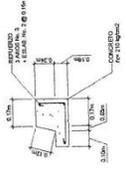
PLANTA TAPADERA

ESCALA 1:20



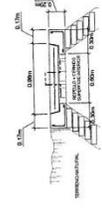
SECCIÓN AA-AA'

ESCALA 1:20



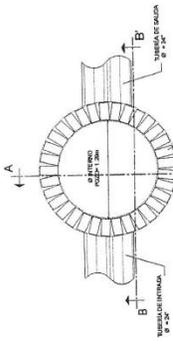
DETALLE DE BROCAL

ESCALA 1:20



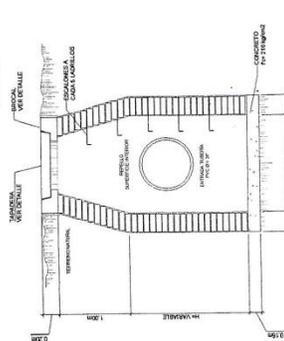
DETALLE TAPADERA Y BROCAL

ESCALA 1:20



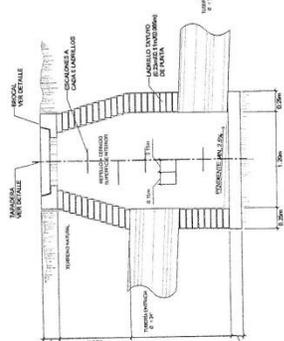
PLANTA POZO DE VISITA

ESCALA 1:20



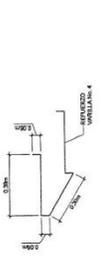
SECCIÓN A-A' POZO DE VISITA

ESCALA 1:20



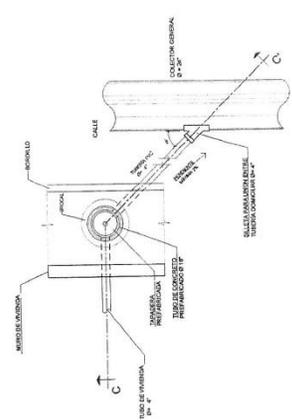
SECCIÓN A-A' POZO DE VISITA

ESCALA 1:20



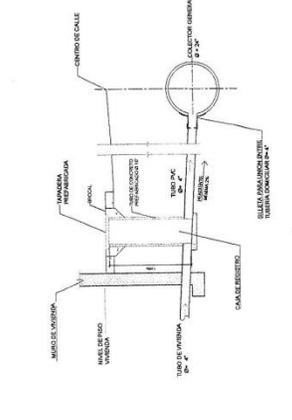
DETALLE DE ESCALON

ESCALA 1:20



PLANTA CONEXIÓN DOMICILIAR

ESCALA 1:20



SECCIÓN C-C TIPO I

ESCALA 1:20

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIVIL
PROYECTO: TENDIDO DEL TUBO DE VISITA PARA EL CALLE
DISEÑADO POR: [Signature]

FECHA: ABRIL 2018

ESCALA: INDICADA

HOJA: 4

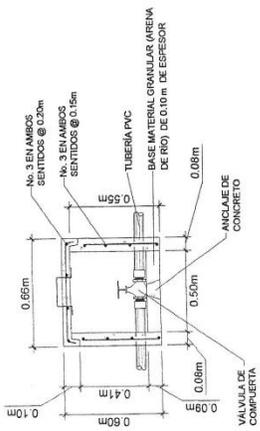
DE 5

Apéndice 8. **Plano de detalle constructivo de letrinas aboneras en el caserío Cerro Alto del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.

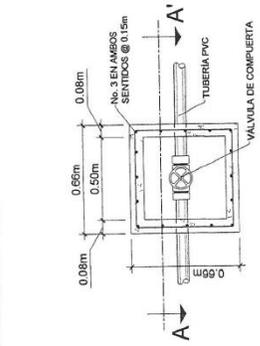
Apéndice 9. **Juego de planos del diseño del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto del municipio de Chimaltenango**

Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD Civil 3D 2015.



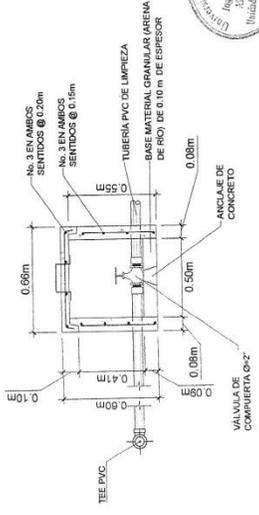
SECCIÓN A-A'
ESCALA: 1:10

LAS VALVULAS SE COLOCARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR SU DRENAJE. LAS PERDES INTERIORES SERAN ALASABETA PROPORCION 1 DE CEMENTO Y 2 DE ARENA DE RIO.



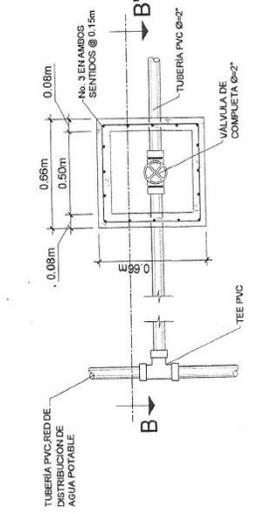
SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1:10

LAS VALVULAS SE COLOCARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR SU DRENAJE. LAS PERDES INTERIORES SERAN ALASABETA PROPORCION 1 DE CEMENTO Y 2 DE ARENA DE RIO.



SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1:10

LAS VALVULAS SE COLOCARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR SU DRENAJE. LAS PERDES INTERIORES IRAN ALISADAS CON SABIETA PROPORCION: 1 DE CEMENTO Y 3 DE ARENA DE RIO. LOS BUECOS HACEN REFERENCIA A LA VASILLA (BARRA) DE ACERO No. 3 HACEN REFERENCIA AL NUMERO DE VASILLA CORRESPONDIENTE A UN DIAMETRO DE 3/8 DE PULGADA.



SECCIÓN B-B'
ESCALA: 1:10

LAS VALVULAS SE COLOCARAN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR SU DRENAJE. LAS PERDES INTERIORES IRAN ALISADAS CON SABIETA PROPORCION: 1 DE CEMENTO Y 3 DE ARENA DE RIO. LOS BUECOS HACEN REFERENCIA A LA VASILLA (BARRA) DE ACERO No. 3 HACEN REFERENCIA AL NUMERO DE VASILLA CORRESPONDIENTE A UN DIAMETRO DE 3/8 DE PULGADA.

NOTA: EL DIAMETRO DE LAS VALVULAS DE LAS CAJAS COMPLETA DE LA TUBERIA DEBE SER DE 2 PULGADAS.

NOTA: EL DIAMETRO DE LAS VALVULAS DE LIMPIEZA Y LA TUBERIA SERA DE 2 PULGADAS.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE AGUA POTABLE
PROYECTO: OBRAS DE ABASTECIMIENTO
CONTENIDO: OBRAS DE ABASTECIMIENTO
REVISOR: HENRI PEREZ ESCALA: NACIONAL
DISEÑADOR: HENRI PEREZ CALCULO: HENRI PEREZ TECNICO: ALEJO 2019
FECHA: ABRIL 2019
FOLIO: 11 / 14
AUTOR: DR. LUIS ALVARO PASCUAL

ANEXOS

Anexo 1. Tablas de datos climáticos promedio mensuales de la estación meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango

Estación Meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.
Datos climáticos del año 2 000 al 2 019

Unidades de medida
 Temperatura - Grados Celsius (°C)
 Precipitación - Milímetros (mm)
 Humedad relativa - Porcentaje (%)
 Velocidad Viento - Kilómetros por hora (km/h)
 Dirección viento - Grados
 Presión atmosférica - Milímetros de mercurio (mm)

Año	Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Brillo solar Media	Radación Media	Evaporación Tanque total	Evaporación Piche total	Nubosidad Media	Dirección Viento Predominante	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presión Atmosférica Media	Temperatura Suelo 1
2000	1	22.3	6.5	99.9	0.0	1.1	99.9	99.9	2.1	5.7	16.8	2.9	99.9	99.9	
2000	2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	4	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	5	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	6	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	7	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	8	22.8	45.1	99.9	5.2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	9	19.5	16.8	99.9	4.6	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	10	22.4	15.8	99.9	1.3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	11	23.7	15.7	99.9	0.1	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2000	12	22.4	17.0	99.9	1.2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	1	22.8	8.3	99.9	0.1	8.2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	2	24.9	8.2	99.9	0.2	9.6	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	3	27.9	11.1	99.9	0.6	7.2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	4	27.0	10.7	99.9	0.6	7.4	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	5	25.4	15.1	99.9	18.1	2.2	7.3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	6	25.7	15.1	99.9	18.7	2.2	7.3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	7	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	10	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	11	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2001	12	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	1	24.6	7.9	99.9	14.2	0.8	8.1	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	2	24.9	8.7	99.9	1.8	0.1	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	3	25.3	8.7	99.9	14.5	0.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	4	25.6	9.3	99.9	15.8	0.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	5	26.2	12.0	99.9	16.5	3.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	6	24.5	13.2	99.9	16.4	7.3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	7	24.3	12.5	99.9	15.4	6.7	7.3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	
2002	8	11.6	-15.6	-0.2	2.2	99.9	99.9	4.3	99.9	6.6	99.9	99.9	99.9	99.9	

Observaciones
 Los numerales 1,2,3,4,5... hacen referencia al número de mes correspondiente es decir (1=Enero)
 Los datos con valor 99.9 son datos inexistentes por falta de instrumentación o tema administrativo ajeno al departamento encargado del INSIVUMEH.

Continuación de anexo 1.

Estación Meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.
Datos climáticos del año 2 000 al 2 019

Año	Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Brillo solar	Radiación Media	Evaporación Tanque Total	Evaporación Piche Total	Nubosidad Media	Dirección Viento Predominante	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presión Atmosférica Media	Temperatura Suelo 1
2002	9	23.3	11.7	-99.9	4.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2002	10	23.2	11.6	-99.9	3.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2002	11	22.4	8.7	12.8	1.7	-99.9	-99.9	4.2	-99.9	6.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2002	12	22.9	7.8	12.8	0.0	-99.9	-99.9	3.8	-99.9	6.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	1	22.4	7.8	12.0	0.1	3.9	-99.9	3.9	-99.9	6.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	2	24.2	7.1	13.1	0.2	8.6	-99.9	5.6	-99.9	6.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	3	25.6	10.4	14.3	2.4	5.2	-99.9	6.7	-99.9	6.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	4	27.5	11.6	15.2	1.2	-99.9	-99.9	6.1	-99.9	6.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	5	23.8	14.2	14.2	1.2	5.1	-99.9	5.3	-99.9	7.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	6	22.1	14.0	11.8	9.4	-99.9	-99.9	1.3	-99.9	7.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	7	24.7	13.4	15.6	5.2	-99.9	-99.9	5.1	-99.9	6.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	8	23.8	12.0	15.6	3.2	7.0	-99.9	4.6	-99.9	6.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	9	28.3	20.7	15.5	12.8	5.9	-99.9	5.8	-99.9	6.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	10	22.0	11.9	15.5	3.2	-99.9	-99.9	4.2	-99.9	7.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	11	21.7	10.8	14.4	1.2	-99.9	-99.9	4.2	-99.9	6.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2003	12	20.5	7.8	11.2	0.0	4.4	-99.9	4.5	-99.9	6.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	1	20.9	7.8	12.7	0.1	7.2	-99.9	3.5	-99.9	6.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	2	22.3	7.0	9.8	0.0	4.4	-99.9	5.4	-99.9	6.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	3	22.3	9.9	15.7	1.0	7.2	-99.9	6.5	-99.9	6.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	4	22.1	11.1	0.4	1.1	9.0	-99.9	3.5	-99.9	5.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	5	22.3	13.0	8.7	5.7	-99.9	-99.9	5.4	-99.9	7.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	6	22.8	15.3	17.9	5.3	-99.9	-99.9	4.8	-99.9	7.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	7	22.1	14.0	2.6	4.1	6.1	-99.9	4.4	-99.9	7.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	8	22.1	13.8	18.7	2.9	3.5	-99.9	5.4	-99.9	6.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	9	22.0	14.9	18.7	9.3	-99.9	-99.9	5.7	-99.9	7.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	10	21.5	15.2	7.7	2.5	-99.9	-99.9	4.1	-99.9	7.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	11	20.8	12.6	9.5	0.2	-99.9	-99.9	4.6	-99.9	6.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2004	12	21.6	13.0	17.0	0.0	-99.9	-99.9	4.1	-99.9	8.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	1	20.5	8.9	15.8	0.0	8.4	-99.9	4.4	-99.9	6.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	2	21.9	11.0	18.5	0.0	8.4	-99.9	6.4	-99.9	6.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	3	22.0	13.3	20.2	0.1	7.0	-99.9	3.0	-99.9	6.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	4	21.5	13.3	-99.9	0.2	-99.9	-99.9	0.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	5	18.9	14.2	18.6	4.1	-99.9	-99.9	4.8	-99.9	7.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	6	18.3	15.1	17.8	12.8	-99.9	-99.9	7.8	-99.9	7.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	7	19.7	13.9	-99.9	8.0	-99.9	-99.9	5.7	-99.9	7.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	8	19.0	14.2	-99.9	5.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	9	18.7	14.5	-99.9	4.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	10	17.7	14.0	-99.9	6.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	11	16.0	12.2	-99.9	0.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2005	12	16.6	11.1	-99.9	0.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	1	16.7	10.1	15.6	0.5	-99.9	-99.9	3.9	-99.9	6.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	2	17.4	8.1	14.6	0.0	-99.9	-99.9	5.2	-99.9	6.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	3	18.2	10.0	15.4	0.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	4	20.4	12.0	19.4	1.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	5	20.7	15.7	-99.9	4.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	6	20.4	16.8	-99.9	14.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9

Continuación del anexo 1.

Estación Meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.
Datos climáticos del año 2 000 al 2 019

Año	Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Brillo solar	Radiación Media	Evaporación Tanque Total	Evaporación Piche Total	Subsistencia Media	Dirección Viento Predominante	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presión Atmosférica Media	Temperatura Suelo 1
2006	7	20.4	15.5	-99.9	7.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	8	19.2	11.1	-99.9	4.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	9	18.0	14.8	-99.9	7.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	10	17.6	13.9	-99.9	7.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	11	16.1	11.9	-99.9	0.5	3.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2006	12	16.8	12.5	-99.9	0.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2007	1	16.7	10.1	-99.9	0.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	102.5	7.2	-99.9	-99.9	-99.9
2007	2	18.5	8.4	-99.9	0.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	78.4	5.0	-99.9	-99.9	-99.9
2007	3	19.3	10.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	125.4	5.6	-99.9	-99.9	-99.9
2007	4	18.9	11.4	-99.9	0.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	96.0	5.5	-99.9	-99.9	-99.9
2007	5	19.0	11.5	-99.9	2.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	95.8	4.3	-99.9	-99.9	-99.9
2007	6	18.3	12.6	-99.9	6.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	90.3	3.5	-99.9	-99.9	-99.9
2007	7	18.3	12.5	-99.9	4.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	90.0	3.6	-99.9	-99.9	-99.9
2007	8	18.0	12.1	-99.9	5.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	90.0	3.8	-99.9	-99.9	-99.9
2007	9	19.4	14.1	-99.9	7.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	90.0	0.0	-99.9	-99.9	-99.9
2007	10	18.4	13.3	-99.9	4.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	93.2	3.4	-99.9	-99.9	-99.9
2007	11	16.9	12.5	-99.9	0.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	90.3	4.4	-99.9	-99.9	-99.9
2007	12	17.1	10.5	-99.9	0.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	90.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	1	16.0	9.7	-99.9	0.0	6.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.3	109.5	5.2	-99.9	-99.9
2008	2	17.9	10.8	-99.9	0.0	6.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.2	90.0	4.8	-99.9	-99.9
2008	3	18.8	12.1	-99.9	0.0	6.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.3	106.5	5.7	-99.9	-99.9
2008	4	19.7	12.7	-99.9	0.4	7.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.6	105.9	7.1	-99.9	-99.9
2008	5	20.0	13.9	-99.9	1.8	5.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.8	101.9	5.0	-99.9	-99.9
2008	6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	10	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	11	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2008	12	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9
2009	1	21.7	9.5	-99.9	16.1	0.0	6.2	-99.9	-99.9	-99.9	4.6	326.3	13.3	80.6	-99.9
2009	2	23.1	8.9	-99.9	16.4	0.2	8.3	-99.9	-99.9	-99.9	4.4	268.7	16.7	75.6	-99.9
2009	3	24.1	7.5	-99.9	17.0	0.0	1.6	-99.9	-99.9	-99.9	3.4	268.3	17.6	53.7	-99.9
2009	4	26.3	10.4	-99.9	19.6	0.3	3.7	-99.9	-99.9	-99.9	4.1	208.5	10.0	75.1	-99.9
2009	5	25.4	13.6	-99.9	19.5	4.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.8	221.5	4.1	81.6	-99.9
2009	6	24.9	13.7	-99.9	19.2	6.2	5.6	-99.9	-99.9	-99.9	6.1	129.3	5.2	83.6	-99.9
2009	7	24.3	13.8	-99.9	19.7	3.4	6.6	-99.9	-99.9	-99.9	5.5	291.2	6.5	81.2	-99.9
2009	8	24.3	13.3	-99.9	19.6	3.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.0	297.3	5.0	80.6	-99.9
2009	9	25.0	13.5	-99.9	19.6	5.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.0	273.6	4.2	81.8	-99.9
2009	10	24.7	12.8	-99.9	19.6	1.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.4	196.8	8.7	10.9	-99.9
2009	11	18.3	11.1	-99.9	18.3	4.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.4	286.5	4.4	27.6	-99.9
2009	12	23.1	9.1	-99.9	17.7	1.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.0	235.2	4.3	41.0	-99.9
2010	1	22.8	7.8	-99.9	16.9	0.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.2	262.7	5.6	85.7	-99.9
2010	2	26.1	10.6	-99.9	19.1	0.0	7.7	-99.9	-99.9	-99.9	4.6	235.3	6.0	65.6	-99.9
2010	3	25.9	10.3	-99.9	20.0	0.0	8.1	-99.9	-99.9	-99.9	3.5	187.5	6.6	77.9	-99.9
2010	4	26.6	12.3	-99.9	20.8	1.8	7.1	-99.9	-99.9	-99.9	4.5	172.2	7.1	83.8	-99.9

Continuación del anexo 1.

Estación Meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.
Datos climáticos del año 2 000 al 2 019

Año	Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Temperatura Media	Lluvia Media	Brillo solar Media	Radiación Media	Evaporación Tanque Total	Evaporación Piche Total	Nubosidad Media	Dirección Viento Predominante	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presión Atmosférica Media	Temperatura Suelo 1
2010	5	25.7	14.5	21.1	16.4	99.9	4.2	99.9	4.2	99.9	5.8	204.1	5.1	82.2	99.9	99.9
2010	6	24.1	14.0	19.8	10.5	99.9	4.0	99.9	4.0	99.9	6.5	207.6	4.7	74.8	99.9	99.9
2010	7	23.9	13.3	19.4	9.2	99.9	4.0	99.9	4.0	99.9	5.9	201.5	5.0	80.5	99.9	99.9
2010	8	23.8	14.0	19.3	12.2	99.9	4.0	99.9	4.0	99.9	7.0	187.5	4.5	89.0	99.9	99.9
2010	9	23.1	13.4	19.1	9.5	99.9	4.4	99.9	4.4	99.9	5.3	285.4	5.1	88.6	99.9	99.9
2010	10	22.6	9.6	18.3	1.5	99.9	4.4	99.9	4.4	99.9	5.4	243.9	6.4	87.2	99.9	99.9
2010	11	22.2	9.4	17.6	0.9	99.9	4.1	99.9	4.1	99.9	3.3	270.6	6.0	84.8	99.9	99.9
2010	12	22.2	5.7	15.8	0.1	99.9	4.7	99.9	4.7	99.9	3.4	281.6	7.5	82.7	99.9	99.9
2011	1	23.5	7.5	17.4	0.0	99.9	5.2	99.9	5.2	99.9	4.9	200.9	6.9	81.9	99.9	99.9
2011	2	24.3	9.3	18.0	0.2	99.9	5.7	99.9	5.7	99.9	4.0	264.5	7.8	78.5	99.9	99.9
2011	3	23.9	8.2	17.9	0.1	99.9	5.7	99.9	5.7	99.9	4.0	264.5	7.8	78.5	99.9	99.9
2011	4	26.2	10.5	20.1	0.4	99.9	5.8	99.9	5.8	99.9	4.5	209.4	7.3	77.8	99.9	99.9
2011	5	26.4	12.7	20.3	4.9	0.4	99.9	5.4	99.9	5.4	181.1	4.6	81.5	99.9	99.9	
2011	6	23.9	13.6	18.7	5.9	99.9	5.1	99.9	5.1	99.9	7.0	252.6	4.4	86.1	99.9	99.9
2011	7	23.8	13.6	18.7	5.7	99.9	4.8	99.9	4.8	99.9	6.5	250.3	4.3	87.8	99.9	99.9
2011	8	23.9	13.3	18.8	6.6	99.9	1.4	99.9	1.4	99.9	6.4	229.0	3.3	86.6	99.9	99.9
2011	9	23.7	13.4	18.5	7.1	99.9	1.2	99.9	1.2	99.9	6.4	219.3	4.9	88.0	99.9	99.9
2011	10	22.3	12.3	17.4	10.5	99.9	3.2	99.9	3.2	99.9	6.5	235.7	3.7	90.2	99.9	99.9
2011	11	23.0	9.5	17.1	0.6	7.2	99.9	99.9	99.9	99.9	4.5	309.6	4.1	86.1	99.9	99.9
2011	12	22.2	8.6	16.4	0.0	6.7	99.9	99.9	99.9	99.9	4.6	307.7	0.6	89.4	99.9	99.9
2012	1	22.3	8.8	16.2	0.1	6.8	99.9	99.9	99.9	99.9	4.6	256.9	4.3	86.3	99.9	99.9
2012	2	23.5	10.1	17.2	0.1	6.8	99.9	99.9	99.9	99.9	5.1	252.9	4.2	83.6	99.9	99.9
2012	3	24.8	8.3	17.5	0.2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	4.6	259.3	4.7	79.6	99.9	99.9
2012	4	25.3	10.4	18.7	3.2	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	5.1	210.6	4.4	80.3	99.9	99.9
2012	5	24.6	13.1	19.2	6.8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.1	190.7	3.7	83.2	99.9	99.9
2012	6	23.8	12.5	18.7	2.5	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.7	204.0	3.5	84.3	99.9	99.9
2012	7	23.9	12.0	18.6	2.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.2	291.2	3.0	85.0	99.9	99.9
2012	8	24.0	12.3	18.6	5.7	2.4	99.9	99.9	99.9	99.9	6.6	208.5	3.5	84.6	99.9	99.9
2012	9	23.2	12.1	18.2	3.6	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	5.5	268.5	3.5	85.5	99.9	99.9
2012	10	22.7	12.0	18.1	8.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.2	273.2	2.6	85.4	99.9	99.9
2012	11	21.5	7.7	16.3	0.3	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	5.0	348.3	3.0	84.0	99.9	99.9
2012	12	22.9	7.1	16.1	0.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	3.8	287.4	4.0	79.5	99.9	99.9
2013	1	22.7	9.6	16.7	0.1	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	5.5	304.8	4.1	80.6	99.9	99.9
2013	2	24.7	8.8	17.3	0.0	8.4	99.9	99.9	99.9	99.9	4.1	248.5	4.3	78.6	99.9	99.9
2013	3	24.7	8.4	17.4	0.8	7.9	99.9	99.9	99.9	99.9	3.9	281.9	4.4	77.5	99.9	99.9
2013	4	26.1	10.6	19.2	0.2	7.9	99.9	99.9	99.9	99.9	4.1	198.3	3.8	79.2	99.9	99.9
2013	5	24.8	12.1	18.9	5.1	6.0	99.9	99.9	99.9	99.9	5.6	250.5	3.1	83.4	99.9	99.9
2013	6	23.6	13.2	18.9	5.8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.4	252.3	2.3	84.8	99.9	99.9
2013	7	23.4	12.7	18.7	3.8	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.1	288.3	2.3	84.5	99.9	99.9
2013	8	23.7	12.4	18.5	5.1	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.1	273.5	2.3	83.3	99.9	99.9
2013	9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9
2013	10	23.2	13.1	18.6	5.7	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	6.4	290.6	2.4	84.3	99.9	99.9
2013	11	22.0	10.9	17.7	0.0	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	5.7	297.3	2.5	84.8	99.9	99.9
2013	12	19.7	8.9	16.8	0.5	99.9	99.9	99.9	99.9	99.9	5.3	302.5	2.7	84.1	99.9	99.9

Continuación del anexo 1.

Estación Meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.
Datos climáticos del año 2 000 al 2 019

Año	Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Brillo solar	Radiación Media	Evaporación Tanque Total	Evaporación Piche Total	Nubosidad Media	Dirección Viento Predominante	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presión Atmosférica Media	Temperatura Suelo 1
2014	1	20.9	7.1	16.5	0.0	7.7	-99.9	-99.9	-99.9	4.3	295.0	3.2	80.8	-99.9	-99.9
2014	2	24.3	8.1	17.8	0.0	4.2	-99.9	-99.9	-99.9	4.5	343.9	2.2	78.3	-99.9	-99.9
2014	3	25.7	9.7	19.1	0.5	4.8	-99.9	-99.9	-99.9	3.9	279.0	2.5	78.4	-99.9	-99.9
2014	4	25.9	10.5	19.8	0.2	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.2	243.6	3.3	77.6	-99.9	-99.9
2014	5	24.5	13.4	19.7	3.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.6	187.3	2.5	79.4	-99.9	-99.9
2014	6	23.4	12.8	19.3	12.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	7.0	265.5	2.1	80.3	-99.9	-99.9
2014	7	24.4	12.5	19.6	0.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.8	274.1	2.5	80.4	-99.9	-99.9
2014	8	24.3	11.5	19.4	3.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.2	270.6	2.1	79.4	-99.9	-99.9
2014	9	23.4	12.3	18.8	7.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	7.1	238.8	2.3	81.1	-99.9	-99.9
2014	10	22.7	11.4	18.3	7.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.6	263.0	2.4	83.3	-99.9	-99.9
2014	11	22.0	8.9	17.4	1.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.4	287.3	3.1	82.3	-99.9	-99.9
2014	12	22.0	7.7	16.7	0.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.4	331.3	2.8	80.3	-99.9	-99.9
2015	1	21.6	7.2	16.1	0.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.7	319.6	3.4	80.2	-99.9	-99.9
2015	2	22.8	7.7	16.8	0.1	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.3	321.4	2.6	79.7	-99.9	-99.9
2015	3	24.6	8.4	18.2	0.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.6	284.5	2.7	76.9	-99.9	-99.9
2015	4	26.8	11.7	20.4	0.4	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.1	264.3	2.4	76.5	-99.9	-99.9
2015	5	26.2	13.0	20.0	2.6	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.3	293.5	2.3	76.3	-99.9	-99.9
2015	6	24.3	13.1	19.1	7.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.4	324.0	2.3	80.6	-99.9	-99.9
2015	7	24.3	12.6	19.1	4.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.0	331.0	2.2	79.8	-99.9	-99.9
2015	8	25.3	12.0	19.5	2.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.3	304.8	2.2	77.5	-99.9	-99.9
2015	9	24.0	12.6	18.4	9.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	7.3	279.9	2.0	79.9	-99.9	-99.9
2015	10	24.1	12.2	18.8	5.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.0	215.7	2.2	81.0	-99.9	-99.9
2015	11	24.1	12.3	18.3	2.7	5.8	-99.9	-99.9	-99.9	6.3	294.0	2.1	80.9	-99.9	-99.9
2015	12	23.6	10.9	17.8	0.1	7.7	-99.9	-99.9	-99.9	4.3	318.4	2.5	80.2	-99.9	-99.9
2016	1	22.9	9.0	17.1	0.0	7.0	-99.9	-99.9	-99.9	4.7	296.1	3.3	79.8	-99.9	-99.9
2016	2	22.2	8.7	16.2	0.0	7.2	-99.9	-99.9	-99.9	5.2	330.5	4.3	80.1	-99.9	-99.9
2016	3	25.4	11.4	18.9	0.7	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	4.0	249.7	4.0	80.0	-99.9	-99.9
2016	4	26.7	12.3	19.7	1.9	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	3.7	254.3	3.3	81.2	-99.9	-99.9
2016	5	26.8	14.3	19.8	1.5	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.4	245.8	2.6	80.5	-99.9	-99.9
2016	6	24.3	14.0	18.6	5.8	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.4	264.0	2.2	80.5	-99.9	-99.9
2016	7	24.1	13.8	19.0	4.3	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.5	296.1	2.4	79.8	-99.9	-99.9
2016	8	24.6	13.4	19.2	2.7	7.1	-99.9	-99.9	-99.9	6.0	275.8	2.7	80.1	-99.9	-99.9
2016	9	23.8	13.0	18.7	5.1	5.6	-99.9	-99.9	-99.9	5.9	255.0	2.4	80.2	-99.9	-99.9
2016	10	23.9	12.1	18.5	1.0	-99.9	-99.9	-99.9	-99.9	6.0	287.4	2.5	79.3	-99.9	-99.9
2016	11	22.6	10.8	17.7	0.3	6.5	-99.9	-99.9	-99.9	5.0	285.0	3.3	79.3	-99.9	-99.9
2016	12	22.9	10.4	17.4	0.2	6.7	-99.9	-99.9	-99.9	4.6	279.7	6.6	80.1	-99.9	-99.9
2017	1	23.4	7.5	16.4	0.1	8.7	-99.9	-99.9	-99.9	3.5	299.0	5.6	79.0	-99.9	-99.9
2017	2	24.2	10.3	17.5	0.1	7.8	-99.9	-99.9	-99.9	4.6	263.6	4.9	81.0	-99.9	-99.9
2017	3	24.7	10.3	18.1	0.2	7.2	-99.9	-99.9	-99.9	4.6	287.4	4.8	79.4	-99.9	-99.9
2017	4	26.5	11.9	19.7	0.5	8.5	-99.9	-99.9	-99.9	4.0	261.0	5.1	80.5	-99.9	-99.9
2017	5	25.2	14.8	19.5	3.9	5.7	-99.9	-99.9	-99.9	6.5	246.8	2.9	80.6	-99.9	-99.9
2017	6	23.5	14.7	18.9	6.6	3.5	-99.9	-99.9	-99.9	7.3	267.0	2.5	80.4	-99.9	-99.9
2017	7	23.5	14.5	19.0	4.4	6.6	-99.9	-99.9	-99.9	5.9	313.5	2.5	81.1	-99.9	-99.9
2017	8	23.9	13.4	18.7	2.8	6.9	-99.9	-99.9	-99.9	5.7	278.7	2.6	80.8	-99.9	-99.9

Continuación del anexo 1.

Estación Meteorológica Alameda ICTA, Chimaltenango.
Datos climáticos del año 2 000 al 2 019

Año	Mes	Temperatura Máxima	Temperatura Mínima	Temperatura Media	Lluvia Media	Brillo solar	Radiación Media	Evaporación Tanque Total	Evaporación Piche Total	Nubosidad Media	Dirección Viento Predominante	Velocidad Viento Media	Humedad Relativa Media	Presión Atmosférica Media	Temperatura Suelo 1
2017	9	23,9	14,2	19,0	6,9	3,5	-99,9	3,8	-99,9	-99,9	243,0	2,6	81,4	-99,9	-99,9
2017	10	22,8	13,8	18,4	2,6	5,3	-99,9	-99,9	-99,9	6,5	284,5	2,4	82,0	-99,9	-99,9
2017	11	22,3	10,4	17,5	0,0	7,0	-99,9	3,7	-99,9	5,1	324,0	3,0	81,2	-99,9	-99,9
2017	12	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9	-99,9
2018	1	20,9	8,0	15,5	0,1	6,6	-99,9	3,8	-99,9	4,9	325,2	4,8	83,1	-99,9	-99,9
2018	2	23,8	9,3	17,5	0,1	8,1	-99,9	4,3	-99,9	4,0	321,4	3,4	82,0	-99,9	-99,9
2018	3	26,1	9,8	18,8	0,1	8,1	-99,9	-99,9	-99,9	3,9	284,5	3,4	80,4	-99,9	-99,9
2018	4	25,9	11,9	19,5	1,0	7,4	-99,9	4,6	-99,9	5,2	276,0	3,0	81,1	-99,9	-99,9
2018	5	25,4	14,3	20,2	4,8	6,1	-99,9	4,2	-99,9	6,1	267,1	2,4	81,5	-99,9	-99,9
2018	6	22,9	14,0	19,0	6,6	4,1	-99,9	3,3	-99,9	7,1	225,0	2,6	84,5	-99,9	-99,9
2018	7	24,4	13,8	19,7	0,9	8,0	-99,9	4,7	-99,9	5,3	296,1	3,2	82,0	-99,9	-99,9
2018	8	24,4	13,4	19,2	3,0	6,9	-99,9	4,0	-99,9	5,8	241,0	2,6	82,8	-99,9	-99,9
2018	9	24,2	14,3	19,4	2,8	5,5	-99,9	3,0	-99,9	6,5	279,0	2,4	84,3	-99,9	-99,9
2018	10	22,7	13,0	18,4	3,7	4,7	-99,9	-0,3	-99,9	6,5	238,1	2,5	84,6	-99,9	-99,9
2018	11	23,5	11,5	18,2	0,1	6,7	-99,9	3,9	-99,9	5,5	243,0	2,8	82,1	-99,9	-99,9
2018	12	22,9	8,2	16,8	0,0	8,4	-99,9	4,0	-99,9	4,0	290,3	4,0	81,7	-99,9	-99,9
2019	1	23,1	9,5	17,4	0,0	7,6	-99,9	4,1	-99,9	4,8	310,6	4,2	80,6	-99,9	-99,9

Fuente: Insivumeh.

Anexo 2. Evaluación Ambiental Inicial del proyecto sistema de alcantarillado sanitario en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):	
<p style="text-align: center;">Construcción sistema de alcantarillado sanitario y letrinas en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango</p>	
I.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
<p style="text-align: center;">El proyecto consta de la instalación de 3 835,02 m de tubería PVC ASTM F-949 de distintos diámetros, 184 pozos de visita y 191 conexiones domiciliarias y 50 letrinas aboneras secas.</p>	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal:	
<p style="text-align: center;">Carlos Alex Simaj Chan</p>	
B) De la empresa:	
Razón social: <u>Organización Gubernamental</u>	
Nombre Comercial: <u>Municipalidad de Chimaltenango</u>	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
Patente de Comercio	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
No. De Finca _____	Folio No. _____ Libro No. _____ de _____
Número de Identificación Tributaria (NIT): <u>297468-1</u>	
dónde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7961-6363		Correo electrónico: munidechimaltenango.gob.gt
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Caserío Cerro Alto, Chimaltenango, Chimaltenango.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
INICIO 15 P 736017,05 m E 1628132,37 m N		INICIO LAT 14°42'59,89" N LONG 90° 48' 28,71" O
FIN 15 P 736879,70 m E 1627929,74 m N		FIN LAT 14°42'53" N LONG 90° 47' 59,97" O
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
1ª. Calle 1 zona 2, Chimaltenango, Chimaltenango		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
MSc.Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades para realizar 1. Limpieza del terreno. 2. Topografía 3. Trazo para zanjeo. 4. Zanjeo de terreno. 5. Camas para tubería. 6. Construcción de pozos de visita 7. Colocación y alineación de tubería. 8. Compactación material de relleno en tubería. 9. Construcción de candelas domiciliarias. • Insumos necesarios 1. Palas, piochas, carretillas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades o procesos 2. Limpieza del terreno. 3. Topografía 4. Trazo para zanjeo. 5. Zanjeo de terreno. 6. Camas para tubería. 7. Construcción de pozos de visita 8. Colocación y alineación de tubería. 9. Compactación material de relleno en tubería. 10. Construcción de candelas domiciliarias. 11. Materia prima e insumos 12. Palas, piochas, carretillas 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones por tomar en caso de cierre 1. Desalajo de maquinaria y equipo 2. Señalización en caso de dejar zanjas. 3. Limpieza del lugar de trabajo

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
 /marngambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<p>2. Materiales de construcción.</p> <p>3. 40 galones/día de gasolina</p> <p>4. 60 gal/día de Diesel</p> <p>5. 10 galones de refrigerante</p> <p>6. 25 galones lubricante</p> <p>7. Tubería PVC</p> <p>• Maquinaria</p> <p>1. Retroexcavadora</p> <p>2. Plato vibratorio</p> <p>• Otros de relevancia</p>	<p>13. 40 Galones/día de gasolina</p> <p>14. 60 galones/día de Diesel</p> <p>15. 25 galones lubricante</p> <p>16. 10 galones de refrigerante</p> <p>17. Tubería PVC</p> <p>18. Cal hidratada</p> <p>19. Material selecto(relleno)</p> <p>20. Cemento</p> <p>21. Arena</p> <p>22. Piedrín</p> <p>23. Ladrillo tayuyo</p> <p>24. Alambre amarre</p> <p>25. Madera</p> <p>26. Hierro corrugado</p> <p>27. Clavos</p> <p>28. Parales de madera</p> <p>29. Maquinaria</p> <p>30. Retroexcavadora</p> <p>31. Plato vibratorio</p> <p>32. Productos y Subproductos (bienes y servicios)</p> <p>33. Horario de Trabajo De 8:00 a 16:00 hrs. de lunes a viernes</p> <p>34. Otros de relevancia</p>	
--	---	--

II.3 Área

a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 19 175,10 _____

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 11 505,06 _____

Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 11 505,06 _____

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
 /marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas, Iglesia	Norte y Sur	1 metro
Viviendas, salón comunal, escuela, barrancos	Este y Oeste	15 metro
NORTE _____ Viviendas _____ SUR _____ Viviendas, siembra de flores _____ ESTE _____ Viviendas _____ OESTE _____ Viviendas _____		
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
II.5 Dirección del viento:		
Norte		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?		
a) inundación (X)	b) explosión ()	c) deslizamientos (X)
d) derrame de combustible (X)	e) fuga de combustible ()	d) Incendio (X) e) Otro ()
Detalle la información La comunidad se encuentra ubicada en un cerro, por lo que existe riesgo de inundación en las partes bajas y deslizamientos en las partes bajas, así como derrame de combustible debido a la dificultad de acceso de los vehículos, la exposición a los incendios es debido a que existe gran cobertura forestal en la parte alta del cerro.		
II.7 Datos laborales		
a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____		
b) Número de empleados por jornada 10-20 Total empleados 20		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...		
Si		

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad (mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No					
	Pozo	Si	50 lt/hora	Comunidad de Cerro Alto, Chimaltenango	Limpiar equipo, materiales y riego del suelo, Beber		Tanque de almacenamiento existente
	Agua especial	Si	20 lt/ hora	Privado			Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	Si	40 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Diesel	No	60 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria		Recipientes
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	25 botes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles						
Refrigerantes		Si	10 Gal	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							
<p>NOTA: si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenaje de combustible. Adjuntar copia</p> <p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Se producirá polvo debido a la excavación para la colocación de la tubería, humo se producirá debido a los vehículos que transporten material.</p>							

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Se debe regar el área de excavación para evitar la generación de polvo, en cuanto al humo producido por los vehículos se debe optimizar los viajes que se harán para evitar una contaminación excesiva.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?	
No	
III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)	
Retroexcavadora y plato vibratorio durante la etapa de excavación y compactación, así también los vehículos de transporte de materiales	
III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?	
Se generarán ruidos no mayores a los 70 Db, por lo que se recomienda la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.	
OLORES	
III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:	
No	
III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?	
No aplica	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?	
<ul style="list-style-type: none"> a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas) b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias) c) Mezcla de las anteriores d) Otro; 	
Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado ____ No aplica debido que se utilizaran inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios

3 inodoros portátiles

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)	
<ul style="list-style-type: none"> a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Se dispondrá de una empresa encargada del manejo de estos desechos, dado que no existe un sistema de tratamiento de aguas residuales en el lugar. 	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.	
La empresa encargada del manejo de las aguas residuales generadas en la obra, deberá de realizar la descarga un punto adecuado con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)	
Se deberán conformar zanjones en puntos estratégicos para su descarga hacia el barranco mas cercano.	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día <input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día	
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):	
Plásticos, papel, orgánicos	
V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?	
No aplica	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado	
No aplica	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado
Servicio recolector de basura municipal

V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?
No

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)
Basurero Municipal

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 250 kW/h _____	
VI. 2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____ ENERGUATE _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____ aplica _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? Utilizar la energía únicamente en horarios de trabajo	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros	
Especificar información	
La construcción del alcantarillado se realizara en caminos conformados, libres de todo tipo de vegetación.	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 Las actividades de la empresa, ¿pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) Por qué?	
En los caminos conformados por las que pasara la línea de alcantarillado no existe biodiversidad que pueda verse afectada.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos _____ 2 vehículos _____	
b) Tipo de vehículo _____ Picop con tracción, Camión _____	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

c) sitio para estacionamiento y área que ocupa _____ A orilla del camino evitando afectar el paso por el lugar
d) Horario de circulación vehicular _____ Circulación en todo momento
e) Vías alternas _____ Se cuenta con solo un único acceso a la comunidad
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS
ASPECTOS CULTURALES
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? No

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

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 2.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

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

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

 @marngt
 /marngtambiente

www.marn.gob.gt

Fuente: MARN.

Anexo 3. Evaluación Ambiental Inicial del proyecto sistema de alcantarillado sanitario en el Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: yunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):	
Mejoramiento del sistema de alcantarillado sanitario en la comunidad Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango	
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
El proyecto consta de la instalación de 652,57 m de tubería PVC ASTM F-949 de 24" de diámetro, 6 pozos de visita y 140 conexiones domiciliarias	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal: Carlos Alex Simaj Chan	
B) De la empresa:	
Razón social: Organización Gubernamental	
Nombre Comercial: Municipalidad de Chimaltenango	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____	
No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____	
Número de Identificación Tributaria (NIT): 297468-1	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt



Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7961-6363		Correo electrónico: munidechimaltenango.gob.gt
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Escudo del Tianguesillo, Chimaltenango, Chimaltenango.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
<i>Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84</i>		<i>Coordenadas Geográficas Datum WGS84</i>
INICIO 15 P 734546,68 m E 1622490,14 m N		INICIO LAT 14°39'56,83" N LONG 90° 49' 19,69" O
FIN 15 P 735191,70 m E 1622478,51 m N		FIN LAT 14°39'56,24" N LONG 90° 48' 58,14" O
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
1ª. Calle 1 zona 2, Chimaltenango, Chimaltenango		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
MSc.Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades para realizar 1. Limpieza del terreno. 2. Topografía 3. Trazo para zanjeo. 4. Zanjeo de terreno. 5. Camas para tubería. 6. Construcción de pozos de visita 7. Colocación y alineación de tubería. 8. Compactación material de relleno en tubería. 9. Construcción de candelas domiciliarias. • Insumos necesarios 1. Palas, piochas, carretillas 2. Materiales de construcción. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Actividades o procesos 2. Limpieza del terreno. 3. Topografía 4. Trazo para zanjeo. 5. Zanjeo de terreno. 6. Camas para tubería. 7. Construcción de pozos de visita 8. Colocación y alineación de tubería. 9. Compactación material de relleno en tubería. 10. Construcción de candelas domiciliarias. 11. Materia prima e insumos 12. Palas, piochas, carretillas 13. 40 Galones/día de gasolina 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones por tomar en caso de cierre 1. Desalojo de maquinaria y equipo 2. Señalización en caso de dejar zanjas. 3. Limpieza del lugar de trabajo

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

3. 40 galones/día de gasolina	14. 60 galones/día de Diesel	
4. 60 gal/día de Diesel	15. 25 galones lubricante	
5. 10 galones de refrigerante	16. 10 galones de refrigerante	
6. 25 galones lubricante	17. Tubería PVC	
7. Tubería PVC	18. Cal hidratada	
	19. Material selecto(relleno)	
	20. Cemento	
• Maquinaria	21. Arena	
1. Retroexcavadora	22. Piedrín	
2. Plato vibratorio	23. Ladrillo tayuyo	
	24. Alambre amarre	
	25. Madera	
	26. Hierro corrugado	
	27. Clavos	
	28. Parales de madera	
• Otros de relevancia		
	29. Maquinaria	
	30. Retroexcavadora	
	31. Plato vibratorio	
	32. Productos y Subproductos (bienes y servicios)	
	33. Horario de Trabajo De 8:00 a 16:00 hrs. de lunes a viernes	
	34. Otros de relevancia	

II.3 Área

a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 3 362,85 _____

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 1 957,71 _____

Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 1 957,71 _____

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
DESCRIPCIÓN	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas	Norte y Sur	1 metro
Viviendas	Este y Oeste	1 metro
NORTE <u> </u> Viviendas <u> </u> SUR <u> </u> Viviendas <u> </u>	ESTE <u> </u> Viviendas <u> </u> OESTE <u> </u> Viviendas <u> </u>	
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
II.5 Dirección del viento:		
Norte		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?		
a) inundación ()	b) explosión ()	c) deslizamientos ()
d) derrame de combustible (X)	e) fuga de combustible ()	d) Incendio ()
e) Otro ()		
Detalle la información		
La comunidad se encuentra ubicada una zona urbana, por lo que el único riesgo expuesto al que se encuentra es al derrame de combustible de alguna maquinaria defectuosa.		
II.7 Datos laborales		
a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras <u> </u>		
b) Número de empleados por jornada <u> </u> 10-20 <u> </u> Total empleados <u> </u> 20		
II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...		
Si		

INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Sí/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio público	No					
	Pozo	Sí	50 lt/hora	Comunidad de Cerro Alto, Chimaltenango	Limpiar equipo, materiales y riego del suelo,		Tanque de almacenamiento existente
	Agua especial	Sí	20 lt/ hora	Privado	Beber		Botellas

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

Combustible	Superficial	No				
	Otro					
	Gasolina	Si	40 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria	Recipientes
	Diesel	No	60 Gal/día	Gasolinera	Maquinaria	Recipientes
	Bunker	No				
	Glp	No				
Lubricantes	Solubles	Si	25 botes	Privado	Tubería	Cajas
	No solubles					
Refrigerantes		Si	10 Gal	Privado	Maquinaria	Galones
Otros						

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. IMPACTO AL AIRE

GASES Y PARTICULAS

III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?

Se producirá polvo debido a la excavación para la colocación de la tubería, humo se producirá debido a los vehículos que transporten material.

MITIGACION

III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?

Se debe regar el área de excavación para evitar la generación de polvo, en cuanto al humo producido por los vehículos se debe optimizar los viajes que se harán para evitar una contaminación excesiva.

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?	
No	
III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)	
Retroexcavadora y plato vibratorio durante la etapa de excavación y compactación, así también los vehículos de transporte de materiales	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?
Se generarán ruidos no mayores a los 70 Db, por lo que se recomienda la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.

OLORES

III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:
No

III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?
No aplica

IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA
AGUAS RESIDUALES

CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES

IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?

a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)
b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)
c) Mezcla de las anteriores
d) Otro:

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado No aplica debido que se utilizaran inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios
3 inodoros portátiles

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)	
a) sistema de tratamiento	
b) Capacidad	
c) Operación y mantenimiento	
d) Caudal a tratar	
e) <u>Se dispondrá de una empresa encargada del manejo de estos desechos, dado que no existe un sistema de tratamiento de aguas residuales en el lugar.</u>	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
/marngambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES

IV. 4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.

La empresa encargada del manejo de las aguas residuales generadas en la obra, deberá de realizar la descarga un punto adecuado con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.

AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)

IV.5 Explique la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)

Se deberán conformar zanjones en puntos estratégicos para su descarga hacia el barranco mas cercano.

V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)

DESECHOS SÓLIDOS
VOLUMEN DE DESECHOS

V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:

a) Similar al de una residencia 11 libras/día

b) Generación entre 11 a 222 libras/día

c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día

d) Generación mayor a 1000 libras por día

V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):

Plásticos, papel, orgánicos

V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?

No aplica

V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explique el método y/o equipo utilizado

No aplica

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado

Servicio recolector de basura municipal

V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?

No

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

Basurero Municipal

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gov.gt



Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) _____ 250 kW/h _____	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado <u>ENERGUATE</u> _____	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO <u>aplica</u> _____	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? <p style="text-align: center;">Utilizar la energía únicamente en horarios de trabajo</p>	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros	
Especificar información	
<u>La construcción del alcantarillado se realizara en caminos conformados, libres de todo tipo de vegetación.</u>	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles? No	
VII.3 Las actividades de la empresa, ¿pueden afectar la biodiversidad del área? SI () NO (X) <u>Por qué?</u>	
En los caminos conformados por las que pasara la línea de alcantarillado no existe biodiversidad que pueda verse afectada.	
VIII. TRANSPORTE	
VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:	
a) Número de vehículos <u>2 vehículos</u>	
b) Tipo de vehículo <u>Picop con tracción, Camión</u>	
c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>A orilla del camino evitando afectar el paso por el lugar</u>	
d) Horario de circulación vehicular <u>Circulación en todo momento</u>	
e) Vías alternas <u>Se cuenta con vías alternas, por lo que se optara a buscar un parqueo publico.</u>	
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS	
ASPECTOS CULTURALES	
IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? No	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gov.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>RECURSOS ARQUEOLOGICOS Y CULTURALES</p> <p>IX.2 Con respecto de la actividad y los recursos culturales, naturales y arqueológicos, Indicar lo siguiente:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> La actividad no afecta a ningún recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>b) <input type="checkbox"/> La actividad se encuentra adyacente a un sitio cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>c) <input type="checkbox"/> La actividad afecta significativamente un recurso cultural, natural o arqueológico _____</p> <p>Ampliar información de la respuesta seleccionada</p>	
<p>ASPECTOS SOCIAL</p> <p>IX.3. En algún momento se han percibido molestias con respecto a las operaciones de la empresa, ¿por parte del vecindario? SI () NO ()</p> <p>IX.4 Qué tipo de molestias? No aplica</p> <p>IX.5 Qué se ha hecho o se propone realizar para no afectar al vecindario? No aplica</p>	
<p>PAISAJE</p> <p>IX.6 Cree usted que la actividad afecta de alguna manera el paisaje? Explique por qué?</p> <p style="text-align: center;">No se verá afectado el paisaje, dado que los caminos ya están conformados y son de uso publico.</p>	
<p>X. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD</p> <p>X.1 Efectos en la salud humana de la población circunvecina:</p> <p>a) <input checked="" type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio</p> <p>b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores</p> <p>c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores</p> <p>Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas:</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
<p>X.3 riesgos ocupacionales:</p> <p><input type="checkbox"/> Existe alguna actividad que representa riesgo para la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input type="checkbox"/> La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> No existen riesgos para los trabajadores</p> <p>Ampliar información:</p> <p style="text-align: center;">Ninguna de las actividades representan riesgo para los trabajadores ya que las actividades son realizadas con estricta supervisión</p>	
<p>Equipo de protección personal</p> <p>X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()</p> <p>X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona: Casco protector, lentes de protección, botas punta de acero y chalecos reflectivos</p>	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 3.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, así mismo evitar molestias a la población se realizarán las actividades solamente en horas de la mañana, 8 horas al día, a los trabajadores se les proveerá información sobre seguridad industrial a cargo de personal capacitado en el tema, si como el equipo necesario de protección.

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

 @marngt
 /marngtambiente

www.marn.gob.gt

Fuente: MARN.

Anexo 4. **Evaluación Ambiental Inicial del proyecto sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango**



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

ACTIVIDADES DE BAJO IMPACTO AMBIENTAL

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

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario ventanilla única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial, colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera. • Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información. • La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir. • Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt • Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera). • Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN. 	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido</p>
I. INFORMACION LEGAL	
I.1. Nombre del proyecto, obra, industria o actividad (Que tenga relación con el proyecto a realizar):	
Mejoramiento del sistema de distribución de agua potable en el caserío Cerro Alto, Chimaltenango.	
1.1.2 Descripción del proyecto, obra o actividad para lo que se solicita aprobación de este instrumento.	
El proyecto consta de la instalación de 4 497,30 m de tubería PVC de distintos diámetros, válvulas de compuerta y 241 conexiones domiciliare.	
I.2. Información legal:	
A) Persona Individual:	
A.1. Representante Legal:	
Carlos Alex Simaj Chan	
B) De la empresa:	
Razón social: Organización Gubernamental	
Nombre Comercial: Municipalidad de Chimaltenango	
No. De Escritura Constitutiva: _____	
Fecha de constitución: _____	
Patente de Sociedad	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
Patente de Comercio	Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____
No. De Finca _____	Folio No. _____ Libro No. _____ de _____
Número de Identificación Tributaria (NIT): 297468-1	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
I.3 Teléfono 7961-6363		Correo electrónico: munidechimaltenango.gob.gt
I.4 Dirección de donde se ubica la actividad: (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
Caserío Cerro Alto, Chimaltenango, Chimaltenango.		
Especificar Coordenadas UTM o Geográficas		
Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84		Coordenadas Geográficas Datum WGS84
INICIO 15 P 736017,05 m E 1628132,37 m N		INICIO LAT 14°42'59,89" N LONG 90° 48' 28,71" O
FIN 15 P 736879,70 m E 1627929,74 m N		FIN LAT 14°42'53" N LONG 90° 47' 59,97" O
I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal) (identificando calles, avenidas, número de casa, zona, aldea, cantón, barrio o similar, así como otras delimitaciones territoriales; OBLIGATORIAMENTE indicar el municipio y departamento)		
1ª. Calle 1 zona 2, Chimaltenango, Chimaltenango		
I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo		
MSc.Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa		
II. INFORMACION GENERAL		
Se debe proporcionar una descripción de las actividades que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad según etapas siguientes:		
II.1 Etapa de Construcción	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> • Actividades a realizar <ol style="list-style-type: none"> 1. Trazo y taqueo 2. Zanjeo 3. Retiro de material 4. Colocación de tubería 5. Relleno lateral, inicial y final en tubería 6. Compactación 7. Retiro de material sobrante • Insumos necesarios <ol style="list-style-type: none"> 1. Palas, piochas, carretillas 2. Materiales de construcción 3. Agua potable 4. Energía eléctrica 5. Combustibles <ol style="list-style-type: none"> 5.1 40 galones/día de Gasolina 	<ul style="list-style-type: none"> • Actividades o procesos <ol style="list-style-type: none"> 1. Topografía 2. Limpieza de tuberías 3. Mantenimiento de tuberías 4. Prohibir conexiones ilícitas • Materia prima e insumos <ol style="list-style-type: none"> 1. Agua Potable 2. Energía Eléctrica • Maquinaria <ol style="list-style-type: none"> 1. Camiones • Productos y Subproductos (bienes y servicios) <ol style="list-style-type: none"> 1. Bomba de agua potable 2. Servicios de limpieza municipal • Horario de Trabajo <p>De 8:00 a 16:00 hrs. de lunes a viernes</p> • Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> • Acciones a tomar en caso de cierre <ol style="list-style-type: none"> 1. Desalojo de maquinaria y equipo 2. Señalización en caso de dejar zanjás. <ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza del lugar de trabajo

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

5.2 60 galones/día de Diesel 6. Refrigerantes • Maquinaria 1. Equipo de laboratorio • Otros de relevancia 1. Bodega		
--	--	--

II.3 Área

a) Área total de terreno en metros cuadrados: _____ 19 175,10 _____

b) Área de ocupación del proyecto en metros cuadrados: _____ 5 752,53 _____

Área total de construcción en metros cuadrados: _____ 5 752,53 _____

INSTRUCCIONES		PARA USO INTERNO DEL MARN
II.4 Actividades colindantes al proyecto:		
DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL PROYECTO
Viviendas, Iglesia	Norte y Sur	1 metro
Viviendas, salón comunal, escuela, barrancos	Este y Oeste	15 metro
NORTE _____ Viviendas _____	SUR _____ Viviendas, siembra de flores _____	
ESTE _____ Viviendas _____	OESTE _____ Viviendas _____	
Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):		
II.5 Dirección del viento: Norte		
II.6 En el área donde se ubica la actividad, ¿a qué tipo de riesgo ha estado o está expuesto?		
a) inundación (X)	b) explosión ()	c) deslizamientos (X)
d) derrame de combustible (X)	e) fuga de combustible ()	d) Incendio (X) e) Otro ()
Detalle la información La comunidad se encuentra ubicada en un cerro, por lo que existe riesgo de inundación en las partes bajas y deslizamientos en las partes bajas, así como derrame de combustible debido a la dificultad de acceso de los vehículos, la exposición a los incendios es debido a que existe gran cobertura forestal en la parte alta del cerro.		
II.7 Datos laborales		
a) Jornada de trabajo: Diurna (X) Nocturna () Mixta () Horas Extras _____		
b) Número de empleados por jornada 10-20 Total empleados 20		

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
 /marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

II.8 USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTRO...
Si

INSTRUCCIONES PARA USO INTERNO DEL MARN

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...							
	Tipo	Si/No	Cantidad/(mes día y hora)	Proveedor	Uso	Especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
Agua	Servicio publico	No					
	Pozo	Si	50 lt/hora	Comunidad de Cerro Alto, Chimaltenango	Limpiar equipo, materiales y riego del suelo,		Tanque de almacenamiento existente
	Agua especial	Si	20 lt/ hora	Privado	Beber		Botellas
	Superficial	No					
Combustible	Otro						
	Gasolina	No					
	Diesel	No					
	Bunker	No					
	Glp	No					
	Otro	No					
Lubricantes	Solubles	Si	10 botes	Privado	Tubería		Cajas
	No solubles						
Refrigerantes		Si	10 Gal	Privado	Maquinaria		Galones
Otros							

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

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
/marngambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

<p>III. IMPACTO AL AIRE</p> <p>GASES Y PARTICULAS</p> <p>III.1 Las acciones u operaciones de la Actividad, producen gases o partículas (Ejemplo: polvo, vapores, humo, niebla, material particulado, etc.) que se dispersan en el aire? Ampliar la información e indicar la fuente de donde se generan?</p> <p>Se producirá polvo debido a la excavación para la colocación de la tubería, humo se producirá debido a los vehículos que transporten material.</p> <p>MITIGACION</p> <p>III.2 ¿Qué se está haciendo o qué se hará para evitar que los gases o partículas impacten el aire, el vecindario o a los trabajadores?</p> <p>Se debe regar el área de excavación para evitar la generación de polvo, en cuanto al humo producido por los vehículos se debe optimizar los viajes que se harán para evitar una contaminación excesiva.</p>

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
RUIDO Y VIBRACIONES	
<p>III.3 Las operaciones de la empresa producen sonidos fuertes (ruido), o vibraciones?</p> <p style="text-align: center;">No</p> <p>III.4 En donde se genera el sonido y/o las vibraciones (maquinaria, equipo, instrumentos musicales, vehículos, etc.)</p> <p style="text-align: center;">Vehículos de transporte de materiales</p> <p>III.5 ¿Qué se está haciendo o que acciones se tomarán para evitar que el ruido o las vibraciones afecten al vecindario y a los trabajadores?</p> <p>Se generarán ruidos no mayores a los 70 Db, por lo que se recomienda la utilización de protección para los oídos de los trabajadores con sentido del oído muy fino.</p>	
OLORES	
<p>III.6 Si como resultado de sus actividades se emiten olores (ejemplo: cocción de alimentos, aromáticos, solventes, etc.), explicar con detalles la fuente de generación y el tipo o características del o los olores:</p> <p style="text-align: center;">No</p> <p>III.7 Explicar que se está haciendo o se hará para evitar que los olores se dispersen en el ambiente?</p> <p style="text-align: center;">No aplica</p>	
IV. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD EN EL AGUA	
AGUAS RESIDUALES	
CARACTERIZACION DE LAS AGUAS RESIDUALES	
<p>IV.1 Con base en el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos, qué tipo de aguas residuales (aguas negras) se generan?</p> <p>a) Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)</p> <p>b) Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)</p> <p>c) Mezcla de las anteriores</p> <p>d) Otro;</p>	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

Cualquiera que fuera el caso, explicar la información, indicando el caudal (cantidad) de aguas residuales generado No aplica debido que se utilizarán inodoros portátiles los cuales serán limpiados tres veces por semana durante la ejecución del proyecto a cargo de un servicio privado.

IV.2 Indicar el número de servicios sanitarios

3 inodoros portátiles

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	
IV.3 Describir que tipo de tratamiento se da o se propone dar a las aguas residuales generadas por la actividad. (usar hojas adicionales)	
<ul style="list-style-type: none"> a) sistema de tratamiento b) Capacidad c) Operación y mantenimiento d) Caudal a tratar e) Se dispondrá de una empresa encargada del manejo de estos desechos, dado que no existe un sistema de tratamiento de aguas residuales en el lugar. 	
DESCARGA FINAL DE AGUAS RESIDUALES	
IV.4 Indique el punto de descarga de las aguas residuales, por ejemplo en pozo de absorción, colector municipal, río, lago, mar u otro e indicar si se le efectuó tratamiento de acuerdo con el numeral anterior.	
La empresa encargada del manejo de las aguas residuales generadas en la obra, deberá de realizar la descarga un un punto adecuado con el Acuerdo Gubernativo 236-2006, Reglamento de las Descargas y Re-uso de Aguas Residuales y de la Disposición de Lodos.	
AGUA DE LLUVIA (AGUAS PLUVIALES)	
IV.5 Explicar la forma de captación de agua de lluvia y el punto de descarga de la misma (zanjones, ríos, pozos de absorción, alcantarillado, etc.)	
Se deberán conformar zanjones en puntos estratégicos para su descarga hacia el barranco mas cercano.	
V. EFECTOS DE LA ACTIVIDAD SOBRE EL SUELO (Sistema edáfico y lítico)	
DESECHOS SÓLIDOS	
VOLUMEN DE DESECHOS	
V.1 Especifique el volumen de desechos o desperdicios genera la actividad desarrollada:	
<input checked="" type="checkbox"/> a) Similar al de una residencia 11 libras/día <input type="checkbox"/> b) Generación entre 11 a 222 libras/día <input type="checkbox"/> c) Generación entre 222 libras y 1000 libras/día <input type="checkbox"/> d) Generación mayor a 1000 libras por día	
V.2 Además de establecer la cantidad generada de desechos sólidos, se deben caracterizar e indicar el tipo de desecho (basura común, desechos de tipo industrial o de proceso, desechos hospitalarios, orgánicos, etc.):	
Plásticos, papel, orgánicos	
V.3. Partiendo de la base que todos los Desechos Peligrosos, son todos aquellos que posean una o más de las características siguientes: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables, biológico infecciosos, se genera en su actividad algún tipo de desecho con estas características y en qué cantidad?	
No aplica	
V.4 Se efectúa algún tipo de tratamiento de los desechos (comunes o peligrosos), Explicar el método y/o equipo utilizado	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

No aplica

V.5 Si los desechos se trasladan a otro lugar, para tratamiento o disposición final, indicar el tipo de transporte utilizado

Servicio recolector de basura municipal

V.6 Contempla la empresa algún mecanismo o actividad para disminuir la cantidad o el tipo de desechos generados, o bien evitar que éstos sean dispuestos en un botadero?

No

V.7 Indicar el sitio de disposición final de los desechos generados (comunes y peligrosos)

Basurero Municipal

INSTRUCCIONES	PARA USO INTERNO DEL MARN
VI. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGÍA	
CONSUMO	
VI.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (kW/hr o kW/mes) <u>250 kW/h</u>	
VI.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado <u>ENERGUATE</u>	
c) generación propia _____	
VI.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos?	
SI _____ NO <u>aplica</u>	
VI.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía?	
Utilizar la energía únicamente en horarios de trabajo	
VII. POSIBILIDAD DE AFECTAR LA BIODIVERSIDAD (ANIMALES, PLANTAS, BOSQUES, ETC.)	
VII.1 En el sitio donde se ubica la empresa o actividad, existen:	
- Bosques	
- Animales	
- Otros	
Especificar información	
La comunidad se encuentra situada alrededor de un cerro, por lo que en la parte alta existen gran vegetación.	
VII.2 La operación de la empresa requiere efectuar corte de árboles?	
Si	
VII.3 Las actividades de la empresa, ¿pueden afectar la biodiversidad del área? SI (X) NO () Por qué?	
Se puede afectar de biodiversidad debido a que puede existir el corte de arboles o plantas en el lugar, sin embargo, se tiene previsto que dicha área afectada sea reforestada nuevamente.	

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt
 /marngtambiente

www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

VIII. TRANSPORTE
<p>VIII.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:</p> <p>a) Número de vehículos <u>2</u> vehículos</p> <p>b) Tipo de vehículo <u>Picop con tracción, Camión</u></p> <p>c) sitio para estacionamiento y área que ocupa <u>A orilla del camino evitando afectar el paso por el lugar</u></p> <p>d) Horario de circulación vehicular <u>Circulación en todo momento</u></p> <p>e) Vías alternas <u>Se cuenta con solo un único acceso a la comunidad</u></p>
IX. EFECTOS SOCIALES, CULTURALES Y PAISAJÍSTICOS
ASPECTOS CULTURALES
<p>IX.1 En el área donde funciona la actividad, existe alguna (s) etnia (s) predominante, cuál? No</p>

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

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500



www.marn.gob.gt

Continuación del anexo 4.



FORMATO DVGA-GA-002

DIRECCIÓN DE GESTIÓN AMBIENTAL Y RECURSOS NATURALES
VENTANILLA AMBIENTAL -DELEGACIÓN DEPARTAMENTAL-

X.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que representa 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:

Ninguna de las actividades representan riesgo para los trabajadores ya que las actividades son realizadas con estricta supervisión

Equipo de protección personal

X.4 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI (X) NO ()

X.5 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

Casco protector, lentes de protección, botas punta de acero y chalecos reflectivos

X.6 ¿Qué medidas ha realizado ó que medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

Se propone realizar charlas con la población para que conozcan los tiempos en los cuales no deben estar expuestos a la actividad ya que pueden tener problemas respiratorios, así mismo evitar molestias a la población se realizarán las actividades solamente en horas de la mañana, 8 horas al día, a los trabajadores se les proveerá información sobre seguridad industrial a cargo de personal capacitado en el tema, si como el equipo necesario de protección.

7 Avenida 03-67, zona 13 - Ciudad Guatemala - PBX: (502) 2423-0500

@marngt

/marngtambiente

www.marn.gob.gt



Fuente: MARN.

Anexo 5. Tablas de relaciones hidráulicas para el diseño de sistemas de alcantarillado, de sección transversal circular

ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCION TRANSVERSAL CIRCULAR (SIN CORRECCION POR VARIACIONES EN ASPEREZA CON LA PROFUNDIDAD)

29

d/D	a/A	v/V	Q/Q	d/D	a/A	v/V	Q/Q	d/D	a/A	v/V	Q/Q
0.001	0.000054	0.019224	0.000001	0.076	0.034746	0.336751	0.011701	0.151	0.094971	0.518904	0.049281
0.002	0.000152	0.030507	0.000005	0.077	0.035423	0.339587	0.012029	0.152	0.095884	0.521011	0.049956
0.003	0.000279	0.039963	0.000011	0.078	0.036104	0.342408	0.012362	0.153	0.096799	0.523112	0.050637
0.004	0.000429	0.048396	0.000021	0.079	0.036789	0.345215	0.012700	0.154	0.097717	0.525206	0.051322
0.005	0.000599	0.056141	0.000034	0.08	0.037478	0.348007	0.013043	0.155	0.098637	0.527293	0.052011
0.006	0.000788	0.063377	0.000050	0.081	0.038171	0.350786	0.013390	0.156	0.099560	0.529374	0.052705
0.007	0.000992	0.070215	0.000070	0.082	0.038868	0.353551	0.013742	0.157	0.100485	0.531449	0.053403
0.008	0.001212	0.076728	0.000093	0.083	0.039568	0.356302	0.014098	0.158	0.101413	0.533517	0.054106
0.009	0.001446	0.082970	0.000120	0.084	0.040273	0.359039	0.014459	0.159	0.102343	0.535578	0.054813
0.01	0.001693	0.088980	0.000151	0.085	0.040998	0.361764	0.014825	0.16	0.103275	0.537633	0.055524
0.011	0.001952	0.094787	0.000185	0.086	0.041693	0.364475	0.015196	0.161	0.104210	0.539682	0.056240
0.012	0.002224	0.100417	0.000223	0.087	0.042409	0.367173	0.015571	0.162	0.105147	0.541725	0.056961
0.013	0.002506	0.105887	0.000265	0.088	0.043128	0.369859	0.015951	0.163	0.106087	0.543761	0.057686
0.014	0.002800	0.111215	0.000311	0.089	0.043851	0.372532	0.016336	0.164	0.107028	0.545792	0.058415
0.015	0.003105	0.116413	0.000361	0.09	0.044578	0.375193	0.016726	0.165	0.107972	0.547816	0.059149
0.016	0.003419	0.121493	0.000415	0.091	0.045309	0.377842	0.017120	0.166	0.108919	0.549834	0.059887
0.017	0.003744	0.126464	0.000473	0.092	0.046043	0.380479	0.017518	0.167	0.109867	0.551845	0.060630
0.018	0.004078	0.131335	0.000536	0.093	0.046781	0.383103	0.017922	0.168	0.110818	0.553851	0.061377
0.019	0.004421	0.136112	0.000602	0.094	0.047522	0.385717	0.018330	0.169	0.111772	0.555851	0.062128
0.02	0.004773	0.140803	0.000672	0.095	0.048267	0.388318	0.018743	0.17	0.112727	0.557845	0.062884
0.021	0.005134	0.145412	0.000746	0.096	0.049016	0.390908	0.019161	0.171	0.113685	0.559833	0.063644
0.022	0.005503	0.149945	0.000825	0.097	0.049768	0.393487	0.019583	0.172	0.114645	0.561815	0.064409
0.023	0.005881	0.154406	0.000908	0.098	0.050523	0.396055	0.020010	0.173	0.115607	0.563791	0.065178
0.024	0.006266	0.158800	0.000995	0.099	0.051282	0.398611	0.020441	0.174	0.116571	0.565762	0.065951
0.025	0.006660	0.163129	0.001086	0.1	0.052044	0.401157	0.020878	0.175	0.117537	0.567726	0.066729
0.026	0.007061	0.167398	0.001182	0.101	0.052810	0.403692	0.021319	0.176	0.118506	0.569685	0.067511
0.027	0.007470	0.171609	0.001282	0.102	0.053579	0.406216	0.021765	0.177	0.119477	0.571638	0.068298
0.028	0.007887	0.175765	0.001386	0.103	0.054351	0.408730	0.022215	0.178	0.120450	0.573586	0.069088
0.029	0.008311	0.179868	0.001495	0.104	0.055127	0.411234	0.022670	0.179	0.121425	0.575528	0.069883
0.03	0.008741	0.183921	0.001608	0.105	0.055906	0.413727	0.023130	0.18	0.122402	0.577464	0.070683
0.031	0.009179	0.187926	0.001725	0.106	0.056688	0.416210	0.023594	0.181	0.123382	0.579395	0.071487
0.032	0.009624	0.191885	0.001847	0.107	0.057473	0.418683	0.024063	0.182	0.124365	0.581320	0.072295
0.033	0.010076	0.195800	0.001973	0.108	0.058262	0.421146	0.024537	0.183	0.125347	0.583240	0.073107
0.034	0.010534	0.199672	0.002103	0.109	0.059054	0.423599	0.025015	0.184	0.126332	0.585154	0.073924
0.035	0.010999	0.203503	0.002238	0.11	0.059849	0.426042	0.025498	0.185	0.127320	0.587063	0.074745
0.036	0.011470	0.207295	0.002378	0.111	0.060648	0.428476	0.025986	0.186	0.128310	0.588966	0.075570
0.037	0.011947	0.211049	0.002521	0.112	0.061449	0.430901	0.026479	0.187	0.129302	0.590864	0.076400
0.038	0.012431	0.214766	0.002670	0.113	0.062254	0.433316	0.026976	0.188	0.130296	0.592756	0.077234
0.039	0.012921	0.218448	0.002823	0.114	0.063062	0.435721	0.027477	0.189	0.131292	0.594644	0.078072
0.04	0.013417	0.222095	0.002980	0.115	0.063873	0.438117	0.027984	0.19	0.132290	0.596526	0.078914
0.041	0.013919	0.225709	0.003142	0.116	0.064686	0.440505	0.028495	0.191	0.133290	0.598402	0.079761
0.042	0.014427	0.229291	0.003308	0.117	0.065503	0.442883	0.029010	0.192	0.134292	0.600274	0.080612
0.043	0.014941	0.232842	0.003479	0.118	0.066323	0.445252	0.029531	0.193	0.135296	0.602140	0.081467
0.044	0.015460	0.236362	0.003654	0.119	0.067146	0.447612	0.030056	0.194	0.136302	0.604001	0.082326
0.045	0.015985	0.239853	0.003834	0.12	0.067972	0.449964	0.030585	0.195	0.137310	0.605857	0.083190
0.046	0.016516	0.243315	0.004019	0.121	0.068801	0.452307	0.031119	0.196	0.138320	0.607708	0.084058
0.047	0.017052	0.246749	0.004208	0.122	0.069633	0.454641	0.031658	0.197	0.139331	0.609553	0.084930
0.048	0.017594	0.250157	0.004401	0.123	0.070468	0.456967	0.032202	0.198	0.140345	0.611394	0.085806
0.049	0.018141	0.253537	0.004599	0.124	0.071306	0.459284	0.032750	0.199	0.141361	0.613230	0.086687
0.05	0.018693	0.256893	0.004802	0.125	0.072147	0.461593	0.033302	0.2	0.142378	0.615060	0.087571
0.051	0.019251	0.260223	0.005009	0.126	0.072990	0.463893	0.033860	0.201	0.143398	0.616886	0.088460
0.052	0.019813	0.263528	0.005221	0.127	0.073837	0.466185	0.034422	0.202	0.144419	0.618706	0.089353
0.053	0.020381	0.266810	0.005438	0.128	0.074686	0.468470	0.034988	0.203	0.145443	0.620522	0.090250
0.054	0.020954	0.270068	0.005659	0.129	0.075538	0.470746	0.035559	0.204	0.146468	0.622332	0.091152
0.055	0.021532	0.273304	0.005885	0.13	0.076393	0.473014	0.036135	0.205	0.147495	0.624138	0.092057
0.056	0.022116	0.276517	0.006115	0.131	0.077251	0.475274	0.036715	0.206	0.148524	0.625939	0.092967
0.057	0.022703	0.279709	0.006350	0.132	0.078112	0.477526	0.037300	0.207	0.149555	0.627735	0.093881
0.058	0.023296	0.282879	0.006590	0.133	0.078975	0.479770	0.037890	0.208	0.150587	0.629526	0.094799
0.059	0.023894	0.286029	0.006834	0.134	0.079841	0.482007	0.038484	0.209	0.151622	0.631312	0.095721
0.06	0.024496	0.289158	0.007083	0.135	0.080710	0.484236	0.039083	0.21	0.152658	0.633094	0.096647
0.061	0.025103	0.292267	0.007337	0.136	0.081582	0.486457	0.039686	0.211	0.153696	0.634871	0.097577
0.062	0.025715	0.295356	0.007595	0.137	0.082456	0.488671	0.040294	0.212	0.154736	0.636643	0.098512
0.063	0.026332	0.298427	0.007858	0.138	0.083333	0.490877	0.040906	0.213	0.155778	0.638410	0.099450
0.064	0.026953	0.301478	0.008126	0.139	0.084212	0.493076	0.041523	0.214	0.156821	0.640173	0.100393
0.065	0.027578	0.304512	0.008398	0.14	0.085095	0.495268	0.042145	0.215	0.157867	0.641931	0.101340
0.066	0.028208	0.307527	0.008675	0.141	0.085980	0.497452	0.042771	0.216	0.158914	0.643684	0.102290
0.067	0.028843	0.310524	0.008956	0.142	0.086867	0.499629	0.043401	0.217	0.159963	0.645433	0.103245
0.068	0.029481	0.313504	0.009243	0.143	0.087757	0.501799	0.044036	0.218	0.161013	0.647177	0.104204
0.069	0.030125	0.316466	0.009533	0.144	0.088650	0.503961	0.044676	0.219	0.162065	0.648917	0.105167
0.07	0.030772	0.319412	0.009829	0.145	0.089545	0.506117	0.045320	0.22	0.163119	0.650652	0.106134
0.071	0.031424	0.322342	0.010129	0.146	0.090443	0.508265	0.045969	0.221	0.164175	0.652382	0.107105
0.072	0.032080	0.325255	0.010434	0.147	0.091344	0.510407	0.046622	0.222	0.165233	0.654108	0.108080
0.073	0.032741	0.328152	0.010744	0.148	0.092247	0.512541	0.047280	0.223	0.166292	0.655830	0.109059
0.074	0.033405	0.331034	0.011058	0.149	0.093152	0.514669	0.047943	0.224	0.167355	0.657546	0.110042
0.075	0.034074	0.333900	0.011377	0.15	0.094060	0.516790	0.048609	0.225	0.168415	0.659259	0.111029

Continuación del anexo 5.

30

ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCION TRANSVERSAL CIRCULAR
(SIN CORRECCION POR VARIACIONES EN ASPEREZA CON LA PROFUNDIDAD)

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.226	0.169479	0.660967	0.112020	0.301	0.253483	0.777553	0.197097	0.376	0.343752	0.874664	0.300657
0.227	0.170545	0.662670	0.113015	0.302	0.254652	0.778967	0.198365	0.377	0.344986	0.875843	0.301153
0.228	0.171613	0.664370	0.114014	0.303	0.255822	0.780377	0.199637	0.378	0.346220	0.877019	0.301642
0.229	0.172682	0.666064	0.115017	0.304	0.256992	0.781764	0.200913	0.379	0.347455	0.878192	0.302132
0.23	0.173753	0.667755	0.116024	0.305	0.258164	0.783188	0.202191	0.38	0.348691	0.879362	0.302626
0.231	0.174825	0.669441	0.117035	0.306	0.259337	0.784588	0.203473	0.381	0.349927	0.880530	0.303121
0.232	0.175899	0.671122	0.118050	0.307	0.260511	0.785985	0.204758	0.382	0.351164	0.881694	0.303620
0.233	0.176975	0.672800	0.119069	0.308	0.261686	0.787379	0.206046	0.383	0.352402	0.882856	0.311120
0.234	0.178052	0.674473	0.120091	0.309	0.262862	0.788769	0.207338	0.384	0.353640	0.884015	0.312623
0.235	0.179131	0.676142	0.121118	0.31	0.264040	0.790156	0.208633	0.385	0.354879	0.885171	0.314128
0.236	0.180212	0.677806	0.122149	0.311	0.265218	0.791539	0.209930	0.386	0.356118	0.886324	0.315636
0.237	0.181294	0.679466	0.123183	0.312	0.266397	0.792920	0.211232	0.387	0.357358	0.887474	0.317146
0.238	0.182377	0.681122	0.124221	0.313	0.267578	0.794297	0.212536	0.388	0.358599	0.888622	0.318659
0.239	0.183463	0.682774	0.125263	0.314	0.268759	0.795670	0.213843	0.389	0.359840	0.889766	0.320174
0.24	0.184549	0.684422	0.126310	0.315	0.269941	0.797040	0.215154	0.39	0.361082	0.890908	0.321691
0.241	0.185636	0.686065	0.127360	0.316	0.271125	0.798407	0.216468	0.391	0.362324	0.892047	0.323210
0.242	0.186728	0.687704	0.128413	0.317	0.272309	0.799771	0.217785	0.392	0.363567	0.893183	0.324732
0.243	0.187819	0.689339	0.129471	0.318	0.273494	0.801131	0.219105	0.393	0.364810	0.894316	0.326256
0.244	0.188912	0.690970	0.130533	0.319	0.274681	0.802488	0.220428	0.394	0.366055	0.895447	0.327782
0.245	0.190006	0.692597	0.131598	0.32	0.275868	0.803842	0.221755	0.395	0.367299	0.896574	0.329311
0.246	0.191102	0.694220	0.132667	0.321	0.277057	0.805193	0.223084	0.396	0.368544	0.897699	0.330842
0.247	0.192200	0.695839	0.133740	0.322	0.278246	0.806540	0.224416	0.397	0.369790	0.898821	0.332375
0.248	0.193299	0.697453	0.134817	0.323	0.279436	0.807884	0.225752	0.398	0.371036	0.899940	0.333910
0.249	0.194399	0.699064	0.135897	0.324	0.280628	0.809225	0.227091	0.399	0.372283	0.901057	0.335448
0.25	0.195501	0.700670	0.136982	0.325	0.281820	0.810563	0.228433	0.4	0.373530	0.902170	0.336988
0.251	0.196605	0.702273	0.138070	0.326	0.283013	0.811897	0.229777	0.401	0.374778	0.903281	0.338530
0.252	0.197709	0.703871	0.139162	0.327	0.284207	0.813228	0.231125	0.402	0.376026	0.904389	0.340074
0.253	0.198816	0.705466	0.140258	0.328	0.285402	0.814556	0.232476	0.403	0.377275	0.905495	0.341620
0.254	0.199923	0.707056	0.141357	0.329	0.286598	0.815881	0.233830	0.404	0.378524	0.906597	0.343169
0.255	0.201033	0.708642	0.142460	0.33	0.287795	0.817203	0.235187	0.405	0.379774	0.907697	0.344720
0.256	0.202143	0.710225	0.143567	0.331	0.288993	0.818521	0.236547	0.406	0.381024	0.908794	0.346272
0.257	0.203255	0.711804	0.144676	0.332	0.290192	0.819836	0.237910	0.407	0.382275	0.909888	0.347827
0.258	0.204369	0.713378	0.145792	0.333	0.291391	0.821148	0.239275	0.408	0.383526	0.910979	0.349385
0.259	0.205484	0.714949	0.146910	0.334	0.292592	0.822457	0.240644	0.409	0.384778	0.912068	0.350944
0.26	0.206600	0.716516	0.148032	0.335	0.293793	0.823763	0.242016	0.41	0.386030	0.913154	0.352505
0.261	0.207718	0.718079	0.149158	0.336	0.294996	0.825065	0.243391	0.411	0.387283	0.914237	0.354068
0.262	0.208837	0.719638	0.150287	0.337	0.296199	0.826365	0.244768	0.412	0.388536	0.915317	0.355634
0.263	0.209957	0.721193	0.151420	0.338	0.297403	0.827661	0.246149	0.413	0.389790	0.916395	0.357202
0.264	0.211079	0.722745	0.152556	0.339	0.298608	0.828954	0.247532	0.414	0.391044	0.917470	0.358771
0.265	0.212202	0.724292	0.153696	0.34	0.299814	0.830244	0.248919	0.415	0.392298	0.918542	0.360342
0.266	0.213327	0.725836	0.154840	0.341	0.301021	0.831531	0.250308	0.416	0.393553	0.919611	0.361916
0.267	0.214452	0.727376	0.155988	0.342	0.302228	0.832815	0.251700	0.417	0.394808	0.920678	0.363492
0.268	0.215580	0.728912	0.157139	0.343	0.303437	0.834096	0.253095	0.418	0.396064	0.921742	0.365069
0.269	0.216708	0.730444	0.158293	0.344	0.304646	0.835374	0.254493	0.419	0.397320	0.922803	0.366649
0.27	0.217838	0.731973	0.159452	0.345	0.305856	0.836648	0.255894	0.42	0.398577	0.923867	0.368230
0.271	0.218969	0.733498	0.160613	0.346	0.307067	0.837920	0.257297	0.421	0.399834	0.924918	0.369814
0.272	0.220102	0.735019	0.161779	0.347	0.308279	0.839188	0.258704	0.422	0.401092	0.925971	0.371399
0.273	0.221236	0.736536	0.162948	0.348	0.309491	0.840454	0.260113	0.423	0.402349	0.927021	0.372986
0.274	0.222371	0.738050	0.164121	0.349	0.310705	0.841716	0.261525	0.424	0.403608	0.928069	0.374576
0.275	0.223507	0.739560	0.165297	0.35	0.311919	0.842975	0.262940	0.425	0.404866	0.929114	0.376167
0.276	0.224645	0.741066	0.166477	0.351	0.313134	0.844231	0.264357	0.426	0.406125	0.930156	0.377760
0.277	0.225784	0.742568	0.167660	0.352	0.314350	0.845485	0.265778	0.427	0.407385	0.931196	0.379355
0.278	0.226924	0.744067	0.168847	0.353	0.315566	0.846735	0.267201	0.428	0.408645	0.932233	0.380952
0.279	0.228065	0.745563	0.170037	0.354	0.316784	0.847982	0.268627	0.429	0.409905	0.933267	0.382551
0.28	0.229208	0.747054	0.171231	0.355	0.318002	0.849226	0.270055	0.43	0.411165	0.934299	0.384151
0.281	0.230352	0.748542	0.172428	0.356	0.319221	0.850467	0.271487	0.431	0.412426	0.935327	0.385753
0.282	0.231497	0.750026	0.173629	0.357	0.320440	0.851705	0.272921	0.432	0.413687	0.936354	0.387358
0.283	0.232644	0.751507	0.174833	0.358	0.321661	0.852940	0.274357	0.433	0.414949	0.937377	0.388964
0.284	0.233792	0.752984	0.176041	0.359	0.322882	0.854172	0.275797	0.434	0.416211	0.938398	0.390571
0.285	0.234940	0.754458	0.177253	0.36	0.324104	0.855401	0.277239	0.435	0.417473	0.939416	0.392181
0.286	0.236091	0.755927	0.178467	0.361	0.325327	0.856627	0.278684	0.436	0.418736	0.940432	0.393792
0.287	0.237242	0.757394	0.179686	0.362	0.326550	0.857850	0.280131	0.437	0.419999	0.941445	0.395405
0.288	0.238394	0.758856	0.180907	0.363	0.327774	0.859070	0.281581	0.438	0.421262	0.942455	0.397020
0.289	0.239548	0.760316	0.182132	0.364	0.328999	0.860288	0.283034	0.439	0.422525	0.943462	0.398637
0.29	0.240703	0.761771	0.183361	0.365	0.330225	0.861502	0.284489	0.44	0.423789	0.944467	0.400255
0.291	0.241859	0.763223	0.184593	0.366	0.331451	0.862713	0.285947	0.441	0.425054	0.945469	0.401875
0.292	0.243016	0.764672	0.185828	0.367	0.332678	0.863921	0.287407	0.442	0.426318	0.946469	0.403497
0.293	0.244175	0.766117	0.187066	0.368	0.333906	0.865127	0.288871	0.443	0.427583	0.947466	0.405120
0.294	0.245334	0.767559	0.188309	0.369	0.335134	0.866329	0.290336	0.444	0.428848	0.948460	0.406745
0.295	0.246495	0.768997	0.189554	0.37	0.336363	0.867528	0.291805	0.445	0.430113	0.949452	0.408372
0.296	0.247657	0.770431	0.190803	0.371	0.337593	0.868725	0.293275	0.446	0.431379	0.950441	0.410000
0.297	0.248820	0.771863	0.192055	0.372	0.338823	0.869918	0.294749	0.447	0.432645	0.951427	0.411630
0.298	0.249984	0.773290	0.193310	0.373	0.340055	0.871109	0.296225	0.448	0.433911	0.952411	0.413262
0.299	0.251149	0.774715	0.194569	0.374	0.341286	0.872297	0.297703	0.449	0.435178	0.953392	0.414895
0.3	0.252316	0.776135	0.195831	0.375	0.342519	0.873482	0.299184	0.45	0.436444	0.954371	0.416530

Continuación del anexo 5.

(SIN CORRECCION POR VARIACIONES EN ASPEREZA CON LA PROFUNDIDAD)

31

d/D	a%	v/v	a/O	d/D	a/A	v/v	a/O	d/D	a/A	v/v	a/O
0.451	0.437711	0.955346	0.418166	0.526	0.533089	1.021221	0.544402	0.601	0.627717	1.073021	0.673554
0.452	0.438979	0.956320	0.419804	0.527	0.534361	1.022003	0.546118	0.602	0.628964	1.073617	0.675267
0.453	0.440246	0.957290	0.421443	0.528	0.535632	1.022783	0.547836	0.603	0.630210	1.074211	0.676979
0.454	0.441514	0.958258	0.423084	0.529	0.536903	1.023561	0.549553	0.604	0.631456	1.074803	0.678691
0.455	0.442782	0.959224	0.424727	0.53	0.538174	1.024336	0.551271	0.605	0.632701	1.075392	0.680401
0.456	0.444050	0.960187	0.426371	0.531	0.539445	1.025108	0.552990	0.606	0.633945	1.075978	0.682112
0.457	0.445318	0.961147	0.428016	0.532	0.540716	1.025878	0.554709	0.607	0.635190	1.076562	0.683821
0.458	0.446587	0.962104	0.429663	0.533	0.541986	1.026646	0.556428	0.608	0.636433	1.077144	0.685530
0.459	0.447856	0.963059	0.431312	0.534	0.543257	1.027414	0.558148	0.609	0.637676	1.077723	0.687238
0.46	0.449125	0.964012	0.432962	0.535	0.544527	1.028173	0.559868	0.61	0.638918	1.078300	0.688945
0.461	0.450394	0.964962	0.434613	0.536	0.545797	1.028933	0.561589	0.611	0.640160	1.078874	0.690652
0.462	0.451664	0.965909	0.436266	0.537	0.547067	1.029691	0.563310	0.612	0.641401	1.079445	0.692357
0.463	0.452933	0.966853	0.437920	0.538	0.548336	1.030446	0.565031	0.613	0.642642	1.080014	0.694062
0.464	0.454203	0.967795	0.439576	0.539	0.549606	1.031198	0.566753	0.614	0.643882	1.080581	0.695766
0.465	0.455473	0.968735	0.441233	0.54	0.550875	1.031949	0.568475	0.615	0.645121	1.081151	0.697469
0.466	0.456743	0.969672	0.442891	0.541	0.552144	1.032696	0.570197	0.616	0.646360	1.081706	0.699172
0.467	0.458014	0.970606	0.444551	0.542	0.553413	1.033441	0.571920	0.617	0.647598	1.082265	0.700873
0.468	0.459284	0.971538	0.446212	0.543	0.554682	1.034184	0.573643	0.618	0.648836	1.082825	0.702574
0.469	0.460555	0.972467	0.447874	0.544	0.555950	1.034924	0.575366	0.619	0.650073	1.083376	0.704273
0.47	0.461826	0.973393	0.449538	0.545	0.557218	1.035662	0.577090	0.62	0.651309	1.083927	0.705972
0.471	0.463097	0.974317	0.451203	0.546	0.558486	1.036397	0.578814	0.621	0.652545	1.084476	0.707669
0.472	0.464368	0.975238	0.452869	0.547	0.559754	1.037130	0.580538	0.622	0.653780	1.085023	0.709366
0.473	0.465639	0.976157	0.454537	0.548	0.561021	1.037860	0.582262	0.623	0.655014	1.085567	0.711062
0.474	0.466911	0.977074	0.456206	0.549	0.562289	1.038588	0.583986	0.624	0.656248	1.086108	0.712757
0.475	0.468182	0.977987	0.457876	0.55	0.563556	1.039313	0.585711	0.625	0.657481	1.086647	0.714450
0.476	0.469454	0.978898	0.459548	0.551	0.564822	1.040036	0.587436	0.626	0.658714	1.087184	0.716143
0.477	0.470726	0.979807	0.461220	0.552	0.566089	1.040756	0.589161	0.627	0.659945	1.087718	0.717834
0.478	0.471998	0.980713	0.462894	0.553	0.567355	1.041474	0.590886	0.628	0.661177	1.088249	0.719525
0.479	0.473270	0.981616	0.464569	0.554	0.568621	1.042190	0.592611	0.629	0.662407	1.088778	0.721214
0.48	0.474542	0.982517	0.466246	0.555	0.569887	1.042903	0.594336	0.63	0.663637	1.089305	0.722903
0.481	0.475814	0.983415	0.467923	0.556	0.571152	1.043613	0.596062	0.631	0.664866	1.089829	0.724590
0.482	0.477087	0.984311	0.469602	0.557	0.572417	1.044321	0.597787	0.632	0.666094	1.090350	0.726276
0.483	0.478359	0.985204	0.471281	0.558	0.573682	1.045027	0.599513	0.633	0.667322	1.090869	0.727961
0.484	0.479632	0.986095	0.472962	0.559	0.574946	1.045730	0.601239	0.634	0.668549	1.091385	0.729645
0.485	0.480904	0.986983	0.474644	0.56	0.576211	1.046430	0.602964	0.635	0.669775	1.091899	0.731327
0.486	0.482177	0.987869	0.476327	0.561	0.577475	1.047128	0.604690	0.636	0.671001	1.092410	0.733008
0.487	0.483450	0.988752	0.478012	0.562	0.578738	1.047824	0.606416	0.637	0.672226	1.092919	0.734688
0.488	0.484723	0.989632	0.479697	0.563	0.580001	1.048517	0.608141	0.638	0.673450	1.093425	0.736367
0.489	0.485995	0.990510	0.481383	0.564	0.581264	1.049208	0.609867	0.639	0.674673	1.093929	0.738045
0.49	0.487268	0.991385	0.483071	0.565	0.582527	1.049896	0.611593	0.64	0.675896	1.094430	0.739721
0.491	0.488541	0.992258	0.484759	0.566	0.583789	1.050582	0.613318	0.641	0.677118	1.094928	0.741396
0.492	0.489815	0.993129	0.486449	0.567	0.585051	1.051265	0.615044	0.642	0.678339	1.095424	0.743069
0.493	0.491088	0.993996	0.488139	0.568	0.586313	1.051946	0.616769	0.643	0.679560	1.095918	0.744742
0.494	0.492361	0.994862	0.489831	0.569	0.587574	1.052624	0.618494	0.644	0.680779	1.096409	0.746413
0.495	0.493634	0.995724	0.491523	0.57	0.588835	1.053300	0.620219	0.645	0.681998	1.096897	0.748082
0.496	0.494907	0.996585	0.493217	0.571	0.590095	1.053973	0.621944	0.646	0.683216	1.097383	0.749750
0.497	0.496180	0.997442	0.494911	0.572	0.591355	1.054644	0.623669	0.647	0.684434	1.097866	0.751417
0.498	0.497454	0.998297	0.496607	0.573	0.592615	1.055312	0.625394	0.648	0.685650	1.098344	0.753082
0.499	0.498727	0.999150	0.498303	0.574	0.593875	1.055978	0.627119	0.649	0.686866	1.098825	0.754746
0.5	0.500000	1.000000	0.500000	0.575	0.595134	1.056642	0.628843	0.65	0.688081	1.099301	0.756408
0.501	0.501273	1.000848	0.501698	0.576	0.596392	1.057302	0.630567	0.651	0.689295	1.099774	0.758069
0.502	0.502546	1.001693	0.503197	0.577	0.597651	1.057961	0.632291	0.652	0.690509	1.100245	0.759729
0.503	0.503820	1.002535	0.504697	0.578	0.598908	1.058617	0.634015	0.653	0.691721	1.100713	0.761387
0.504	0.505093	1.003375	0.506198	0.579	0.600166	1.059271	0.635738	0.654	0.692933	1.101178	0.763043
0.505	0.506366	1.004213	0.507699	0.58	0.601423	1.059922	0.637461	0.655	0.694144	1.101641	0.764698
0.506	0.507639	1.005048	0.510202	0.581	0.602680	1.060570	0.639184	0.656	0.695354	1.102101	0.766351
0.507	0.508912	1.005880	0.511905	0.582	0.603936	1.061216	0.640906	0.657	0.696563	1.102559	0.768002
0.508	0.510185	1.006710	0.513609	0.583	0.605192	1.061860	0.642629	0.658	0.697772	1.103014	0.769652
0.509	0.511459	1.007537	0.515314	0.584	0.606447	1.062501	0.644350	0.659	0.698979	1.103467	0.771301
0.51	0.512732	1.008362	0.517019	0.585	0.607702	1.063140	0.646072	0.66	0.700186	1.103917	0.772947
0.511	0.514005	1.009185	0.518726	0.586	0.608956	1.063776	0.647793	0.661	0.701392	1.104364	0.774592
0.512	0.515277	1.010005	0.520433	0.587	0.610210	1.064410	0.649514	0.662	0.702597	1.104809	0.776236
0.513	0.516550	1.010822	0.522140	0.588	0.611464	1.065041	0.651234	0.663	0.703801	1.105251	0.777877
0.514	0.517823	1.011637	0.523849	0.589	0.612717	1.065670	0.652954	0.664	0.705004	1.105691	0.779517
0.515	0.519096	1.012449	0.525558	0.59	0.613970	1.066296	0.654673	0.665	0.706207	1.106128	0.781155
0.516	0.520368	1.013259	0.527268	0.591	0.615222	1.066920	0.656392	0.666	0.707408	1.106563	0.782791
0.517	0.521641	1.014067	0.528979	0.592	0.616474	1.067541	0.658111	0.667	0.708609	1.106995	0.784426
0.518	0.522913	1.014872	0.530690	0.593	0.617725	1.068160	0.659829	0.668	0.709808	1.107424	0.786059
0.519	0.524186	1.015674	0.532402	0.594	0.618976	1.068776	0.661546	0.669	0.711007	1.107851	0.787690
0.52	0.525458	1.016474	0.534114	0.595	0.620226	1.069390	0.663263	0.67	0.712205	1.108275	0.789319
0.521	0.526730	1.017271	0.535828	0.596	0.621476	1.070001	0.664980	0.671	0.713402	1.108696	0.790946
0.522	0.528002	1.018066	0.537541	0.597	0.622725	1.070610	0.666696	0.672	0.714598	1.109115	0.792571
0.523	0.529274	1.018859	0.539256	0.598	0.623974	1.071217	0.668411	0.673	0.715793	1.109532	0.794195
0.524	0.530546	1.019649	0.540970	0.599	0.625222	1.071821	0.670126	0.674	0.716987	1.109945	0.795816
0.525	0.531818	1.020436	0.542686	0.6	0.626470	1.072422	0.671840	0.675	0.718180	1.110356	0.797436

Continuación del anexo 5.

32 ELEMENTOS HIDRAULICOS DE UNA ALCANTARILLA DE SECCION TRANSVERSAL CIRCULAR
(SIN CORRECCION POR VARIACIONES EN ASPEREZA CON LA PROFUNDIDAD)

d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q	d/D	a/A	v/V	q/Q
0.576	0.719372	1.110765	0.799054	0.751	0.805601	1.133674	0.913289	0.826	0.883429	1.139713	1.006856
0.677	0.720564	1.111171	0.800669	0.752	0.806701	1.133872	0.914696	0.827	0.884393	1.139663	1.007910
0.673	0.721754	1.111574	0.802283	0.753	0.807800	1.134067	0.916100	0.828	0.885355	1.139609	1.008959
0.679	0.722943	1.111974	0.803895	0.754	0.808898	1.134259	0.917500	0.829	0.886315	1.139551	1.010002
0.68	0.724132	1.112372	0.805504	0.755	0.809994	1.134448	0.918896	0.83	0.887273	1.139489	1.011038
0.681	0.725319	1.112768	0.807112	0.756	0.811088	1.134634	0.920288	0.831	0.888228	1.139424	1.012069
0.682	0.726506	1.113160	0.808717	0.757	0.812181	1.134817	0.921677	0.832	0.889182	1.139355	1.013093
0.683	0.727691	1.113550	0.810321	0.758	0.813272	1.134998	0.923062	0.833	0.890132	1.139282	1.014112
0.684	0.728875	1.113938	0.811922	0.759	0.814362	1.135175	0.924443	0.834	0.891081	1.139204	1.015124
0.685	0.730059	1.114323	0.813521	0.76	0.815451	1.135349	0.925821	0.835	0.892028	1.139124	1.016130
0.686	0.731241	1.114705	0.815118	0.761	0.816537	1.135520	0.927194	0.836	0.892972	1.139039	1.017129
0.687	0.732422	1.115084	0.816713	0.762	0.817623	1.135688	0.928564	0.837	0.893913	1.138950	1.018122
0.688	0.733603	1.115461	0.818305	0.763	0.818706	1.135853	0.929930	0.838	0.894853	1.138857	1.019109
0.689	0.734782	1.115835	0.819896	0.764	0.819788	1.136015	0.931292	0.839	0.895790	1.138760	1.020090
0.69	0.735960	1.116207	0.821484	0.765	0.820869	1.136174	0.932650	0.84	0.896725	1.138659	1.021064
0.691	0.737138	1.116575	0.823070	0.766	0.821948	1.136329	0.934003	0.841	0.897657	1.138555	1.022031
0.692	0.738314	1.116942	0.824653	0.767	0.823025	1.136482	0.935353	0.842	0.898587	1.138446	1.022992
0.693	0.739489	1.117305	0.826235	0.768	0.824101	1.136632	0.936699	0.843	0.899515	1.138333	1.023947
0.694	0.740663	1.117666	0.827814	0.769	0.825175	1.136778	0.938041	0.844	0.900440	1.138216	1.024895
0.695	0.741836	1.118024	0.829390	0.77	0.826247	1.136922	0.939379	0.845	0.901363	1.138095	1.025836
0.696	0.743008	1.118380	0.830964	0.771	0.827318	1.137062	0.940712	0.846	0.902283	1.137970	1.026770
0.697	0.744178	1.118732	0.832536	0.772	0.828387	1.137199	0.942042	0.847	0.903201	1.137840	1.027698
0.698	0.745348	1.119082	0.834106	0.773	0.829455	1.137334	0.943367	0.848	0.904116	1.137707	1.028619
0.699	0.746517	1.119430	0.835673	0.774	0.830521	1.137465	0.944688	0.849	0.905029	1.137569	1.029533
0.7	0.747684	1.119774	0.837238	0.775	0.831585	1.137592	0.946005	0.85	0.905940	1.137427	1.030440
0.701	0.748851	1.120116	0.838800	0.776	0.832647	1.137717	0.947317	0.851	0.906848	1.137281	1.031341
0.702	0.750016	1.120456	0.840360	0.777	0.833708	1.137839	0.948626	0.852	0.907753	1.137130	1.032234
0.703	0.751180	1.120792	0.841917	0.778	0.834767	1.137957	0.949930	0.853	0.908656	1.136976	1.033120
0.704	0.752343	1.121126	0.843471	0.779	0.835825	1.138072	0.951229	0.854	0.909555	1.136817	1.033999
0.705	0.753505	1.121457	0.845024	0.78	0.836881	1.138184	0.952524	0.855	0.910455	1.136653	1.034871
0.706	0.754666	1.121786	0.846573	0.781	0.837935	1.138293	0.953815	0.856	0.911350	1.136486	1.035736
0.707	0.755825	1.122111	0.848120	0.782	0.838987	1.138399	0.955102	0.857	0.912243	1.136313	1.036594
0.708	0.756984	1.122434	0.849664	0.783	0.840037	1.138501	0.956384	0.858	0.913133	1.136137	1.037444
0.709	0.758141	1.122755	0.851206	0.784	0.841086	1.138601	0.957661	0.859	0.914020	1.135956	1.038287
0.71	0.759297	1.123072	0.852745	0.785	0.842133	1.138697	0.958934	0.86	0.914905	1.135770	1.039122
0.711	0.760452	1.123387	0.854282	0.786	0.843179	1.138789	0.960203	0.861	0.915788	1.135580	1.039951
0.712	0.761606	1.123699	0.855845	0.787	0.844222	1.138879	0.961466	0.862	0.916667	1.135386	1.040771
0.713	0.762758	1.124008	0.857346	0.788	0.845264	1.138965	0.962726	0.863	0.917544	1.135187	1.041584
0.714	0.763909	1.124315	0.858875	0.789	0.846304	1.139048	0.963980	0.864	0.918418	1.134983	1.042390
0.715	0.765060	1.124618	0.860400	0.79	0.847342	1.139128	0.965230	0.865	0.919290	1.134775	1.043187
0.716	0.766208	1.124919	0.861923	0.791	0.848378	1.139204	0.966476	0.866	0.920159	1.134562	1.043978
0.717	0.767356	1.125218	0.863443	0.792	0.849413	1.139277	0.967716	0.867	0.921025	1.134345	1.044760
0.718	0.768503	1.125513	0.864960	0.793	0.850445	1.139347	0.968952	0.868	0.921888	1.134123	1.045534
0.719	0.769648	1.125806	0.866474	0.794	0.851476	1.139413	0.970183	0.869	0.922749	1.133896	1.046301
0.72	0.770792	1.126096	0.867985	0.795	0.852505	1.139476	0.971409	0.87	0.923607	1.133664	1.047060
0.721	0.771935	1.126383	0.869494	0.796	0.853532	1.139535	0.972631	0.871	0.924462	1.133427	1.047810
0.722	0.773076	1.126667	0.870999	0.797	0.854557	1.139593	0.973847	0.872	0.925314	1.133186	1.048553
0.723	0.774216	1.126948	0.872502	0.798	0.855581	1.139646	0.975059	0.873	0.926163	1.132940	1.049287
0.724	0.775355	1.127227	0.874002	0.799	0.856602	1.139695	0.976265	0.874	0.927010	1.132689	1.050013
0.725	0.776493	1.127503	0.875498	0.8	0.857622	1.139742	0.977467	0.875	0.927853	1.132433	1.050731
0.726	0.777629	1.127776	0.876992	0.801	0.858639	1.139784	0.978664	0.876	0.928694	1.132172	1.051441
0.727	0.778764	1.128046	0.878482	0.802	0.859655	1.139824	0.979855	0.877	0.929532	1.131906	1.052142
0.728	0.779898	1.128314	0.879970	0.803	0.860669	1.139860	0.981042	0.878	0.930367	1.131635	1.052835
0.729	0.781031	1.128579	0.881455	0.804	0.861680	1.139893	0.982223	0.879	0.931199	1.131359	1.053520
0.73	0.782162	1.128840	0.882936	0.805	0.862690	1.139922	0.983399	0.88	0.932028	1.131077	1.054195
0.731	0.783292	1.129099	0.884414	0.806	0.863698	1.139947	0.984571	0.881	0.932854	1.130791	1.054863
0.732	0.784420	1.129355	0.885889	0.807	0.864704	1.139970	0.985737	0.882	0.933677	1.130499	1.055521
0.733	0.785548	1.129609	0.887361	0.808	0.865708	1.139988	0.986897	0.883	0.934497	1.130203	1.056171
0.734	0.786673	1.129859	0.888830	0.809	0.866710	1.140004	0.988053	0.884	0.935314	1.129901	1.056811
0.735	0.787798	1.130107	0.890296	0.81	0.867710	1.140015	0.989203	0.885	0.936127	1.129593	1.057443
0.736	0.788921	1.130351	0.891758	0.811	0.868708	1.140023	0.990348	0.886	0.936938	1.129280	1.058066
0.737	0.790043	1.130593	0.893217	0.812	0.869704	1.140028	0.991487	0.887	0.937746	1.128962	1.058680
0.738	0.791163	1.130832	0.894673	0.813	0.870698	1.140029	0.992621	0.888	0.938551	1.128638	1.059284
0.739	0.792282	1.131068	0.896125	0.814	0.871690	1.140027	0.993750	0.889	0.939352	1.128309	1.059880
0.74	0.793400	1.131301	0.897575	0.815	0.872680	1.140021	0.994873	0.89	0.940151	1.127975	1.060466
0.741	0.794516	1.131532	0.899020	0.816	0.873668	1.140011	0.995991	0.891	0.940946	1.127634	1.061043
0.742	0.795631	1.131759	0.900463	0.817	0.874653	1.139998	0.997103	0.892	0.941738	1.127288	1.061610
0.743	0.796745	1.131983	0.901902	0.818	0.875637	1.139981	0.998209	0.893	0.942527	1.126937	1.062168
0.744	0.797857	1.132205	0.903337	0.819	0.876618	1.139960	0.999310	0.894	0.943312	1.126579	1.062716
0.745	0.798967	1.132424	0.904770	0.82	0.877598	1.139936	1.000405	0.895	0.944094	1.126216	1.063254
0.746	0.800077	1.132639	0.906196	0.821	0.878575	1.139908	1.001495	0.896	0.944873	1.125847	1.063783
0.747	0.801184	1.132852	0.907623	0.822	0.879550	1.139877	1.002579	0.897	0.945649	1.125472	1.064301
0.748	0.802291	1.133062	0.909045	0.823	0.880523	1.139841	1.003657	0.898	0.946421	1.125091	1.064810
0.749	0.803395	1.133269	0.910463	0.824	0.881494	1.139802	1.004729	0.899	0.947190	1.124704	1.065309
0.75	0.804499	1.133473	0.911878	0.825	0.882463	1.139760	1.005795	0.9	0.947956	1.124311	1.065797

Hoja 4

Fuente: copias del curso de Ingeniería Sanitaria 2.

Anexo 6. Resultados análisis fisicoquímico sanitario



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



O.T. No. 39207

ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO

No. **10383** 35

INTERESADO: HEBER ALEJANDRO PÉREZ GONZÁLEZ REGISTRO ACADÉMICO 2013 14100		PROYECTO: EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO"	
RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>		DEPENDENCIA: <u>Facultad de Ingeniería/USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN: <u>Cerro Alto</u>		FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2018-11-06; 07 h 10min.</u>	
FUENTE: <u>Grifo</u>		FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.: <u>2018-11-06,09 h 36 min.</u>	
MUNICIPIO: <u>Chimaltenango</u>		CONDICIÓN DEL TRANSPORTE: <u>Con refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>			

RESULTADOS

1. ASPECTO: <u>Clara</u>	4. OLOR: <u>Inodora</u>	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección) <u>-- °C</u>	
2. COLOR: <u>04,00 Unidades</u>	5. SABOR: <u>-----</u>	8. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA <u>541,00 µmhos/cm</u>	
3. TURBIEDAD: <u>01,06 UNT</u>	6. potencial de Hidrógeno (pH): <u>07,91 unidades</u>	9. SÓLIDOS DISUELTOS: <u>287,00 mg/L</u>	

SUSTANCIAS		SUSTANCIAS	
	mg/L		mg/L
1. CALCIO (Ca)	34,47	6. CLORUROS (Cl)	16,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	0,019	7. MAGNESIO (Mg))	09,22
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	02,20	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	53,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,10
5. MANGANESO (Mn)	00,30	10. DUREZA TOTAL	124,00

HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L
00,00	00,00	182,00	182,00

OTRAS DETERMINACIONES AMONÍACO 0.01 mg/L

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista fisico químico sanitario: DUREZA MANGANESO en Límites Máximos Permisibles. Las demás determinaciones se encuentran dentro de los Límites Máximos Aceptables de Normalidad. Según norma COGUANOR NTG 29001.

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, 2018-11-16

Vo.Bo.

Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC



Zetón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

Anexo 7. Resultados análisis bacteriológico



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



EXAMEN BACTERIOLOGICO		No. 10384
O.T. No. 39207		INF. No. A -365175
INTERESADO: <u>HEBER ALEJANDRO PÉREZ GONZÁLEZ</u> REGISTRO ACADÉMICO 2013 14100	PROYECTO: <u>EPS: "DISEÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO CERRO ALTO, CHIMALTENANGO"</u>	
MUESTRA RECOLECTADA POR: <u>Interesado</u>	DEPENDENCIA: <u>FACULTAD DE INGENIERÍA /USAC</u>	
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: <u>Cerro Alto</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: <u>2018-11-06, 07 h 10 min</u>	
FUENTE: <u>Grifo</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO: <u>2018-11-06, 09 h 36 min</u>	
MUNICIPIO: <u>Chimaltenango</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE: <u>En refrigeración</u>	
DEPARTAMENTO: <u>Chimaltenango</u>		
SABOR: <u>----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN: <u>No hay</u>	
ASPECTO: <u>Claro</u>	CLORO RESIDUAL: <u>---</u>	
OLOR: <u>Inodora</u>		

INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)

PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		FORMACION DE GAS	
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACION DE GAS - 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C
10,00 cm ³	++---	++	++
01,00 cm ³	+-+--	++	--
0,10 cm ³	-----	Innecesaria	Innecesaria
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm ³		9,3	4,5

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

OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua **NO ES POTABLE**, según norma COGUANOR NTG 29 001.

Guatemala, 2018-11-16

Vo.Bo.

Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
DIRECTOR CII/USAC



Zepher Much Santos

Zepher Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
MSc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



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

Fuente: Centro de Investigaciones de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala.

