

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL
CASERÍO CARRIZALILLO Y EL EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA
LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA JUTIAPA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MAURICIO DAVID MENÉNDEZ CRUZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, JUNIO DE 2012

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO


DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
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 DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA JUTIAPA.

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 19 de octubre 2010.



Mauricio David Menéndez Cruz



Guatemala, 20 de enero de 2012
Ref.EPS.DOC.83.01.12

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

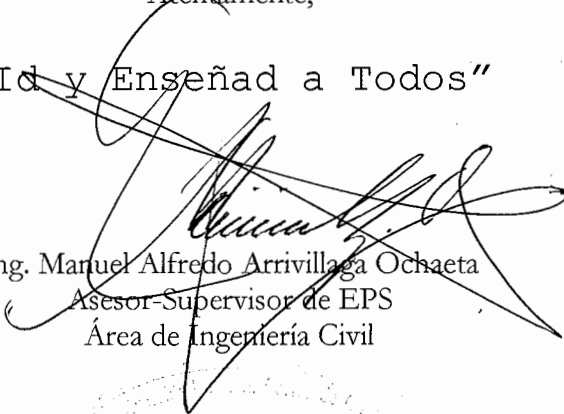
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Mauricio David Menéndez Cruz** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200517717**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA, JUTIAPA”**.

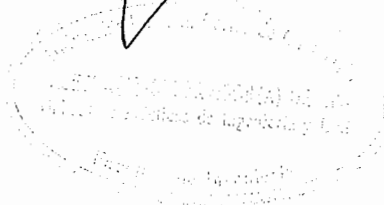
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



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



Guatemala,
13 de febrero de 2012

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA, JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mauricio David Menéndez Cruz, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,
5 de marzo de 2012

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


Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA, JUTIAPA**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Mauricio David Menéndez Cruz, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.



Guatemala, 08 de marzo de 2012

Ref.EPS.D.282.03.12

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

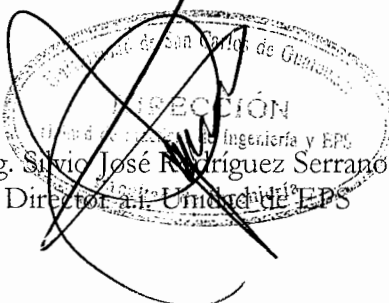
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA, JUTIAPA"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Mauricio David Menéndez Cruz**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


DIRECCIÓN
Escuela de Ingeniería y EPS
Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director a.i. Unidad de EPS

SJRS/ra



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Mauricio David Menéndez Cruz, titulado DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA, JUTIAPA da por este medio su aprobación a dicho trabajo.


Ing. Hugo Leonel Montenegro 

Guatemala, junio 2012

/bbdeb.



DTG. 293.2011

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO CARRIZALILLO Y EL EDIFICIO DEL INSTITUTO BÁSICO PARA LA ALDEA LA TUNA, AGUA BLANCA, JUTIAPA**, presentado por la estudiante universitaria **Mauricio David Menéndez Cruz**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 27 de junio de 2012

/gdech

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	Que me ha ayudado y me ha guiado por buenos caminos y es quien me dio la vida para poder cumplir cada sueño que me propongo cada día.
Mis padres	José Mauricio Menéndez Pérez (q.e.p.d) y Gladis Cruz López
Mis abuelos	Manuel Adolfo Menéndez Salazar, Berta Luz Pérez Monroy y Herminia López Paniagua
Mis hermanos	Josué Mauricio Menéndez Cruz y Gladis Carolina Gonzáles Cruz
Personas especiales	Herminia Morataya
Mis tías	Ana Leticia Menéndez Pérez, Jacqueline Edelma Menéndez Pérez y Mirna Judith Menéndez Pérez
Mis amigos	A todos los compañeros con los cuales compartí en los salones de clase, que siempre me brindaron su apoyo incondicional para salir juntos siempre adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

Adolfo Menéndez

Por su apoyo incondicional durante toda mi vida y transmitir principios y valores de bien.

Asesor

Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta, por su generosidad y paciencia al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia laboral en un marco de confianza y amistad, fundamentales para la elaboración de este trabajo de graduación.

Amigos

Compañeros de la Municipalidad de Agua Blanca, Jutiapa, por brindarme todo el apoyo necesario para realizar mis proyectos; compañeros de la USAC, Luis Fernando Alvarado, Roberto Pérez, José Carlos Mazariegos, Alejandro Pérez, Erick Martínez, Camilo García, Paulo Escobar, Jazim Adrover, por el apoyo y amistad dentro y fuera de los salones de clase.

Profesionales

Mis catedráticos ingenieros, por haber compartido sus conocimientos de vida y de campo sobre ingeniería civil.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Monografía del municipio de Agua Blanca, Jutiapa	1
1.1.1. Ubicación y localización	1
1.1.2. Clima.....	3
1.1.3. Límites y colindancias	4
1.1.4. Extensión	4
1.1.5. Producción agrícola.....	4
1.1.6. Población	5
1.2. Aspectos de infraestructura.....	5
1.2.1. Vías de acceso.....	5
1.2.2. Servicios públicos.....	5
1.2.3. Organización comunitaria.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	7
2.1. Diseño de la ampliación del sistema de agua potable para el caserío carrizalillo.....	7
2.1.1. Descripción del proyecto	7
2.1.1.1. Descripción del sistema actual	7

2.1.1.2.	Evaluación del sistema actual.....	7
2.1.1.3.	Descripción del sistema a utilizar.....	8
2.1.1.4.	Normas a utilizar.....	8
2.1.1.5.	Aforo.....	8
2.1.1.6.	Exámenes de calidad de agua.....	9
2.1.1.7.	Tipo de servicio.....	10
2.1.2.	Topografía.....	10
2.1.3.	Período de diseño.....	10
2.1.4.	Dotación.....	11
2.1.5.	Población.....	12
2.1.5.1.	Población actual.....	12
2.1.5.2.	Población futura.....	12
2.1.6.	Factores de variación.....	13
2.1.6.1.	Factor día máximo (FDM).....	13
2.1.6.2.	Factor hora máximo (FHM).....	13
2.1.7.	Determinación de caudales.....	14
2.1.7.1.	Caudal medio diario.....	14
2.1.7.2.	Caudal máximo diario.....	15
2.1.7.3.	Caudal máximo horario.....	15
2.1.7.4.	Caudal por vivienda.....	16
2.1.8.	Red de distribución.....	16
2.1.8.1.	Presiones y velocidades.....	17
2.1.8.2.	Tipos de tubería.....	17
2.1.8.3.	Cálculo del sistema.....	18
2.1.9.	Obras hidráulicas.....	25
2.1.9.1.	Captación.....	25
2.1.9.2.	Caja rompe presión.....	25
2.1.9.3.	Tanque de almacenamiento.....	26

	2.1.9.3.1.	Diseño de la estructura de la cubierta.....	27
	2.1.9.3.2.	Diseño estructural del muro.....	31
2.1.10.		Desinfección.....	35
2.1.11.		Descripción del mantenimiento del sistema de agua potable	37
	2.1.11.1.	Red de distribución.....	37
	2.1.11.2.	Obras hidráulicas	38
	2.1.11.3.	Propuesta de tarifa	39
2.1.12.		Evaluación ambiental inicial	41
2.1.13.		Planos	44
2.1.14.		Presupuesto	45
2.1.15.		Análisis socioeconómico	46
	2.1.15.1.	Valor Presente Neto	46
	2.1.15.2.	Tasa Interna de Retorno.....	48
2.2.		Diseño para el edificio del instituto básico aldea La Tuna.....	50
	2.2.1.	Infraestructura para el instituto	50
	2.2.1.1.	Localización del terreno.....	51
	2.2.1.2.	Topografía del terreno.....	51
	2.2.1.3.	Evaluación del suelo	52
	2.2.1.4.	Normas para diseño	52
	2.2.2.	Etapa de diseño	53
	2.2.2.1.	Criterios de diseño	53
	2.2.2.2.	Diseño arquitectónico.....	54
	2.2.2.2.1.	Descripción general del proyecto	55
	2.2.2.2.2.	Espacios educativos	55

	2.2.2.2.3.	Elementos de mampostería.....	55
	2.2.2.3.	Sistema constructivo.....	57
	2.2.2.3.1.	Método análisis simplista..	58
	2.2.2.4.	Instalaciones.....	62
	2.2.2.4.1.	Instalación eléctrica	62
	2.2.2.4.2.	Drenajes	65
	2.2.2.4.3.	Agua potable.....	67
	2.2.2.5.	Diseño de techos.....	68
	2.2.2.6.	Diseño de muros.....	90
	2.2.2.7.	Diseño de cimentación.....	94
2.2.3.		Evaluación ambiental inicial.....	98
2.2.4.		Etapas de planificación.....	101
	2.2.4.1.	Planos constructivos.....	101
	2.2.4.2.	Presupuesto.....	102
CONCLUSIONES			105
RECOMENDACIONES.....			107
BIBLIOGRAFÍA.....			109
ANEXOS			111

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa geográfico del municipio de Agua Blanca.....	2
2.	Mapa municipal de agua Blanca.....	2
3.	Línea de conducción agua potable.....	18
4.	Línea de conducción calculada.....	20
5.	Línea de distribución tramo "A".....	22
6.	Línea de distribución tramo "B".....	24
7.	Tanque de almacenamiento.....	27
8.	Planta de la cubierta del tanque.....	28
9.	Diagrama de momentos de la cubierta.....	29
10.	Perfil de cubierta del tanque.....	30
11.	Diagrama del muro del tanque.....	31
12.	Diagrama de presiones en el muro del tanque.....	32
13.	Topografía del terreno del instituto básico.....	51
14.	Análisis simplista.....	59
15.	Viga principal.....	72
16.	Función ampliación dinámica.....	78
17.	Diagrama de la distribución de fuerzas.....	82
18.	Centro de masa del techo.....	85
19.	Centro de rigidez y centro de masa.....	87
20.	Cimiento corrido.....	96
21.	Diagrama de capacidad soporte de secciones rectangulares.....	97

TABLAS

I.	Estación meteorológica Asunción Mita, Jutiapa	3
II.	Momentos actuantes en el muro	32
III.	Matriz modificada de Leopold, para el diseño de la ampliación del sistema de agua potable del caserío Carrizalillo	42
IV.	Presupuesto ampliación sistema de agua potable	45
V.	Función de ampliación dinámica	78
VI.	Guía para establecer la estructuración sismo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q	79
VII.	Determinación del centro de rigidez y centro de masa por nivel	83
VIII.	Resultados parciales para el análisis simplista	84
IX.	Calculo de fuerzas y momentos actuantes en los muros	88
X.	Resultados finales para análisis simplista	89
XI.	Tabla resumen de cálculo de muros	92
XII.	Tabla resumen de áreas de acero.....	93
XIII.	Factores de capacidad de carga de Terzaghi	95
XIV.	Matriz modificada de Leopold, para el diseño del edificio del instituto básico aldea La Tuna	99
XV.	Presupuesto edificio del instituto aldea La Tuna	103

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
Hi	Altura de cada nivel i
Ag	Área gruesa de columna
As	Área de acero
As mín	Área de acero mínima
As máx	Área de acero máxima
As (t)	Área de acero por temperatura
Az	Área de zapata
b	Base del elemento
C	Constante de la tubería
W	Carga distribuida
CM	Carga muerta
CV	Carga viva
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción
Qd	Caudal de distribución
Qi	Caudal instantáneo
Qv	Caudal por vivienda
μ	Coefficiente de reparto
Ø	Diámetro
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
e	Excentricidad
FCU	Factor de carga última
v	Factor de corrimiento

FDM	Factor de día máximo
FHM	Factor de hora máxima
y	Grado de empotramiento
Hg	Hierro galvanizado
Kg-m	Kilogramo metro
l/h/d	Litros habitante día
l/s	Litros por segundo
L	Longitud
d	Magnificador de momentos
m.c.a.	Metro columna de agua
m/s	Metros por segundo
Mn	Momento de piso
Ms	Momentos de sujeción
MF	Momento fijo
d	Peralte efectivo
Hf	Pérdida de carga en las tuberías
Wi	Peso de cada nivel i
f'c	Resistencia del concreto a los 28 días
Vs	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del concreto).
Acueducto	Conjunto de conductos por medio de los cuales se trasporta agua hacia una o varias poblaciones.
Aforo	Operación que consiste en medir un caudal de agua. Es la producción de una fuente expresada en l/seg, GPM
Agua potable	Es el agua apta para consumo humano, sanitariamente segura, además de ser inodora, incolora, insípida y agradable a los sentidos.
Carga estática	También llamada presión estática. Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o tanque de distribución; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
Carga dinámica	También llamada carga hidráulica o presión dinámica. Es la altura que alcanzaría en agua en un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión.

Carga viva	Carga no permanente en la estructura.
Caudal	Volumen de agua que pasa por unidad de tiempo su simbología es litro por segundo, metros cúbicos por segundo, galones por minuto.
COCODE	Consejo Comunitario de Desarrollo.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Concreto ciclópeo	Hormigón a cuya masa, una vez vertida en los encofrados, se ha incorporado grandes piedras o bloques.
IGN	Instituto Geográfico Nacional.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INGASA	Industria Galvanizadora, S.A.
INSIVUMEH	Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología.
Mampostería	Obra hecha con compuestos (block, ladrillo, etc.) colocados y ajustados unos con otros.
Mortero	Mezcla usada en albañilería (arena y cemento).
OMM	Oficina Municipal de la Mujer.

Pérdida de carga	Es la energía por unidad de peso del agua del agua que causa la resistencia superficial dentro del conducto, es convertida de energía mecánica a energía térmica. El agua pierde energía por fricción contra las paredes de la tubería, rugosidad, los cambios de diámetro y los cambios de dirección.
Presión	Fuerza que actúa sobre una superficie o área.
Sismo	Terremoto o seísmo, temblores producidos en la corteza terrestre como consecuencia de la liberación repentina de energía en el interior de la tierra.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acuerdos Rurales.

RESUMEN

Construir una obra de ingeniería, requiere de un diseño con cada uno de sus componentes y hacerlos armonizar en conjunto. Para que el diseño sea óptimo, debe seguir una secuencia ordenada de pasos, haciendo uso de todas las herramientas de ingeniería y toda la información existente y disponible, relacionada con el proyecto.

En este trabajo de graduación se describe el proceso seguido para diseñar la infraestructura física necesaria, para el funcionamiento de un abastecimiento de agua potable y diseño de un edificio escolar. Proceso que puede imitarse y/o mejorarse al momento de diseñar obras similares.

Entre las actividades necesarias para realizar el diseño del abastecimiento de agua potable se realizaron visitas preliminares al campo, levantamiento topográfico, aforo de la fuente de agua, análisis de laboratorio de agua, etc. Con las actividades mencionadas se determinó que el abastecimiento de agua para los habitantes de la comunidad se realizará por medio de gravedad y fue necesario el diseño de un tanque de almacenamiento en un punto estratégico.

Para el diseño del edificio escolar se realizó un levantamiento topográfico, se propuso un diseño arquitectónico adecuado para el uso requerido, fue necesario realizar estudios de suelos para el diseño de la cimentación del edificio escolar, el diseño del edificio se realizó con el método de análisis simplista ya que su diseño arquitectónico lo permitía.

OBJETIVOS

General

Desarrollar el diseño y planificación de la ampliación del sistema de agua potable del caserío Carrizalillo y del edificio del Instituto Básico de la aldea La Tuna, Agua Blanca, Jutiapa cumpliendo con normativos y criterios técnicos de construcción que se adapten a la región.

Específicos

1. Contribuir con el desarrollo comunitario, brindando la mayor ayuda posible para que puedan mejorar su calidad de vida.
2. Diseñar la ampliación del sistema de agua potable y satisfacer la necesidad de la población en el caserío Carrizalillo.
3. Evitar el brote y proliferación de enfermedades en el caserío Carrizalillo, a través de distribución de agua potable.
4. Diseñar un edificio escolar, cuyas áreas cumplan con las necesidades de la población de la aldea La Tuna.
5. Superar los objetivos académicos de la comunidad sin tener que salir de la aldea La Tuna.
6. Capacitar a la población para el uso y mantenimiento adecuado de las instalaciones.

INTRODUCCIÓN

Agua Blanca es un municipio muy importante a nivel departamental, aporta un gran valor en la agricultura y ganadería, además existen varias bellezas naturales y entre las cuales se encuentra la laguna de La Candelaria comúnmente llamada Laguna de Ipala la cual se encuentra entre los dos municipios Ipala y Agua Blanca, en dicho municipio existen varios servicios públicos y del mismo modo existen carencias entre las cuales se enfoca el caserío Carrizalillo y aldea La Tuna.

En el caserío Carrizalillo existe problema con el abastecimiento de agua potable y en la aldea La Tuna se necesita un edificio escolar, por lo que se realizaron varias visitas de campo con el fin de reunir información para realizar un diseño que cumpliera con las necesidades de las comunidades afectadas.

En el primer capítulo contiene una investigación de tipo monográfica, aspectos históricos y socioeconómicos del municipio y un diagnóstico sobre necesidades básicas de dicho municipio.

En el segundo capítulo, se desarrolla el tema concerniente al diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, el cual es por gravedad, y también el diseño de la edificación escolar, el cual se realizó con el método de análisis simplista, cada proyecto contiene planos y presupuestos. Y finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones y bibliografía.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del municipio de Agua Blanca, Jutiapa

Municipio de Agua Blanca, Departamento Jutiapa, al principio formó parte tanto de los departamentos de Chiquimula como de Jalapa, pero su pertenencia en cuanto a la división política fue suprimida por acuerdo de fecha 4 de diciembre de 1874 restablecido por el acuerdo del 30 de enero de 1886.

Agua Blanca, es un importante municipio del departamento de Jutiapa, está situado al norte de la cabecera departamental, enmarcada entre lomas que se recortan como cenefas en el azul del cielo. Custodian a la población el pequeño volcán Monte Rico y el Volcán de Ipala en cuyo cráter hay una laguna llamada en el lenguaje de los antepasados. De la Candelaria, la cual durante varios años abasteció de agua a la población, actualmente existe varios pozos de abastecimiento para el municipio.

1.1.1. Ubicación y localización

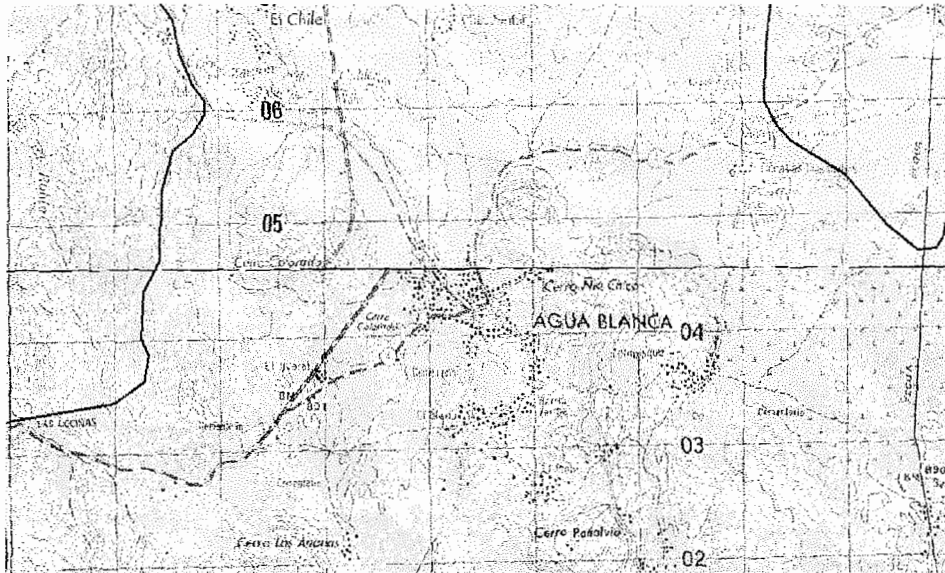
Se encuentra ubicado a 162 km de la capital de Guatemala, a una distancia de 53 kilómetros de la cabecera departamental, a 36 kilómetros de El Progreso, Jutiapa y a 18 kilómetros de Santa Catarina, Jutiapa.

Se localiza en:

Latitud 14° 30' 00" norte

Longitud 89° 39' 00" oeste.

Figura 1. Mapa geográfico del municipio de Agua Blanca



Fuente: IGN (Instituto Geográfico Nacional).

Figura 2. Mapa municipal de Agua Blanca



Fuente: Municipalidad de Agua Blanca, Jutiapa.

1.1.2. Clima

Según el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH) en esta región se manifiesta un clima de género cálido con invierno seco. La característica principal es la deficiencia de lluvia (la región del país donde menos llueve) con marcado déficit la mayoría del año y con los valores más altos de temperatura.

La estación meteorológica más cercana es la de Asunción Mita.

Tabla I. **Estación meteorológica Asunción Mita, Jutiapa**

Estación Meteorológica					
Ubicada en el municipio de Asunción Mita, Jutiapa					
Se localiza en Latitud 14° 20' 04" N longitud 89° 42' 21" O					
Descripción	Año lectura	°C	mm	día	Octas
Temperatura media	2010	27,4			
Temperatura máxima	2010	33,5			
Temperatura mínima	2010	22,1			
Temperatura máxima absoluta	2010	38,5			
Temperatura mínima absoluta	2010	15			
Lluvia	2010		1411,5		
Días de lluvia	2010			117	
Nubosidad	2010				3
Evaporación PICHE	2003		6,6		
Fuente: INSIVUMEH					
Nota: Los datos son promedios anuales de las lecturas mas recientes					

Fuente: INSIVUMEH.

1.1.3. Límites y colindancias

Al norte: con los municipios de Ipala y Concepción Las Minas (Chiquimula).

Al este: con Concepción las Minas (Chiquimula), y la República de El Salvador.

Al sur: con la República de El Salvador.

Al oeste: con Asunción Mita, Santa Catarina Mita (Jutiapa) y San Manuel Chaparrón (Jalapa).

1.1.4. Extensión

Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), el municipio cuenta con 14 aldeas y 85 caseríos formando una extensión territorial de 340 km².

1.1.5. Producción agrícola

Según estudios realizados anteriormente la población del municipio de Agua Blanca se dedica a la producción de maíz, frijol, maicillo, y actualmente está creciendo mucho la producción de tomate, chile dulce, chile jalapeño, y en gran cantidad el arroz.

1.1.6. Población

El municipio está organizado territorialmente en 82 centros poblados que incluyen la cabecera municipal, 14 aldeas, 68 caseríos, la distribución espacial de la población.

1.2. Aspectos de infraestructura

Agua Blanca es un municipio muy importante a nivel departamental, gracias a su infraestructura en la que se destacan, calles principales en buen estado, un parque central frente a la Municipalidad en el que la población tiene actividades de recreación, además cuenta con todos los servicios públicos necesarios.

1.2.1. Vías de acceso

El municipio de Agua Blanca cuenta con varias vías de acceso, la mayoría conecta a la cabecera municipal con las aldeas, pero las vías de acceso principales son las que conectan a los municipios vecinos con Agua Blanca entre las cuales se encuentra:

CA-1 carretera asfaltada que comunica la ciudad capital con la región de oriente, dicha carretera atraviesa el municipio y de ella se dividen ramales los cuales comunican con aldeas de Agua Blanca.

1.2.2. Servicios públicos

Entre los servicios públicos con los que cuenta el municipio de Agua Blanca destacan los siguientes:

- Banco (3 diferentes)
- Ministerio Público
- Juzgado de Paz
- Centro de Salud
- Registro Nacional de las Personas (RENAP)
- Municipalidad de Agua Blanca
- Salón de usos múltiples

1.2.3. Organización comunitaria

En el municipio de Agua Blanca existe varias organizaciones comunitarias algunas tienen sede en la Municipalidad de Agua Blanca, entre ellas se encuentra:

- COCODE (Existe un COCODE por cada barrio, caserío, aldea).
- OMM (Oficina Municipal de la Mujer).

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño de la ampliación del sistema de agua potable para el caserío Carrizalillo

La falta de suministro de agua potable a traído consecuencias al caserío Carrizalillo, esto se refleja en un gran número de quejas y peticiones de la población, siendo su principal petición el abastecimiento del vital líquido.

2.1.1. Descripción del proyecto

El proyecto consiste en diseñar la ampliación del sistema de agua potable para el caserío carrizalillo, el cual cuenta con 2033 metros lineales desde la línea de conducción existente hasta la última casa ubicada en el caserío Carrizalillo.

2.1.1.1. Descripción del sistema actual

El caserío Carrizalillo actualmente no cuenta con un sistema de agua potable, el abastecimiento de agua potable de dicho caserío es principalmente llevar el agua en recipientes desde un sistema de agua potable cercano al caserío Carrizalillo, este sistema de agua potable pertenece al caserío Cañas Abajo.

2.1.1.2. Evaluación del sistema actual

El proyecto consiste en ampliar el sistema de agua potable desde el caserío Cañas Abajo para abastecer a la población del caserío Carrizalillo, el

2.1.1.7. Tipo de servicio

El sistema de servicio podrá ser por conexiones prediales, conexiones intradomiciliarias, llena cantaros y mixtos. Para este proyecto se propone la utilización de una conexión predial; por razones económicas este servicio es el más aconsejable en el área rural, y es el utilizado por sistema de agua potable existente.

2.1.2. Topografía

Se realizó un levantamiento de segundo orden, debido a las diferencias de alturas, para representar la proyección del terreno de las comunidades de un plano horizontal imaginario, se adoptó el método de conservación del azimut, para ello se consideró un norte arbitrario como referencia.

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

El equipo que se utilizó comprende teodolito, estadal, estacas, cinta métrica y un GPS (colorado 700).

2.1.3. Período de diseño

Se define período de diseño de un acueducto como el número de años para el cual el sistema va a proporcionar agua potable, en la cantidad adecuada a la población existente al final de dicho período.

El período de diseño de un abastecimiento de agua rural está determinado por razones económicas. Un período de diseño de pocos años implicaría que las poblaciones se encontrarían con la necesidad de hacer ampliaciones al sistema de abastecimiento en un plazo muy corto de tiempo. Un período de diseño de muchos años haría contribuir a la población actual para cubrir los costos que efectivamente deberían ser cubiertos por la población futura.

Con las anteriores consideraciones, para el proyecto de agua potable del caserío Lorena, el período de diseño será de 20 años.

2.1.4. Dotación

Se define la dotación como la cantidad de agua que se le asigna a cada habitante de una población en un día. Se le representa con la letra D y se expresa en litros por habitante por día (l/h/d).

La dotación para una comunidad rural depende de las costumbres de la población, el clima, del tipo y magnitud de la fuente, de la calidad del agua, de la actividad productiva y de la medición del consumo.

Los estudios de demanda llevados a cabo para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población. En función de lo anterior se establece que la dotación para el caserío Carrizalillo será de 60 l/h/d.

2.1.5. Población

En este caso se recurre para la estimación de la población al número de viviendas y al número promedio de habitantes por vivienda. En estudios recientes se llegó a determinar que el número de habitantes por vivienda para el área rural variaba entre 6,5 y 6,9. De acuerdo a condiciones propias de cada localidad, el número de habitantes por vivienda puede tomarse de 6 ó 7.

Para determinar la población a servir para el final del periodo de diseño bastaría multiplicar el número total de casas estimado para entonces para el número adoptado de habitantes por vivienda.

Al igual que la población, el crecimiento del número de casas responde al 2,45% para el municipio de Agua Blanca según datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, (INE)

2.1.5.1. Población actual

Actualmente existen 25 casas

Se estiman 7 habitantes por casa = 175 habitantes

2.1.5.2. Población futura

Se usa la ecuación de crecimiento, $N = n(1 + r)^s$

En la cual n es el número habitantes al año cero, r la tasa de crecimiento poblacional y N es el número de habitantes al final del período de diseño.

Con s = 20 años + 1 año de trámite del proyecto = 21 años

$$Pf = 175(1 + 0,0245)^{21} = 290,93$$

La población en 21 años será de 291 habitantes, equivalente a 42 viviendas.

2.1.6. Factores de variación

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

2.1.6.1. Factor día máximo (FDM)

Este incremento porcentual se utiliza cuando no se cuenta con datos de consumo máximo diario. En acueductos rurales el FDM puede variar de 1,20 a 1,50, en el área rural, de 1,80 a 2,00 en el área urbana, de 2,50 a 3,00 en el área metropolitana. Para el proyecto del caserío Carrizalillo se utilizará un factor de día máximo de 1,20.

2.1.6.2. Factor hora máximo (FHM)

Este, como el anterior, depende de la población que se esté estudiando y de sus respectivas costumbres. El FHM puede variar de 1,50 a 1,80 en el área rural, de 2,00 a 3,00 en el área urbana y de 3,00 a 4,00 en el área metropolitana. Para el proyecto del caserío Carrizalillo se utilizará un factor de hora máximo de 2,00.

Un motivo por el cual se toman los factores de hora máxima y de día máximo altos es porque la comunidad es pequeña, en consecuencia las actividades son realizadas por lo regular los mismos días y a la misma hora, provocando que la demanda suba, lo que requiere un factor máximo.

2.1.7. Determinación de caudales

La determinación de los caudales es muy importante ya que la línea de conducción y la línea de distribución se diseñan con caudales diferentes, caudal máximo diario se utiliza para diseñar la línea de conducción, y el caudal máximo horario para diseñar la red de distribución. Los dos se derivan del caudal medio diario modificado con los factores de variación.

2.1.7.1. Caudal medio diario

Es conocido también como caudal medio y es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumos diarios se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día.

Se calcula de la siguiente manera:

$$Q_{md} = \frac{(población\ futura) (dotación)}{86400\ segundos}$$

$$Q_{md} = \frac{291 * 60}{86400} = 0,20\ l/s$$

2.1.7.2. Caudal máximo diario

El caudal máximo diario o consumo máximo diario es conocido también como caudal de conducción, ya que es el que se utiliza para diseñar el caudal de conducción y es el consumo máximo de agua que puede haber en 24 horas, observado durante un año, el cual no incluye gastos causados por incendios.

Cuando no se cuenta con información de consumo diario, este se puede calcular multiplicando el factor de día máximo por el caudal medio diario.

$$Q_c = Q_{md} * FDM$$
$$Q_c = 0,20 * 1,50 = 0,3 \text{ l/s}$$

2.1.7.3. Caudal máximo horario

Conocido también como caudal de distribución, debido a que es el que se utiliza para diseñar la línea de distribución y es el consumo máximo en una hora del día, el cual se obtiene de la observación del consumo equivalente a un año.

Si no se tiene registros, se puede obtener multiplicando el caudal medio diario por el factor de hora máxima.

$$Q_{MH} = Q_m * FHM$$
$$Q_{MH} = 0,20 * 2,00 = 0,40 \text{ l/s}$$

2.1.7.4. Caudal por vivienda

Conocido también como caudal de gasto, está definido como el consumo de agua que se da por vivienda. El caudal de hora máxima se puede distribuir en los tramos de tuberías que componen la línea de distribución, según el número de viviendas que comprenden la línea de distribución y los tramos del proyecto a diseñar.

$$Q_v = \frac{Q_d}{\text{Número de viviendas}} = \frac{0,40}{25} = 0,016 \text{ l/s}$$

2.1.8. Red de distribución

Es el sistema de tuberías, obras y accesorios que se encargan de distribuir el caudal instantáneo o de hora máxima, desde el tanque de distribución hacia las tuberías de tomas domiciliarias.

En este sistema la red de distribución estará constituida por ramales abiertos, debido a lo disperso de las casas y a lo quebrado de la topografía.

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

- El buen funcionamiento del acueducto se debe garantizar para el periodo de diseño, de acuerdo con el caudal máximo horario.
- La distribución debe hacerse mediante criterios que estén de acuerdo con el consumo real de la comunidad.

- La red de distribución se debe dotar de accesorios y de obras hidráulicas necesarias, para garantizar el funcionamiento correcto del sistema de acuerdo con las normas establecidas para facilitar así su mantenimiento.

2.1.8.1. Presiones y velocidades

Los límites aceptables para verificar la presión y velocidad del líquido dentro de las tuberías de distribución, según la norma IMFOM – UNEPAR en el capítulo 4.8 establece que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a. en algunas situaciones podrá permitirse una presión máxima de 70 m.c.a., ya que, después de alcanzarse una presión de 64 m.c.a. se corre el riesgo de que fallen los empaques de los chorros.

En cuanto a la presión hidrodinámica en la red de distribución, esta se debe mantener entre 50 y 10 m.c.a. aunque en muchas de las regiones donde se ubican las comunidades, la topografía es irregular y se hace difícil mantener este rango, por lo que se podría considerar en casos extremos una presión dinámica de 6 m.c.a. partiendo del criterio que en una población rural, es difícil que se construyan edificios de altura considerable.

En cuanto a las velocidades en la red, se recomiendan mantener como máximo 3 m/s y 0,3 m/s como mínimo.

2.1.8.2. Tipos de tuberías

En sistemas de acueductos se utilizara generalmente tubería de cloruro de polivinilo rígido (PVC) y de hierro galvanizado (HG). La tubería de PVC, es una tubería plástica, económica, fácil de transportar y de trabajar, pero es necesario protegerla de la intemperie.

La tubería de HG, es de acero, recubierta tanto en su interior como en su exterior por zinc, es utilizada en lugares donde la tubería no se puede enterrar, donde se requiera una presión mayor de 175 m.c.a. en pasos de zanjón o aéreos. Para este proyecto se utiliza tubería de PVC con un coeficiente de fricción $C=150$.

2.1.8.3. Cálculo del sistema

Conducción

Datos:

Caudal de la fuente de abastecimiento = 0,25 l/s.

$C = 150$.

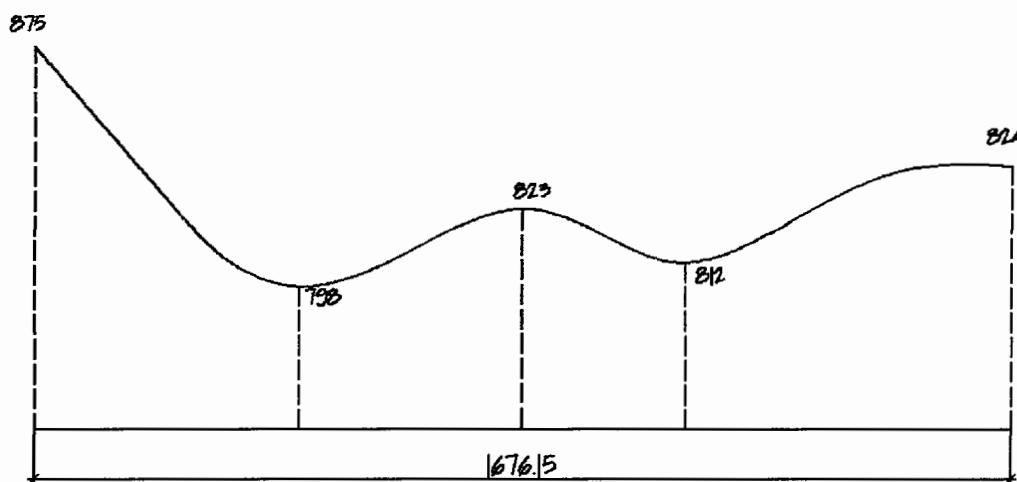
Tubería PVC clase 160 PSI = 112 m.c.a.

Tubería PVC clase 250 PSI = 175 m.c.a.

Longitud = 1675,15 metros.

$H_f = 51$ metros.

Figura 3. Línea de conducción agua potable



Fuente: elaboración propia.

Por la topografía del terreno no se utilizara caja rompe presión ya que la diferencia de alturas más crítica es $875 - 798 = 77$ metros < 112 m. c. a.

- Encontrando el diámetro de la tubería

$$Q_c = Q_{md} * FDM$$

$$Q_c = 0,2 \text{ l/s} * 1,2$$

$$Q_c = 0,24 \text{ l/s} < \text{caudal de la fuente} = 0,25 \text{ l/s}$$

$$\varphi = \left[\frac{1743,811 * l * 1,05 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * h_f} \right]^{\frac{1}{4,87}}$$

$$\varphi = \left[\frac{1743,811 * 1676,15 * 1,05 * 0,24^{1,85}}{150^{1,85} * 51} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 0,83''$$

El diámetro oscila entre 1 " y $\frac{3}{4}$ "

- Pérdidas para los diámetros 1" y $\frac{3}{4}$ "

$$h_f = \frac{1743,811 * l * 1,05 * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varphi^{4,87}}$$

$$h_f 1'' = \frac{1743,811 * 1676,15 * 1,05 * 0,24^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 20,63 \text{ metros}$$

$$h_f \frac{3}{4}'' = \frac{1743,811 * 1676,15 * 1,05 * 0,24^{1,85}}{150^{1,85} * \frac{3}{4}^{4,87}} = 83,76 \text{ metros}$$

- Longitudes reales para las pérdidas anteriores

$$L_2 = l * 1,05 \left(\frac{hf - hf_{1''}}{hf_{3/4''} - hf_{1''}} \right), \quad L_1 = l * 1,05 - L_2$$

$$L_2 = 1676,15 * 1,05 \left(\frac{51 - 20,63}{83,76 - 20,63} \right) = 846,66 \text{ metros}$$

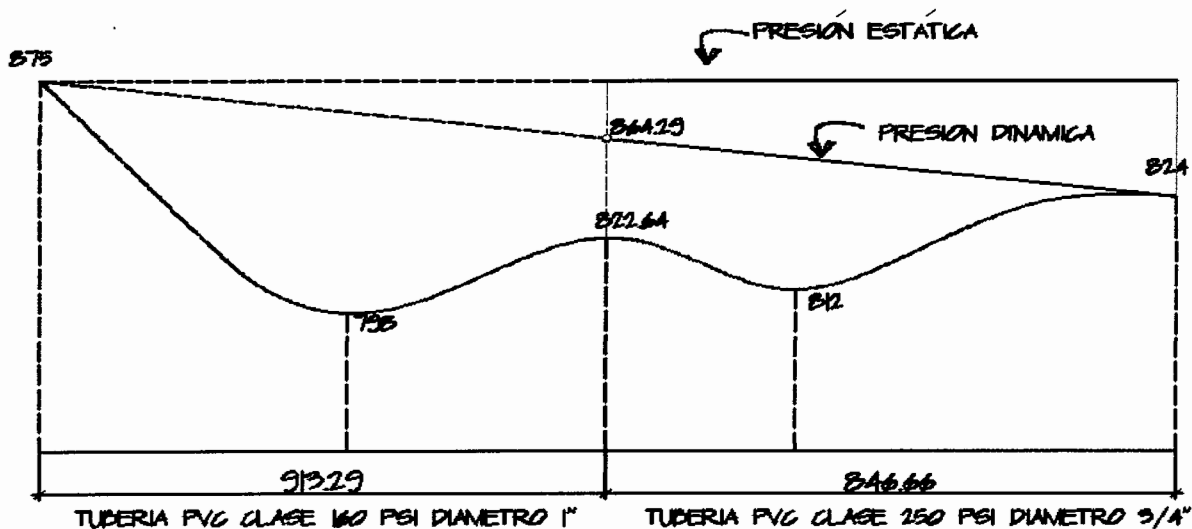
$$L_1 = 1676,15 * 1,05 - 846,66 = 913,29 \text{ metros.}$$

- Hallando pérdidas para las nuevas distancias.

$$hf_{1''} = \frac{1743,811 * 913,29 * 1,05 * 0,24^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}} = 10,71 \text{ metros}$$

$$hf_{3/4''} = \frac{1743,811 * 846,66 * 1,05 * 0,24^{1,85}}{150^{1,85} * 3/4^{4,87}} = 40,30 \text{ metros}$$

Figura 4. Línea de conducción calculada



Fuente: elaboración propia.

La suma de las pérdidas es 51,01 metros

- Chequeando velocidad del fluido en la tubería

Utilizando los diámetros internos de las tuberías

$$\phi \text{ interno } 1'' = 1,195''$$

$$\phi \text{ interno } 3/4'' = 0,926''$$

$$Q = \frac{0,24 \text{ l/s}}{1000} = 2,4 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$A \text{ } 1'' = \pi \frac{((1,195 * 2,54) / 100)^2}{4} = 7,23 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A \text{ } 3/4'' = \pi \frac{((0,926 * 2,54) / 100)^2}{4} = 4,34 * 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V \text{ } 1'' = \frac{2,4 * 10^{-4}}{7,23 * 10^{-4}} = 0,33 \text{ m/s } \textit{ok}$$

$$V \text{ } 3/4'' = \frac{2,4 * 10^{-4}}{4,34 * 10^{-4}} = 0,55 \text{ m/s } \textit{ok}$$

Según norma del INFOM – UNEPAR (4.6.2)

Línea de distribución

Tramo "A"

Caudal Máximo Hora (QMH)

$$QMH = FHM * Qmd$$

$$QMH = 2 * 0,2 \text{ l/s} = 04 \text{ l/s}$$

Consumo Máximo Hora (q)

$$q = k\sqrt{n-1}, \quad \text{donde } k \text{ varía de } 0,15 \text{ a } 0,25$$

en este caso se utilizara $K = 0,2$
 $n =$ número de viviendas, $n = 25$

$$q = 0,2\sqrt{25 - 1} = 0,98 \text{ l/s}$$

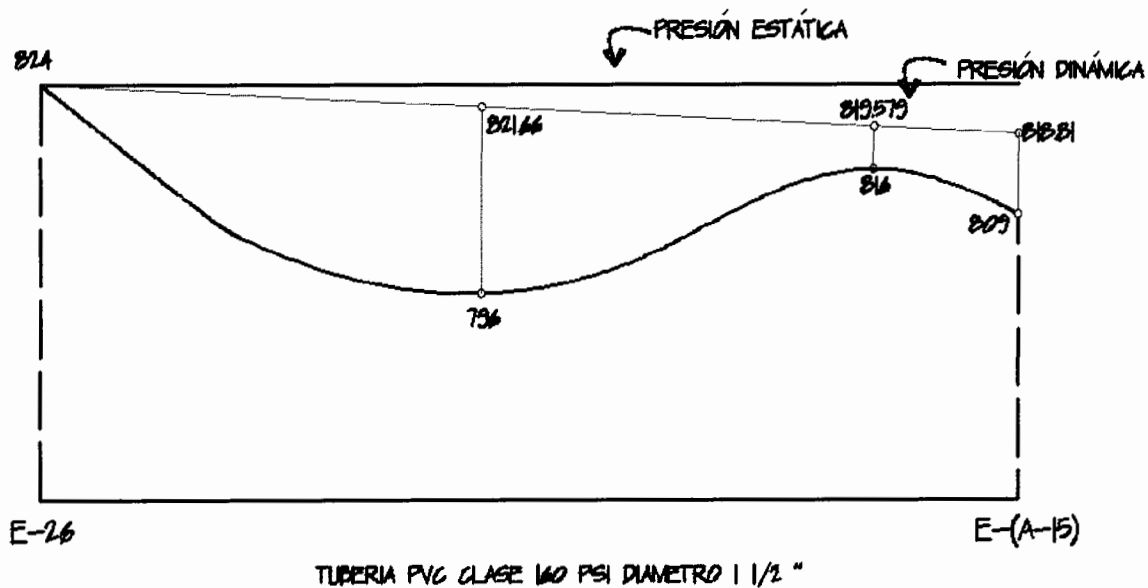
Q de diseño = 0,98 l/s

$$\varphi = \left[\frac{1743,811 * 482,13 * 1,05 * 0,98^{1,85}}{150^{1,85} * 15} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,41" \approx 1,5"$$

$$hf_{1,5"} = \frac{1743,811 * 482,13 * 1,05 * 0,98^{1,85}}{150^{1,85} * 1,754^{4,87}} = 5,19 \text{ metros}$$

Tubos a utilizar $482,13 * 1,05 = 506,24/6 = 84,37$ tubos ≈ 85 tubos
 Diámetro = $1 \frac{1}{2}"$

Figura 5. Línea de distribución tramo "A"



Fuente: elaboración propia.

- Chequeando velocidad del fluido en la tubería
Utilizando los diámetros internos de las tuberías

$$\Phi \text{ interno } 1 \frac{1}{2}'' = 1,754''$$

$$Q = 0,98/1000 = 9,8 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = \pi r^2$$

$$A_{1,754''} = \pi \left[\frac{\left(\frac{1,754 * 2,54}{100} \right)^2}{2} \right] = 1,5589 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V_{1,754''} = \frac{9,8 * 10^{-4}}{1,5589 * 10^{-3}} = 0,623 \text{ m/s ok}$$

Las presiones dinámicas y velocidades se encuentran en el rango permitido según norma INFOM - UNEPAR (4.8.1)

Línea de distribución

Tramo "B"

Caudal Máximo Hora (QMH)

$$QMH = FHM * Qmd$$

$$QMH = 2 * 0,2 \text{ l/s} = 0,4 \text{ l/s}$$

Consumo Máximo Hora (q)

$$q = k\sqrt{n-1}, \text{ donde } k \text{ varia de } 0,15 \text{ a } 0,25 \text{ en este caso se utiliza } K = 0,2$$

n = número de viviendas, n = 17

$$q = 0,2\sqrt{17-1} = 0,80 \text{ l/s}$$

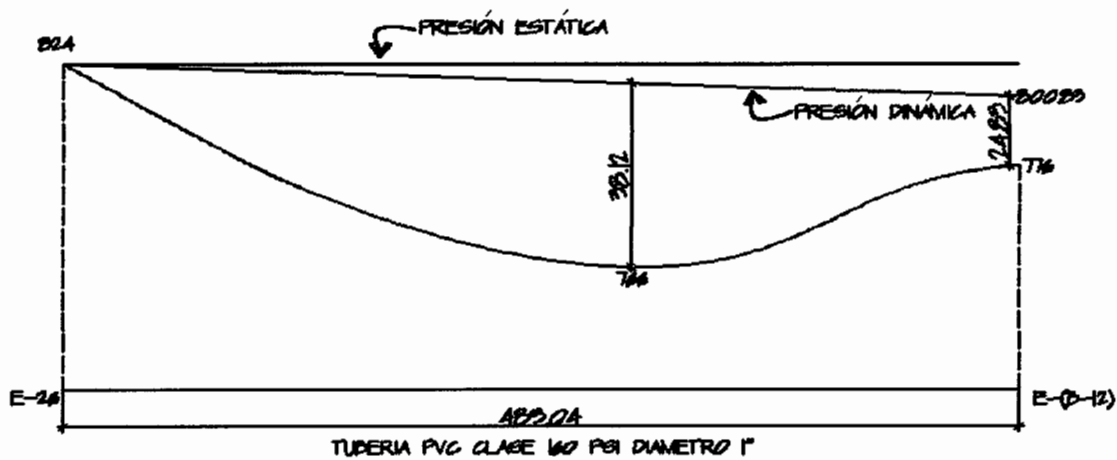
Q de diseño = 0,80 l/s

$$\varphi = \left[\frac{1743,811 * 483,04 * 1,05 * 0,80^{1,85}}{150^{1,85} * 48} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1''$$

$$hf\ 1'' = \frac{1743,811 * 483,04 * 1,05 * 0,80^{1,85}}{150^{1,85} * 1,195^{4,87}} = 23,17\ metros$$

Tubos a utilizar $483,04 * 1,05 = 507,192/6 = 84,53$ tubos
 85 tubos diámetro 1"

Figura 6. Línea de distribución tramo "B"



Fuente: elaboración propia.

- Chequeando velocidad del fluido en la tubería

Utilizando los diámetros internos de las tuberías

$$\phi\ interno\ 1'' = 1,195''$$

$$Q = 0,80 / 1000 = 8Q = 0,80 / 1000 = 8 \times 10^{-4}\ m^3/s$$

$$A = \pi \frac{d^2}{4}$$

$$A\ 1'' = \pi \frac{((1,195 * 2,54) / 100)^2}{4} = 7,23 \times 10^{-4}\ m^2$$

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V 1'' = \frac{8 \times 10^{-4}}{7,23 \times 10^{-4}} = 1,10 \text{ m/s}$$

Las presiones dinámicas y velocidades se encuentran en el rango permitido según norma INFOM - UNEPAR (4.8.1).

2.1.9. Obras hidráulicas

Las obras hidráulicas son accesorios muy importantes en una línea de conducción y distribución de agua potable ya que por medio de las cuales se puede interrumpir el paso de un fluido o podemos liberar el aire que se queda atrapado en los puntos altos de la tubería como, también, en los puntos bajos o sólidos que llevan contenido el fluido se sedimenta creando taponamiento en las tuberías por eso existe una válvula que se encarga de evitar ese tipo de efecto que se da al momento de transportar un fluido.

2.1.9.1. Captación

Es la obra civil que recolecta el agua proveniente de uno o varios nacimientos de brotes definidos o difusos, que salen de la montaña. La captación puede ser de dos tipos: captación para brotes definidos o captación con brotes difusos.

Esta es la obra más crítica y de ella depende el éxito o fracaso del proyecto, por lo que se deberá tener información a detalle para lograr el objetivo final, de beneficio a los habitantes.

2.1.9.2. Caja rompe presión

En muchos casos se encuentran grandes diferencias de alturas, esto sugiere la utilización de tubería de hierro galvanizado, lo que provoca que los

costos de tubería sean altos. Para limitar el uso de tubería de este tipo, se utilizan cajas rompe presión en las cuales actúa la presión atmosférica que para el diseño de la presión es igual a 0.

La caja rompe presión se coloca antes de que la presión estática sobrepase los 80 m.c.a. en la línea de conducción y los 60 m.c.a. en la red de distribución.

2.1.9.3. Tanque de almacenamiento

Diseño tanque de almacenamiento

- Volumen del tanque de almacenamiento

En este caso de la comunidad en estudio, se considera un almacenamiento de 25% del caudal medio diario. El volumen del tanque se calcula de la forma siguiente.

$$vol = \frac{(Qmd * \% \text{ almacenamiento} * 1 \text{ m}^3 * 86400 \text{ seg/día})}{1000 \text{ lt}}$$

Vol. = Volumen del tanque

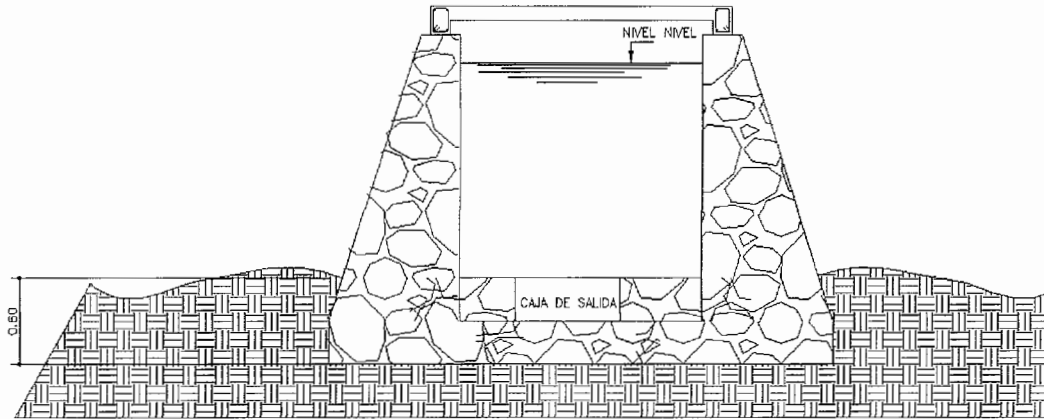
Qmd = Caudal medio diario

$$Vol = \frac{0,24 * 0,25 * 1 * 86400}{1000}$$

Vol = 5,184 m³

El volumen del tanque de almacenamiento será de 5 m³.

Figura 7. Tanque de almacenamiento



Fuente: elaboración propia.

2.1.9.3.1. Diseño estructural de la cubierta

- Diseño de losa

Datos:

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

$$f_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$m = a/b$$

$$m = 2,3/2,3 = 1 > 0,5 \quad \text{Según dimensiones es una losa en 2 sentidos}$$

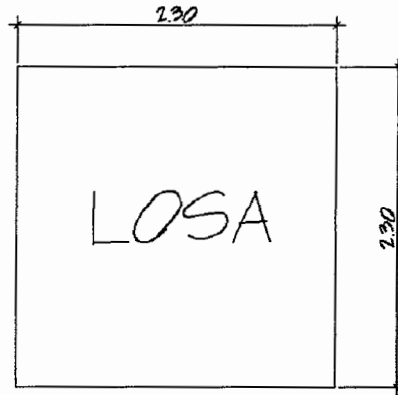
$$t = \frac{\text{perímetro}}{180}$$

$$t = \frac{(4 \cdot 2,3 \text{ m})}{180} = 0,05$$

El peralte de la losa será de 0,1 metros.

$$CM = W \text{ losa} + W \text{ sobre carga}$$

Figura 8. **Planta de la cubierta del tanque**



Fuente: elaboración propia.

$$W \text{ losa} = (2400 \text{ Kg/m}^3)(0,1 \text{ mts}) = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Sobre carga} = 90 \text{ Kg/m}^2$$

$$CM = 240 \text{ Kg/m}^2 + 90 \text{ Kg/m}^2 = 330 \text{ Kg/m}^2$$

CV = Carga viva

$$CV = 100 \text{ Kg/m}^2$$

Carga última (CU) Sumatoria carga muerta + carga viva, modificadas por factores

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

$$CU = 1,4(330 \text{ Kg/m}^2) + 1,7(100 \text{ Kg/m}^2) = 632 \text{ Kg/m}^2$$

Cálculo de momentos:

Caso 1

$$CVU = 1,7(100 \text{ Kg/m}^2) = 170 \text{ Kg/m}^2$$

$$CMU = 1,4(330 \text{ Kg/m}^2) = 426 \text{ Kg/m}^2$$

Momentos

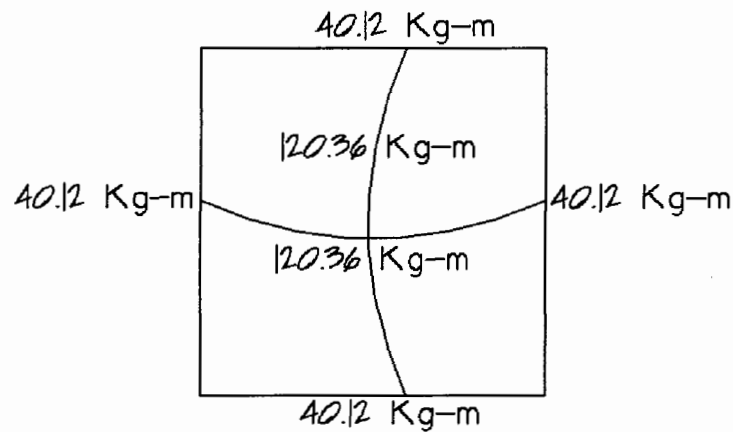
$$Ma^+ = Ca^+(CVU * a^2) + Ca^+(CMU * a^2)$$

$$Mb^+ = Cb^+(CVU * b^2) + Cb^+(CMU * b^2)$$

$$M_{a^+} = 0,36(170Kg/m^2) * (2,3)^2 + 0,36 \left(\frac{462Kg}{m^2} \right) * (2,3)^2 = 120,36 Kg - m$$

$$M_{b^+} = 0,36(170Kg/m^2) * (2,3)^2 + 0,36 \left(\frac{462Kg}{m^2} \right) * (2,3)^2 = 120,36 Kg - m$$

Figura 9. Diagrama de momentos de la cubierta



Fuente: elaboración propia.

- Peralte (d)

$d = t - \text{recubrimiento}$

$d = t - 3 = 7 \text{ cm}$

Calculando Acero mínimo ($A_{s \text{ min}}$)

$$A_{s \text{ min}} = 0,4 \left[\frac{14,1}{f_y} \right] * bd$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,4 \left[\frac{14,1}{2810 \text{ Kg/cm}^2} \right] * 100 * 7 = 1,4 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$1,4 \text{ cm}^2$ → 100 cm

$0,71 \text{ cm}^2$ hierro No 3 → X = 50.71 cm

$$S_{max} = 3t = 3(10) = 30 \text{ cm}$$

Se utilizará un refuerzo No.3 a cada 30 cm.

$A_{s_{min}}$ para esta separación

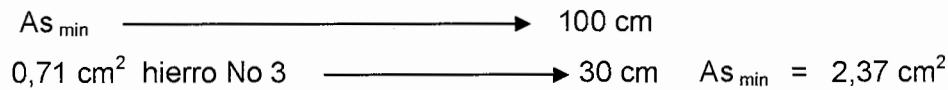
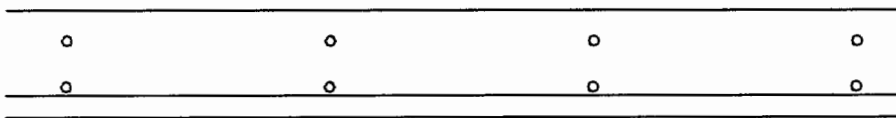


Figura 10. Perfil de la cubierta del tanque



Fuente: elaboración propia.

Calculando el momento de $A_{s_{min}}$

$$M_{As_{min}} = \phi \left[(A_{s_{min}}) f_y \left(d - \frac{A_{s_{min}} * f_y}{1,7 f'_c * b} \right) \right]$$

$$M_{As_{min}} = 0,9 \left[(2,37 \text{ cm}^2) 2810 \text{ Kg/cm}^2 \left(7 \text{ cm} - \frac{(2,37 \text{ cm})_{min} * 2810 \text{ Kg/cm}^2}{1,7 * 210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} * 100 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_{As_{min}} = 408,38 \text{ Kg} - m$$

El acero mínimo cubre un momento mayor al que la losa se ve afectada, se utilizará el acero mínimo.

Refuerzo No. 3 @ 30 cm en ambos sentidos.

2.1.9.3.2. Diseño estructural del muro

Altura del tanque

$$\text{Volumén} = \text{base} * \text{altura} * \text{longitud}$$

$$\text{Altura} = \frac{\text{Volumén}}{\text{base} * \text{longitud}} = \frac{5 \text{ m}^3}{1,85 \text{ m} * 1,85 \text{ m}} 1,46 \approx 1,5 \text{ metros}$$

Datos:

$$\gamma \text{ agua} = 1\,000 \text{ Kg/m}^3$$

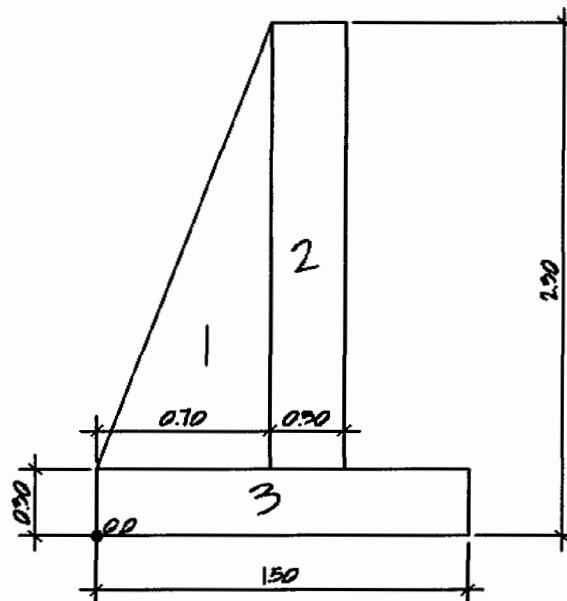
$$\gamma \text{ concreto} = 2\,400 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ concreto ciclópeo} = 2\,250 \text{ Kg/m}^3$$

$$\gamma \text{ suelo} = 1\,500 \text{ Kg/m}^3$$

$$V_s = 15\,000 \text{ Kg/m}^2$$

Figura 11. Diagrama del muro del tanque



Fuente: elaboración propia.

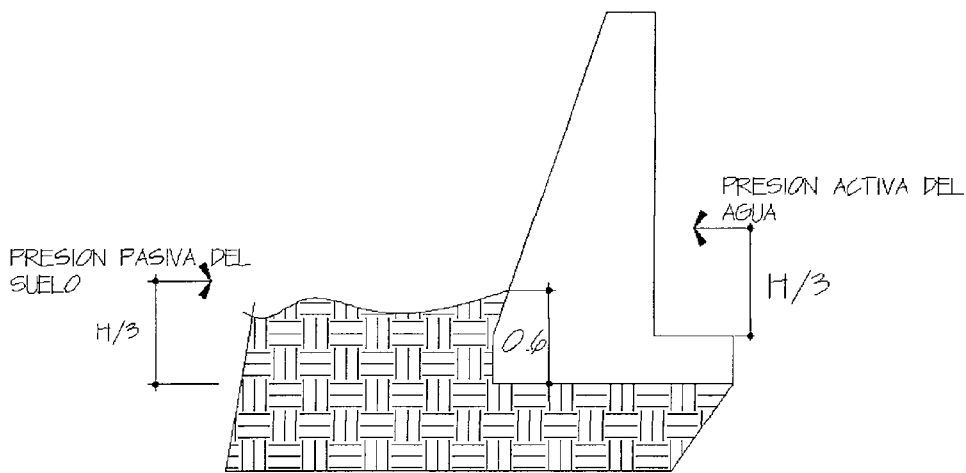
Tabla II. Momentos actuantes en el muro

Figura	$\gamma * A = W$ (Kg)	Brazo (m)	M_r (Kg-m)
1	$0,7 * 2 * 0,5 * 2250 = 1575$	0,46	724,5
2	$0,3 * 2 * 2250 = 1350$	85	1147,5
3	$0,3 * 1,5 * 2250 = 1012,5$	0,75	759,38
P_c	312	0,6	187,2
P_p	747,9	0,2	149,58
Σ	4997,4	Σ	2968,16

Fuente: elaboración propia.

Diagrama de presiones actuantes sobre el muro.

Figura 12. Diagrama de presiones en el muro del tanque



Fuente: elaboración propia.

Carga provocada por la losa y viga hacia el muro

$$W \text{ losa} = 2400 \text{ Kg/m}^3 * 0,1 \text{ m} = 240 \text{ Kg/m}^2$$

$$W \text{ viga} = 2400 \text{ Kg/m}^3 * 0,15 * 0,2 \text{ m} = 240 \text{ Kg/m}$$

Considerando W losa y W viga cargas puntuales

$$P_c = 312 \text{ Kg}$$

Momento causado por la carga puntual

$$P_c = 312 \text{ Kg} * 0,6 \text{ m} = 187,2 \text{ Kg} - \text{m}$$

Presión activa (P_a)

$$P_a = \gamma \text{ agua} (0,5 * b * h) = 1000 \text{ Kg/m}^3 (0,5 * 1,85 * 1,5) = 1387,5 \text{ Kg/m}$$

Momento de Volteo

$$M_a = P_a * H/3$$

$$M_a = 1387,5 \text{ Kg/m} * \left(\frac{1,5}{3} + 0,3\right) = 1110 \text{ Kg} - \text{m}$$

Verificando contra volteo

$$F_s = \frac{M_r}{M_a} = F_s = \frac{2968,16 \text{ Kg} - \text{m}}{1110 \text{ Kg} - \text{m}} = 2,67 > 1,5 \text{ ok}$$

Presión pasiva (P_p)

$$P_p = \gamma \text{ suelo} * \frac{h \text{ suelo}^2}{2} * K_p \text{ (Teroria de Ranking)}$$

$$K_p = \frac{1}{K_a} \quad K_a = \frac{1 - \text{sen}\phi}{1 + \text{sen}\phi} = \frac{1 - \text{sen}28}{1 + \text{sen}28} = 0,361$$

$$K_p = \frac{1}{0,361} = 2,77$$

$$P_p = 1500 \text{ Kg/m}^3 * \left(\frac{0,6^2}{2}\right) * 2,77 = 747,90 \text{ Kg/m}$$

Momento de Volteo que ejerce el suelo

Momento pasivo (M_p)

$$M_p = P_p * H/3 = 747,90 * \left(0,6/3\right) = 149,58 \text{ Kg} - m$$

Verificando Deslizamiento $F_{sd} > 1,5$

C_f = Coeficiente de fricción

$$C_f = 0,9 \text{ Tan } 28 = 0,478$$

Fuerza de fricción

$$F_{fr} = C_f * R = 0,478 * (4\ 997,4) = 2\ 388,75 \text{ Kg}$$

$$F_{sd} = F_{fr}/P_a = 2\ 388,75 \text{ Kg}/1\ 387,5 \text{ Kg} = 1\ 7216 > 1,5 \text{ ok}$$

Verificación de presión máxima y mínima sobre el suelo

$$P_{\text{máx}} < V_s$$

$$P_{\text{mín}} > 0$$

Coordenadas de la resultante

$$X = \frac{M_r - M_{act}}{R} = \frac{2968,16 - 1110}{4997,4} = 0,37 \text{ m}$$

Excentricidad

$$e = (\text{Base} * 0,5) - x$$

$$e = (1 \text{ mts} * 0,5) - 0,37 \text{ mts} = 0,13 \text{ mts}$$

$$P_{\text{máx y mín}} = \frac{R}{B} \pm \frac{6Re}{B^2} \text{ factorizando B se obtiene}$$

$$P_{\text{máx y mín}} = \frac{R}{B} \left[1 \pm \frac{6e}{B}\right]$$

$$P_{\text{máx}} = \frac{4\ 997,4}{1} \left[\frac{1 + 6(0,13)}{1}\right] = 8\ 953,4 < 15000 \text{ Kg/m}^2 \text{ ok}$$

Valor soporte del suelo $V_s = 15\ 000 \text{ Kg/m}^2$

$$P_{\text{mín}} = \frac{4\ 997,4}{1} \left[\frac{1 - 6(0,13)}{1}\right] = 1\ 099,43 > 0 \text{ ok}$$

2.1.10. Desinfección

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

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

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

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

Tabletas de tricloro: es una forma de presentación del cloro, la cual consiste en pastillas o tabletas que tienen un tamaño de 3" de diámetro, por 1" de espesor, con una solución de cloro al 90% y un 10% de estabilizador, el peso de la tableta es de 200 gr y la velocidad a que se disuelve en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

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

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

Para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua para el proyecto se hace mediante la fórmula que se utiliza para hipocloritos.

La cual es:

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

Dónde:

G= gramos de tricolor

C= miligramos por litro

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

D = número de días que durará el tricolor

%Cl concentración de cloro

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

$$M = Q_{md} * 86\ 400\ \text{seg}$$

$$M = 0,20\ \text{l/s} * (86\ 400\ \text{seg}) = 17\ 280\ \text{litros por dia}$$

$$G = \frac{0,001 * 17\ 280}{0,06} = 288\ \text{gr}$$

Esto significa, que se necesitan 288 gramos de tricloro, el equivalente a:

$$\frac{288 \text{ gr}}{200 \text{ gr}} = 1,44 \text{ tabletas}$$

Aproximadamente 1,5 tabletas cada 15 días, es necesario llevar un control para la aplicación exacta de las mismas.

2.1.11. Descripción del mantenimiento del sistema de agua potable

Para que el sistema de agua potable funcione de una manera correcta y que su tiempo de vida útil se cumpla, debe de tomarse en cuenta factores de mantenimiento los cuales deben aplicarse periódicamente para que no existan fallas o problemas que perjudiquen el abastecimiento de agua potable.

2.1.11.1. Red de distribución

En la red de distribución se debe de observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que puedan afectar la línea. Cualquier área humedad sobre la distribución debe ser explorada por posible fuga de agua.

Cuando se necesite cambiar un tramo de tubería por problemas de fugas o destrucción del tubo, o si se quiere colocar un accesorio, se deben seguir los siguientes pasos:

- a. Cerrar la válvula de compuerta más próxima al lugar de trabajo con el fin de trabajar sin molestias del agua;
- b. Excavar una longitud de zanja necesaria para trabajar común ancho mínimo de 0,50 metros y una profundidad adecuada;

- c. Cortar el tramo de tubería PVC que produce problemas con sierra de metal, tratando de que el corte sea lo más recto posible, quitando la rebaba con lija;
- d. Revisar la tubería o accesorios que van a ensamblar para verificar que no estén atrapados, perforados, o quebrados;
- e. Limpiar con un trapo limpio o con lija el polvo o cualquier suciedad que tenga el tubo o accesorio. Verificar que el pegamento que se va a usar sea especial para PVC (Tangit);
- f. Untar el pegamento sobre el extremo del tubo y en el accesorio o niple con campana, girando $\frac{1}{4}$ de vuelta se ajusta en la posición deseada y se sostiene durante 30 segundos. Limpiando el exceso de pegamento;
- g. Abrir la válvula de compuerta más próxima al lugar de trabajo y verificar si se trabajó correctamente;
- h. Rellenar la zanja terminados los trabajos, llenando primero la tierra más fina, hasta 20 cm. por encima del tubo y compactar. Luego se continúa agregando capas de 20 cm. compactando hasta cubrir totalmente la zanja;

2.1.11.2. Obras hidráulicas

Limpiar de polvo las cajas de las válvulas, y revisar si estas están funcionando bien, haciéndolas girar lentamente, estas deben abrir y cerrar fácilmente, en caso contrario se deberá colocar aceite en los vástagos, cambiar

empaques o en último caso cambiar toda la válvula. Pintar con pintura anticorrosivo las válvulas y accesorios que estén vistos en la distribución.

2.1.11.3. Propuesta de tarifa

Costo de operación (O)

Este costo es el representado por el pago mensual de la persona encargada de la inspección y el buen funcionamiento del sistema. Este se calcula con base al salario mínimo que se gana en la actualidad.

Pago por día de trabajo = Q 60,00

Prestaciones = 60 %

Salario mensual = (Q 60,00/día x 30 días/mes) x 1.60 = Q 2 880,00

El salario mensual del encargado es de Q 2 880,00

Costo de mantenimiento (M)

Este gasto se da cuando se requiere hacer reparaciones en el sistema y para comprar materiales que se hayan deteriorado con el tiempo. Se estima por medio del cuatro por millar del costo total del proyecto Q 256 321,15.

$$(M) = \frac{0,004 * \text{costo total del proyecto}}{\text{período de diseño del proyecto}} = \frac{0,004 * Q 256 321,15}{240 \text{ meses}} = Q 4,27 / \text{mes}$$

Costo de tratamiento (T)

Es el costo de la compra del cloro utilizado para la desinfección del agua, la cantidad de cloro que se utilizará es la obtenida de la tabla XIV que ha dado un resultado de 12 onzas.

T = costo de la onza de hipoclorito * onzas a utilizar en el mes

$$T = Q 10,00 * 5 \text{ onzas} = Q 50,00 / \text{mes}$$

Costo de administración (A)

Este es el costo que se da por gastos administrativos que pueden ser: viáticos, papelerías, etc. Además se tiene para cualquier tipo de imprevistos que puedan surgir durante el funcionamiento del sistema, éste se considera como el 25 % de la suma de los costos anteriores.

$$A = 25 \% \times (O + M + T) = 0.25 \times (Q 2 880 + Q 4,27 + Q 50,00) = Q 733,56$$

El costo mensual que representan los gastos administrativos es de Q 733,56.

Cálculo de la tarifa

La tarifa se calcula haciendo la sumatoria de los costos anteriores divididos entre el número de viviendas a beneficiar con el proyecto.

$$\text{Tarifa} = \frac{O + M + T + A}{\text{No. de viviendas}} = \frac{2 880 + 4,27 + 50,00 + 733,56}{25 \text{ viviendas}} = Q 146,71 \approx Q 150,00 / \text{mes}$$

La tarifa se fijará en Q 150,00 mensuales por casa y se espera con esto poder cubrir todos los gastos que se puedan dar durante el uso del sistema.

2.1.12. Evaluación ambiental inicial

Toda obra civil trae consigo implícitamente una variedad de factores que pueden afectar, distorsionar, degradar o producir deterioro a los recursos naturales renovables, no renovables, ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

Será necesario previamente a su desarrollo, un estudio de evaluación del impacto ambiental, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la comisión de medio ambiente respectiva.

Tabla III. **Matriz modificada de Leopold, para el diseño de la ampliación del sistema de agua potable del caserío Carrizalillo**

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras			*			*
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión			*			*
2. Micrología	-			-		
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas	-			-		
c. Calidad de aguas	-			-		
4. Ecosistemas						
a. Flora						
Vegetación natural			*			*
Cultivos			*			*
b. Fauna						
Mamíferos y aves			*			*
Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
Peligro de extinción			*			*
Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-asentamiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua				*		
4. actividades productivas						
a. Agricultura						*
b. Pecuaria						*
c. Pesca						*
d. Agroindustria					+	
e. Mercado y comercio					+	
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos culturales		+			+	
7. Historia y arqueología						*
8. Turismo					+	
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire	-					*
2. Contaminación del agua			*			*
3. Contaminación del suelo			*			*
4. Ruido y vibración	-					*
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*			*

Fuente: Norma AGIES NR – 3: 2000.

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- * Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o minimizar el impacto negativo que ocasionará el proyecto civil respectivo.

Medio ambiente

Tierras: el suelo será afectado negativamente en la etapa de construcción debido a excavación de zanjas.

La erosión y sedimentación serán aspectos afectados negativamente durante la fase de construcción por las zanjas excavadas para la instalación de tuberías.

Medidas de mitigación: el suelo extraído debido la excavación por zanqueo, se incorporará de nuevo a las mismas, debidamente compactado y el sobrante se esparcirá al terreno.

El material de excavación, deberá analizarse si puede ser reciclado para una pronta reincorporación, ya que disminuirá la explotación de canteras y se evitará la utilización de áreas para su disposición.

Ecosistema

Vegetación natural y cultivos: la vegetación propia del lugar tendrá un impacto negativo pequeño, ya que la cualquier tipo de vegetación o cultivo existente, desaparecerá en la fase de excavación.

Medidas de mitigación: se deberá evitar la intervención en las áreas cercanas al área boscosa principalmente con actividades como: la explotación de bancos de material y sitios para el depósito de desperdicio, además deberá evitarse la utilización de dinamita para labores de construcción ya que podría afectar a la fauna existente en el lugar.

2.1.13. Planos

Los planos constructivos para el sistema de agua potable se presentan en el apéndice, y están conformados por:

- Planta general
- Planta topográfica
- Densidad de vivienda
- Planta de red calculada
- Detalle de tanque de almacenamiento

2.1.14. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región.

El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo a los que maneja la municipalidad en casos similares.

Tabla IV. Presupuesto ampliación sistema de agua potable

PRESUPUESTO
AMPLIACION SISTEMA DE AGUA POTABLE CASERIO CARRIZALILLO
FECHA: MARZO 2012

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL RENGLÓN	TOTAL DOLARES
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	2,705	km	Q 4 000,00	Q 10 820,00	\$ 1 423,68
2	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LINEA DE CONDUCCION	1,76	km	Q 29 241,48	Q 51 465,00	\$ 6 771,71
3	TANQUE DE ALMACENAMIENTO (5 M3)	1	TANQUE	Q 138 260,15	Q 138 260,15	\$18 192,13
4	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LINEA DE DISTRIBUCION TRAMO "A"	0,506	km	Q 33 079,05	Q 16 738,00	\$ 2 202,37
5	INSTALACIÓN DE TUBERÍA Y ACCESORIOS LINEA DE DISTRIBUCION TRAMO "B"	0,438	km	Q 38 214,61	Q 16 738,00	\$ 2 202,37
6	CONEXIÓN DOMICILIAR	25	UNIDAD	Q 988,60	Q 24 715,00	\$ 3 251,97
TOTAL COSTOS DIRECTOS					Q 258 736,15	\$34 044,23

Tasa de cambio fecha 30/3/2012

7,6 quetzales por un dólar

Fuente: elaboración propia.

2.1.15. Análisis socioeconómico

En su mayoría, este tipo de proyectos son un tanto costosos, lo cual lleva a plantear un mecanismo para hacer factible el proyecto con subsidios, transferencias, impuestos, donaciones, etcétera. Sin embargo es indispensable realizar un análisis financiero y determinar la viabilidad del proyecto.

Para ello se utilizarán los métodos del valor presente neto y la tasa interna de retorno.

2.1.15.1. Valor presente neto

Valor Presente Neto (VPN), son términos que proceden de la expresión inglesa *Net present value*. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VPN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

El Valor Presente Neto puede desplegar tres posibles respuestas, las cuales son:

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el $\text{VPN} < 0$, y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiendo que el proyecto no es rentable.

Cuando VPN = 0, indica que exactamente se esta generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el VPN > 0, esta indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad.

Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

$$P = F \left[\frac{1}{(1+i)^N - 1} \right] \quad ; \quad P = A \left[\frac{(1+i)^N - 1}{i(1+i)^N} \right]$$

Dónde:

- P Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente.
- F Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro.
- A Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso.
- I Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.
- N Período que se pretende dure la operación.

Como es un proyecto de inversión social la municipalidad absorberá el 50% del costo total del proyecto y la comunidad pagara el otro 50% en un periodo de 5 años en cuotas anuales de Q 2 000,00/anuales por derecho de conexiones domiciliarias. Cuota de mantenimiento de Q 600,00/anuales. Al inicio la comunidad dará una cuota de Q 1 000,00 por instalación, teniendo en cuenta que existen actualmente 25 casas.

Datos:

Costo total del proyecto Q 256 321,15

Inversión inicial de Q 128 160,575

A1 = 25 000 + 50 000 = 75 000

$$A_2 = 15\,000$$

$$VPN = -128\,160,575 + 75\,000 \left[\frac{(1 + 0,1)^5 - 1}{0,10(1 + 0,10)^5} \right] - 15\,000 \left[\frac{(1 + 0,1)^5 - 1}{0,10(1 + 0,10)^5} \right]$$

$VPN = 33\,390,90$ Para una tasa de interés anual del 10% en un periodo de 5 años

$$VPN = -128\,160,575 + 75\,000 \left[\frac{(1 + 0,02)^5 - 1}{0,02(1 + 0,02)^5} \right] - 15,000 \left[\frac{(1 + 0,02)^5 - 1}{0,02(1 + 0,02)^5} \right]$$

$$VPN = 154\,646,9955$$

Para una tasa de interés anual del 10% en un período de 5 años.

2.1.15.2. Tasa Interna de Retorno

Es el método más utilizado para comparar alternativas de inversión. Se define como la tasa de descuento que iguala al valor presente de los flujos de efectivo con la inversión inicial en un proyecto. La TIR es la tasa de descuento que hace que el valor presente de una oportunidad de inversión sea igual a cero, o sea el interés que hace que los costos sean equivalentes a los ingresos.

Si la TIR es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, de no ser este el caso entonces se rechaza. La fórmula de la TIR es:

$$TIR = VPN \text{ Beneficio} - VPN \text{ Gastos} = 0$$

Lo que se busca es un dato que sea menor al dato buscado y otro que sea mayor y así poder interpolar de la manera siguiente:

$$\begin{aligned} & \text{Tasa 1 VPN} + \\ & \text{TIR VPN} = 0 \end{aligned}$$

Tasa 2 VPN –

$$TIR = I1 + \left[\frac{VPN 1}{VPN 1 + VPN 2} \right] * (I2 - I1)$$

$$TIR = 0,02 + \left[\frac{154\ 646,9955}{154\ 646,9955 + 33\ 390,90} \right] * (0,10 - 0,02)$$

$$TIR = 8,58\%$$

Para obtener un análisis más certero a cerca del beneficio y costo del presente proyecto se utilizará la siguiente fórmula:

$\frac{B}{C} > 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo, entonces sí es rentable el mismo.

$\frac{B}{C} < 1$ Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo, entonces no es rentable el mismo.

B = Beneficio del proyecto, lo va a recibir la comunidad donde se construya el mismo, la cantidad asciende a Q 154 646,995

C = Costo o precio real del proyecto. La cantidad es Q 256 321,15

$$\frac{B}{C} = \frac{154\ 646,9955}{256\ 321\ 15} = 0\ 60 < 1$$

Con lo calculado anteriormente podemos decir que el beneficio a obtener es menor que el costo, por lo tanto se hace mención a que el proyecto no será rentable económicamente hablando.

Debido a que el presente proyecto es de carácter social, es imposible obtener una tasa interna de retorno TIR atractiva; por lo que el análisis socioeconómico que se realiza a nivel municipal para este tipo de inversión es de costo/beneficio, éste se determina de la siguiente manera:

$$\begin{aligned}
 \text{Costo} &= \text{Inversion inicial} - \text{VPN} \\
 &= Q\ 128\ 160,575 - Q\ 33\ 390,90 \\
 &= Q\ 94\ 769,675
 \end{aligned}$$

Beneficio = No. de habitantes beneficiados (a futuro)

$$\text{Costo/Beneficio} = \frac{Q\ 94\ 769,675}{42\ \text{viviendas}}$$

$$= 2\ 256,42/\text{vivienda}$$

2.2. Diseño para el edificio del Instituto Básico aldea La Tuna

Para el diseño del edificio del instituto básico se tomara en cuenta la cantidad de alumnos que asistirá a dicha institución, así mismo será una estructura adecuada para brindar albergue en momentos de crisis en la aldea, ya que contará con un diseño basado en normas y códigos de diseño sísmico.

2.2.1. Infraestructura para el instituto

El proyecto del centro educativo tiene como objetivos proveer infraestructura para la educación básica de la aldea La Tuna, Agua Blanca, Jutiapa.

El requerimiento de áreas es el siguiente:

- 3 aulas de enseñanza – aprendizaje
- Oficina dirección
- Servicio sanitario (hombres – mujeres)
- Tienda

2.2.1.1. Localización del terreno

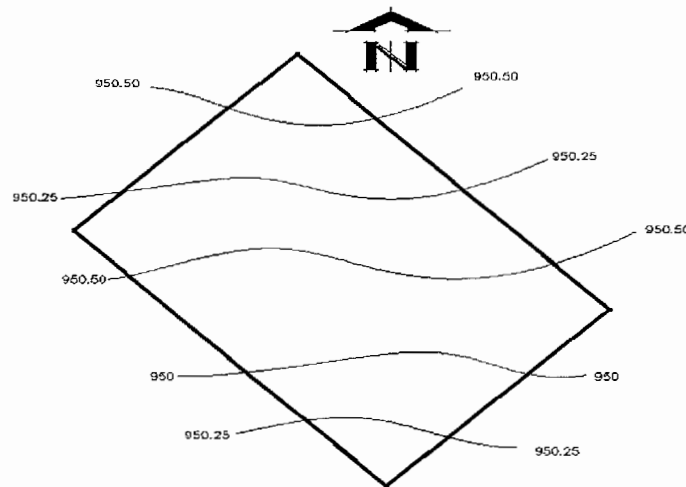
Para la construcción de la escuela, se dispone de un terreno en aldea La Tuna, Agua Blanca, Jutiapa.

Ubicado en el sector sur, aproximadamente a dos mil metros de la carretera que comunica con la aldea Obrajuelo.

2.2.1.2. Topografía del terreno

La forma del terreno, vista en planta, es rectangular; cuenta con un área de 280 metros cuadrados.

Figura 13. Topografía del terreno del instituto básico



Fuente: elaboración propia.

2.2.1.3. Evaluación del suelo

El suelo encontrado en esta área es arena limosa orgánica con presencia de grava color café.

Las arenas estando limpias no se contraen al secarse. En combinación con el limo, son poco plásticas, mucho menos compresibles que la arcilla y si se aplica una carga en su superficie, se comprimen casi de manera instantánea.

Para evaluar la calidad y el valor soporte del suelo, se realizó una excavación a 2,50 metros de profundidad, donde se obtuvo una muestra inalterada de 1 pie cúbico que se sometió al ensayo de compresión triaxial; mediante la prueba de no consolidado y no drenado, para obtener los parámetros de corte, siendo éstos:

Ángulo de fricción interna $\phi = 13,46^\circ$

Carga última CU= 7,6 ton/m²

Descripción del suelo = arena limosa orgánica con presencia de grava color café. Densidad seca = 1,48 ton/m³.

Para el cálculo del valor soporte del suelo se utilizó el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi.

2.2.1.4. Normas para diseño

Para la disposición y distribución de áreas, aspectos arquitectónicos y de funcionamiento, se aplicaron las normas contenidas en el Reglamento de construcción de edificios escolares, conjugándolos con el criterio técnico del diseñador.

Las normas estructurales utilizadas están referidas al ACI según sea la estructura a diseñar.

2.2.2. Etapa de diseño

Las etapas de diseño son importantes para el desarrollo de un proyecto ya que todo tiene un orden desde la ubicación del terreno hasta la entrega del proyecto, no siendo una más importante que otra.

Antes que nada hay que conocer el terreno y ambiente por el cual esta rodeado, interactuar con la comunidad, definir las necesidades en este caso del edificio, planificar un ante proyecto, definir un diseño arquitectónico, definir un diseño estructural o sistema a utilizar, y por último la etapa de ejecución.

2.2.2.1. Criterios de diseño

Conjunto arquitectónico: se toman como base los requisitos que debe cumplir el centro educativo para atender a los alumnos que se espera recibir, y se debe diseñar con respecto a su funcionalidad incluyendo todas las áreas a utilizar.

Emplazamiento: un correcto emplazamiento del conjunto arquitectónico en el terreno se logra cuando el área construida en planta baja no excede el 40% del área total del terreno.

Orientación de la escuela: la correcta orientación proporciona una óptima iluminación, ventilación y asoleamiento de todos los ambientes de la escuela. La orientación ideal es de norte a sur, de preferencia abriendo las ventanas hacia el norte; sin embargo, la orientación será definida en el terreno, tomando en

cuenta que el sentido del viento dominante es el ideal para abrir las ventanas bajas.

Superficie y altura de la escuela: la superficie varía en función de las necesidades que se tengan que satisfacer, tanto en capacidad como en tipo de enseñanza y la altura no debe exceder de tres niveles, tratando de ubicar los talleres y laboratorios en el primer nivel.

2.2.2.2. Diseño arquitectónico

El diseño arquitectónico se refiere a darle la forma adecuada y distribuir en conjunto los diferentes ambientes que componen el edificio. Esto se hace para tener un lugar cómodo y funcional para su uso. Para lograrlo, se deben tomar en cuenta los diferentes criterios arquitectónicos, principalmente para este caso, del Reglamento de construcción de centros educativos.

Los centros se deben diseñar de acuerdo a las necesidades que se tengan; además, estarán limitados por el espacio disponible, los recursos materiales y las normas de diseño que existan. La tipología arquitectónica se elegirá basándose en el criterio del diseñador y/o propietario.

Para el caso del centro educativo de aulas se necesita: 3 aulas de enseñanza – aprendizaje, módulo de baños, dirección y tienda.

2.2.2.2.1. Descripción general del proyecto

El proyecto tiene a fin cubrir la necesidad de los jóvenes estudiantes los cuales necesitan seguir su aprendizaje y se les hace muy largo el trayecto hacia el centro de estudios de enseñanza básica más cercana por lo mismo muchos dejan de estudiar, dicho edificio se construirá en un lote cuyas dimensiones son de 14 x 20 metros lineales con una área de 280 metros cuadrados, el edificio contara con muros de mampostería y techos de lámina.

2.2.2.2.2. Espacios educativos

Espacios educativos se denominan a la totalidad de espacios destinados al ejercicio de la educación, el cual se desarrolla por medio de diferentes actividades.

Por tal razón, las características de los espacios educativos varían de acuerdo a los requerimientos pedagógicos de las distintas asignaturas.

En el reglamento se describen como espacios educativos característicos: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones y la economía doméstica.

Descripción que se detalla aquí, únicamente para el aula teórica, ya que ésta se utiliza en todos los espacios educativos de este proyecto, por ser la que mejor se adapta a los requerimientos del centro educativo.

2.2.2.2.3. Elementos de mampostería

Los materiales principales usados en el sistema de mampostería reforzada son: las unidades de mampostería, mortero, concreto y acero de refuerzo.

Estos materiales son unidos para formar un material homogéneo.

Unidades de mampostería: son ladrillos o block de concreto, con una resistencia media hasta de 200 kg/cm^2 . Cuya función básica será soportar esfuerzos de compresión.

La resistencia varía según la magnitud del proyecto. La presentación de las unidades de mampostería varía según la fábrica que construya las unidades, con características propias de textura, resistencia y tamaño.

Mortero: es una mezcla con materiales aglomerantes, utilizada para unir las unidades de mampostería; sus cualidades son las siguientes:

Sirve de apoyo para las unidades de mampostería, le brinda a las unidades de mampostería la nivelación y el lugar apropiado, transmite fuerzas de compresión, permite alguna deformación y elasticidad entre las unidades de mampostería.

El mortero está constituido por cemento, arena y cal.

Concreto: es el material utilizado para fundir el refuerzo de la mampostería, logrando que éste trabaje eficientemente, la mampostería en compresión y el acero en tensión.

El concreto está formado por arena, cemento, agua y pedrín. Estos materiales son mezclados hasta obtener una mezcla homogénea.

Es importante conocer la función que tiene cada elemento que conforma los muros de mampostería reforzada, para una mejor aplicación y aprovechamiento de este sistema constructivo.

2.2.2.3. Sistema constructivo

Cimentación: la cimentación será a base de concreto armado, la cual estará conformada por una cimentación corrida en todos los muros que tengan carga del techo, los detalles se darán a conocer en la parte de análisis y diseño estructural.

Muros: el proceso constructivo que se utilizará para los muros será en base a mampostería, la cual ira reforzada por mochetas y soleras de amarre para obtener una mayor resistencia y durabilidad del proyecto.

Estructura de techo: luego de un análisis detallado y consultando con fabricantes de estructuras y perfiles metálicos, se llegó a la conclusión de utilizar, Perfil Tipo C (costanera), para esta las medidas se detallarán más adelante en el diseño de la estructura del techo, sobre esta estructura se colocará una cubierta de lámina galvanizada troquelada fabricada por la empresa INGASA, cuyas características se plantearán en el diseño final, es necesario mencionar que para la colocación de este tipo de estructura se deberá seguir los pasos recomendados por el fabricante para la colocación de estas piezas.

Para el diseño de los muros de mampostería se propone utilizar el método de análisis simplista.

2.2.2.3.1. Método análisis simplista

Este tipo de análisis es menos laborioso que el realista, por lo que la obtención de resultados se logra en menor tiempo.

Para la elaboración del análisis simple se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para la distribución de la fuerza lateral a cada muro se deben considerar únicamente los muros paralelos a la dirección en que ésta actúa, presentándose dos efectos sobre ellos los cuales son: uno de traslación en la misma dirección y otro de rotación respecto al centro de rigidez cuando no coincide con el centro de masa.
- Los muros tienden a experimentar ladeo paralelo al plano que contiene al muro, no se debe de considerar en el sentido contrario.
- Los muros generalmente actúan como miembros verticales que están sujetos a fuerzas horizontales en los niveles de piso.

Limitaciones del método simple

Como cualquier método siempre existen ventajas y limitaciones, por lo que este no es la excepción. Las limitaciones que presenta este método son las siguientes:

- Como se mencionó anteriormente únicamente se toman en cuenta los muros paralelos a la acción de la carga, despreciándose de esta manera la contribución a la resistencia de los muros perpendiculares.

- Supone rigidez mayor en el diafragma horizontal que la presentada por los muros de corte.
- Para las estructuras cuya relación altura – largo (h / d) en el sentido de la carga lateral sea mayor a 4.0 los esfuerzos entre juntas de muros son tan grandes que los resultados se alejan de la realidad.

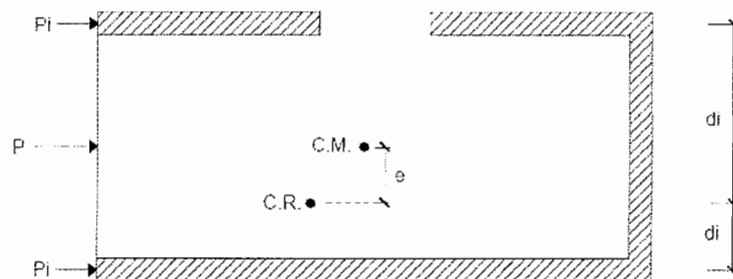
Procedimiento del análisis

Para la distribución de la carga lateral, se debe proceder a calcular la rigidez de los muros que están únicamente en la dirección del sismo, utilizando para ello las ecuaciones presentadas para muros en voladizo o empotrados.

Teniendo ya las rigideces de cada muro se procede a distribuir la carga lateral, por lo cual para tener un mayor entendimiento se presenta la siguiente figura.

Distribución de la carga lateral en planta

Figura 14. **Análisis simplista**



Fuente: ÁLVAREZ HAASE, Ricardo Augusto. Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplista y realista. p. 20.

En el análisis simple, la fuerza de sismo que llega o resiste cada muro es determinada por la ecuación:

$$P = P_i' \mp P_i''$$

Dónde:

P_i' Es la fuerza por efecto traslacional resistida por el elemento i

P_i'' Es la fuerza por efecto rotacional resistida por el elemento i

La fuerza traslacional está definida por la siguiente ecuación:

$$P_i = \frac{R_i * P}{\sum R_i}$$

Siendo:

P La carga lateral aplicada a toda la estructura

R_i La rigidez relativa del elemento i

$\sum R_i$ Es la sumatoria de todas las rigideces relativas de los muros paralelos a la dirección de la carga

La fuerza rotacional está definida por la siguiente ecuación:

$$P_i'' = \frac{e}{E_i} * P$$

Siendo:

$$E_i'' = \frac{\sum R_i * d_i^2}{R_i * d_i}$$

e La excentricidad perpendicular a la acción de la fuerza P , no es más que la distancia entre el centro de rigidez y el centro de masa de toda la estructura.

d_i Es la distancia entre el centro de rigidez de toda la estructura y el centro de rigidez de cada muro.

Con lo anterior se puede expresar P_i'' de la siguiente manera:

Luego se debe calcular el momento, el cual se debe determinar en la base de cada nivel, tomando en cuenta las fuerzas que corresponden a las fuerzas de sismo de los niveles superiores por sus alturas correspondientes, utilizándose para ello la siguiente expresión:

$$P_i = \frac{R_i * d_i}{\sum R_i * d_i^2} * P_e$$

Luego se debe calcular el momento, el cual se debe determinar en la base de cada nivel, tomando en cuenta las fuerzas que corresponden a las fuerzas de sismo de los niveles superiores por sus alturas correspondientes, utilizándose para ello la siguiente expresión.

$$M_{BASE} = \sum P_i * h_i \quad \text{De los niveles superiores.}$$

Al igual que la fuerza de corte, el momento calculado se transmitirá a cada elemento de la estructura proporcionalmente a su rigidez, por lo que se debe de considerar el momento flexionante cuya expresión es:

$$M' = \frac{R}{\sum R} * M_{Base}$$

Además, se debe de considerar para cada elemento la torsión provocada por un sismo, se calcula con la siguiente expresión.

$$M'' = P'' * h_{muro}$$

Siendo el momento actuante la sumatoria vectorial de los momentos M' y M'' , pero si la magnitud de esta es menor que la magnitud de alguno de sus factores, se debe colocar el momento mayor.

2.2.2.4. Instalaciones

Las instalaciones en general son parte fundamental en una edificación ya que prestan los servicios básicos necesarios para los usuarios del mismo, en este caso el edificio se encuentra en un área rural en la cual dichos servicios no son comunes, el edificio contará con las instalaciones necesarias para cubrir las necesidades de los usuarios.

2.2.2.4.1. Instalación eléctrica

Con base en el manual de Normas para Acometidas de Servicio Eléctrico de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), en la sección V: apartamentos, edificios, centros comerciales y construcciones similares.

Normas y códigos para instalación comercial:

Acometida:

Conjunto de conductores, componentes y materiales utilizados para transmitir la electricidad desde las líneas de distribución de la empresa eléctrica. La instalación de la acometida consta de los siguientes elementos básicos:

- Poste de distribución
- Poste de acometida
- Cables de acometida

- Contador o medidor
- Caja *socket* para contador
- Medios de protección
- Tableros de distribución

De acuerdo a lo anterior, se colocara un contador, un tablero principal con tierra física neutro, dos tableros de distribución con tierra física aislada. Para conexión de electrodos a tierra se debe colocar una varilla de cobre de una longitud mínima de 2,5 metros y ½" de diámetro.

Circuitos:

Según la norma los circuitos de iluminación y tomacorrientes se protegerán con un *flip-on* de 15 a 20 amperios por cada 12 unidades como máximo, basándose principalmente en lo que determinen los cálculos.

Se consideró el método del total de potencia que son los *watts* o *kilowatts* que suman todas las lámparas, tomacorrientes y el resto de conexiones eléctricas y, así lograr la iluminación adecuada en cada área específica.

16 lámparas de 40 *watts* por 2 tubos cada lámpara = 1 280 *watts*

22 tomacorrientes de 300 *watts* cada uno = 6 600 *watts*

Sumatoria = 7 880 *watts*

En base a lo especificado por la norma, y teniendo una potencia de 7 880 *watts*, se colocaran 4 circuitos, 2 para iluminación y dos circuitos para fuerza en el edificio.

Conductores:

El calibre de los conductores será de acuerdo estrictamente al cálculo respectivo, pero en ningún momento podrá ser menor de 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de la iluminación, se debe determinar la corriente de los 2 circuitos para el edificio:

$$(2 \text{ circuitos}) 80 \text{ watts} * 8 \text{ lámparas} = 640 \text{ watts}$$

$$I_{\text{Iluminacion}} = \frac{P}{V} = \frac{640 \text{ watts}}{120} = 5,33 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada lámpara de 3 metros, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2% de caída de voltaje es 12 AWG, TW.

Para el cálculo del calibre de fuerza, se debe determinar la corriente del circuito, tomando en cuenta el uso simultaneo de los tomacorrientes, y la conexión de computadoras:

$$(2 \text{ circuitos}) 300 \text{ watts} * 11 \text{ tomacorrientes} = 3 300 \text{ watts}$$

$$I_{\text{fuerza}} = \frac{P}{V} = \frac{3 300 \text{ watts}}{120} = 27,5 \text{ A}$$

Tomando en cuenta que la longitud promedio entre cada tomacorriente de 5 metros y el uso múltiple de los mismos, se determina que el calibre del conductor requerido para cargas nominales de 120 voltios con un 2% de caída de voltaje es 10 AWG, TW.

Debido a que la corriente es de 5,33 A para iluminación se colocara un *flip-on* de 10 A por circuito y de 27,5 A para fuerza se colocara un *flip-on* de 30 A por cada circuito, dando como resultado el uso de 4 *flip-on* en el edificio, ver plano 4 planta iluminación y planta de fuerza para la distribución de los circuitos.

Tubería y ductos: se utilizara tubería plástica (poliducto), en caso de quedar enterrada o bajo tierra, se deberá proteger con concreto pobre, las uniones deberán ser completamente impermeables.

Dependiendo del calibre y el número de conductores que pasan por el tubo, así será el diámetro requerido.

En cada uno de los salones escolares, se colocaran 2 lámparas, lo cual genera que se necesite introducir de 3 a 4 conductores dentro del ducto, por tanto para un calibre 10 AWG, TW con 4 conductores se necesita un diámetro de $\frac{3}{4}$ ".

2.2.2.4.2. Drenajes

Habitantes = 50

Dotación = 50 l/h/d

Fr = 0.80

Pendiente = 2.5%

Caudal medio = $Q_{dom} + Q_{ci} + Q_{inf}$

- Caudal domiciliar (Q_{dom})

$$Q_{dom} = \frac{\# \text{ hab} * \text{dotación} * Fr}{86\ 400}$$

$$Q_{dom} = \frac{50 \text{ h} * 50 \text{ l/h/d} * 0,80}{86\ 400} = 0,023 \text{ l/s}$$

- Caudal conexiones ilícitas (Q ci)

$$Q_{ci} = 25\% Q_{dom}$$

$$Q_{ci} = 0,25 * 0,023 \text{ l/s} = 0,005 \text{ l/s}$$

- Caudal de infiltración (Q inf)

$$Q_{inf} = 0 \text{ (tubería pvc)}$$

$$Q_{medio} = 0,023 \text{ l/s} + 0,005 \text{ l/s} + 0$$

$$Q_{medio} = 0,235$$

- Factor caudal medio

$$f_{qm} = Q_{med}/No.Hab.$$

$$f_{qm} = 0,0575/100$$

Para este proyecto se tomó el valor mínimo 0,003 como factor de caudal medio.

- Factor de Harmond

$$FH = \frac{18 + P^{1/2}}{4 + P^{1/2}}$$

$$FH = \frac{18 + \frac{100}{1000}^{1/2}}{4 + \frac{100}{1000}^{1/2}}$$

$$FH = 4,21$$

- Caudal de diseño

$$Q_{dis} = No.Hab.* f_{qm} * FH$$

$$Q_{dis} = 100 * 0,003 * 4,21$$

$$Q_{dis} = 1,263 \text{ l/s}$$

- Diámetro de tubería 3" (Tuvo pvc) ASTM 3034

2.2.2.4.3. Agua potable

El edificio del instituto básico contara con el servicio de agua potable, según el estudio de campo realizado existen horarios para el abastecimiento de este servicio ya que por la ubicación de la fuente de abastecimiento dicho servicio no es constante durante el día, el caudal de servicio que llega a el instituto es de 0,15 l/s.

$$\phi = \left[\frac{1743,811 * 15 * 0,15^{1,85}}{150^{1,85} * 0,15} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 0,86''$$

Usar tubería de ¾ de pulgada.

Chequeando velocidad del fluido.

$$V = \frac{Q}{A}$$

$$V = \frac{0,00015 \text{ m}^3/\text{s}}{0,00029 \text{ m/s}} = 0,51 \text{ m/s}$$

Se utilizará tubería de ¾ de pulgada hasta llegar al circuito cerrado donde se reducirá la tubería a ½ pulgada para efectos de velocidad y conexiones de accesorios, ver planos.

2.2.2.5. Diseño de techos

La cubierta será de lámina galvanizada calibre 28 mm, la cual se apoyará sobre una estructura metálica, conformada por costaneras y tijeras.

Cálculo de costaneras

base	Alto	espesor	dimensional
2"	4"	1/16"	pulgadas
5.08	10.16	0.159	centímetros

W	Lámina	4,25 kg/m ²	
W	Costanera	4 kg/m ²	
W	Instalaciones	0,6375 kg/m ²	(15% W Lámina)
	W.C.M	8,8875 kg/m ²	

$$Roacero \ 7 \ 850 \text{ kg/m}^3$$

$$c = \left[\frac{(alto) + 2(base)}{100} \right] * espesor * \gamma \text{ acero}$$

$$C = 2,53624 \text{ kg/m}^3$$

Carga viva

Cargad de servicio = 97,80 kg/m² que es el peso de las personas que colocaran la lámina esto según código UBC – 97 tabla 23-c.

La carga viva es igual a la carga de servicio más la carga de viento, el procedimiento es el siguiente:

$$q = 0,005 * v^2$$
$$q = 0,005 * (150 \text{ km/h})^2$$

Entonces el valor será de 112,5 kg/m²

La carga de viento debe afectarse por un factor, debido al contacto interno y externo que sufre la estructura por el viento.

$Pv = factor * q$	Factor = 0,8 golpe externo factor promedio
$Pv = factor \text{ critico} * q$	Factor = 0,5 golpe interno factor promedio
$Pv = 1,3 * 112,5 \text{ kg/m}^2$	Ambas situaciones 0,8 + 0,5 = 1,3
	$Pv = 146,25 \text{ kg/m}^2$

La carga viva será igual a 97,80 kg/m² + 146,25 kg/m² = 244,05 kg/m²

Calculo de la separación de las costaneras

$$W = Separación * (W_{cm} + W_{cv}) + C \text{ costaneras}$$
$$W = Separación * (8,89 \text{ kg/m}^2 + 244,05 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m} \quad (1)$$

De acuerdo a la distribución de ambientes la mayor luz es de 6,3 metros.

$$\text{Luz} = \text{Luz mayor} / 3$$

$$\text{Luz} = 6,3 \text{ metros} / 3$$

Luz = 2,1 metros.

Calculo de momentos

$$M = \frac{wL^2}{8}$$
$$M = \frac{w * (2,1)^2}{8}$$
$$M = 0,55 w \quad (2)$$

Calculo de momento resistente

De $f = \frac{Mc}{I} = \frac{M}{S}$ despejando $S = \frac{I}{f}$

Donde

M = momento

I = inercia

S = módulo de sección

C = distancia al eje neutro

Por teorema de ejes paralelos se calcula la inercia con:

$$I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$$
$$I = \frac{(t)(alto)^3}{12} * 2 + \left[\frac{(alto)(t^3)}{12} + (alto)(t)(base)^2 \right] * 2$$
$$I = 111,177 \text{ cm}^4$$

Cálculo módulo de sección

$$S = \frac{I}{c}$$
$$S = \frac{111,177 \text{ cm}^4}{5,08 \text{ cm}}$$
$$S = 21,8852 \text{ cm}^3$$

Cálculo de momento resistente

De AISC $F_b = 0.6 f_y$

$$F_b = 0,6 * 2\,531,16 \text{ kg/cm}$$

$$F_b = 1\,518,7 \text{ kg/cm}$$

$$M_r = S * F_b$$

$$M_r = 21\,8852 \text{ cm}^3 * 1\,518,70 \text{ kg/cm}^2$$

$$M_r = 33\,237 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$M_r = 332,37 \text{ Kg} - \text{m}$$

Igualando ecuaciones 1 y 2

$$W = \text{Separación} * (8,89 \text{ kg/m}^2 + 244,05 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m} \quad (1)$$

$$M = 0,55 w \quad (2)$$

$$M = 0,55 * [\text{Separación} * (8,89 \text{ kg/m}^2 + 244,05 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m}]$$

$$M = 140,22 * \text{separación} + 1,3915$$

$$\text{Separación} = \frac{330,98}{140,22}$$

$$\text{Separación} = 2,3603 \text{ metros}$$

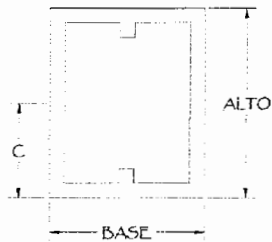
Por fines constructivos y para salvaguardar la seguridad de las personas que colocarán la cubierta, las costaneras se colocarán a una separación máxima de 1,5 metro.

Diseño de vigas principales

Viga de metal

Se toma como una viga simplemente apoyada, conformada por la unión de dos costaneras.

Figura 15. **Viga principal**



Fuente: elaboración propia.

Como la viga está formada por dos costaneras, la inercia y el módulo de sección de la misma serán el doble del dato calculado para una costanera.

$$I = 222,353 \text{ cm}^4$$

$$S = 43,7703 \text{ cm}^3$$

$$Fb = 1518,7 \text{ kg/cm}^2$$

Cálculo del peso de la costanera

Si se utiliza costaneras @ 1,50 metros de separación y $C = 2,53 \text{ kg/m}$

$$W \text{ costaneras} = C / 1,5$$

$$W \text{ costaneras} = 1,69083 \text{ kg/m}$$

Momento resistente para la viga:

$$Mr = s * Fb$$

$$Mr = 43,7703 \text{ cm}^3 * 1518,70 \text{ kg/cm}^2$$

$$Mr = 664745 \text{ Kg} - \text{cm}$$

$$Mr = 664,745 \text{ Kg} - \text{m}$$

Integración de cargas para la viga metálica

Carga muerta

W lamina	4,25 kg/m ²
W costanera	1,69083 kg/m ²
W Instalaciones	0,6375 kg/m ²

W cm	6,57833 kg/m ²
W cv	244,05 kg/m ²
W cv + W cm	250,628 Kg/m ²

Cálculo del peso de la viga = peso de la costanera * 2

$$\text{Peso viga} = 2,53 \text{ kg/m} * 2 = 5,06 \text{ Kg/m}$$

$$W = \text{separación} * (W \text{ cm} + W \text{ cv}) + W \text{ viga}$$

$$W = 1,5 \text{ metros} * (250,628 \text{ Kg/m}^2) + 5,06 \text{ Kg/m}$$

$$W = 381,002 \text{ Kg/m}$$

Igualando el momento para una viga simplemente apoyada con el momento resistente se tiene:

$$M = \frac{WL^2}{8}$$

$$Mr = S * Fb$$

$$\frac{WL^2}{8} = S * Fb$$

$$\frac{WL^2}{8} = S * Fs$$

Despejando Fs

$$Fs = \frac{WL^2}{8s}$$

$$Fs = \frac{381,002 \text{ Kg/m} * 2,1 \text{ mts}^2 * 100}{8 * 43,7703 \text{ cm}^3}$$

$$Fs = 479,8398 \text{ kg/cm}^2$$

$Fs < Fb$, $Fs = 479,8398 \text{ kg/cm}^2$ es menor a $Fb = 1518,70 \text{ kg/cm}^2$

Calculo de pernos

Dónde:

L = 2,1 metros

Separación = 1,5 metros

$$W = \text{separación} * (Wcm + Wcv) + Wviga$$

$$W = 1,5 \text{ metros} * (250,628 \text{ kg/m}^2) + 5,06 \text{ kg/m}$$

$$W = 381,002 \text{ kg/m}$$

Tensión en apoyos = w * l

$$T = w l$$

$$T = 381,002 \text{ kg/m} * 2,1 \text{ metros}$$

$$T = 800,1042$$

$$Fy = 2531,16 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fpt = 0,5 Fy$$

$$Fpt = 0,5 * 2 531,16 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fpt = 1 265,158 \text{ kg/cm}^2$$

$$T = A * fs$$

Despejando A:

$$A = T / f_s$$

$$A = \left(\frac{800,1042 \text{ kg/cm}^2}{1\,265,58 \text{ cm}^2} \right)$$

$$A = 0,6322 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = A / A_{\text{perno}}$$

$$\text{No. de pernos} = 0,63 / A_{\text{perno}}$$

$$\text{No. de pernos} = 1,9756 > 1$$

$$\text{No. de pernos} = 2 \text{ pernos de } \phi \frac{1}{4} \text{ de pulgada}$$

Se utilizarán 2 pernos de 1 / 4 de pulgada de diámetro.

Revisando acciones en apoyos de pieza de metal

$$W = \text{separación} (w \text{ cm} + W \text{ cv}) + W \text{ viga}$$

$$W = 1,5 \text{ metros} * (250,628 \text{ kg/m}^2) + 5,06 \text{ kg/m}$$

$$W = 381,002 \text{ kg/m}$$

$$V = \frac{Wl}{2}$$

$$V = \frac{(381,002 \text{ kg/m} * 6,3 \text{ mts})}{2}$$

$$V = 1\,200,1563 \text{ Kg}$$

$$P = Ac * f$$

Despejando Ac:

$$Ac = \frac{P}{f}$$

$$A = \frac{V}{Fc}$$

$$A = \frac{1\,200,1536 \text{ Kg}}{1\,012,464 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A = 1,1854 \text{ cm}^2$$

$$\text{No. de pernos} = \frac{A}{A_{\text{perno}}}$$

$$No. de pernos = \frac{1,1854 \text{ cm}^2}{0,32 \text{ cm}^2}$$

$$No. de pernos = 3,70 \text{ unidades} \cong 4 \text{ pernos}$$

$$No. de pernos = 4 \text{ pernos de } \phi \frac{1}{4}''$$

En resumen y por seguridad se utilizarán 6 pernos de $\phi \frac{1}{4}''$

Peso de la estructura

Techos

W lamina		4,25 Kg/m ²
Costanera		4 Kg/m ²
Instalaciones	(15 % W lamina)	0,6375 Kg/m ²
Carga muerta total en el techo		8,8875 Kg/m ²
Área tributaria A=104,57	carga puntual (8,8875 Kg/m ² * 104,57 m ²)	929,37 Kg
		0,929 Ton

Muros

Peso de la mampostería		210 Kg/m ²
Longitud de los muros		73,5 metros
Acabados		30 Kg/m ²
Carga Muerta total de los muros		240Kg/m ²
W muros (240 Kg/m ²) *(3 mts) * (73,5 mts)		52 920 Kg
		52,92 Ton

Peso total de la estructura 53,85 Ton

Corte basal

$$Vb = Cs * Ws$$

$$Cs = \frac{Sa * T}{R}$$

Calculo del período fundamental T

$$T = \frac{0,09 \cdot hn}{\sqrt{L}}$$

en eje X $T = \frac{0,009 \cdot (4 \text{ mts})}{\sqrt{6,3 \text{ mts}}} = 0,14 \text{ seg}$

en eje Y $T = \frac{0,009 \cdot (4 \text{ mts})}{\sqrt{20 \text{ mts}}} = 0,08 \text{ seg}$

Periodo de vibración TA y TB

Como el perfil del suelo es S1, según tabla XV se obtiene.

	S1	S2	S3
TA	0,12	0,12	0,12
TB	0,4	0,60	1,00

Perfil del suelo S1 Sección 3.3.3.1. AGIES NR – 2: 2000

$Ta = 0.12$; $Tb = 0.4$ Caudro 3.4 AGIES NR – 2: 2000

$$TA = 0,12$$

$$TB = 0,4$$

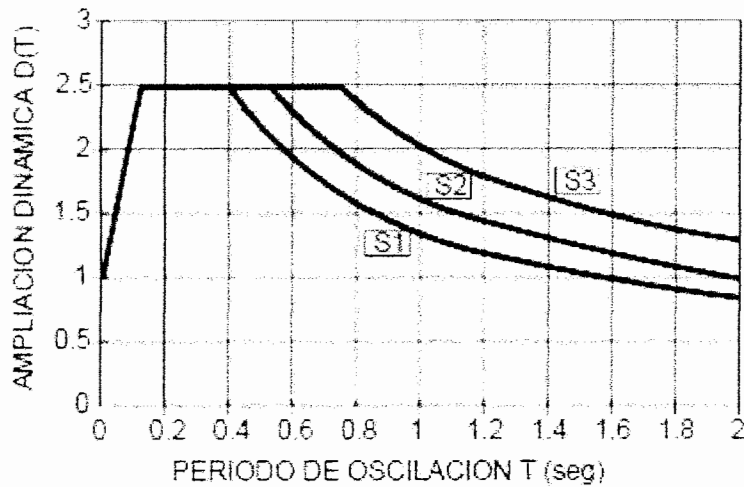
Determinar el valor de $D(T)$

Tabla V. **Función de ampliación dinámica**

Condición	Función de ampliación dinámica
$T < T_A$	$D(T) = 1 + 1,5 T / T_A$
$T_A < T < T_B$	$D(T) = 2,5$
$T > T_B$	$D(T) = 2,5 (T_B / T)^{0,67}$

Fuente: Normas AGIES NR-2:2000.

Figura 16. **Función de ampliación dinámica**



Fuente: Normas AGIES NR-2:2000

$$D(T) = 2.5 \text{ Cuadro 3.3 AGIES NR - 2: 2000}$$

En eje X $D(T) = 2,5$
 En eje Y $D(T) = 1 + 1,5 * (T/T_A)$
 $D(T) = 2$

Cálculo de demanda sísmica de diseño

$$A_o = 0,4 \quad \text{Cuadro 3.2 AGIES NR - 2: 2000}$$

$$S_a(T) = A_o * D(T)$$

En eje X $S_a(T) = 0,4 * 2,5 = 1$

En eje Y $S_a(T) = 0,4 * 2 = 0,8$

Calculo del factor de reducción de respuesta sísmica R

$$R = 1,2 * R_o * Q$$

$$R_o = 2,50$$

Cuadro 1.1 AGIES NR - 3: 2001

Tabla VI. **Guía para establecer la estructuración sísmo resistente de una edificación e integrar el índice de calidad Q**

Nombre de la edificación:		Instituto Basico Aldea La Tuna			
Clasificación de la obra:		Importante			
Índice de sismicidad del sitio:		5			
Nivel de protección requerido:		D	Asignado		
Perfil del suelo:		S1			
Aceleración máxima efectiva del terreno A_o		0.4			
Tipo de estructura:		Tipo cajon			
Descripción de la estructura:					
Número de pisos bajo del suelo		0	sobre el suelo	2	
Altura total bajo el suelo			sobre el suelo	3	
Longitud X máx bajo el suelo			sobre el suelo	14	
Longitud Y máx bajo el suelo			sobre el suelo	20	
Configuración de la edificación	Dirección del análisis			Valores q_i referencia	
	X	Ambos	Y	min	max
Redundancia estructural:					
Número de tramos	$q_1 = 0$		$q_1 = 1.5$	-3	2.5
Numero de ejes estructurales	$q_2 = 3$		$q_2 = 2.5$	-3	2.5
Presencia de muros o riostras	$q_3 = 2.5$		$q_3 = 2.5$	0	3.5
Configuración en planta:					
Regularidad en planta		$q_4 = 2.5$		-3	2.5
Excentricidad en planta	$q_5 = 5$		$q_5 = 5$	-3	5
Configuración vertical:					
Regularidad vertical	$q_6 = 0$		$q_6 = 0$	-12	0

Fuente: Norma AGIES NR - 3: 2000.

Cálculo de factor de calidad sismo resistente Q

$$Q = 1 + 0,10 \sum qi$$

En eje X

$$Q = 1 + 0,10 * (0 - 3 + 2,5 + 2,5 + 5 + 0)$$
$$Q = 1,7$$

En eje Y

$$Q = 1 + 0,10 * (1,5 + 2,5 + 2,5 + 2,5 + 5 + 0)$$
$$Q = 2,4$$

Cálculo de R

En eje X

$$R = 1,2 * (2,50) * (1,7)$$
$$R = 5,1$$

En eje Y

$$R = 1,2 * (2,50) * (2,4)$$
$$R = 7,2$$

Cálculo de carga de viento

$$Fv = Area * q$$

$$q = 0,325 \text{ Kg/m}^2 \text{ para Jutiapa}$$

En eje X

$$Fv = (4 \text{ mts} * 6,3 \text{ mts}) * 0,325 \text{ kg/m}^2$$
$$Fv = 8,19 \text{ Kg}$$

En eje Y

$$Fv = (4 \text{ mts} * 20 \text{ mts}) * 0,325 \text{ kg/m}^2$$
$$Fv = 26 \text{ Kg}$$

Cálculo corte basal V

$$V = \frac{Sa(T) * Ws}{R}$$

$$\text{En eje X} \quad V_x = \frac{(1,00) * (53\,849,37)}{5,1}$$

$$V_x = 10\,558,7 \text{ Kg} = 10,56 \text{ Ton}$$

$$\text{En eje Y} \quad V_y = \frac{(0,8) * (53\,849,37)}{7,2}$$

$$V_y = 5983,2 \text{ Kg} = 5,98 \text{ Ton}$$

Distribución de la fuerza V por piso

$$F_j = C_{vj} * V$$

(Ec. 2.8 AGIES NR – 3: 2001)

$$K = 1 \quad \text{si } T < 0,50$$

$$C_{vj} = \frac{W_x H_x}{\sum W_i h_i} \quad \text{en sentido X y sentido Y} \quad K = 1$$

(Ec. 2.9 AGIES NR – 3: 2001)

Donde:

F_j: es el cortante de cedencia en el nivel "j" de la edificación;

W_i: es el peso asignado al nivel "i" de la edificación;

h_i: es la altura en metros del nivel "i" sobre la base de la edificación;

En este caso es un edificio de un nivel y la fuerza de piso no se distribuye ya que toda actúa sobre el único piso existente.

Diagramas de la distribución de fuerzas y momentos por piso

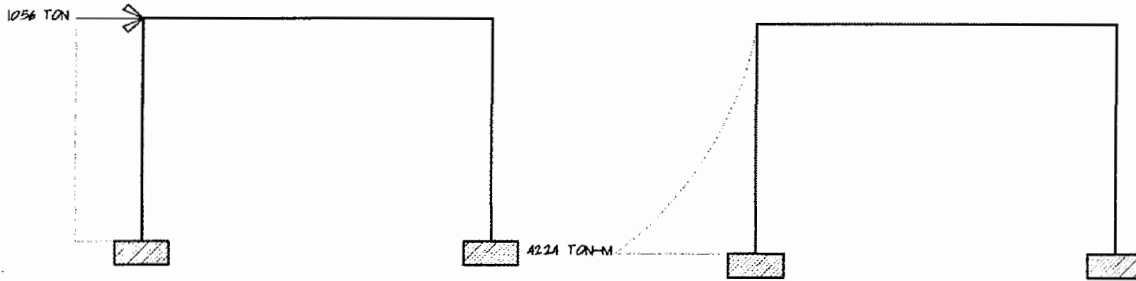
Figura 17. Diagrama de la distribución de fuerzas

Fuerza acumulada V (Ton)

En eje X 10,56 Ton

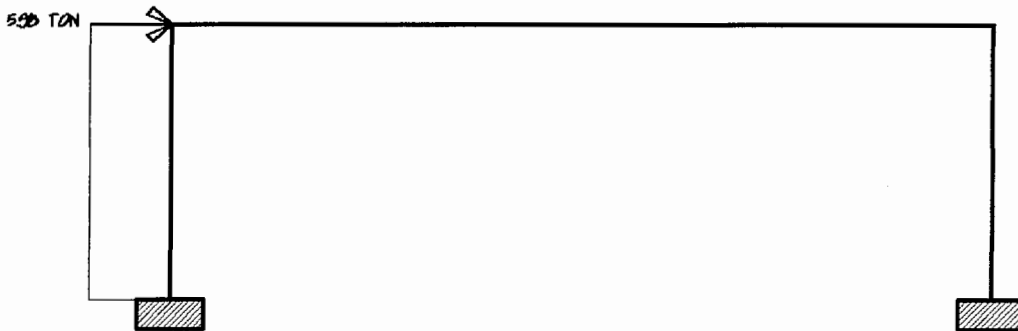
Momento de base (Ton-m)

En eje X 42,24 Ton-m



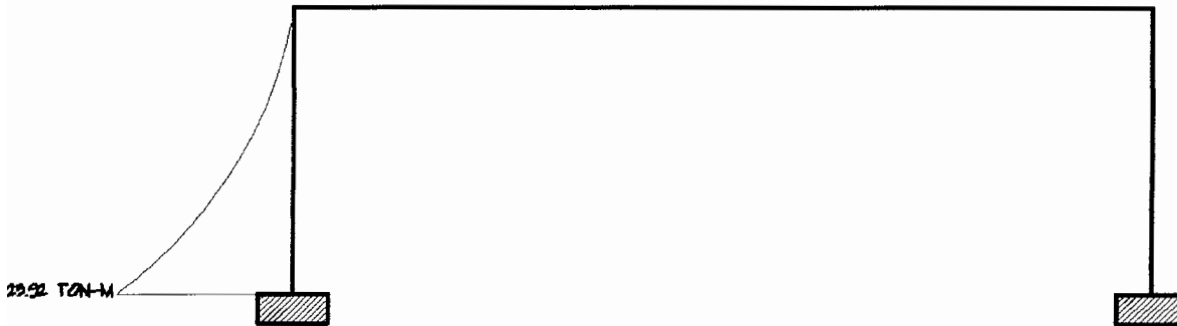
Fuerza acumulada (Ton)

En sentido Y 5,98 Ton



Momento de base (Ton-m)

En sentido Y 23,92 Ton-m



Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. Determinación del centro de rigidez y centro de masa por nivel

MUROS EN SENTIDO X

Muro No.	Sentido	Long. mts.	h = 4 h/L	Rigidez	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L. X	L. Y	R. X	R. Y
1	X	2,70	1,48	1,426	1,28	0,00	3,443	0,000	0,000	0,000
2	X	1,95	2,05	1,974	0,90	2,15	1,755	4,193	0,000	4,245
3	X	1,95	2,05	1,974	0,90	3,80	1,755	7,411	0,000	7,503
4	X	6,30	0,63	0,611	3,08	5,95	19,373	37,487	0,000	3,636
5	X	6,30	0,63	0,611	3,08	10,55	19,373	66,465	0,000	6,447
6	X	6,30	0,63	0,611	3,08	15,20	19,373	95,760	0,000	9,289
7	X	6,30	0,63	0,611	3,08	19,85	19,373	125,055	0,000	12,130

MUROS EN SENTIDO Y

Muro No.	Sentido	Long. mts.	h = 4 h/L	Rigidez	Distancia X al eje Y	Distancia Y al eje X	L. X	L. Y	R. X	R. Y
1	Y	2,30	1,74	0,949	0,00	1,08	0,000	2,473	0,000	0,000
2	Y	1,65	2,42	1,322	0,00	3,05	0,000	5,033	0,000	0,000
3	Y	2,15	1,86	1,015	0,00	4,95	0,000	10,643	0,000	0,000
4	Y	4,60	0,87	0,474	0,00	8,33	0,000	38,295	0,000	0,000
5	Y	4,65	0,86	0,469	0,00	12,95	0,000	60,218	0,000	0,000
6	Y	4,65	0,86	0,469	0,00	17,60	0,000	81,840	0,000	0,000
7	Y	0,40	10,00	5,454	6,15	18,58	2,460	7,430	33,543	0,000
8	Y	0,55	7,27	3,967	6,15	15,40	3,383	8,470	24,395	0,000
9	Y	0,40	10,00	5,454	6,15	13,93	2,460	5,570	33,543	0,000
10	Y	0,55	7,27	3,967	6,15	10,75	3,383	5,913	24,395	0,000
11	Y	0,40	10,00	5,454	6,15	9,28	2,460	3,710	33,543	0,000
12	Y	0,55	7,27	3,967	6,15	6,15	3,383	3,383	24,395	0,000
13	Y	0,40	10,00	5,454	2,55	5,68	1,020	2,270	13,908	0,000
14	Y	0,55	7,27	3,967	2,55	4,00	1,403	2,200	10,115	0,000
15	Y	0,55	7,27	3,967	2,55	1,95	1,403	1,073	10,115	0,000
16	Y	0,55	7,27	3,967	2,55	0,20	1,403	0,110	10,115	0,000

Fuente: elaboración propia

Tabla VIII. Resultados parciales para el análisis simplista

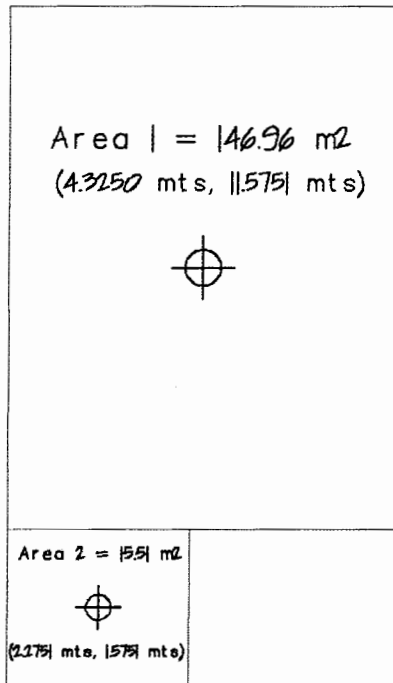
Resultados					
Lx	31,80	mts	L * X		107,20
Ly	24,90	mts	L * Y		575,00
L	56,70	mts			
Rx	7,82		R * X		218,06
Ry	50,31		R * Y		43,25

Centro de masa		
$X_{cm} =$	$\frac{L * X}{L} =$	1,89 mts
$Y_{cm} =$	$\frac{L * Y}{L} =$	10,14 mts

Centro de Rigidez		
$X_{cr} =$	$\frac{R * X}{Ry} =$	4,33 mts
$Y_{cr} =$	$\frac{R * Y}{Rx} =$	5,53 mts

Fuente: elaboración propia.

Figura18. Centro de masa del techo



No	Area	X	Y	A * X	A * Y
1	146,96	4,325	11,5751	635,602	1 701,077
2	15,51	2,2751	1,5751	35,2868	24,4298
	162,47			670,8888	1 725,506

$$X_{cm} = \frac{670,8888}{162,47} = 4,129309 \text{ mts}$$

$$Y_{cm} = \frac{1725,506}{162,47} = 10,62046 \text{ mts}$$

Fuente: elaboración propia.

Centro de masa combinado, techo + muros

$$W_{techo} = 929,37 \text{ Kg}$$

$$W_{muros} = 52\,920 \text{ Kg}$$

$$X_{cm} = \frac{(929,37)(4,1293) + (52\,920)(1,89)}{(929,37 + 52\,920)} = 1,93 \text{ mts}$$

$$Y_{cm} = \frac{(929,37)(10,62046) + (52\,920)(10,14)}{(929,37 + 52\,920)} = 10,15 \text{ mts}$$

Excentricidad con respecto al centro de rigidez

$$e'_x = X_{cr} - X_{cm} = 4,33 - 1,93 = 2,4 \text{ mts}$$

$$e'_y = Y_{cr} - Y_{cm} = 5,53 - 10,15 = 4,62 \text{ mts}$$

Excentricidad mínima

La excentricidad mínima es el 5% de la dimensión perpendicular a la dirección de la fuerza aplicada.

Sentido X

$$5\% \text{ de } 20 = 0,005 * 20 = 1 \text{ mts}$$

$$e_{\min y} = 1 \text{ metro}$$

Sentido Y

$$5\% \text{ de } 6,3 = 0,005 * 6,3 = 0,315 \text{ mts}$$

$$e_{\min x} = 0,315 \text{ metros}$$

Entonces se tiene que

$$e_y = e'_y \pm e_{\text{accidental } y}$$

$$e_x = e'_x \pm e_{\text{accidental } x} \quad \text{donde } e_{\text{accidental}} = e_{\min}$$

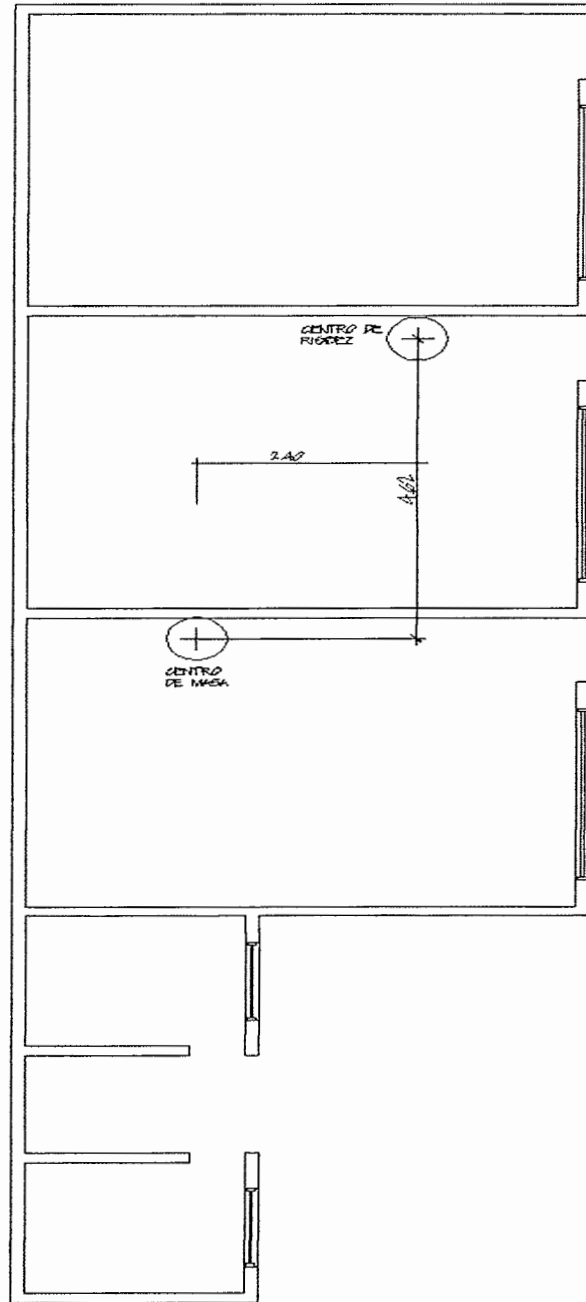
Cuando sea mayor $e_{\text{accidental}}$ que e' , se hará la distribución de la fuerza lateral tomando

Primero $e' + e_{\text{accidental}}$

Segundo $e' - e_{\text{accidental}}$

Para cada nivel.

Figura 19. Centro de rigidez y centro de masa



Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. Cálculo de fuerzas y momentos actuantes en los muros

Sentido Y - Y

Corte = 2 V = 2 * 10,56 Ton. = 21,1 Ton.

$e_y = e' y \pm e$ accidental Y = 5,62 mts.

Momento de torsión = Corte * e_y = 59,3 Ton-mts.

Momento de volteo = 42,2 Ton-mts.

Y cr = 5,53 mts.

$dy = |Y - Y_{cr}|$

$e' y = 4,62$ mts.

$e_{min y} = 1$ mts.

V = 10,56 Ton.

Muro No.	Rigidez	Y	dy	R * dy	R * (dy) ²	Fv = (R / Σ R) (2V)	Ft = (Rd / Σ Rd ²) * Mt	F = Fv + Ft	Mvi = (R / Σ R) * Mv	Mti = Ft * H muro	Mdis = Mvi + Mti
1	1,426	0,00	5,53	7,885	43,606	3,852	1,733	5,585	7,703	6,932	14,635
2	1,974	2,15	3,38	6,673	22,556	5,333	1,467	6,800	10,666	5,867	16,532
3	1,974	3,80	1,73	3,415	5,907	5,333	0,751	6,083	10,666	3,002	13,668
4	0,611	5,95	0,42	0,257	0,108	1,651	0,056	1,707	3,301	0,226	3,527
5	0,611	10,55	5,02	3,068	15,400	1,651	0,674	2,325	3,301	2,697	5,998
6	0,611	15,20	9,67	5,909	57,144	1,651	1,299	2,949	3,301	5,195	8,496
7	0,611	19,85	14,32	8,751	125,315	1,651	1,923	3,574	3,301	7,693	10,994
Σ	7,819				270,036				42,240		

Como $e_{min y} < e' y$ no se debe hacer la distribución de la fuerza lateral para $e' y - e$ accidental y.

Sentido X - X

Corte = 2 V = 2 * 10,56 Ton. = 11,96 ton.

$e_x = e' X \pm e$ accidental X = 2,715 mts.

Momento de torsión = Corte * e_x = 16,2357 ton-mts.

Momento de volteo = 23,92 ton-mts.

X cr = 4,33 mts.

$dx = |X - X_{cr}|$

$e' x = 2,4$ mts.

$e_{min x} = 0,315$ mts.

V = 5,98 ton.

Muro No.	Rigidez	X	dx	R * dx	R * (dx) ²	Fv = (R / Σ R) (2V)	Ft = (Rd / Σ Rd ²) * Mt	F = Fv + Ft	Mvi = (R / Σ R) * Mv	Mti = Ft * H muro	Mdis = Mvi + Mti
1	0,949	0,000	4,330	4,107	17,784	0,225	0,282	0,507	0,451	1,127	1,578
2	1,322	0,000	4,330	5,725	24,790	0,314	0,393	0,707	0,629	1,571	2,199
3	1,015	0,000	4,330	4,394	19,025	0,241	0,301	0,543	0,482	1,206	1,688
4	0,474	0,000	4,330	2,054	8,892	0,113	0,141	0,254	0,225	0,563	0,789
5	0,469	0,000	4,330	2,031	8,796	0,112	0,139	0,251	0,223	0,557	0,780
6	0,469	0,000	4,330	2,031	8,796	0,112	0,139	0,251	0,223	0,557	0,780
7	5,454	6,150	1,820	9,926	18,066	1,296	0,681	1,977	2,593	2,724	5,317
8	3,967	6,150	1,820	7,219	13,139	0,943	0,495	1,438	1,886	1,981	3,867
9	5,454	6,150	1,820	9,926	18,066	1,296	0,681	1,977	2,593	2,724	5,317
10	3,967	6,150	1,820	7,219	13,139	0,943	0,495	1,438	1,886	1,981	3,867
11	5,454	6,150	1,820	9,926	18,066	1,296	0,681	1,977	2,593	2,724	5,317
12	3,967	6,150	1,820	7,219	13,139	0,943	0,495	1,438	1,886	1,981	3,867
13	5,454	2,550	1,780	9,708	17,281	1,296	0,666	1,962	2,593	2,664	5,257
14	3,967	2,550	1,780	7,061	12,568	0,943	0,484	1,427	1,886	1,937	3,823
15	3,967	2,550	1,780	7,061	12,568	0,943	0,484	1,427	1,886	1,937	3,823
16	3,967	2,550	1,780	7,061	12,568	0,943	0,484	1,427	1,886	1,937	3,823
Σ	50,314				236,682				23,920		

Como $e_{min x} < e' x$ no se debe hacer la distribución de la fuerza lateral para $e' x - e$ accidental x.

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Resultados finales para el análisis simplista**

Eje Y				
Muro	Fx		M dis.	
1	0,50721	ton	1,5779	ton-m
2	0,70702	ton	2,1995	ton-m
3	0,5426	ton	1,68799	ton-m
4	0,25361	ton	0,78895	ton-m
5	0,25088	ton	0,78047	ton-m
6	0,25088	ton	0,78047	ton-m
7	1,9774	ton	5,31664	ton-m
8	1,43811	ton	3,86665	ton-m
9	1,9774	ton	5,31664	ton-m
10	1,43811	ton	3,86665	ton-m
11	1,9774	ton	5,31664	ton-m
12	1,43811	ton	3,86665	ton-m
13	1,96243	ton	5,25678	ton-m
14	1,42722	ton	3,82311	ton-m
15	1,42722	ton	3,82311	ton-m
16	1,42722	ton	3,82311	ton-m

Eje X				
Muro	Fy		M dis	
1	5,58454	ton	14,6351	ton-m
2	6,79953	ton	16,5323	ton-m
3	6,08344	ton	13,668	ton-m
4	1,70711	ton	3,52712	ton-m
5	2,32488	ton	5,99819	ton-m
6	2,9494	ton	8,49629	ton-m
7	3,57393	ton	10,9944	ton-m

Fuente: elaboración propia.

2.2.2.6. Diseño de muros

Se usará bloques de mampostería de 15 cm x 20 cm x 40 cm las propiedades de los materiales a utilizar son las siguientes:

Datos:

$$f'm = 25 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 2812 \text{ Kg/cm}^2$$

Deriva

$$\Delta_x = \frac{1,2Ct \times h}{0,4 \times 750f'm \times t \times l} + \frac{Ct \times h^3}{3 \times 750f'm \times \frac{t \times l^3}{12}}$$

$$Fb = 1,6f'm \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 1,6 \times 25 \times \frac{4}{3} \times \frac{1}{3} = 17,78$$

$$K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times M}{t \times (h \times 100)^2 \times Fb}}}{2}$$

Momento polar de inercia

$$j = 1 - \frac{K}{3}$$

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y \quad \text{si no se cuenta con la supervisión adecuada}$$

$$F_s = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times f_y = \frac{1}{2} \times \frac{1}{3} \times 2810 = 468 \text{ kg/cm}^2$$

Cuantía vertical

$$\rho_v = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0,0007$$

Cuantía horizontal

$$\rho_h = \frac{M \times 100}{(t \times 100)(h \times 100)^2 \times F_s \times j} \geq 0,0015$$

Muro 1

Deriva

$$\text{muro 1 } \Delta_y = \left[\frac{1,2 \times 507,2123 \times 3,00}{0,4 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times 0,15 \times 2,3} + \frac{507,2123 \times 3,00^3}{3 \times 750 \times 25 \times 100^2 \times \frac{0,15 \times 2,3^3}{12}} \right]$$

$$\Delta_y = 0,0000705686 + 0,000160080$$

$$\Delta_y = 0,0002306486 \text{ metros}$$

$$\Delta_y = 0,2306 \text{ mm}$$

Ky

$$\text{muro 1 } K = \frac{3 - \sqrt{9 - \frac{24 \times 1577,9016 \times 100}{0,15 \times 100(3,00 \times 100)^2 \times 17,78}}}{2} = 0,0132$$

Jy

$$\text{muro 1 } j = 1 - \frac{0,0132}{3} = 0,9956$$

ρ_{vy}

$$\text{muro 1 } \rho_v = \frac{1577,9016 \times 100}{(0,15 \times 100)(3,00 \times 100)^2 \times 468 \times 0,9956} = 0,0003 \geq 0,0007 \text{ no cumple}$$

Utilizar la cuantía mínima 0,0007

ρ_{hy}

$$\text{muro 1 } \rho_h = \frac{1577,9016 \times 100}{(0,15 \times 100)(3,00 \times 100)^2 \times 468 \times 0,9956} =$$

$$0,0003 \geq 0,0015 \text{ no cumple}$$

Utilizar la cuantía mínima 0,0015

Tabla XI. Tabla resumen de cálculos de muros

Sentido Y	Muro	Cargas finales Kg	Momentos finales Kg-m	Derivas mm	Valor k	Valor j	Cuantía vertical	Cuantía Horizontal
	1	507,2123	1577,9016	0,2306	0,01321	0,9956	0,0007	0,0015
	2	707,0232	2199,4991	0,5912	0,01844	0,9939	0,0007	0,0015
	3	542,5992	1687,9877	0,2467	0,01413	0,9953	0,0007	0,0015
	4	253,6061	788,9508	0,0262	0,00659	0,9978	0,0007	0,0015
	5	250,8792	780,4674	0,0254	0,00652	0,9978	0,0007	0,0015
	6	250,8792	780,4674	0,0254	0,00652	0,9978	0,0007	0,0015
	7	1977,3965	5316,6375	12,2257	0,04498	0,9850	0,000853	0,0015
	8	1438,1065	3866,6454	34,0288	0,03258	0,9891	0,0007	0,0015
	9	1977,3965	5316,6375	12,2257	0,04498	0,9850	0,000853	0,0015
	10	1438,1065	3866,6454	34,0288	0,03258	0,9891	0,0007	0,0015
	11	1977,3965	5316,6375	12,2257	0,04498	0,9850	0,000853	0,0015
	12	1438,1065	3866,6454	34,0288	0,03258	0,9891	0,0007	0,0015
	13	1962,4311	5256,7762	11,9830	0,04447	0,9852	0,000843	0,0015
	14	1427,2226	3823,1099	33,7712	0,0322	0,9893	0,0007	0,0015
	15	1427,2226	3823,1099	33,7712	0,0322	0,9893	0,0007	0,0015
16	1427,2226	3823,1099	33,7712	0,0322	0,9893	0,0007	0,0015	

sentido X	Muro	Cargas finales Kg	Momentos finales Kg-m	Derivas mm	Valor k	Valor j	cuantía vertical	cuantía Horizontal
	1	5584,5424	14635,0835	0,4431	0,1274	0,9575	0,0007	0,0015
	2	6799,5309	16532,3120	0,4031	0,1448	0,9517	0,0007	0,0015
	3	6083,4447	13667,9672	0,4238	0,1186	0,9605	0,0007	0,0015
	4	1707,1103	3527,1184	1,6377	0,0297	0,9901	0,0007	0,0015
	5	2324,8791	5998,1937	1,0304	0,0508	0,9831	0,0007	0,0015
	6	2949,4035	8496,2914	0,7614	0,0726	0,9758	0,0007	0,0015
	7	3573,9279	10994,3891	0,6206	0,0946	0,9685	0,0007	0,0015

Fuente: elaboración propia.

Los valores requeridos en los muros tanto en sentido vertical como en sentido horizontal, teniendo la cuantía de acero se puede determinar el área de acero que necesita cada muro tanto verticalmente como horizontalmente, al conocer el área de acero que requiere cada muro, se puede distribuir en mochetas para el área vertical y en soleras para el área horizontal.

Área de acero vertical $As = \rho v \times t \times L$

Área de acero horizontal $As = \rho h \times hi \times t$

Área de acero vertical

muro 1y $Asv = 0.0007 \times (0,15 \times 100) \times (2,3 \times 100) = 2,415 \text{ cm}^2$

Área de acero horizontal

muro 1y $Ash = 0,00150 \times (0,15 \times 100) \times (3,00 \times 100) = 6,750 \text{ cm}^2$

Tabla XII. **Tabla resumen de áreas de acero**

Sentido Y	Muro	Área de acero Vertical	Área de Acero Horizontal
	1	2,415	6,75
	2	1,89	6,75
	3	2,415	6,75
	4	4,9875	6,75
	5	5,04	6,75
	6	5,04	6,75
	7	0,51186	6,75
	8	0,5775	6,75
	9	0,51186	6,75
	10	0,5775	6,75
	11	0,51186	6,75
	12	0,5775	6,75
	13	0,50601	6,75
	14	0,5775	6,75
	15	0,5775	6,75
16	0,5775	6,75	

Sentido X	Muro	Área de acero Vertical	Área de Acero Horizontal
	1	2,835	6,75
	2	2,0475	6,75
	3	2,0475	6,75
	4	6,615	6,75
	5	6,615	6,75
	6	6,615	6,75
	7	6,615	6,75

Fuente: elaboración propia.

Para la distribución realizada del área de acero se utilizarán mochetas y soleras ubicadas en puntos estratégicos ver planos constructivos.

2.2.2.7. Diseño de la cimentación

En el diseño de cimentación se realizó un estudio de suelo para el cual se hizo un ensayo tri-axial (ver hoja de resultados en anexos), con este resultado se puede calcular el valor soporte del suelo de la siguiente manera.

Cálculo del valor soporte:

$$V_s = \frac{qu}{\text{factor de seguridad}}$$

Donde:

qu = Capacidad de carga última

Factor de seguridad = 3

Calculando qu

Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi

$$qu = c N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad \text{Cimentación corrida ecuación 3.3}$$

C = Cohesión

γ = Peso específico = 1 500 Kg/m²

$q = \gamma * D_f$

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción del suelo.

Según el ángulo de fricción del suelo = 13,46 grados los factores de capacidad de carga son los siguientes:

$$N_c = 11,41, \quad N_q = 3,63, \quad N_\gamma = 1,04$$

Tabla XIII. Factores de capacidad de carga de Terzaghi

▼ TABLA 3.1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi; ecuaciones (3.4), (3.5) y (3.6)

ϕ	N_c	N_q	N_γ	ϕ	N_c	N_q	N_γ
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

*Según Kumbhojkar (1993)

Fuente: capítulo 3, factores de capacidad de carga de Terzaghi.

$$qu = (7\,600\text{ Kg/m}^2 * 11,41) + ((1\,500\text{ Kg/m}^2 * 1) * 3,63)$$

$$+ (0,5 * 1\,500\text{ Kg/m}^2 * 0,55\text{ m} * 1,04)$$

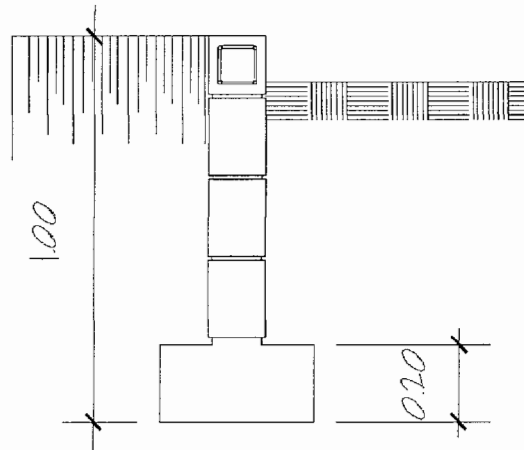
$$qu = 92\,590\text{ Kg/m}^2$$

$$Vs = \frac{92\,590\text{ Kg/m}^2}{3}$$

$$Vs = 3\,0863\text{ Kg/m}^2$$

Figura 20. Cimiento corrido

t cimiento = 20 cm
 $q_u = 92,590 \text{ Kg/m}^2$
 $D_f = 1 \text{ metro}$
 $f_c = 210,00 \text{ Kg/m}^3$
 $f_y = 2\,810,00 \text{ Kg/m}^3$
 $\gamma_s = 1\,500,00 \text{ Kg/m}^3$



Fuente: elaboración propia.

La carga muerta y la viva son el peso del muro y lo que le trasmite el techo al muro.

Cálculo de Carga muerta que afecta al cimiento:

Carga muerta que llega al cimiento = CM techo + CM muros

Carga muerta que llega al cimiento = $8.8875 \text{ Kg/m} + 240 \text{ Kg/m}$

Carga muerta que llega al cimiento = $248.88 \text{ Kg/m} \cong 249 \text{ Kg/m}$

Carga viva que afecta al cimiento:

Carga viva que llega al cimiento = 244.05 Kg/m

$$q_e = q_u - \gamma_c \times t - \gamma_s \times D_f = 92,590 - 2400.00 \times 0.20 - 1,5000 \times 1.00$$

$$q_e = 90,610$$

$$b = \frac{CM + CV}{q_e} = \frac{248.88 + 244.05}{90610} = 0.0054 \text{ m} = 0.54 \text{ cm}$$

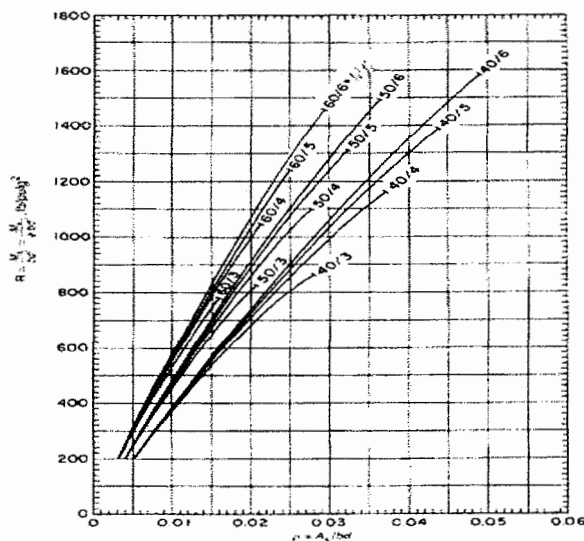
Todos los valores presentados, muestran resultados irreales; esto se debe al comportamiento del suelo, el cual tiene una gran capacidad de soporte. Se tomara en cuenta valores propuestos que afectan a la estructura:

Mu = 4239.68 kg-m (carga mayorada)	367215.64 lb-plg
b = 40.00 cm	14.75 plg
d = 100.00 cm	39.37 plg
c = 13.00 cm	5.12 plg

Para calcular el área de acero que requiere el cimiento, se usa el siguiente gráfico:

Para poder utilizar el gráfico las unidades deben estar en el sistema inglés de medidas (lb-plg) y se necesita la relación $Mu/\Phi bd^2$ donde se toma una base unitaria de 100 cm.

Figura 21. **Diagrama de capacidad soporte de secciones rectangulares**



Fuente: diseño de estructuras de concreto, Arthur Nilson.

$$\frac{Mu}{\phi bd^2} = \frac{367215,64}{0,9 \times 39,37 \times 5,12^2} = 395,34 \text{ lb/plg}^2$$

$$\rho_{min} = 0,002 = \frac{As}{bd}$$

$$As = \rho bd = 0,002 \times 100 \times 13 = 2,60 \text{ cm}^2$$

Se colocarán varillas No. 3 @ 0,20 m las cuales proporcionan un área de acero de 3,55 cm², (ver planos constructivos en apéndice).

Para el área de acero longitudinal se colocara el área de acero mínimo.

$$\rho_{min} = 0,002$$

$$As_{min} = 0,007 \times 40 \times 13 = 3,64 \text{ cm}^2$$

Se propone colocar 3 varillas corridas No.4 las cuales proporcionan un área de acero de 3,81 cm², (ver planos constructivos).

2.2.3. Evaluación ambiental inicial

Una evaluación de impacto ambiental es hacer un diagnóstico del área en donde se realizará o realizó la construcción de un proyecto, determinando en detalle la situación ambiental actual del medio biótico y abiótico que será impactada directamente por la obra.

La importancia de ésta, radica en permitir analizar cada una de las actividades a desarrollar en el proyecto, definiendo el área impactada y el efecto o impacto para cada uno de los factores ambientales.

El estudio de impacto ambiental da a conocer o identificar los impactos al ambiente producidos por la obra.

Tabla XIV. Matriz modificada de Leopold, para el diseño del edificio del Instituto Básico aldea La Tuna

ELEMENTOS AMBIENTALES	Etapa de construcción			Etapa de funcionamiento		
	A	B	N	A	B	N
I. MEDIO AMBIENTE						
1. Tierras						
a. Topografía			*			*
b. Suelo	-			-		
c. Erosión			*			*
2. Micrología			*	-		
3. Aguas						
a. Ríos			*			*
b. Aguas subterráneas			*			*
c. Calidad de aguas			*			*
4. Ecosistemas						
a. Flora						
Vegetación natural	-					*
Cultivos			*			*
b. Fauna						
Mamíferos y aves			*			*
Peces organismos acuáticos			*			*
c. Biodiversidad						
Peligro de extinción			*			*
Especies migratorias			*			*
5. Desastres naturales			*			*
II. MEDIO AMBIENTE SOCIO-ECONOMICO						
1. Población						
a. Población en peligro			*			*
b. Re-aseguramiento			*			*
c. Poblaciones migratorias			*			*
2. Uso de la tierra	-			-		
3. Uso del agua	-			*		*
4. actividades productivas						
a. Agricultura			*			*
b. Pecuaria			*			*
c. Pesca			*			*
d. Agroindustria			*			*
e. Mercado y comercio		+				*
5. Empleo		+			+	
6. Aspectos culturales		+			+	
7. Historia y arqueología			*		+	
8. Turismo			*		+	
III. PROBLEMAS AMBIENTALES						
1. Contaminación del aire	-					*
2. Contaminación del agua			*	-		
3. Contaminación del suelo			*	-		
4. Ruido y vibración	-			-		
5. Hundimiento del suelo			*			*
6. Mal olor			*	-		

Fuente: Norma AGIES NR – 3: 2000.

Nomenclatura:

- ++ Impacto positivo grande
- + Impacto positivo pequeño
- * Neutro
- Impacto negativo pequeño
- Impacto negativo grande
- A adverso
- B benéfico
- N neutro

A continuación, se proponen las medidas de mitigación que se adoptarán para desaparecer o minimizar el impacto negativo que ocasionará el proyecto civil respectivo.

Medio ambiente

Medidas de mitigación:

- La basura debe de tener un buen manejo ya que puede clasificarse para darle mejor uso y reciclarse, pero lo más importante es establecer nuevas costumbres en la población para que esto se logre a largo plazo.
- El buen manejo de aguas las negras para no contaminar las áreas alrededor, tomando en cuenta que emiten olores desagradables para el ambiente.

- Delimitar áreas recreativas y culturales para no destruir propiedades ajenas al área escolar, y así reduciendo la contaminación en áreas privadas.
- Ubicar una zona para vehículos y así evitar congestionamientos de tránsito, de igual forma memorizar el peligro a los estudiantes.
- Establecer un reglamento en el cual, las ventas ambulantes ajenas al edificio escolar cumplan con los requisitos acordando un mutuo acuerdo.

2.2.4. Etapa de planificación

La planificación del edificio se realizó por tres etapas, siendo estas:

Etapa Arquitectónica.

Etapa Estructural.

Etapa de Instalaciones.

2.2.4.1. Planos constructivos

Los planos constructivos para el edificio del instituto básico para la aldea La Tuna se presentan en el apéndice, y están conformados por:

Etapa Arquitectónica

- Planta amoblada
- Planta acotada
- Planta de acabados

Etapa estructural

- Planta de techos
- Planta estructural
- Detalle de estructuras

Etapa de instalaciones

- Planta de drenajes
- Planta de agua potable
- Planta iluminación
- Planta de fuerza

2.2.4.2. Presupuesto

El presupuesto se elaboró a base de precios unitarios, los precios de los materiales se obtuvieron mediante cotizaciones en centros de distribución de la región. El salario de mano de obra calificada y no calificada, se asignó de acuerdo a los que maneja la municipalidad en casos similares.

Tabla XV. Presupuesto edificio del Instituto Básico aldea La Tuna

No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL RENGLÓN	TOTAL DOLARES
1	PRELIMINARES	280,000	M2	Q 10,40	Q 2 912,00	\$383,16
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	124,000	ML	Q 53,57	Q 6 643,00	\$874,08
3	CIMIENTO CORRIDO	124,000	ML	Q 240,08	Q 29 769,68	\$3 917,06
4	LEVANTADO DE MURO (BLOCK VISTO SISADO)	375,000	M2	Q 272,62	Q 102 232,00	\$13 451,58
5	MOCHETA TIPO "M-1"	47,000	UNIDAD	Q 491,76	Q 23 112,70	\$3 041,14
6	MOCHETA TIPO "M-2"	19,000	UNIDAD	Q 418,29	Q 7 947,55	\$1 045,73
7	SOLERA (FINAL, INTERMEDIA, HIDROFUGA)	375,000	ML	Q 148,29	Q 55 607,50	\$7 316,78
8	MALLA CON TUBO GALVANIZADO	1,000	GLOBAL	Q 1 803,75	Q 1 803,75	\$237,34
9	TECHO	195,000	M2	Q 278,37	Q 54 281,50	\$7 142,30
10	PISO	170,000	M2	Q 191,02	Q 32 474,00	\$4 272,89
11	PUERTAS	1,000	GLOBAL	Q 5 434,00	Q 5 434,00	\$715,00
12	VENTANAS	1,000	GLOBAL	Q 5 409,30	Q 5 409,30	\$711,75
13	ELECTRICIDAD (ILUMINACIÓN)	1,000	GLOBAL	Q 9 438,00	Q 9 438,00	\$1 241,84
14	ELECTRICIDAD (FUERZA)	1,000	GLOBAL	Q 7 657,00	Q 7 657,00	\$1 007,50
15	AGUA POTABLE	1,000	GLOBAL	Q 4 758,00	Q 4 758,00	\$626,05
16	BAÑOS	1,00	GLOBAL	Q 11,960.00	Q 11 960,00	\$1 573,68
17	DRENAJES	1,00	GLOBAL	Q 9,659.00	Q 9 659,00	\$1 270,92
TOTAL DIRECTOS E INDIRECTOS					Q 371 098,98	\$48 828,81

Fuente: elaboración propia.

Tasa de cambio fecha 30/3/2012

7,6 quetzales por un dólar

CONCLUSIONES

1. Para llevar a cabo el diseño de la ampliación del sistema de agua potable, para el caserío Carrizalillo se utilizaron las normas INFOM - UNEPAR, con la finalidad de cumplir los requerimientos respectivos para el buen funcionamiento del sistema.
2. En el diseño de la ampliación del sistema de agua potable hay 2 033 metros lineales por construir. Se consideró que la forma más adecuada para transportar el vital líquido desde la fuente hasta la comunidad, era hacerlo por medio de un sistema por gravedad.
3. El presente proyecto beneficiará a 25 familias, brindando más salud a la comunidad, ya que los análisis de la muestra de agua indican que esta se encuentra entre los límites aceptables según la Norma COGUANOR NGO 29 001 indicando ser aceptable para su uso porque es potable.
4. El costo unitario de este proyecto asciende a Q 127,27 por cada metro lineal, indicando que se debe contar con un presupuesto de Q 258 736,15 para ejecutar la ampliación. Los resultados del análisis económico, indican, ser un proyecto no viable, debido al incremento del costo en los materiales por el transporte; y la falta de mano de obra calificada, lo que indica ser un proyecto de alto costo.

5. Para el diseño del edificio escolar se tomaron en cuenta aspectos arquitectónicos, tales como espacio y distribución de ambientes, en conjunto con el Código ACI 318-2005. Haciendo uso principalmente de los factores de seguridad y sismo, con el fin de obtener una estructura confiable y segura para los habitantes de esta comunidad.
6. Con la construcción del edificio del Instituto Básico se beneficiará a 50 familias, ya que la población estudiantil podrá recibir la educación adecuada sin salir de la aldea. A su vez también será una instalación que brindará albergue en cualquier caso de emergencia que se presente en la región.
7. El costo unitario para la ejecución del edificio asciende a Q 1 325,35 el metro cuadrado, por lo que la comunidad deberá contar con un presupuesto de Q 371 098,98 Tomando en cuenta que el costo unitario en esa región se encuentra en un intervalo que oscila entre Q 1 000,00 y Q 1 500,00, dando como resultado que es un proyecto viable.

RECOMENDACIONES

1. Para llevar a cabo la construcción de cualquier proyecto se debe causar el menor impacto negativo posible a la naturaleza, tomando en cuenta el conjunto de especificaciones para poder mitigar los daños que puedan generarse.
2. A la Municipalidad de Agua Blanca, se le hace saber que lo contenido en los planos, presupuestos y especificaciones que fueron entregados, deben cumplirse estrictamente. Debido a que ambos proyectos fueron diseñados bajo normas y códigos de construcción, lo que provocaría una alteración en el diseño, dando como resultado una variación en el comportamiento y desempeño esperado de los proyectos.
3. A los responsables de ejecutar los proyectos se les recomienda, que consideren el cambio que podrán sufrir los precios, al momento de realizarse las construcciones, según la situación económica del país.
4. A los habitantes del caserío Carrizalillo y aldea La Tuna que brinden todo el apoyo durante la realización de los proyectos, por medio de la mano de obra no calificada para reducir costos, lo que proporcionará mayor rentabilidad y se le dará el mantenimiento adecuado a las instalaciones para prolongar la vida útil de los mismos.

BIBLIOGRAFÍA

1. ARGUETA HERNANDEZ, Oscar. *Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios*. Trabajo de graduación Ing.Civil.Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1981. 150p.
2. CASTILLO BAUTISTA, Otto Francisco. *Diseño de la ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable para el caseiro Lorena y de la edificación escolar de dos niveles para el parcelamiento La Democracia municipio de Malacatán, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación Ing.Civil.Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 200p.
3. CASTILLO SIPAQUE, Elisa Cristina. *Diseño y planificación escolar de dos niveles caserío el Cuntic y ampliación del sistema de abastecimiento de agua potable aldea Las Lomas, municipio de Zaragoza, Chimaltenango*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2004. 180p.
4. Comité ACI 318. *Requisitos de reglamento para concreto estructural del Instituto Americano del Concreto ACI 318-05*. Farmington Hills, Michigan, Estados Unidos: ACI, 2005. 650 p.
5. Instituto de Fomento Municipal; Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales. *Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM; UNEPAR, 1997. 100 p.

6. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 13aed. Colombia: McGraw-Hill, 2001. 700 p.

7. RODAS MATÍAS, Jorge Luis. *Diseño de alcantarillado sanitario de la aldea la Grandeza y diseño de la escuela de la aldea San Andrés Chápil, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2008. 130 p.

ANEXOS

Resultado del análisis de la muestra de agua.



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMÉRICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS" DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCF055
Rev. 0 (1 de 1)

Página 1 de 2

No. del LNS:	APC10-1037	Marca:
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	PLASTICO
Tipo de Muestra:	AGUA	Lote:
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:
Remitente:	DR. GENARD ANTONIO MENDEZ GUZMAN	Fecha de Ingreso:	28/07/2010
Procedencia:	A/S JUTIAPA ROTULACIÓN No. 1 POZO MECÁNICO. LAGUNILLA ALDEA CAÑAS ABAJO, JUTIAPA	Fecha de Egreso:	17/08/2010

Resultado de Análisis

ANÁLISIS	RESULTADO	SEGUN NORMA	
		L.M.A.*	L.M.P.*
Olor ⁽¹⁾ :	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE	NO RECHAZABLE
pH ⁽¹⁾ :	7.69	7 - 7.5	6.5 - 8.5
Nitrito (NO ₂) ⁽²⁾ :	0.007 mg/L	1 mg/L
Nitrato (NO ₃)** ⁽³⁾ :	0.560 mg/L	10 mg/L
Hierro Total (Fe) ⁽²⁾ :	0.010 mg/L	0.1 mg/L	1.0 mg/L
Calcio (Ca) ⁽¹⁾ :	14.65 mg/L	75 mg/L	150 mg/L
Magnesio (Mg) ⁽¹⁾ :	8.50 mg/L	50.00 mg/L	100 mg/L
Conductividad ⁽¹⁾ :	146.9 µS/cm	< 1,500 µS/cm
Dureza ⁽¹⁾ :	66.38 mg/L CaCO ₃	100.00 mg/L	500.000 mg/L
Turbiedad ⁽¹⁾ :	1.9 UNT	5.0 UNT	15.0 UNT
Color*** ⁽¹⁾ :	4.4 u***	5.0 u***	35 u***

Area Contaminantes Ambiente y Salud

Método:

(1) Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater 20th. Edition 1998.

(2) Método Spectroquant Merck. Nitrites Test. 1.14776.0002

(3) Método Spectroquant Merck. Iron Test. 1.14761.0001

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(ron) entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(ron) tomadas.

OBSERVACIONES:

La muestra fue analizada a temperatura de 21.5°C

Resultados expresados en mg/L= miligramo/litro, ppm= partes por millón

* LMA= LIMITE MÁXIMO ACEPTABLE, *LMP= LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE

** NITRATOS: SEGÚN LINEAMIENTOS GUIA PARA CALIDAD DEL AGUA POTABLE, 3ra. EDICIÓN, OMS. GENEVA 2004, EL VALOR MÁXIMO ES DE 50 mg NO₃/L.

*** Color: u. UNIDADES DE COLOR VERDADERO EN LA ESCALA PLATINO-COBALTO

DE LOS PARÁMETROS ANALIZADOS LA MUESTRA CUMPLE CON LA NORMA COGUANOR NGO 29001 "AGUA POTABLE ESPECIFICACIONES".

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
CG,CCh/MdeM	CT35-CAS/128

AdeD

CONTINÚA

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM.22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.

PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011

E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Resultado del análisis de la muestra de agua



REPUBLICA DE GUATEMALA
CENTRO AMERICA

LABORATORIO NACIONAL DE SALUD "LNS" DIRECCION DE REGULACION, VIGILANCIA Y CONTROL DE LA SALUD



Ministerio de Salud Pública
y Asistencia Social

Informe de Análisis Muestra(s) Control de la Unidad de Alimentos

UGCR095
Rev. 0 (1 de 1)

Página 2 de 2

No. del LNS:	APC10-1037	Marca:	-----
Nombre del Producto:	AGUA	Tipo de Recipiente:	VIDRIO
Tipo de Muestra:	AGUA POTABLE	Lote:	-----
Condición de la Muestra:	APROPIADA	Fecha de Vencimiento:	-----
Remitente:	DR. GENARD ANTONIO MENDEZ GUZMAN	Fecha de Ingreso:	28/07/2010
Procedencia:	A/S JUTIAPA	Fecha de Egreso:	17/08/2010

Resultado de Análisis

LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	COLIFORMES TOTALES	ESCHERICHIA COLI
POZO MECANICO, LAGUNILLA, ALDEA CAÑAS ABAJO	6.5 x 10 ² NMP/100mL	18 NMP/100mL

Area Microbiología de Alimentos:




Licda. Leyla Dabrey de Arzvillega
Supervisora

Método:

AOAC 17 ed. Método Oficial 991.15 Cap. 17.3.06 p 25. Coliformes totales y Escherichia coli en agua. Tecnología de Substrato Definido (Collert).

NMP: Número Más Probable

ml: mililitro

Los resultados encontrados se refieren a la(s) muestra(s) tal como fue(r)on entregada(s) y no necesariamente al lote entero del cual fue(r)on tomada(s).

OBSERVACIONES:

MUESTRA(S) NO ACEPTABLE(S):

SEGÚN NORMA COGUANOR INGO 29001 "ESPECIFICACIONES PARA AGUA POTABLE", EL RECUESTO DE COLIFORMES TOTALES Y *ESCHERICHIA COLI* DEBE SER MENOR DE 1.1 NMP/100mL

Analista/Supervisor	Código Laboratorio
EG/LD	MIALR-MC02-09/556

AdeD

ÚLTIMA LÍNEA

Prohibida la reproducción total o parcial de éste documento sin previa autorización del Laboratorio Nacional de Salud.

KM.22 CARRETERA AL PACÍFICO, BÁRCENA, VILLA NUEVA, GUATEMALA, C.A.
PBX: 6644-0599 FAX: 6630-6011
E-mail: laboratorio_nacional_desalud@yahoo.com

Resultado del análisis de la muestra de suelo



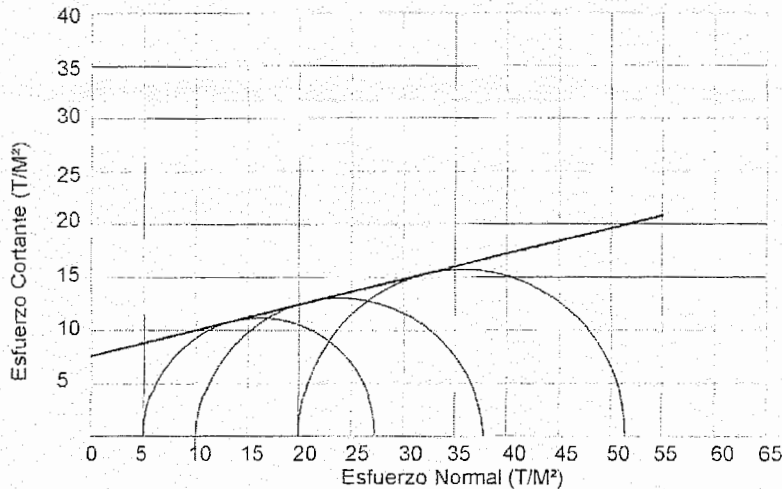
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008785

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 017 S.S. O.T.: 26,424
 INTERESADO: Mauricio David Menéndez Cruz
 PROYECTO: EPS "Diseño Edificio del Instituto Basico para Aldea La Tuna"
 UBICACIÓN: Aldea La Tuna, Municipio de Agua Blanca Jutiapa Fecha: 13 de enero de 2010.
 pozo: 1 Profundidad: 2.50 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 13.46^\circ$ COHESIÓN: $C_u = 7.60 \text{ T/m}^2$

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arena limosa organica con presencia de grava color café
 DIMENSION Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q_i (T/m ²)	22.34	27.80	31.44
PRESION INTERSTICIAL u_i (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	4.5	7.0	10.0
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.48	1.48	1.48
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.81	1.81	1.81
HUMEDAD (%H)	20.9	20.9	20.9

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2-476-3992, Planta 2-443-9500 Ext. 1502, FAX: 2-476-3993
Página web: <http://ci.usac.edu.gt>

Resultado del análisis de la muestra de suelo



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



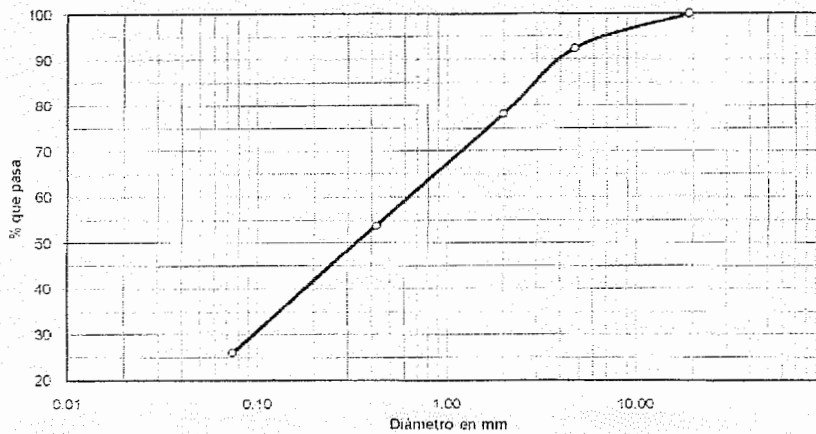
Nº 008756

INFORME No: 018 S.S. O.T. No. 26,424

Interesado: Mauricio David Menéndez Cruz
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11
Proyecto: EPS "Diseño Edificio del Instituto Basico para Aldea La Tuna
Ubicación: Aldea La Tuna, Municipio de Agua Blanca Jutiapa
Fecha: 13 de enero de 2010

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3"	76.2	100.00
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	92.47
10	2.00	78.24
40	0.42	53.78
200	0.074	26.06

% de Grava: 7.53
% de Arena: 66.41
% de Finos: 26.06



Descripción del suelo: Arena limosa organica con presencia de grava color café
Clasificación: S.C.U.: SM P.R.A.: A-2-4
Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992, Planta 2443-9510 EXT. 1502, FAX: 2476-3993
Página web: <http://ii.usac.edu.gt>

Resultado del análisis de la muestra de suelo



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



Nº 12568

INFORME No. 019 S. S. O.T.: 26.424

Interesado: Mauricio David Menéndez Cruz
Proyecto: EPS "Diseño Edificio del Instituto Básico para Aldea La Tuna"

Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Aldea La Tuna, Municipio de Agua Blanca Jutiapa

FECHA: 13 de enero de 2010

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	33.32	9.35	ML	Aréola limosa orgánica con presencia de grava color café

(*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vc. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CI/USAC

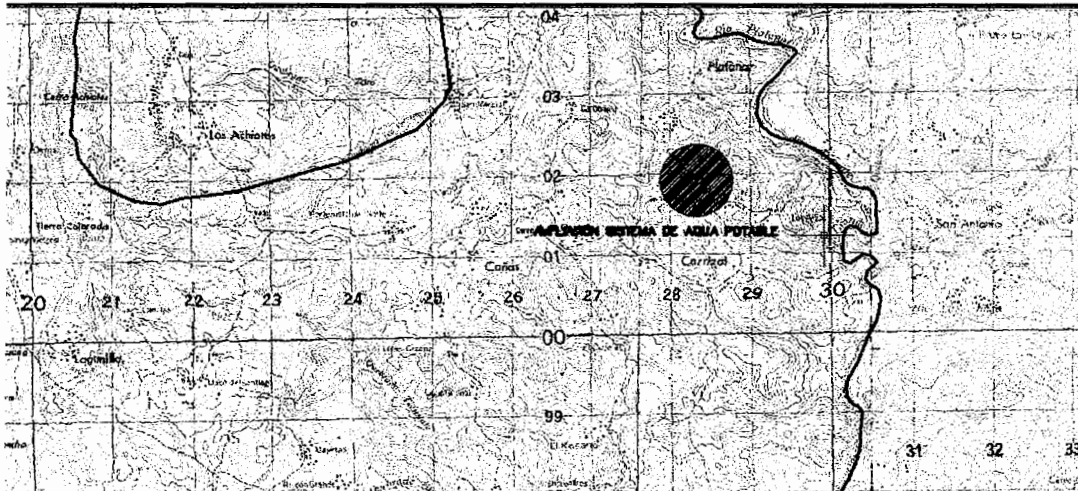


Omar E. Madrano Méndez
Ing. Omar Enrique Madrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos

Ampliación del sistema de agua potable para el caserío Carrizalillo

Latitud 14° 28' 30" Norte

Longitud 89° 30' 50" Oeste



Edificio del Instituto Básico para la aldea La Tuna

Latitud 14° 26' 45" Norte

Longitud 89° 40' 51" Oeste

