



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

**CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR
BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE
CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

Juan Renato Ax Ruíz

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, noviembre de 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR
BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE
CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

JUAN RENATO AX RUÍZ

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2010

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
VOCAL I	Inga. Glenda Patricia García Soria
VOCAL II	Inga. Alba Maritza Guerrero Spínola de López
VOCAL III	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV	Br. Luis Pedro Ortiz de León
VOCAL V	P.A. José Alfredo Ortiz Herincx
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paíz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR	Inga. Christa del Rosario Classon de Pinto
EXAMINADOR	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivonne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y
DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR
BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN,
DEPARTAMENTO DE QUICHÉ,**

tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, el 10 de septiembre de 2009

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Juan Renato Ax Ruíz', written over a light gray grid background.

Juan Renato Ax Ruíz



Guatemala 21 de mayo de 2010.
Ref.EPS.DOC.664.05.10.

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 **Juan Renato Ax Ruíz** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200212368**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ”**.

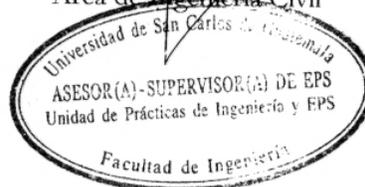
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

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
UNIDAD DE EPS

Guatemala, 21 de mayo de 2010.
Ref.EPS.D.392.05.10

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 **"CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Juan Renato Ax Ruíz**, 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 Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


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

NISZ/ra





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



Guatemala,
10 de noviembre de 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Renato Ax Ruíz, 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,

YO Y ENSEÑAR 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,
28 de julio 2010

Ingeniero
Hugo Leonel Montenegro Franco
Director de la Escuela de Ingeniería Civil
Facultad de Ingeniería
Presente

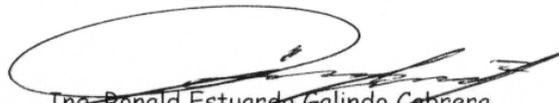
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ,** desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Juan Renato Ax Ruíz, 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

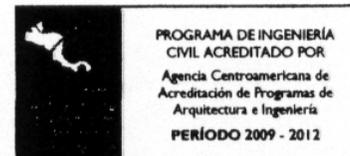

Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

Más de **130** Años de Trabajo Académico y Mejora Continua

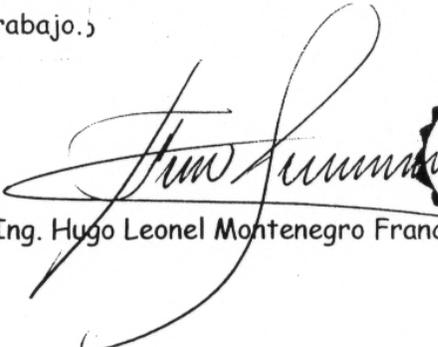




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



El Director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta y de la Directora de la Unidad de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Juan Renato Ax Ruíz, titulado CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.)


Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, noviembre de 2010

/bbdeb.

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 374.2010

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: **CONSTRUCCIÓN DE ESCUELA PRIMARIA EN LA ALDEA PINAL PAJUIL Y DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DE LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ,** presentado por el estudiante universitario **Juan Renato Ax Ruíz,** autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 12 de noviembre de 2010

/gdech



ACTO QUE DEDICO A

DIOS	Por brindarme sabiduría y perseverancia en el transcurso de mi vida.
MIS PADRES	Julia Esperanza Ruíz Franco José Rigoberto Ax Fernández Por su ayuda y apoyo incondicional a lo largo de mi vida.
MI HERMANA	Luisa Fernanda Ax Ruíz Con mucho cariño.
MI NOVIA	Maria del Carmen Calel Ávila con amor, por ser mi fuente de consuelo e inspiración.
MI FAMILIA EN GENERAL	Porque en diferentes circunstancias de mi vida me han brindado apoyo.
MIS AMIGOS	En especial a Luis Miguel Gomez (q.e.p.d.) y Juan Hernandez (q.e.p.d.) por todo lo compartido y las aventuras vividas
INGENIERO	Alfredo Arrivillaga, por su valiosa ayuda a lo largo del EPS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

1.1.	Síntesis histórica	1
1.2.	Información general	2
1.3.	Ubicación y localización	3
1.4.	Límites y colindancias	3
1.5.	Idioma y población	3
1.6.	Actividades sociales	3
1.7.	Servicios públicos	3
1.8.	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura	5

2. CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA DE LA COMUNIDAD PINAL PAJUIL DEL MUNICIPIO CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

2.1.	Descripción del proyecto	9
2.2.	Investigación preliminar	10

2.2.1.	Levantamiento topográfico	11
2.2.2.	Mecánica de suelo	11
2.3.	Diseño de escuela con mampostería reforzada	14
2.4.	Cargas	18
2.4.1.	Cargas vivas	18
2.4.2.	Cargas muertas	18
2.4.3.	Cargas de sismos	18
2.5.	Diseño del techo	19
2.6.	Diseño del muro	36
2.7.	Diseño de cimiento corrido	40
2.8.	Presupuesto	53
2.9.	Cronograma de actividades	54
2.10.	Estudio de impacto ambiental inicial	55

3. DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

3.1.	Datos preliminares	59
3.1.1.	Normas a utilizar	60
3.1.2.	Fuentes de agua	62
3.1.3.	Aforo	64
3.1.4.	Calidad del agua	65
3.1.5.	Levantado topográfico	66
3.1.6.	Cálculo topográfico	67
3.2.	Diseño hidráulico	71
3.2.1.	Población actual	71
3.2.2.	Periodo de diseño	71
3.2.3.	Población futura	72
3.2.4.	Dotación	73

3.2.5.	Caudal medio diario	74
3.2.6.	Caudal máximo diario	74
3.2.7.	Caudal de bombeo	75
3.2.8.	Caudal máximo horario	76
3.2.9.	Caudal por vivienda	77
3.2.10.	Parámetros de diseño	78
3.2.11.	Presión estática	78
3.2.12.	Presión dinámica	79
3.2.13.	Bases de diseño	79
3.3.	Diseño de la línea de impulsión	80
3.3.1.	Diámetro económico de la tubería	85
3.3.2.	Carga dinámica total	92
3.3.3.	Potencia del equipo de bombeo	94
3.3.4.	Verificación de golpe de Ariete	95
3.3.5.	Especificación del equipo de bombeo	97
3.4.	Diseño del tanque de distribución	98
3.5.	Sistema de desinfección	112
3.6.	Diseño de red de distribución	115
3.7.	Obras hidráulicas	126
3.8.	Programa de operación y mantenimiento	131
3.9.	Sistema tarifario	136
3.10.	Cuantificación de materiales	140
3.11.	Cuantificación de mano de obra	141
3.12.	Presupuesto final	142
3.13.	Cronograma ejecución	143
3.14.	Evaluación socio-económica	144
3.14.1.	Valor presente neto	144
3.14.2.	Tasa interna de retorno	145
3.15	Estudio de impacto ambiental	146

CONCLUSIONES	151
RECOMENDACIONES	155
BIBLIOGRAFÍA	157
APÉNDICE	159
ANEXOS	191
Diámetro interno tubería pvc	193
Espesor mínimos tubería pvc	193
Módulo elasticidad distintos materiales	193
Ensayo compresión triaxial	197
Análisis granulométrico	199
Ensayo de límites de Atterberg	201
Examen bacteriológico	203
Análisis físico químico sanitario	205

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación de Chicamán, en el departamento de Quiché	7
2. Ubicación y croquis de la cabecera municipal	7
3. Requisitos para mampostería reforzada	15
4. Requisitos para mampostería reforzada para columnas	16
5. Requisitos para mampostería reforzada para viga y soleras	14
6. Detalles de costanera	22
7. Área tributaria en techo	24
8. Carga uniformemente distribuida sobre costanera	25
9. Carga uniformemente distribuida y reacciones en costanera	29
10. Deflexión en costanera	30
11. Armadura de techo y cargas puntuales en nudos	32
12. Diagrama de cuerpo libre en tendales	32
13. Diagrama de fuerzas cortantes en tendales	33
14. Diagrama de momento máximo en tendales	34
15. Sección cerrada del tendal	34
16. Detalle de viga	38
17. Detalle de columna	40
18. Dibujo de cimiento	41
19. Ancho unitario de cimentación	42
20. Datos de diseño para cimentación	45
21. Detalle de cimentación	47
22. Detalle de zapata en planta	50
23. Perfil del terreno	81
24. Detalle de la línea de conducción	85

25. Datos de bombeo	86
26. Planta de tanque de distribución	100
27. Detalle de armado de losa	106
28. Detalle de muro de tanque de distribución	106
29. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr	197
30. Análisis granulométrico, con tamices y lavado previo	199
31. Ensayo de límites de Atterberg	201
32. Examen bacteriológico	203
33. Análisis físico químico sanitario	205

TABLAS

I.	Clasificación de población	4
II.	Necesidades de servicios básicos e infraestructura	5
III.	Propiedades de la costanera	19
IV.	Cargas de diseño en las costaneras	24
V.	Propiedades de las costaneras	27
VI.	Cargas de diseño en los tendales	31
VII.	Propiedades geométricas del tendal	35
VIII.	Resumen de presupuesto de escuela	52
IX.	Cronograma de actividades	53
X.	Cálculo topográfico	70
XI.	Costo de la bomba de diesel	90
XII.	Cálculo de momentos actuantes	109
XIII.	Cálculo hidráulico de la red de distribución	124
XIV.	Resumen de programa de operación y mantenimiento	133
XV.	Presupuesto de agua potable	142
XVI.	Cronograma de actividades	143
XVII.	Diámetros internos en pulgadas de tubería pvc	193
XVIII.	Espesores mínimos en pulgadas de tubería pc.	193
XIX.	Módulo de elasticidad de distintos materiales	193

INTRODUCCIÓN

El informe que a continuación se presenta contiene el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado (EPS), practicado en las aldeas Samutz Sacrabinak y Pinal Pajuil en el municipio de Chicamán, departamento de Quiché. En dichas comunidades se realizaron los estudios de abastecimiento de agua por bombeo y el diseño de una escuela, respectivamente.

Para el diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo; se utilizó la combinación de la gravedad y la impulsión por medio de bomba, ya que en la comunidad únicamente se localizó un nacimiento muy retirado de la cumbre. Por tal motivo, se captó el agua y luego se trasladó por gravedad hacia un tanque de alimentación que tiene como objetivo impulsar el agua hacia el tanque de distribución y repartir el agua por gravedad. La red de distribución que se utilizó fue la abierta, debido a que las casas de la comunidad están dispersas.

El diseño de la escuela en la aldea Pinal Pajuil tiene una longitud de 10 m y un ancho de 8 m, lo constituyen un techo a dos aguas con costanera y lámina de zinc como materiales elementales. La estructura se diseñó con elementos de mampostería. La escuela cuenta con servicios sanitarios, bodega y dirección, además de colocarle sus respectivos servicios de agua potable, electricidad y drenajes.

Al final se presentan, para cada proyecto el presupuesto y los planos respectivos.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHE

1.1 Síntesis histórica

Sobre el origen del nombre del municipio de Chicamán existen diferentes hipótesis:

- Chicamán se origina de chik aman que en poqomam significa tierra fértil.
- Se origina de las expresiones k'iche', chi, lugar, y kaman, comunal, es decir, tierra comunal.
- Una última hipótesis se fundamenta en el poqomchi' donde chi significa lugar y kama, piedra grande de moler.

El territorio fue elevado a municipio en Acuerdo Gubernativo del 5 de enero de 1984 mediante el acuerdo gubernativo 1-84.

Alcaldes Municipales de Chicamán

- José, Chepito, Muñoz (1984-1984)
- José Víctor Cifuentes (1984-1986)
- José Genaro Vásquez Hidalgo (1986-1988)
- Mynor Games (1988-1991)
- Josué Absalón Lemus Hidalgo (1991-1993)
- Candelario Gamarro Alvarado (1993-2000)
- Pedro Gamarro Morales (2000-2004)

Fiesta titular

La feria y fiesta titular del municipio se celebra del 4 al 10 de diciembre en honor de la Virgen de Concepción, patrona de Chicamán, y el día mayor es el 8 de diciembre.

1.2 Información general

- Oficialmente el municipio cuenta con una extensión territorial de 513 km² creado mediante acuerdo gubernativo 1-84 de fecha 5 de enero de 1984.
- La población total del municipio es de 25 280 habitantes de los cuales el 6,64% corresponde a la etnia indígena; el 49,22% pertenece al sexo masculino y el 50,78% al femenino.
- La cabecera municipal de Chicamán se encuentra a una distancia de 106 kilómetros de la cabecera departamental Santa Cruz del Quiché, conectada a través de la ruta 7W, las cuales son de asfalto transitable todo el año.
- Un relieve tan variado genera una diversidad de microclimas que favorecen el desarrollo de diversas condiciones climáticas; que producen diferentes zonas de vida diferentes. Esta diversidad concentrada en un área territorial relativamente pequeña genera condiciones propicias para la presencia de ecosistemas, que en términos generales se pueden agrupar en tres: selva tropical lluviosa, selva de montaña, bosque de montaña

1.3 Ubicación y localización

El municipio de Chicamán se encuentra ubicado en la parte occidental del departamento de Quiché. Chicamán se encuentra ubicado en la región de las tierras sedimentarias, incluyendo, las últimas estribaciones de la Cordillera de Los Cuchumatanes y la Sierra de Chamá. La cabecera municipal se encuentra ubicada a una altura de 1 470 msnm y las coordenadas geográficas lo ubican en los 15° 20' 44" de latitud norte y 90° 48' 04" de longitud oeste.

1.4 Límites y colindancias

Limita al este y al sureste con el municipio de San Cristóbal Verapaz (departamento de Alta Verapaz), al norte y oeste con el municipio de Uspantán y al sur con el de Cubulco (Baja Verapaz).

1.5 Idioma y población

Chicamán es uno de los municipios de Quiché, que cuenta con un número reducido de población, representa el 3,86% del departamento, su población es relativamente joven, el 50 por ciento está comprendida entre las edades de 0 a 14 años.

Por otro lado, la ruralidad del municipio se pone de manifiesto, con un 96 por ciento de la población ubicada en el campo. En el municipio predomina la etnia maya, más del 76 por ciento, entre los cuales se encuentran: el Poqomchi, Kekchi, Quiche, mam entre otros.

Tabla I. Clasificación de población

POBLACIÓN	GRUPO ÉTNICO		PERTENENCIA INDÍGENA				
	INDÍGENA	NO INDÍGENA	MAYA	XINKA	GARIFUNA	LADINA	OTRA
25 280	19 374	5 906	19 302	1	0	5 956	18

1.6 Actividades sociales

Entre las actividades sociales sobresalen: las religiosas, deportivas, estudiantiles y laborales, en las que participan todos sin distinción de raza, credo u otra índole. En todo el municipio se cuenta con muchas actividades de celebración pero existe el baile del convite que es una gran fiesta a nivel municipio celebrándose en casi todas las aldeas de Chicamán así como en la cabecera Municipal.

1.7 Servicios públicos

La cabecera de Municipal (Chicamán) cuenta con los servicios de: agua potable, energía eléctrica, servicios de telefonía, una agencia bancaria (BANRURAL), centro de salud, escuelas oficiales, biblioteca municipal, mercado municipal, servicios de moto-taxis, líneas de transporte tanto, para el interior del departamento y para la capital, como para el departamento de Alta Verapaz.

1.8 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura

De acuerdo con la información obtenida del archivo de la Oficina Técnica Municipal de las diferentes comunidades del municipio de Chicamán, Quiché, las necesidades básicas identificadas se pueden listar de la siguiente manera.

Tabla II. Necesidades de servicios básicos e infraestructura por comunidad

No.	COMUNIDAD	SERVICIOS BÁSICOS					
		Agua	saneamiento	salud	escuela	drenaje	eléctrico
1	AGUA BLANCA		L.T.	C.C	S	N	N
2	AGUA ZARCA	-	-	-	-	N	N
3	BUENA VISTA CHICAMAN	E.D.	L.T.	C.S.	S	N	N
4	BUENA VISTA EL AMAY	ALJ/P.C.	L.T.	P.S.	S	N	N
5	CHITAS	P	L.T	C.C	S	N	N
6	CHIXIQUIN	E.D.	L.T.	G.S/C.	S	N	S
7	CHIXOY	E.D.	L.T.	C.C.	S	N	S
8	CHOCORRAL	E.D	LT	C.C	S	N	S
9	COSTA CHIQUITA	P	L.T.	C	S	N	N
10	CUMBRE DE LAS FLORES	E.D	L.T	C.C	S	N	S
11	CUMBRE DEL ROSARIO	P.C	L.T	G.S	S	N	N
12	CUMBRE EL AMAY	P.C.	L.T.	C.S.	S	N	N
13	EL AMAY	ALJ/P.C.	L.T/LM	C.C	S	N	N
14	EL JOCOTE	E.D	L.T.	G.S/C.	S	N	N
15	EL MILAGRO	P	L.T.	-	-	N	N
16	EL MODELO AGUACATE	P.C	L.T	G.S/C	S	N	S
17	EL NARANJO	E.D.	L.T.	G.S	S	N	N
18	EL PAJUIL	P.C	L.T/LM	C.C.	S	N	N
19	EL PAPELILLO	E.D.	L.T/LM	P.S.	N	N	N
20	EL PINAL PAJUIL	P	L.T	-	N	N	N
21	EL PORTAL	P.C.	L.T	G.S	S	N	N
22	EL ZAPOTE CHIXOY	PL	L.T.	G.S/C	S	N	N
23	ESQUIPULAS PAJUIL	P.C	L.T/LM	G.S/C	S	N	N
24	ESQUIPULAS SAMUTZ	LL.CH	LT	G.S/C	S	N	N
25	JUMUC	E.D.	L.T.	P.S.	S	N	S
26	LA CAMPANA	P.C	L.T	C.C.	S	N	N
27	LA CEIBA	E.D.	L.T.	G.S/C	S	N	N
28	LA LIMA	C.P	L.T	G.S	-	N	N
29	LA UNION	E.D	L.T.	C.C.	S	N	S
30	LAS VIGAS	P.C.E.D.	L.T.	G.S/C	S	N	S

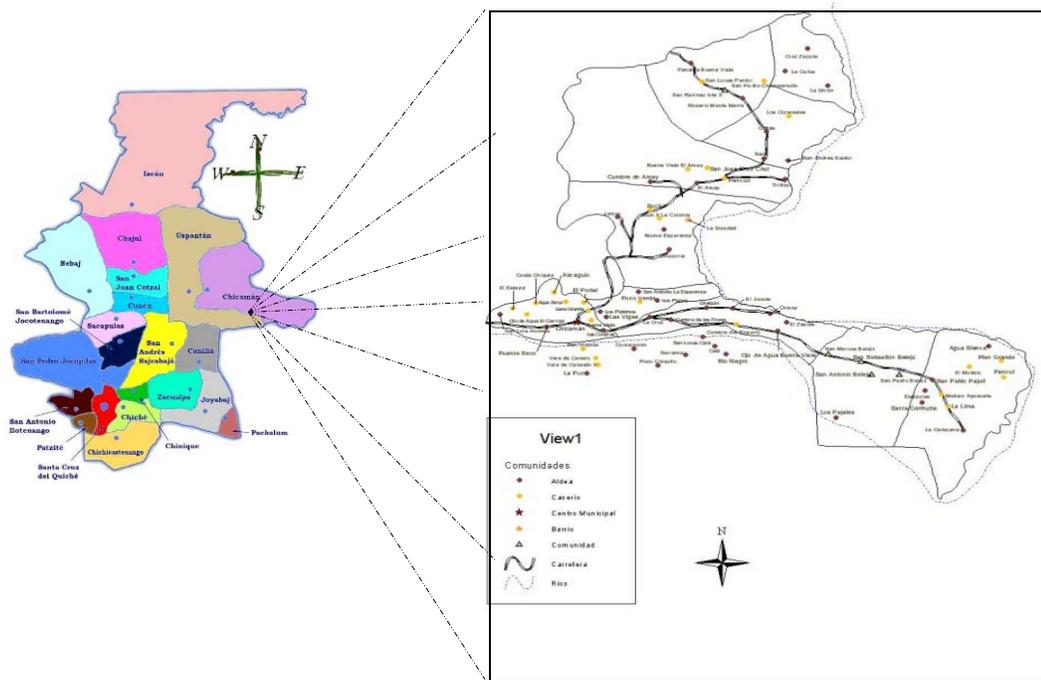
Continuación tabla II

No	COMUNIDAD	SERVICIOS BÁSICOS					
		Agua	saneamient	salud	escuel	drenaje	eléctrico
		E.D.	L.T	C	S	N	S
32	LOS CIPRESALES	E.D	L.T	G.S/C	S	N	S
33	LOS LOPEZ EL MAY	P	L.T	G.S	S	N	N
34	LOS PLANES	E.D	L.T	G.S/C	S	N	S
35	NUEVA ESPERANZA	E.D	L.T	G.S	S	N	-
36	OJO DE AGUA BUENA	P	L.T	G.S	S	N	S
37	PAJALES	ED/PC	L.T	C.C	S	N	N
38	PANAMAN BUENA VISTA	ED	L.T	G.S/C	S	N	N
39	PANCUL	P.C	L.T	G.S/C.	S	N	N
40	PANCUS	P.C	L.T	C	S	N	N
41	EL PERICONCITO	E.D	L.T	C	S	N	S
42	PLAN GRANDE	E.D	L.T	G.S	S	N	N
43	POZO VERDE	E.D.	L.M	G.S/C	S	N	N
44	PUENTE SECO	E.D	L.T	C	S	N	S
45	ROSARIO MONTE MARIA	LL.CH	L.T	CC	S	N	N
46	SACA	P.C	L.T.	G.S/C	S	N	N
47	SACRABINAK LOTE TRES	E.D	L.T	C.C	S	N	N
48	SAMUTZ	E.D	L.T	C.C	S	N	N
49	SAN ANDRES SACTUL	P.C.	L.T.	G.S/C	S	N	N

OBSERVACIONES:	
DESCRIPCION	SIGLAS
SI	S
NO	N
ENTUBADA DOMICILIAR	E.D.
POZO COMUNITARIO	P.C.
ALJIBES	ALJ.
LETRINA TRADICIONAL	L.T.
LETRINA MEJORADA	L.M.
CENTRO DE CONVERGENCIA	C.C.
CENTRO DE SALUD	C.S.
AGUA EN POLIDUCTO	PL (CONDUCCION)
GUARDIAN DE SALUD Y COMADRONAS	G.S/C.

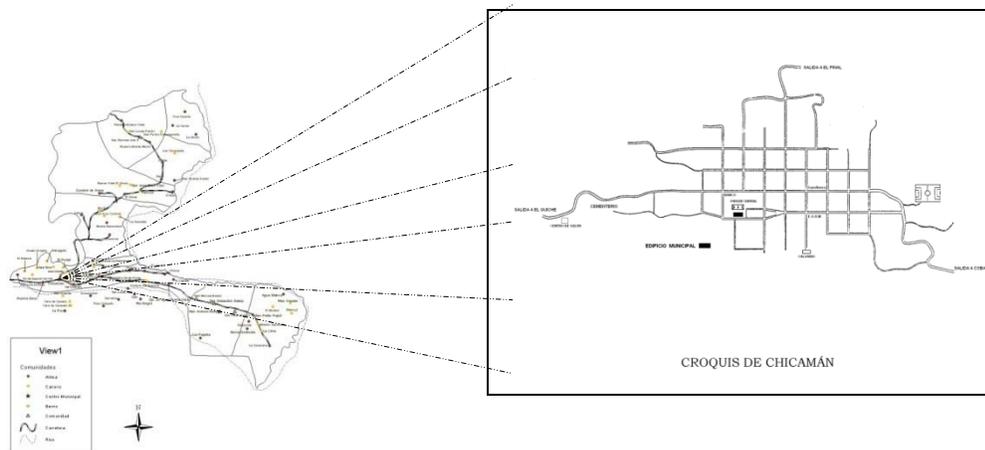
FUENTE: OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN DE CHICAMÁN, QUICHÉ

Figura 1. Ubicación de Chicamán, en el departamento de Quiché



FUENTE: OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

Figura 2. Ubicación y croquis de la cabecera municipal



FUENTE: OFICINA MUNICIPAL DE PLANIFICACIÓN

2. CONSTRUCCIÓN ESCUELA PRIMARIA DE LA COMUNIDAD PINAL PAJUIL DEL MUNICIPIO DE CHICAMÁN, DEPARTAMENTO DE QUICHÉ

2.1. Descripción del proyecto

En la comunidad de Pinal Paujil se realizará el diseño de 1 aula pura, tomando en cuenta el factor económico y el número de habitantes de esta comunidad. La comunidad es relativamente pequeña y aun no cuenta con población extensa.

Las medidas del aula serán de 10 metros de largo por 8 metros de ancho. Su estructura será de mampostería de block con una cubierta de lámina de zinc y costaneras de metal; se le colocará cimiento corrido y zapatas, así como sus columnas y soleras: hidrófuga, intermedia y final. El piso de las instalaciones será de cemento líquido, puertas de metal y plywood, sin olvidar las ventanas que se le colocarán a las instalaciones educativas. Además, se diseñará la dirección con su respectivo archivo, también se colocarán baños para ambos sexos.

Para el diseño del aula se tomarán en cuenta las medidas necesarias por alumno, siendo de 1,25 a 1,50 metros cuadrados, según el Ministerio de Educación. Además del área por alumno se tomará en cuenta la ubicación de

la escuela, cuidando de que no se encuentre donde existan malos olores, ruidos, etc. La ventilación ya que en el horario de clases los alumnos llenan el aire con anhídrido carbónico, lo cual roba el oxígeno. El área de ventilación debe estar orientada a los vientos de Guatemala (Norte a Sur y viceversa) para proveer una ventilación cruzada; el área de ventilación será 50% del área de la ventana.

2.2. Investigación preliminar

Para el diseño de los edificios escolares el Ministerio de Educación describe los criterios que se deben de utilizar para los espacios que se brindaran a los alumnos y a los maestros, siendo estos los de aula teórica los que mejor se adaptan al diseño de este tipo de edificios.

Los espacios educativos, son áreas destinadas al ejercicio de la educación. En el reglamento se describen como espacios educativos característicos a: aula teórica, aula unitaria, aula de proyecciones. El diseño adoptará los criterios de aula teórica, que tiene como objetivo brindar, a los maestros y alumnos, un espacio para desarrollar en forma cómoda las actividades del proceso de enseñanza-aprendizaje, entre los que se pueden mencionar:

- El área óptima por alumno deberá ser de 1,50 m²; pero si el espacio no lo permite se acepta un mínimo de 1,30 m².

- Para la superficie total del aula debe considerarse el caso crítico, es decir, cuando se da la capacidad máxima de alumnos. Pero podrá ser diseñada de acuerdo a los requerimientos existentes.
- La forma del aula podrá ser cuadrada o rectangular, se recomienda que el lado mayor no exceda en 1,5 al lado menor.
- La fuente principal de iluminación natural debe provenir del lado izquierdo del alumno sentado frente al pizarrón.
- La distancia máxima desde la última fila hasta el pizarrón será de 8 metros y el ángulo horizontal de visión de un alumno sentado, será como máximo de 30°.

2.2.1. Levantamiento topográfico

La Comunidad Pinal Pajuil posee su propio terreno, donado por los comunitarios; para que en él se construya su escuela. El terreno posee un área de 644 m², los cuales, por ser un área plana, únicamente se tomaron puntos de Posicionamiento Global (GPS).

2.2.2. Mecánica de suelo

Para poder diseñar cualquier tipo de estructura se necesitará, de forma obligatoria, conocer la característica del suelo. Se realizarón los ensayos de

compresión triaxial, análisis granulométrico y límites de Atterberg, obteniendo el resultado que se muestra en la figura 29 de los anexos. Por medio de estos se conocerá el valor soporte del suelo, mediante el método propuesto por el Dr. Karl Terzaghi.

El Doctor Terzaghi propuso el mecanismo de falla para un cimiento poco profundo de longitud infinita normal al plano de papel, después de todo, el análisis del Doctor, concluyó con la siguiente ecuación:

$$q_d = 1,3 * C * N_c + \gamma_s * Z * N_q + 0,4 * \gamma_s * B * N_\gamma$$

Donde:

- q_d = Valor de esfuerzo límite
- C = Coeficiente de cohesión del suelo
- Φ = Ángulo de fricción interna
- N_c = Factor de capacidad de carga debido a la cohesión
- γ_s = Peso específico del suelo
- Z = Desplante de cimiento
- N_q = Factor de capacidad de carga debido a la sobrecarga
- B = Base de la zapata
- N_γ = Factor de capacidad de carga debido al suelo
- F_s = Factor de seguridad

Con los siguientes datos calculamos los valores finales.

$$C_u = 7,30 \text{ t/m}^2$$

$$\Phi = 16,48^\circ \quad \Phi = (16,48^\circ * \pi) / 180^\circ = 0,29 \text{ radianes.}$$

$$\gamma_s = 1,4 \text{ t/m}^2$$

$$Z = 1 \text{ m}$$

$$B = 1 \text{ m}$$

$$F_s = 3$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} \cdot \pi - \Phi \text{ rad}\right) \cdot \tan \Phi}}{2 \cos^2 \left(\frac{45 + 16,48^\circ}{2}\right)}$$

$$N_q = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} \cdot \pi - 0,29\right) \cdot \tan 16,48^\circ}}{2 \cos^2 \left(45 + \frac{16,48^\circ}{2}\right)} = 2,50 \text{ T/m}^2$$

$$N_q = \mathbf{2,50 \text{ t/m}^2}$$

$$N_c = \cot \Phi (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot 16,48^\circ (2,50 - 1)$$

$$N_c = \mathbf{5,07 \text{ T/m}^2}$$

$$N_\gamma = 2 (N_q - 1) \cdot \tan \Phi$$

$$N_\gamma = 2 (2,50 - 1) \cdot \tan 16,48^\circ$$

$$N_\gamma = \mathbf{0,89}$$

$$q_d = 1,3 \cdot 7,30 \cdot 5,07 + 1,4 \cdot 1 \cdot 2,50 + 0,4 \cdot 1,4 \cdot 1 \cdot 0,89$$

$$q_d = 52,1127 \text{ t/m}^2$$

Entonces, el valor soporte del suelo se estará encontrando con un factor de seguridad igual a 3. El factor será escogido debido a que se deberá de tener un margen de error, para evitar cualquier problema de cálculo; también se tomo este número debido a que las propiedades del terreno no se conocen con exactitud.

$$V_s = \frac{q_d}{F_s}$$

$$V_s = \frac{52,1127 \text{ t/m}^2}{3}$$

$$V_s = 17,37 \text{ t/m}^2$$

2.3. Diseño de escuela con mampostería reforzada

La mampostería reforzada tiene varios alcances, mencionando entre ellos la mampostería reforzada interiormente y la mampostería confinada.

La mampostería reforzada interiormente es aquella con muros reforzados con alambres o barras de acero corrugado: horizontales y verticales, colocados en los interiores; en las celdas de las piezas, en ductos o en las juntas.

La mampostería confinada es la que esta reforzada con columnas y vigas, que será la utilizada en el diseño de la escuela.

La mampostería confinada, para diseñarla por sismo, se usará $Q = 1,10$ de la carga total que le llegará a las columnas.

Para que los muros sean considerados como confinados deben cumplir los siguientes requisitos.

- a) Existirán columnas por lo menos en los extremos de los muros e intersecciones con otros muros y en puntos intermedios del muro, a una separación no mayor que $1,5 h$, ni a 4 m

- b) Existirá una viga en todo extremo horizontal del muro, a menos que este último este ligado a un elemento de concreto reforzado, con un peralte

mínimo de 100 mm. Además, existirán vigas en el interior del muro a una separación no mayor de 3 m.

- c) Las columnas y las vigas deberán tener como dimensión mínima el espesor de la mampostería del muro (t).
- d) El concreto de las columnas y vigas deberán tener una resistencia a compresión, f_c' , no menor de 150 kg/cm² (15 MPa)
- e) El refuerzo longitudinal de las columnas y las vigas deberán dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ecuación:

$$A_s = 0,2 \frac{f_c'}{f_y} * t^2$$

- f) Las columnas o vigas estarán reforzadas transversalmente por estribos cerrados y con área al menos igual a la calculada con la ecuación:

$$A_{sc} = \frac{100 * s}{f_y * H_c}$$

Cuando se usa kg/cm² y cm, donde H_c es la dimensión de la columna o viga en el plano del muro. La separación de los estribos S no excederá de $1,5 * t$ ni de 200 mm.

- g) Existirán elementos de refuerzo con las mismas características que las vigas y columnas en los perímetros de toda abertura, cuyas dimensiones horizontales y verticales excedan de la cuarta parte de la longitud del muro o separación entre columnas, o de 600 mm.
- h) El espesor de la mampostería de los muros (t) no será menor que 100 mm y la relación altura libre a espesor de la mampostería del muro H/t no excederá de 30.

Figura 3. Requisitos para mampostería reforzada

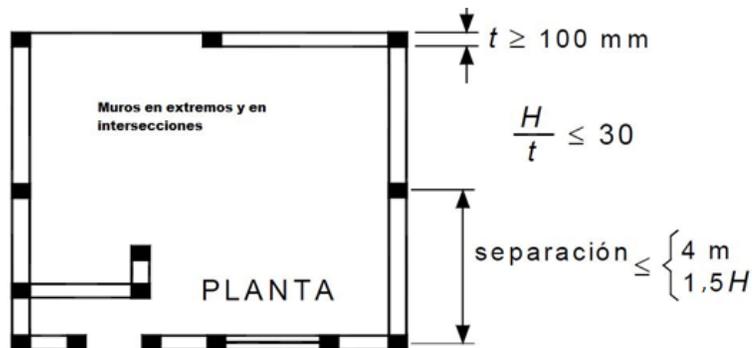
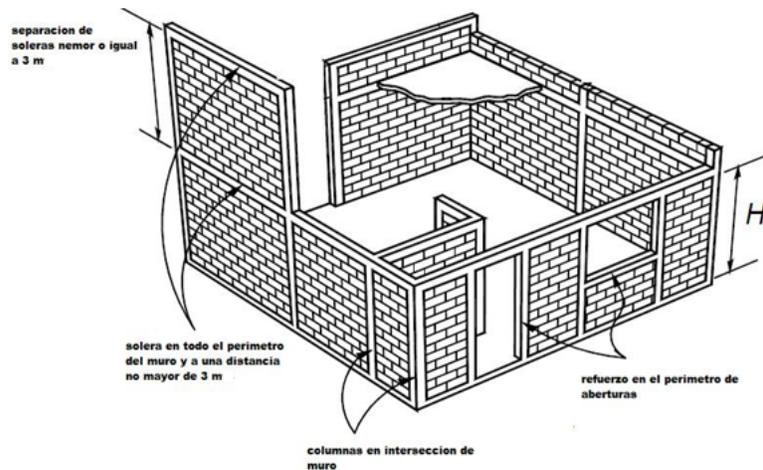


Figura 4. Requisitos para mampostería reforzada para columnas

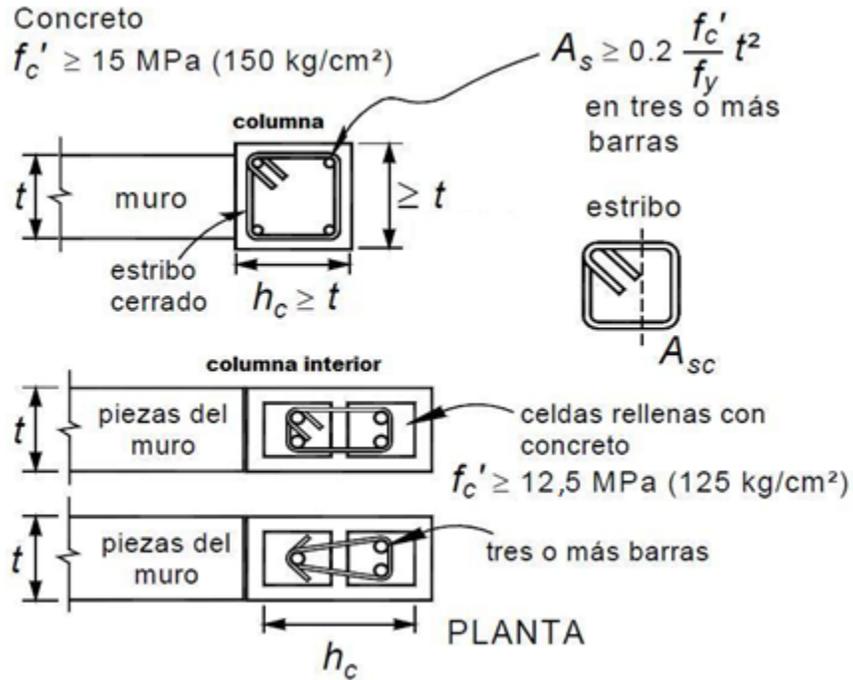
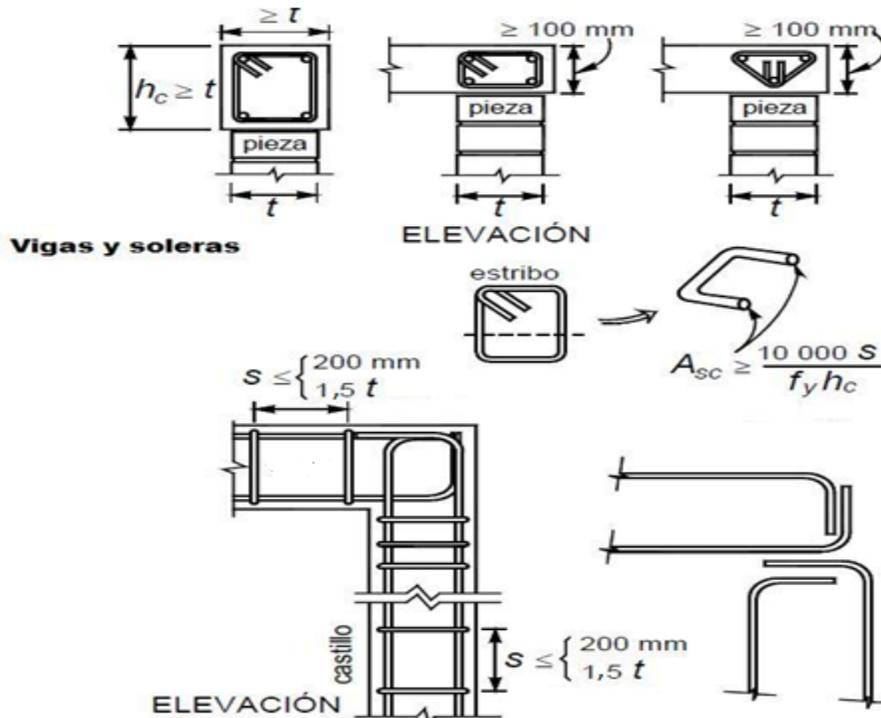


Figura 5. Requisitos para mampostería reforzada para vigas y soleras



2.4. Cargas

Son fuerzas principales que actúan en cualquier edificación. Se encuentran: las cargas vivas, cargas muertas, cargas de sismo, etc.

2.4.1. Carga viva

Es la carga que deberá soportar la estructura debido al uso u ocupación de la estructura. Entre los diferentes agentes que producen estas cargas no se encuentran rígidamente sujetos a la estructura. Para mencionar ejemplos se puede decir que se incluyen los ocupantes de la estructura, el mobiliario y su contenido, así como cualquier equipo no fijo.

2.4.2. Cargas muertas

Estas cargas comprenden todo el peso de los elementos permanentes de la construcción, incluyendo la estructura en sí, pisos, rellenos, cielos, vidrieras y el equipo rígidamente anclado.

2.4.3. Cargas de sismos

Son las cargas que se conocen con el nombre de cargas laterales, éstas son puramente dinámicas. Entre las características de estas cargas es que su aplicación es en un corto periodo de tiempo, y no se conoce el lugar por donde ingresarán estas fuerzas a los elementos.

2.5. Diseño del techo

El primer paso en el diseño de los elementos de la estructura es proponer las medidas que tendrán dichos elementos. Así pues se propone el uso de costaneras de 4 pulgadas de peralte por 2 pulgadas de base; para los tendales se propone el uso de una sección cerrada, formada con dos costaneras de 8 pulgadas de peralte por 3 de base.

Cargas de diseño: las cargas de diseño se dividen en cargas muertas y cargas vivas.

Cálculo de la separación de costaneras:

Carga muerta:

$$W \text{ lámina} = 4,30 \text{ kg/m}^2$$

$$W \text{ costanera} = 4,00 \text{ kg/m}^2$$

$$W \text{ instalaciones} = \underline{0,65 \text{ kg/m}^2}$$

$$W \text{ carga muerta} = \mathbf{8,95 \text{ kg/m}^2}$$

Tabla III. Medidas de la costanera

BASE	ALTO	ESPESOR	DIMENSIONAL
2	4	1/16	PULGADAS
5,080	10,16	0,159	CENTIMETROS

$$\gamma \text{ acero} = 7850 \text{ kg/m}^3$$

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

$$C = 2,53 \text{ kg/m}$$

Carga viva:

C.V. = 97,80 kg/m²

Debido a que se tienen que tomar en cuenta las cargas laterales o cargas por el viento, se debe comparar las cargas vivas con las de viento; se tomará la de mayor valor.

$$\text{Carga de viento} = 0,005 \cdot V^2$$

Donde $V = 120 \text{ km/h}$ (mayor velocidad del viento registrada para Guatemala)

$$\text{Carga de viento} = 0,005 \cdot (120)^2 = 72 \text{ kg/m}^2$$

Sin embargo, la carga de viento debe de magnificarse por un factor, el cual resulta del contacto que la fuerza ejerce sobre la estructura. Como existen aberturas (ventanas) en el edificio escolar, cuando el viento golpea externamente la edificación el factor es 0,8 y cuando el viento produce contacto en el interior de la estructura el factor toma un valor de 0,5. En este caso, ya que se producen las dos situaciones, se tomará la suma de dichos factores, por lo que el factor por el cual se multiplicará será de 1,3.

$$\text{Carga de viento} = (72 \text{ kg/m}^2) \cdot 1,3$$

$$\text{Carga de viento} = 93,60 \text{ kg/m}^2$$

El resultado de la carga de viento es menor a la carga viva, por lo que se tomará la carga de diseño como la carga viva (97,80 kg/m²).

Ahora, para calcular la separación de las costaneras se realizará lo siguiente.

$$W = \text{separación} \cdot (w_{c.m.} + w_{c.v.}) + C_{\text{costanera}}$$

$$W = \text{separación} \cdot (8,95 \text{ kg/m}^2 + 100 \text{ kg/m}^2) + 2,53 \text{ kg/m}$$

De acuerdo con los planos la mayor separación es de 9,85 m por lo que la luz será calculada de la siguiente manera.

$$\text{Luz} = L = (\text{luz mayor})/3$$

$$L = 9,85 / 3$$

$$L = 3,28 \text{ m}$$

Cálculo de momento:

$$M = \frac{W * L^2}{8}$$

$$M = \frac{W * (3,23)^2}{8}$$

Cálculo de momento resistente:

$$\text{De } F = \frac{M * c}{I} = \frac{M}{S} \quad \text{despejando } S = \frac{I}{c}$$

Donde:

M = momento

I = inercia

S = módulo de sección

C = distancia al eje neutro

Por teorema de ejes paralelos se calculará la inercia:

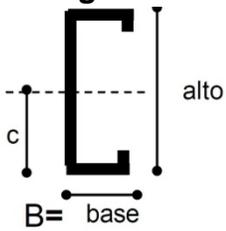
$$\sum I = \frac{bh^3}{12} + Ad^2$$

$$I = \frac{t * \text{alto}^3}{12} * 2 + \left[\frac{\text{alto} * t^3}{12} + \text{alto} * t * \text{base}^2 \right] * 2$$

$$I = \frac{0,159 * 10,16^3}{12} * 2 + \left[\frac{10,16 * 0,159^3}{12} + 10,16 * 0,159 * 5,08^2 \right] * 2$$

$$I = 55,40 \text{ cm}^4$$

Figura 6. Detalles de costanera



Donde:

B = base

H = altura

A = área

D = peralte

T = espesor

Cálculo del módulo de sección (s):

$$S = I/c$$

$$S = \frac{55,50 \text{ cm}^4}{5,08 \text{ cm}}$$

$$S = 10,93 \text{ cm}^3$$

Cálculo del momento resistente:

$$M = S * Fb$$

Donde Fb está representado por

$$Fb = 0,6 * Fy$$

Y Fy va ser igual a: $Fy = 36 \text{ ksi} * (70,31 \text{ kg/cm}^2) / 1 \text{ ksi}$

Entonces $Fy = 2 531 \text{ kg/cm}^2$

De allí, se despejan las demás ecuaciones, obteniendo los siguientes resultados.

$$Fb = 0,6 * 2\ 531$$

$$Fb = 1\ 518,70\ kg/cm^2$$

Obteniendo el resultado del momento

$$Mr = 10,93\ cm^3 * 1\ 518,70\ Kg/cm^2$$

$$Mr = 165,99\ Kg - m$$

Igualando las ecuaciones de W obtenemos la siguiente expresión:

$$S * (108,95) + 2,53 = \frac{M}{1,30}$$

$$S = \frac{\frac{165,99}{1,3} - 2,53}{108,95}$$

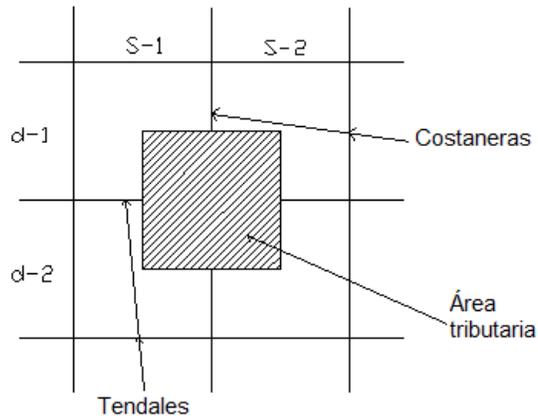
$$S = 1,15\ m$$

Diseño de cubiertas:

Estos elementos sirven como defensa para las inclemencias del tiempo o de cualquier agente externo que se vuelva perturbador. Para que se vuelvan idóneas al clima o al medio ambiente se tiene que tomar en cuenta las características.

En el cálculo o diseño se necesita conocer la carga uniformemente distribuida (w) que actúa sobre cada costanera, por lo que se vuelve necesario determinar dicha área y las cargas por unidad de superficie del techo.

Figura 7. Área tributaria en techo



Si los ejes longitudinales de las costaneras están separados a $1,15 \text{ m} = 3,77$ pies ($s-1$ y $s-2$) y los ejes longitudinales de las vigas están a $2,50 \text{ m} = 8,20$ pies ($d-1$ y $d-2$). Entonces, el área tributaria se calculará de la siguiente manera:

$$A = \left(\frac{S1}{2} + \frac{S2}{2} \right) * \left(\frac{d1}{2} + \frac{d2}{2} \right)$$

$$A = \left(\frac{3,77}{2} + \frac{3,77}{2} \right) * \left(\frac{8,20}{2} + \frac{8,20}{2} \right)$$

$$A = 30,91 \text{ pies}^2$$

Tabla IV. Cargas de diseño en las costaneras

CARGA MUERTA		
Peso de lámina duralita	1,32	l/pie ²
CARGA VIVA		
Carga por obrero	8,00	l/pie ²
CARGA TOTAL		
	9,32	l/pie ²

Cargas uniformemente distribuida:

Teniendo los datos completos se procede a calcular la carga uniformemente distribuida que actuará sobre las costaneras, de la siguiente manera.

$$W = \frac{(Carga\ total) * (Area\ tributaria)}{Longitud\ costanera}$$

Donde:

$$Carga\ total = 9,32\ l/pie^2$$

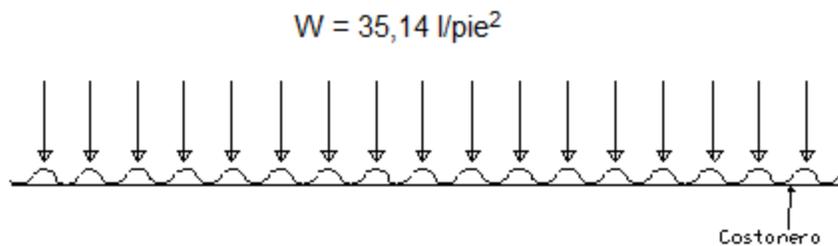
$$Área\ tributaria = 30,91\ pie^2$$

$$Longitud\ costanera = 8,20\ pies$$

$$W = \frac{(9,32\ l/pie^2) * (30,91\ pie^2)}{8,20\ pies}$$

$$W = 35,14\ l/pie$$

Figura 8. Carga uniformemente distribuida sobre costanera



Cálculo de momentos:

Se asume que la costanera trabajará como una viga simplemente apoyada, por tal motivo el momento en dicha costanera se calculará de la siguiente forma.

$$M = \frac{w * l^2}{8}$$

M = momento

W = carga distribuida = 35,14 l/pie

L = Longitud de la costanera = 8,20 pies

$$M = \frac{35,14 * 8,20}{8}$$

$$M = 295,3516 \text{ l-pie}$$

$$M = 3\,544,22 \text{ l-pulg}$$

Cálculo de módulo de sección:

Para calcular el módulo de sección (s) se debe dividir el momento entre el esfuerzo permisible del acero.

$$S = \frac{M}{f}$$

Donde:

S = módulo de sección

M = momento actuante

F = esfuerzo permisible del acero (20 000 l/pulg²)

$$S = \frac{3\,544,22 \text{ l-pulg}}{20\,000 \text{ l/pulg}^2}$$

$$S = 0,18 \text{ pulg}^3$$

Diseño de las costaneras

Algo que se debe tomar en cuenta antes de diseñar las costaneras es que estas se tienen que diseñar para que sus características soporten flexión, esfuerzo cortante y deflexión sin deformarse.

Chequeo a flexión:

La flexión no es más que la deformación que sufre el eje neutro en consecuencia de la carga que soporta el elemento.

Tabla V. propiedades de las costaneras

	Altura (pulg)	espesor	Área	Ix	Iy	Sx	Sy
COSTANERA TIPO C	A+B+2C	t	pulg ²	pulg	pulg	pulg ³	pulg ³
A=4" B=2" C=1/2" t=1/16"	7,00	0,0625	0,44	1,79	0,0001	0,51	0,00
A=5" B=2" C=1/2" t=1/16"	8,00	0,0625	0,50	2,67	0,0002	0,67	0,01
A=6" B=2" C=1/2" t=1/16"	9,00	0,0625	0,56	3,80	0,0002	0,84	0,01
A=7" B=2" C=1/2" t=1/16"	10,00	0,0625	0,63	5,21	0,0002	1,04	0,01
A=8" B=2" C=1/2" t=1/16"	11,00	0,0625	0,69	6,93	0,0002	1,26	0,01
A=9" B=2" C=1/2" t=1/16"	12,00	0,0625	0,75	9,00	0,0002	1,50	0,01
A=10" B=2" C=1/2" t=1/16"	13,00	0,0625	0,81	11,44	0,0003	1,76	0,01

Adaptado de: Jorge Martín Mejía. Diseño de edificio escolar de dos niveles para el cantón Pajuliboy, y salón comunal de cantón Mucubaltzib, Municipio de Chichicastenango, departamento de Quiché. Pág. 87

Para que la costanera soporte la flexión módulo de sección (s) debe ser igual o mayor que el módulo de sección calculado anteriormente (Sc). Comparando el módulo de sección calculado con los valores que aparecen en la tabla V y teniendo en cuenta que Sx no puede ser menor o igual al valor calculado, se podrá tener que tipo de costanera será la adecuada para utilizar. En este caso se compara $Sc = 0,18 \text{ pulg}^3$ con los valores de Sx y la costanera que resultará es la que tiene el $Sx = 0,51 \text{ pulg}^3$ lo cual pertenece a la costanera tipo C con una sección de 4" x 2" x 1/16".

Chequeo por corte:

Como se sabe que la fuerza cortante en una viga simplemente apoyada, en este caso es perpendicular al eje longitudinal de la costanera, esto quiere decir que las reacciones en los apoyos de las costaneras se calcularan de la siguiente manera.

$$R1 = R2 = \frac{wl}{2}$$

Donde:

R1 = reacción 1

R2 = reacción 2

W = carga uniformemente distribuida = $35,14 \text{ l/pie}^2$

L = longitud de la costanera = 8,20 pies

$$R1 = R2 = \frac{\left(35,14 \frac{\text{l}}{\text{pie}^2}\right) * 8,20 \text{ pies}}{2}$$

$$R1 = R2 = 144,074 \text{ l}$$

Una de las propiedades del acero A36 que su esfuerzo promedio no debe exceder de 14 500 l/pulg² por lo que para la costanera soportara un esfuerzo de:

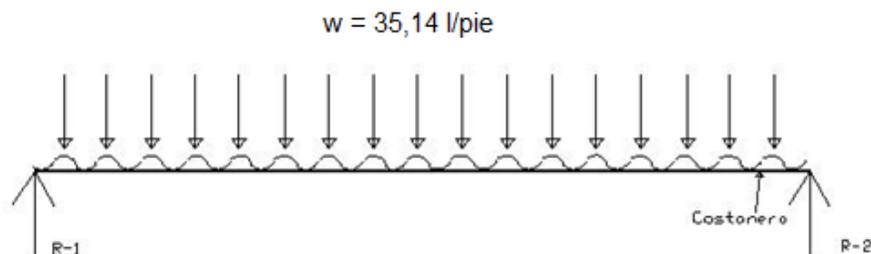
$$E = \frac{R1}{\text{Area seccion transversal}}$$

$$E = \frac{144,074 \text{ l}}{0,44 \text{ pulg}^2} \quad \text{Donde, } 0,44 \text{ pulg}^2 \text{ de tabla}$$

$$E = 327,44 \text{ l/pulg}^2$$

Teniendo el anterior resultado, se puede notar que el esfuerzo que soporta el acero es mucho mayor que el esfuerzo que se le aplicara a la costanera, por lo que se concluye que es la mejor opción para la costanera.

Figura 9. Carga uniformemente distribuida y reacciones en costanera



Chequeo por deflexión:

La deflexión se conoce como la distancia perpendicular del eje neutro de la costanera o del elemento hasta el punto más lejano de la elástica. Como en todo diseño, la deflexión real debe ser menor que la deflexión permisible, esto quiere decir que las deflexiones se calcularán de la siguiente manera.

$$Dr = \frac{5 * W * L^3}{384 * E * I}$$

Donde:

W = carga uniformemente distribuida (en l/pulg²) = 2,93 l/pulg²

L = longitud de la costanera (pulg) = 98,4 pulg

E = módulo de elasticidad = 29 000 Kips/pulg²

I = inercia de las costanera (tabla V)

$$Dr = \frac{5 * 2,93 * (98,4)^3}{384 * 29\ 000 * 1,79}$$

$$Dr = 0,0007 \text{ pulg}$$

Deflexión Permisible:

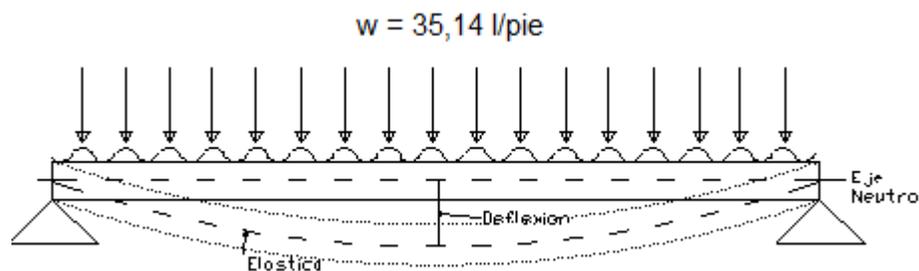
$$Dp = \frac{L}{360}$$

$$Dp = \frac{98,4 \text{ pulg}}{360}$$

$$Dp = 0,27 \text{ pulg}$$

Como se puede observar la $Dp > Dr$ por lo que se concluye que la sección escogida es la optima para que soporte la deflexión de la carga distribuida.

Figura 10. Deflexión en costanera



- **Diseño de los tendales:**

A este elemento también se le conoce como cuerdas superiores, en este caso diseñará tendales como una viga simplemente apoyada y con una sección cerrada (conocida como costanera “C” doble).

El área tributaria en cada nudo de la armadura, será igual al área tributaria de la costanera, así como se indica en la figura 7. El área tributaria será igual a 30,91 pies².

Las cargas que actuarán en los tendales se encuentran:

Tabla VI. Cargas de diseño en los tendales

CARGA MUERTA		
Peso de lámina duralita	1,32	l/pie ²
Peso propio de la armadura	2,00	l/pie ²
TOTAL DE CARGA MUERTA	3,32	l/pie²
CARGA VIVA		
CARGA LATERALES	18,00	l/pie²
CARGA TOTAL		
	21,32	l/pie²

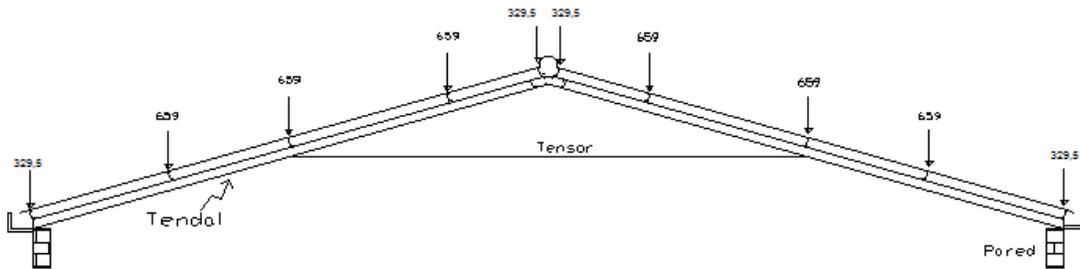
Se procede a calcular la carga puntual en cada nudo de la siguiente manera.

$$C. \text{ en nudo} = \text{Area tributaria} * \text{carga total}$$

$$C. \text{ en nudo} = 30,91 \text{ pie}^2 * 21,32 \text{ l/pie}^2$$

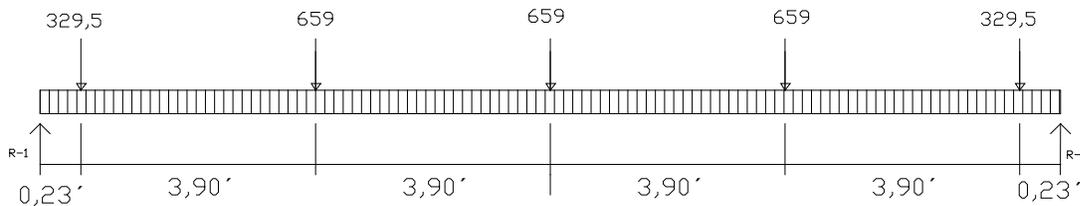
$$Carga \text{ en nudo} = 659,0012 \text{ l}$$

Figura 11. Armadura de techo y cargas puntuales en nudos



Se continúa con el cálculo de las reacciones en los extremos de los tendales, así mismo se supone el cuerpo libre de los tendales de la siguiente manera.

Figura 12. Diagrama de cuerpo libre en tendales



Cálculo de reacciones

$\sum \text{momentos} = 0$ positivo a favor de las agujas del reloj

$$\sum M_1 = 0$$

$$(0,23 \times 329,5) + (4,13 \times 659) + (8,03 \times 659) + (11,93 \times 659) + (15,83 \times 329,5) - (16,06 \times R_2) = 0$$

$$R_2 = 1\,318,01$$

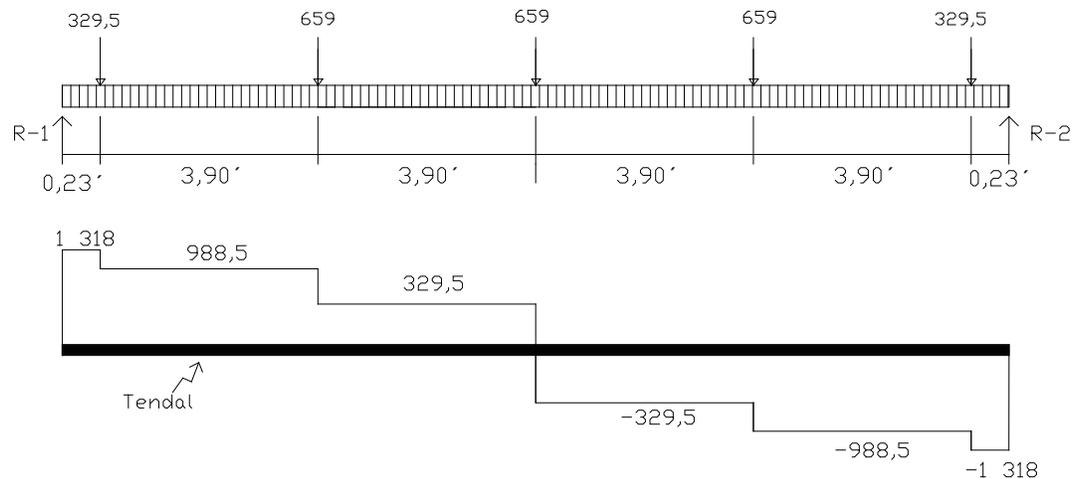
$\sum F_y = 0$ positivo para abajo

$$(659 * 3) + (329,5 * 2) - 1318 - R1$$

$$R1 = 1318 \text{ l}$$

Teniendo las reacciones que actúan en el extremo de los tendales se procede a construir el diagrama de fuerza cortante; teniendo ya este diagrama se calculará los momentos provocados por las cargas puntuales en cada nudo del tendal. El momento se calculará con el método de área, que dice que el momento es igual al área del diagrama de fuerzas cortantes.

Figura 13. Diagrama de fuerzas cortantes en tendales



Como se mencionó anteriormente el momento se calculará con las áreas del diagrama de fuerzas cortantes; la suma de las áreas del diagrama dio como resultado el momento máximo de la siguiente manera.

$$M = 1318 * 0,23 + 988,5 * 3,90 + 329 * 3,90$$

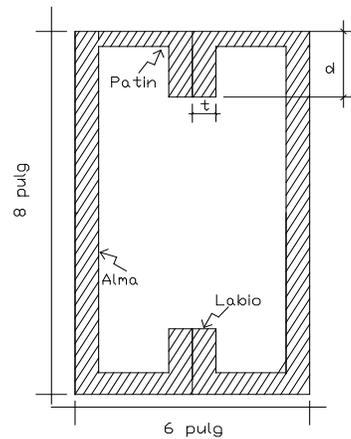
$$M = 5443,34 \text{ l-pie}$$

$$M = 65320 \text{ l-pulg}$$

Figura 14. Diagrama de momento máximo en tendales



Figura 15. Sección cerrada de tendal



$t =$ espesor del perfil = 0,105 pulg

$R =$ radio de curvatura en el perfil = $3/16$ pulg

$d =$ Labio rigidez del perfil = 0,80 pulg

$R' =$ Radio de eje perfil = $3/16$ pulg + $(0,105\text{plg}/2) = 0,24$ pulg

$L_c =$ longitud de curva de eje perfil = $\frac{2\pi \cdot 0,24}{4} = 0,377$ pulg

Labio = $d - t - R = 0,80$ pulg - $0,105 - 3/16 = 0,5075$ pulg

$W =$ base de la sección cerrada = ancho total - $4t - 4R = 6 - (4 \cdot 0,105) - (4 \cdot 3/16) = 4,83$ pulg

$A =$ altura del alma = altura total - $2t - 2R = 8 - 2 \cdot 0,105 - 2 \cdot 3/16 = 7,415$ pulg

Cuando se obtienen los cálculos de R' , L_c , labio, W y A , es únicamente para obtener las propiedades geométricas de la sección cerrada que servirá para comparar los cálculos que se obtienen con los valores que soportará la sección analizada.

Tabla VII. Propiedades geométricas del tendal

ELEMENTO		CANTIDAD	LONGITUD (pulgadas)	CENTROIDE		INERCIA CENTROIDAL
			L	Ye	$I(Ye^2)$	$I'e$
ALMA	7,42	2	14,83	0,000	0	67,811
ESQUINA	0,38	8	3,016	3,863	45,007	0,0019
PATINES	2,42	4	9,66	3,707	132,746	
LABIOS	0,51	4	2,028	3,454	24,194	0,0436
SUMATORIA					201,95	67,8565

$$I1 = 201,498 + 67,8565 = 269,3545 \text{ pulg}^3$$

$$I = 269,3545 * 0,105 = 28,28 \text{ pulg}^4$$

$F = 0,6 * fy$ donde Fy es dos veces 14 500 l/pulg² que es el esfuerzo promedio para un acero A36, el cual es con el que se fabrican las costaneras.

$$F = 18\ 000 \text{ l/pulg}^2$$

$$Sx = \frac{I}{C}$$

$$Sx = 28,28/4$$

$$Sx = 7,07 \text{ pulg}^3 \text{ módulo de la sección cerrada}$$

$$M = Sx * F$$

$$M = 7,07 * 18\ 000$$

$$M = 127\ 260\ l - \text{pulg}$$

Este es el momento que soporta el elemento analizado por lo que se concluye que es óptimo, ya que el elemento que se le aplicará es de $M = 65\ 320\ \text{lb-pulg}$. Siendo el momento aplicado menor al momento que resiste el elemento.

2.6. Diseño del muro

La mampostería a diseñar será de tipo confinada; la cual como se mencionó anteriormente, debe cumplir con requisitos para que sea considerada de este tipo.

Diseño de vigas

Antes de iniciar, se debe recordar que el refuerzo longitudinal de la viga, deberá dimensionarse para resistir las componentes vertical y horizontal, correspondientes del puntal de compresión que se desarrolla en la mampostería, para resistir las cargas laterales y verticales. En cualquier caso, estará formado por lo menos de tres barras, cuya área total sea al menos igual a la obtenida con la ecuación:

$$A_s = 0,2 \frac{f_c'}{f_y} * t^2$$
$$A_s = 0,2 * \frac{210\ \text{kg/cm}^2}{2\ 810\ \text{kg/cm}^2} * 15^2$$

$$A_s = 3,36 \text{ cm}^2$$

Por lo cual se propone un armado de 4 hierros No. 4

Chequeo por corte:

Como se puede notar la viga únicamente está sujeta a su propio peso por lo que no se vuelve necesario diseñar a corté, pero hay que recordar que el ACI establece que siempre es necesario un armado mínimo igual a:

$$A_v = \frac{3,50 * b * s}{F_y}$$

Donde:

B = ancho de la viga

s = Separación entre estribos (según el ACI la separación entre estribos $S < d/2$, $S = 26/2 = 13 \text{ cm}$)

D = peralte (distancia máxima de la fibra extrema a compresión hasta el esfuerzo a tensión más alejado)

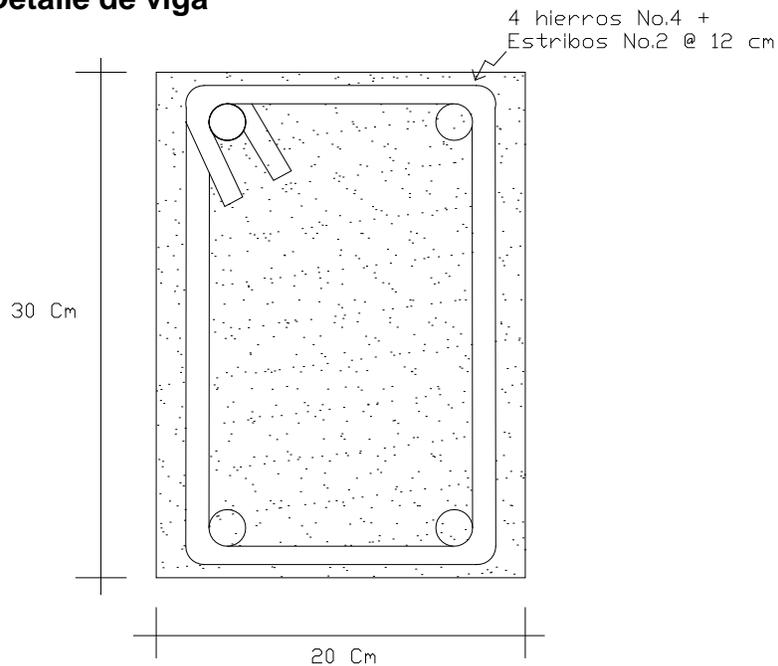
Fy = límite de fluencia

$$A_v = \frac{3,50 * 20 * 13}{2810 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_v = 0,29 \text{ cm}^2$$

Esta área de acero por corte se cubre con acero No. 2 @ 12 cm

Figura No. 16 Detalle de viga



Diseño de columnas:

Para diseñar una columna se debe basar en lo establecido por el ACI, que establece:

- El área de acero longitudinal mínima es 1% de sección de la columna
- El área máxima de acero para zonas sísmicas es de $0,06 A_g$
- La columna debe tener como mínimo 4 varillas de acero longitudinal
- El lado menor de una columna estructural será 20 cm
- La sección mínima debe ser de 400 cm^2
- El refuerzo transversal nunca podrá ser menor al No.3
- El recubrimiento mínimo es de 3 cm

Cargas que soportan las columnas:

Cada columna que se encuentra en el diseño soportará la carga aportada por la armadura de techo, el peso de viga, y su propio peso.

Carga de armadura de techo = $3,32 \text{ l/pie}^2 * 62,89 \text{ pie} * 26,42 \text{ pie} = 5\,516,36 \text{ l}$
Esta en kg va ser igual a 2 501,75 kg

Peso de viga = $2\,400 \text{ kg/m}^3 * 54,08\text{m} * 0,20 \text{ m} * 0,30 \text{ m} = 7\,787,52 \text{ kg}$

Peso de la Columna = $2\,400 \text{ kg/m}^3 * 0,20 \text{ m} * 0,20 \text{ m} * 30 \text{ m} = 2\,880 \text{ kg}$

Peso total = 13 169, 27 kg

Se considera un 10% del peso de la estructura para cubrir esfuerzos por sismos, lo cual será de 1 316,92 kg, teniendo en total un peso igual a 14 486,19 kg.

Cálculo de acero mínimo:

Basándonos en el ACI, el cual indica un A_g (área tributaria de la sección transversal igual a 20 cm x 20 cm), tenemos:

$$A_s \text{ min} = 0,01 A_g$$

$$A_s \text{ min} = 0,01 * 20\text{cm} * 20\text{cm}$$

$$A_s \text{ min} = 4 \text{ cm}^2$$

Cálculo de carga última:

Debemos de verificar que la carga que soporta la columna con su armado sea menor a la carga que se le aplicara a nuestro elemento, si no es este el caso entonces se diseñará con respecto al momento que resiste el armado.

$$P_u = 0,7 * (0,85 f'c * A_g + A_s * F_y)$$

Donde:

$f'c$ = resistencia del concreto a compresión

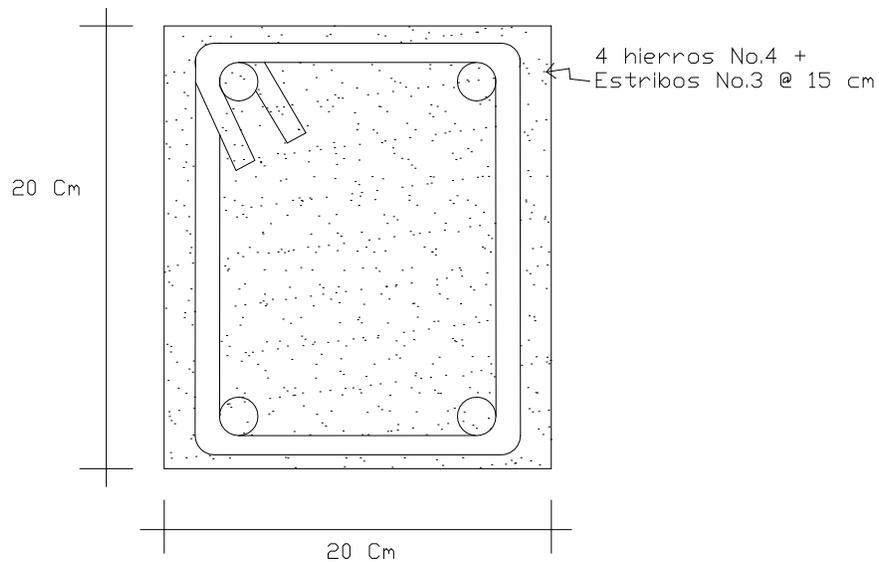
F_y = resistencia del acero a tensión

$$P_u = 0,7(0,85 * 210 * 20 * 20 + 5,07 * 2 810)$$

$$P_u = 59 952,69 \text{ Kg}$$

La carga que resiste el elemento es mucho mayor a la carga que se le aplicará por lo que es óptima la elección del armado que se propuso.

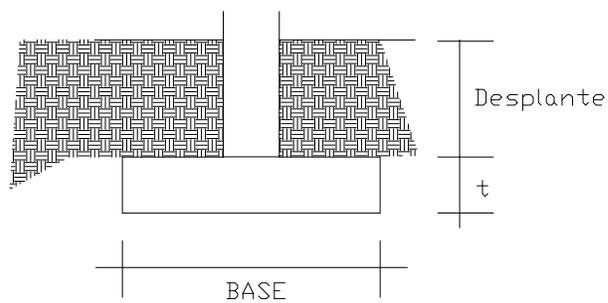
Figura 17. Detalle de columna.



2.7. Diseño de cimiento corrido

Se diseñará todo el cimiento corrido que se colocará a la estructura, también por seguridad, se diseñarán las zapatas que se colocarán en las columnas principales de nuestra escuela.

Figura 18. Dibujo de cimiento



Cimiento corrido:

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

$$Fy = 2810 \text{ kg/cm}^2$$

$$Vs = 17,37 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_c = 2,4 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_s = 1,4 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_{\text{mampostería}} = 1,8 \text{ t/m}^2$$

$W = 2\,398,57 \text{ kg/m}$ (es el peso del muro, del cemento, de la lámina y costaneras y cargas vivas)

Lo primero es reducir la carga de trabajo

$$W = W_u / F_{cu}$$

$$W = 2\,398,57 / 1,49$$

$$W = 1\,609,77 \text{ kg/m}$$

El área estimada de este elemento estará dado por:

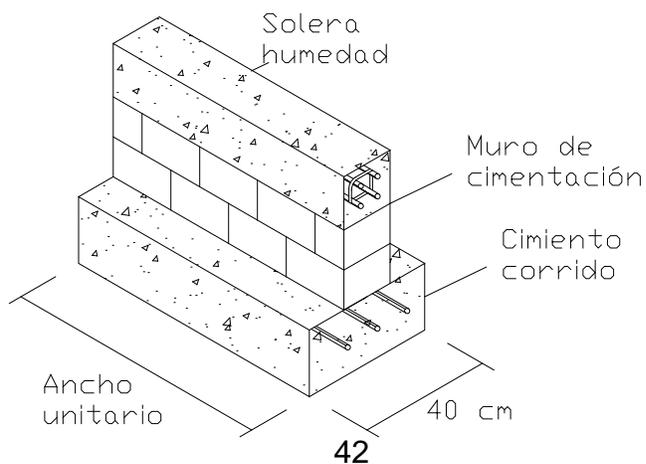
$$A_z = \frac{1,50 * W'}{V_s}$$

$$A_z = \frac{1,50 * 1,60977}{17,37}$$

$$A_z = 0,13 \text{ m}$$

Por seguridad se usara un ancho de 40 cm y para métodos de diseño se tomará como longitud 1 m.

Figura 19. Ancho unitario de cimentación



Se calcula t_{\min}

$$t = 15 + \emptyset + \text{recubrimiento}$$

Se asume el uso de varillas No. 4 el cual posee un diámetro de 1,27 pulg.

$$t = 15 + 1,27 + 7,5$$

$$t = 23,77 \text{ cm}$$

Se tomará para diseño un $t = 20 \text{ cm}$

Ahora, se chequea la presión sobre el suelo.

$$P_{\text{total}} = P_{\text{muro}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + W'$$

Donde

$P_{\text{muro}} = \text{peso del muro} = (\text{altura} * \text{espesor} * \text{ancho unitario} * \gamma \text{ mamposteria})$

$$P_{\text{muro}} = 4,40 \text{ m} * 0,15 \text{ m} * 1 \text{ m} * 1,8 \text{ t/m}^3$$

$$P_{\text{muro}} = 1,188 \text{ t}$$

$P_{\text{suelo}} = \text{Peso del suelo} = (\text{desplante} * \text{área} * \gamma \text{ suelo})$

$$P_{\text{suelo}} = 0,60 \text{ m} * 0,40 \text{ m}^2 * 1,4 \text{ t/m}^3$$

$$P_{\text{suelo}} = 0,3360 \text{ t}$$

$P_{\text{cimiento}} = (\text{área} * t * \gamma \text{ c})$

$$P_{\text{cimiento}} = 0,40 \text{ m}^2 * 0,20 \text{ m} * 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$P_{\text{cimiento}} = 0,1920 \text{ T}$$

$W' = \text{Carga de trabajo} = (W' * \text{ancho unitario})$

$$W' = 1\,609,77 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 1\, \text{m}$$

$$W' = 1\,609,77\, \text{t}$$

Dado los anteriores resultados se obtiene el peso total:

$$P\, \text{total} = 3,32\, \text{t}$$

Con lo que se obtiene la presión sobre el suelo de la siguiente manera: para conocer si es adecuado nuestro diseño:

$$q\, \text{máx} = \frac{Pt}{Az}$$

$$q\, \text{máx} = \frac{3,32\, \text{t}}{0,40\, \text{m}^2}$$

$$q\, \text{máx} = 8,32\, \text{t/m}^2$$

Como la distribución de presión es uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo. Se concluye que el diseño es el adecuado ya que el valor soporte del suelo es mucho mayor que la presión que se le hará al mismo.

Diseño de espesor del cimiento:

Chequeo por corte

$$d = t - \text{rec.} - \frac{\emptyset}{2}$$

$$d = 20\, \text{cm} - 7,5\, \text{cm} - 1,27\, \text{cm}/2$$

$$d = 11,87\, \text{cm}$$

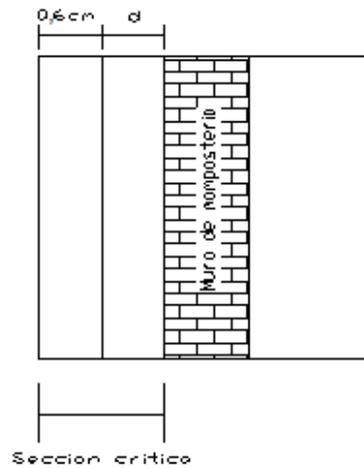
$$D = 12,5 \text{ cm} - 11,87 \text{ cm}$$

$$D = 0,6350 \text{ cm}$$

$$\text{Área de trabajo} = 0,6350 \text{ cm} * 100 \text{ cm}$$

$$\text{Área de trabajo} = 0,0064 \text{ m}^2$$

Figura 20. Datos de diseño para cimentación



Cálculo de corte actuante (V actuante):

$$V_{actuante} = \text{área de trabajo} * q_{diseño}$$

$$V_{actuante} = 0,0064 \text{ m}^2 * 8,32 \frac{\text{t}}{\text{m}^2} * 1,49$$

$$V_{actuante} = 0,0787 \text{ t}$$

Cálculo de corte resistente (V resistente):

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt[3]{f'c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210 \frac{kg}{cm^2} * 100 * 11,87}$$

$$V_r = 7,7492 t$$

Siendo el corte resistente mucho mayor al corte que actuará sobre él, por lo que el t = 20 sí soportara el corte simple.

Chequeo por flexión:

El momento actuante será igual a:

$$M = \frac{W * l^2 * ancho unitario}{2}$$

$$M = \frac{\left(8,32 \frac{T}{m^2} * 1,49\right) * 0,125^2 * 1 m}{2}$$

$$M = 0,097 t - m$$

Con el momento se encuentra el área requerida para este:

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{b * d^2 - \frac{Mu * b}{0,003825 * f'c}} \right] * \left[\frac{0,85 * f'c}{f_y} \right]$$

$$A_s = 0,0323 cm^2$$

Debido a que el área de acero que se requiere con el momento obtenido es mucho menor que el área de acero mínimo, debemos de usar el área de acero mínimo por seguridad.

$$A_s = 4,01 cm^2$$

Se usara 3 varillas No. 4 corridas @ 10 cm

Como no existe flexión en el eje "Y" se colocará acero por temperatura.

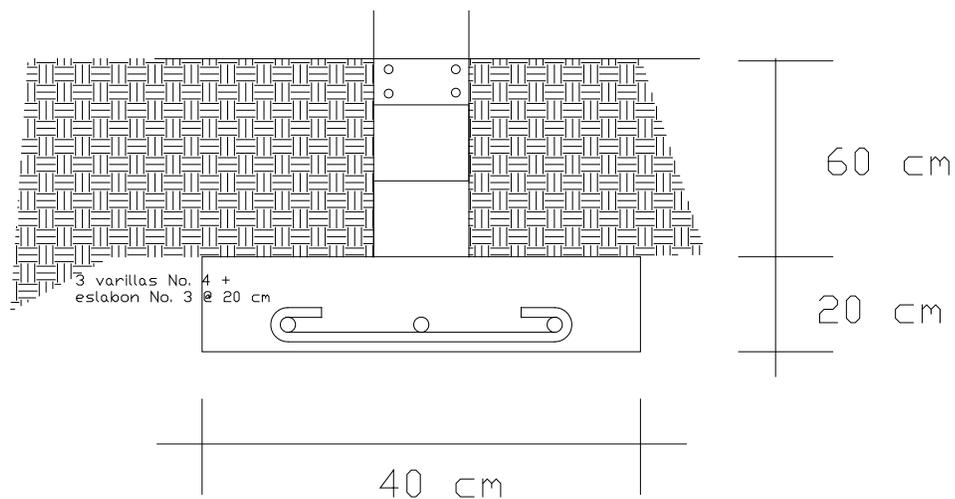
$$A_{s \text{ tem}} = 0,002 * b * t$$

$$A_{s \text{ tem}} = 0,002 * 40 * 20$$

$$A_{s \text{ tem}} = 1,6 \text{ cm}^2$$

Se usará varillas No. 3 @ 0,20 m

Figura 21. Detalle de cimentación



Diseño de zapata:

$$P.u. = 14\ 486,19 \text{ kg}$$

$$V_s = 17,37 \text{ t/m}^2$$

$$\gamma_s = 1,4 \text{ t/m}^3$$

$$\gamma_c = 2,4 \text{ t/m}^3$$

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

$$F_y = 2\ 810 \text{ kg/cm}^2$$

Columna = 20 cm x 20 cm

Carga de trabajo:

$$P' = \frac{pu}{f_{cu}}$$

$$P' = \frac{14\,486,19}{1,4}$$

$$P' = 10\,347,28 \text{ kg}$$

Pre-dimensionamiento de zapata:

$$A_z = \frac{F_{cu} * P'}{V_s}$$

$$A_z = \frac{1,4 * 10\,347,28}{17\,370}$$

$$A_z = 0,8340 \text{ m}^2$$

$$A_z = l^2$$

$$l = 1 \text{ m}$$

Cálculo de presión sobre el suelo:

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

$$P_s = \text{peso de suelo del desplante} = A_z * \text{desplante} * \gamma_s = 1 \text{ m}^2 * 0,80 \text{ m} * 1,4 \text{ t/m}^3$$

$$P_s = 1,12 \text{ t}$$

$$P_z = \text{peso zapata} = A_z * \text{espesor asumido} * \gamma_c = 1 \text{ m}^2 * 0,25 * 2,4 \text{ t/m}^3$$

$$P_z = 0,6 \text{ t}$$

Pcol. = peso de la columna =
Volumen columna * $\gamma_c = (0,20 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 3 \text{ m}) \times (2,4 \text{ t/m}^3)$

$$P_{col} = 0,288 \text{ t}$$

$$P' = 10,347 \text{ t}$$

$$P_{total} = 12,3550 \text{ t}$$

Cálculo de presión del suelo bajo zapata:

$$q = \frac{P}{Az} \pm \frac{Mx}{Sx} \pm \frac{My}{sy} \quad \text{donde } S_{x,y} = \frac{1}{6} * b * h^2$$

$$q = \frac{12\,355 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2} + 0$$

$$q_{\text{máx}} = 12\,355 \text{ kg/m}^2 < V_s \text{ cumple}$$

$$q_{\text{min}} = 12\,355 \text{ kg/m}^2 > 0 \text{ cumple con solo compresiones}$$

Teniendo en cuenta que la presión debajo de la zapata en un punto cualquiera es diferente a la localizada en cualquier otro punto, se debe de considerar, por motivos de diseño, una presión constante debajo de la zapata. Este valor se puede encontrar entre q_{min} y $q_{\text{máx}}$, por lo que un criterio aceptable es considerar $q_{\text{dis}} = q_{\text{máx}}$

La presión última de diseño será:

$$q_{\text{dis}} = q_{\text{máx}} * f_{cu}$$

$$q_{\text{dis}} = 12\,355 * 1,49$$

$$q_{\text{dis}} = 18\,408,95 \text{ kg/m}^2$$

Espesor de la zapata:

Para nuestro diseño se debe chequear el corte simple y el corte punzonante causado por las columnas y las cargas actuantes.

$$t = 0,25 \text{ m}$$

Chequeo de corte simple:

Es bueno mencionar que la falla de la zapata por esfuerzo cortante ocurre a una distancia d (peralte efectivo) del borde de la columna, es por eso, que se debe comprobar en este límite si el corte resistente es mayor que el actuante.

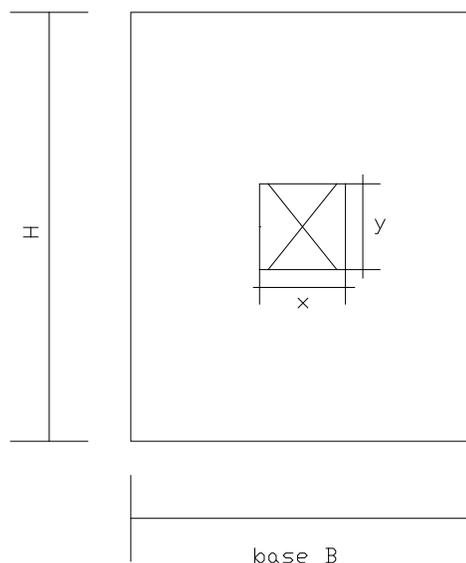
$$d = t - \text{recubrimiento} - \frac{\phi}{2}$$

$$d = 25 - 7,5 - \frac{1,7}{2}$$

$$d = 16,86 \text{ cm}$$

Cálculo de corte actuante:

Figura 22. Detalle de zapata en planta



$$V_{actuante} = wu * \left(\frac{b-x}{2} - d \right) * h$$

$$V_{actuante} = 18\,408,95 \left(\frac{1-0,2}{2} - 0,1686 \right) * 1$$

$$V_{actuante} = 4\,259,83 \text{ kg}$$

Cálculo de corte resistente:

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt[3]{f'c} * b * d$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \sqrt[3]{210} * 100 * 16,86$$

$$V_r = 11\,006,82 \text{ kg}$$

Dando el corte resistente mayor que el corte actuante; por lo que se concluye que el peralte es el efectivo. Si en dado caso no cumpliera, se tiene que aumentar el peralte hasta que cumpla.

Revisión del corte punzonante:

La columna tiende a punzonar la zapata debido a los esfuerzos de corte que se producen en el perímetro de la columna, el límite donde ocurre la falla se encuentra a una distancia $d/2$ del perímetro de la columna.

$$V_p = w[b * h - (x + d)(y + d)]$$

$$V_p = 18\,408,95[(1 * 1) - (0,2 + 0,16)(0,2 + 0,16)]$$

$$V_p = 16\,023,15 \text{ kg}$$

Corte resistente:

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt[3]{f'c} [2(x + d) + 2(x + d)] * d$$

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt[3]{210} [2(20 + 16,86) + 2(20 + 16,86)] * 16,86$$

$$V_r = 32\,456,92 \text{ kg}$$

Diseño de refuerzo por flexión:

$$M_u = \frac{w * l^2}{2}$$

$$M_u = \frac{18\,408,95 * 0,80^2}{2}$$

$$M_u = 5\,890,86 \text{ kg} - m$$

El área que requiere este momento es de 5.18 cm² siendo mucho menor que el área mínima que se establece con $A_{mín.} = (14.1/f_y) * b * d$, dando como resultado 8,41 cm², por lo que se tomará el área mínima como seguridad, dando un armado de Varilla No. 4 @ 15 cm de separación en ambos sentidos.

2.8 Presupuesto

Tabla VIII. Presupuesto de escuela

RESÚMEN						
	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO		TOTAL RENGLÓN
1	DESMOCHE	mts ²	156,00	Q 3,00	Q	468,00
2	TRAZO Y ESTAQUEADO	mts	85,00	Q 4,40	Q	374,00
3	NIVELACIÓN	mts ²	156,00	Q 2,50	Q	390,00
4	ZAPATA	UNIDAD	10,00	Q 308,83	Q	3 088,27
5	CIMIENTO CORRIDO	MT LINEAL	85,00	Q 117,06	Q	9 950,49
6	SOLERA DE HUMEDAD	MT LINEAL	85,00	Q 80,12	Q	6 810,38
7	SOLERA INTERMEDIA	MT LINEAL	170,00	Q 56,12	Q	9 540,29
8	SOLERA CORONA	MT LINEAL	85,00	Q 80,12	Q	6 810,38
9	VIGA	MT LINEAL	85,00	Q 94,68	Q	8 047,48
10	COLUMNA 1	UNIDAD	10,00	Q 486,11	Q	4 861,08
11	COLUMNA 2	UNIDAD	14,00	Q 268,16	Q	3 754,30
12	BLOCK	mt2	190,00	Q 139,80	Q	26 562,33
13	TECHOS	mt ²	156,00	Q 246,79	Q	38 500,00
14	TUBERÍA	GLOBAL	1,00	Q 524,00	Q	524,00
15	DRENAJE	GLOBAL	1,00	Q 3 620,00	Q	3 620,00
16	INSTALACIÓN DE FUERZA	GLOBAL	1,00	Q 2 188,70	Q	2 188,70
17	ILUMINACIÓN ELECTRICA	GLOBAL	1,00	Q 5 482,00	Q	5 482,00
18	ACABADOS	GLOBAL	1,00	Q 25 833,25	Q	25 833,30
19	FOSA SÉPTICA	GLOBAL	1,00	Q 17 891,39	Q	17 891,4
TOTAL					Q	174 696,33
TRANSPORTE Y FLETES					Q	15 000,00
SUMA					Q	189 000,00
IMPREVISTO					Q	22 763,56
TOTAL DEL PROYECTO					Q	212 459,89

2.9. Cronograma de actividades

Tabla IX. Cronograma de actividades

No.	DESCRIPCIÓN	TIEMPO EN MESES											
		1 MES			2 MES			3 MES			4 MES		
1	PRELIMINARES												
1.1	Desmoche y limpieza												
1.2	Trazo y estaqueado												
1.3	Nivelación del terreno												
2	CIMENTACIÓN												
2.1	Zapata												
2.2	Cimiento corrido												
2.3	Solera de humedad												
3	MUROS												
3.1	Levantado de muro block 0.15												
4	ESTRUCTURA												
4.1	Solera intermedia												
4.2	Solera de remate												
4.3	Solera de mojinete												
4.4	Solera sillar												
4.5	Columna tipo 1												
4.6	Columna tipo 2												
4.7	Viga No. 1												
5	CUBIERTA Y ESTRUCTURA												
5.1	Cubierta lámina galvanizada												
6	ACABADOS												
6.1	Alizado de cemento												
6.2	Piso de cemento líquido												
7	PUERTAS												
7.1	Puertas tipo 1												
7.2	Puertas tipo 2												
7.3	Puertas tipo 3												
8	VENTANAS												
8.1	Marcos de hierro más vidrio												
9	INSTALACION ELECTRICA												
9.1	Iluminación												
9.2	Fuerza												
10	INSTALACIONES HIDRAULICAS Y SANITARIAS												
10	Agua potable												
10	Drenajes												
10	Artefactos sanitarios												
10	Lavamanos												
11	Urinal fundido												
11	TRABAJOS EXTERIORES												
11	Torta de concreto cernido												
11	Fosa séptica y pozo de absorción												

2.10. Estudio de impacto ambiental inicial

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

- **Impactos ambientales:**

Componente social: habitantes de la aldea Pinal Pajuil, de Chicamán, el Quiché, recibirán directamente el impacto ya que se tendrá que acarrear los materiales utilizados para la construcción de la escuela, ya que no se cuenta con una carretera para que pueda entrar algún vehículo hasta el terreno destinado para el edificio educativo, además se tendrán las molestias de zanjeo y construcción durante el tiempo que sea necesario la construcción.

Estética: esto refiere a la contaminación que se produce por la construcción y se afectada el medio ambiente. Entre la contaminación se puede mencionar la que produce el ruido y movimiento de tierras. Además, debemos recordar que esta aldea tiene ambientes rodeados de vegetación natural, por lo que se tiene que tener el cuidado de que el paisaje no sea dañado y que la construcción no produzca un golpe a la vista a manera de evitar la contaminación visual y degradación visual, entre otras.

Amenazas naturales: hay que recordar que Guatemala es un país altamente sísmico, por lo que cualquier edificio que se construya puede verse afectado por este fenómeno natural que debe considerarse a la hora de diseñar y de construir, ya que la estructura puede sufrir daños irremediables en sus componentes.

Otros componentes naturales son los huracanes, los cuales pueden afectar directamente a la cubierta o techo de la estructura, además puede provocar inundaciones en cualquier ambiente de nuestro edificio, por lo que se tiene que diseñar o construir a manera de que se eviten las inundaciones que provocarían contaminación en la instalación. Por la contaminación por inundación pueden verse afectados los mobiliarios, los textos, y además que muchas veces se tiene alimento dentro de las aulas o cualquier otro ambiente; lo que provocaría una contaminación que sería una pérdida muy lamentable.

- **Medidas de mitigación:**

Para mitigar la contaminación se debe considerar para la construcción lo siguiente.

- ✓ Diseñar adaptándose a el entorno natural del terreno.
- ✓ Conocer o recorrer el terreno donde se diseñara el edificio.
- ✓ Evitar el uso de maquinaria en horas diurnas.
- ✓ Las bolsas de cemento o cualquier otro material, enterrarlas; evitar quemarlas.
- ✓ Trasladar los materiales evitando los días festivos o de plaza.
- ✓ Limpiar el área después de cada día de trabajo.

- ✓ Evitar dejar tablas, estacas, palas, o cualquier otro elemento en el espacio utilizado, para moverse dentro de la obra.
- ✓ Establecer letrinas temporales para la cuadrilla de trabajo.
- ✓ Poseer una bodega dentro del terreno donde se construirá.
- ✓ Evitar los materiales de mala calidad.
- ✓ Reducir los vientos con sistemas adecuados.
- ✓ Poseer un botiquín de primeros auxilios en el proyecto.
- ✓ Realizar un plan de educación ambiental.

En operación se debe de reducir riesgos de la siguiente manera:

- ✓ Evaluación ambiental permanente del área.
- ✓ Capacitación permanente a operadores del sistema.
- ✓ Mantenimiento preventivo.

- **Riesgos y vulnerabilidad:**

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

- **Recomendaciones**

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

- ✓ Poner en claro a los comunitarios cuales son los riesgos que se tienen.
- ✓ Capacitar al personal encargado de la educación en la aldea y al comité de educación de la comunidad, para que sepan que hacer al momento de un desastre o de la contaminación y también, como evitar dichos acontecimientos.
- ✓ Crear una comisión que sea la encargada de velar por la seguridad de los niños y evitar la contaminación de cualquier tipo, dentro de la infraestructura educativa.

3. DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO EN LA ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICAMÁN DE QUICHÉ

3.1. Datos preliminares

Para diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable se tendrá los siguientes datos como referencia:

- Población actual: 486 habitantes
- Población futura: 877 habitantes
- 80 servicios domiciliarios
- Periodo de diseño: 20 años
- Dotación: 90 litros/habitante/día
- Periodo de diseño para el tanque de distribución: 20 años
- Velocidad mínima del agua dentro de la tubería 0,30 m/s
- Velocidad máxima del agua dentro de la tubería 3 m/s

3.1.1. Normas a utilizar

Se debe tener en cuenta que las presiones deben ser consideradas de tal forma que el agua llegue por lo menos a una casa de dos niveles (5 metros de alto) y que la tubería pueda resistir la presión del sistema. En el inciso 4.8.3, de las normas de la Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del instituto de fomento Municipal dicta lo siguiente:

- Mínima 10 metros (presión de servicio)
- Máxima 40 metros (presión de servicio)
- Presión hidrostática máxima: 80 metros

Además, las normas que tienen que ver con la tubería no se debe olvidar que la calidad del agua es lo más importante, ya que será para servicio humano, por lo que tiene que estar evaluada para saber si es de consumo humano. Para que el agua reúna las características necesarias para el humano debe estar libre de concentraciones excesivas de sustancias minerales y orgánicas; libres de tóxicos, que no transmitan enfermedades, y que además sea insípida, sin color y sin olor.

Los datos que definen los límites de las concentraciones de las sustancias, de los organismos o de las propiedades organolépticas, desarrolladas por grupos de sustancias, se denominan patrones. Los patrones que indican si el agua es apta para el consumo humano se denominan patrones de potabilidad. En Guatemala están establecidos por la Comisión Guatemalteca de Normas (COGUANOR).

Entre las normas que se debe regir para el diseño se encuentran.

COGUANOR NGO 010: Sistema Internacional de Medidas (SI)

COGUANOR NGO 29 002: Agua. Determinación de la turbiedad.

COGUANOR NGO 29 003 h2: Agua. Determinación del potencial de hidrógeno (PH) por el electrodo de cristal.

COGUANOR NGO 29 003 h3: Agua. Determinación de dureza por el procedimiento de titulación con EDTA (etilendiaminotetracético).

COGUANOR NGO 29 002 h5: Agua. Determinación de nitrógeno en nitritos por el procedimiento del ácido sulfanílico.

COGUANOR NGO 29 002 h6: Agua. Determinación de nitrógeno en nitratos.

COGUANOR NGO 29 002 h8: Agua. Determinación de cloruros.

COGUANOR NGO 29 002 h9: Agua. Determinación de fluoruros.

COGUANOR NGO 29 002 h10 Agua. Determinación del hierro total. Procedimiento de la fenantrolina.

COGUANOR NGO 29 003 h12: Agua. Residuos totales, volátil, fijo, filtrable, no filtrable y sedimentable.

COGUANOR NGO 29 002 h14: Agua. Determinación del color.

COGUANOR NGO 29 002 h15: Agua. Determinación de calcio.

COGUANOR NGO 29 001 h16: Agua. Determinación de manganeso.

COGUANOR NGO 29 002 h18: Agua potable. Muestreo para análisis fisicoquímico.

COGUANOR NGO 29 002 h19: Agua potable. Muestreo para examen bacteriológico.

COGUANOR NGO 29 002 h20: Agua potable. Examen bacteriológico. Investigación del grupo coliforme total por el método de los tubos múltiples de fermentación.

COGUANOR NGO 29 002 h21: Agua potable. Examen bacteriológico. Investigación del grupo coliforme total por el método de las membranas de filtración.

COGUANOR NGO 29 002 h22: Agua potable. Examen bacteriológico. Investigación del grupo coliforme fecal por el método de los tubos múltiples de fermentación.

COGUANOR NGO 29 002 h23: Agua potable. Examen bacteriológico. Investigación del grupo coliforme total por el método de las membranas de filtración.

COGUANOR NGO 29 002 h24: Agua potable. Examen bacteriológico. Recuento total de bacterias a 35 °C y a 20 °C.

COGUANOR NGO 29 002 h25: Agua potable. Determinación del olor.

COGUANOR NGO 29 002 h26: Agua potable. Determinación de temperatura.

COGUANOR NGO 29 002 h27: Agua potable. Determinación de sulfatos.

3.1.2. Fuentes de agua

Como se sabe el agua se encuentra en la naturaleza en sus distintos estados como lo son: sólido, líquido y gaseoso. El sólido se encuentra en los glaciares; el agua en estado líquido la podemos localizar en ríos, lagos y agua subterránea; en estado gaseoso se puede localizar en la atmosfera.

En este planeta contamos únicamente con el 0,80% de agua para el consumo humano ya que el 97% del agua existente se encuentra en los océanos, el 3% se encuentra en la atmosfera como vapor de agua, y en la tierra como ríos o agua subterránea o hielo. De esto el 2% se encuentra en forma de hielo, y del 1% restante el 0,20% esta inaccesible a grandes profundidades, quedando únicamente el 0,80% para consumo; cambiando constantemente por el ciclo hidrológico.

Fuente de agua: se llama así a todo lugar capaz de suministrar, en cualquier momento del año un caudal. La fuente de agua que sea de consumo debe de ser apta y cumplir con las normas anteriormente mencionadas.

Fuentes de agua meteóricas: son las que se toman directamente de la atmosfera, en forma de lluvia, como podría ser el caso de los aljibes que utilizan la precipitación para captar el agua de lluvia. Debemos de estar precavidos, ya que al inicio de la lluvia se encuentran más impurezas que al final de la misma.

Fuente de aguas superficiales: son las aguas que caen en el suelo o que escurren sobre la superficie terrestres, entre estos podemos mencionar a los ríos, lagos, etc.

Fuente de agua subterránea: estas se filtran en el terreno y luego se pueden captar en forma de manantiales; se encuentran en zona de cavidades conectadas entre sí.

3.1.3. Aforo

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

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

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

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

- Procurar captar todo el volumen de agua mediante una obra provisoria teniendo en cuenta que se necesitará llevar todo el caudal a un recipiente.
- Se busca un recipiente de volumen conocido, que en nuestro caso utilizamos una cubeta de 5 galones.
- Luego se coloca la cubeta en la obra provisoria y se toma el tiempo en que se llena nuestro recipiente. Realizando esta misma operación tres veces para obtener un promedio del caudal.
- Luego se procede a calcular el caudal de la siguiente manera

$$Q = \frac{\text{volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$Q = 4,73 \text{ l/s}$$

3.1.4. Calidad del agua

La calidad del agua tiene mucho que ver con los estudios fisicoquímicos, y bacteriológicos que se le realiza al agua. Para saber si es potable o no, tiene que estar libre de sustancias químicas, orgánicas, y minerales, lo que se debe cuidar también es que no transmita enfermedades mortales o de cualquier tipo, sin olvidar que el agua debe de ser agradable a los sentidos humanos.

Para que el agua sea potable nos debemos de regir a las diferentes normas que existen o rigen en nuestro país, las cuales estan dictadas por la COGUANOR la cual nos indica la cantidad que es aceptable para el consumo humano, dichas normas fueron mencionadas anteriormente en la sección de normas, los cuales al momento de realizar el estudio bacteriológico y fisicoquímico, se debe de analizar si es apta para el consumo humano.

Límite máximo aceptable (LMA): es la concentración de cualquier característica del agua arriba de la cual pasa a ser inaceptable para el consumo humano desde el punto de vista sensorial, pero sin que pase a ser dañino para la salud.

Grupo coliforme fecal: esta comprende todas las colonias de bacterias en forma de bacilos aerobios y anaerobios, que pueden fermentar las lactosas y convertirlas en gas y ácido en menos de 48 horas.

3.1.5. Levantamiento topográfico

Consisten en la medición de extensiones de tierra, obteniendo datos del teodolito el cual consiste en un SOKKIA DT 610. Estos datos servirán para obtener cálculos matemáticos que luego serán representados en un plano, a escala adecuada, dicho plano contendrá la forma que posee nuestro terreno. Los cálculos que se pueden realizar con estos datos se encuentra: distancias, ángulos, coordenadas, elevaciones, aéreas y volúmenes, entre otros; dependiendo en todo caso del proyecto que se desee diseñar.

Planimetría: consiste en la presentación gráfica de un terreno proyectado en un plano horizontal para conocer así la distancia.

- El fin del cálculo planimétrico es determinar matemáticamente los valores de los elementos geométricos para establecer la planta de un terreno.
- Se utiliza el sistema de coordenadas rectangulares. Para su cálculo se deben colocar las coordenadas de salida grandes, esto para evitar tener coordenadas con signos negativos que dificultan el cálculo.
- Las fórmulas utilizadas para el cálculo de coordenadas son las siguientes.

$$\text{Distancia} = \text{sen}^2(\text{ang. Vertical}) * Hs-Hi$$

$$X1 = DH1 * \text{seno} (\text{azimut } 1)$$

$$Y1 = DH1 * \text{coseno} (\text{azimut } 1)$$

Altimetría: cálculos matemáticos necesarios para obtener una representación gráfica del terreno en tercera dimensión.

- La fórmula utilizada para el cálculo de desniveles en cada estación es:

$$\text{Desnivel} = \{\tan (\text{ang. Vertical} - 90) * \text{dist}\} + \text{HI} - \text{Hm}$$

- Luego se adopta una cota arbitraria para no obtener cotas negativas, y se suma o se resta según sea el caso, obteniendo con esto las elevaciones de cada estación.

Donde:

Hs = Lectura de hilo superior

Hm = Lectura de hilo medio

Hi = Lectura de hilo inferior

HI = Altura de instrumento

3.1.6. Cálculo topográfico

Planimetría: se calculará con los datos obtenidos en el campo con el teodolito y con todas las herramientas. En primer lugar la distancia y luego las coordenadas de las estaciones donde se encuentra el nacimiento hasta donde se dispone colocar el tanque de bombeo.

$$D.H. = \text{sen } \alpha^2 * (Hs - Hi)$$

$$D.H. = \text{sen } (88^\circ 17' 28'')^2 * ((3,74 - 1,27) * 2)$$

$$D.H. = 494,40 \text{ m}$$

Donde:

D.H. = Distancia horizontal

α = Ángulo horizontal

Hs. = Hilo superior

Hi. = Hilo inferior

De esta manera encontramos la primera distancia que corresponde del nacimiento a donde se encontrará el tanque de bombeo.

Seguido se encuentran las coordenadas de cada punto, con los datos ya obtenidos y con la distancia que se tiene del nacimiento hacia el tanque de bombeo, se encontrarán las coordenadas (x,y) donde se ubicará el tanque.

$$\text{Coordenada } x = \text{Sen } (\text{azimut}) * D.H.$$

$$\text{Coordenada } x = \text{Sen } (281^\circ 11' 40'') * 494,40$$

$$\text{Coordenada } x = -484,99$$

$$\text{Coordenada } y = \text{Coseno } (\text{azimut}) * D.H.$$

$$\text{Coordenada } y = \text{Coseno } (281^\circ 11' 40'') * 494,4$$

$$\text{Coordenada } y = 95,98$$

Donde:

Azimut = es la medida del ángulo de norte magnético

D.H. = distancia horizontal del nacimiento al tanque de captación.

Se puede notar que en la coordenada X se dio una negativa, la cual se dificulta al momento de plotearla, por lo que se opta por tomar por coordenada de inicio (o sea la del nacimiento) como una coordenada dada por GPS la cual nos garantiza que se trabajara solamente con coordenadas positivas.

$$\text{Coordenadas (x,y) del nacimiento} = (5870, 2025)$$

$$\text{Coordenada final de X} = 5870 - 489,99$$

$$\text{Coordenada final de X} = 5385$$

$$\text{Coordenada final de Y} = 2025 + 95,98$$

$$\text{Coordenada final de Y} = 2121$$

De esta manera se trabajan los demás datos obtenidos en el campo para luego dibujarlos como se muestra en los dibujos finales.

Tabla X: Cálculo topográfico

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	x	y	cota
A	T.B.	494,4	-78,6900675	281,309932	5 385	2 121	689
T.B.	T.D.	335	-36,8698976	323,130102	5 184	2 389	773
T.D.	1	76,48	-25,5599652	154,440035	5 217	2 320	761
1	2	67,89	80,6764082	80,6764082	5 284	2 331	750
2	3	32,02	75,5297059	75,5297059	5 315	2 339	742
3	4	23,41	-70,0168935	109,983107	5 337	2 331	737
4	5	60,03	-88,0908476	91,9091524	5 397	2 329	730
5	6	50	88,8542372	88,8542372	5 447	2 330	724
6	7	42,45	43,0908476	43,0908476	5 476	2 361	727
7	8	46,32	57,3390873	57,3390873	5 515	2 386	721
8	9	29,06	40,8150839	40,8150839	5 534	2 408	722

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	X	Y	cota
T.D.	10	98,6724379	-83,3071246	96,6928754	5 282	2 377,50	762
10	11	115,22	78,7388299	78,7388299	5 395	2 400	753
11	12	117,04	88,5311993	88,5311993	5 512	2 403	728

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	X	Y	cota
	1				5 217	2 320	761
1	1,1	176,09	1,78991061	181,789911	5 211,50	2 144	755

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	X	Y	cota
	5				5 397	2 329	730
5	5,1	84,21	-4,08561678	175,914383	5 403	2 245	708,47
5,1	5,2	195,02	0,881404	180,881404	5 400	2 050	662

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	X	Y	cota
	6				5 447	2 330	724
6	6,1	51,16	-4,48460601	175,515394	5 451	2 279	711,612
6,1	6,2	153	0	180	5 451	2 126	673

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	X	Y	cota
	7				5 476	2 361	727
7	7,1	89,48	-43,4151456	136,584854	5 537,50	2 296	710,213
7,1	7,2	235,90	-43,5400039	136,459996	5 700	2 125	667

EST	P.O.	DISTANCIA	RUMBO	AZIMUT	X	Y	cota
	9				5 534	2 408	722
9	9,1	118,26	-41,9151877	138,084812	5 613	2 320	710

3.2 Diseño hidráulico

3.2.1. Población actual

Con base en el censo que se realizó en el 2002 en la población, los datos siguientes.

Comunidad: Samutz Sacrabinak.

Población Actual: 486 habitantes.

3.2.2. Período de diseño

Un período de diseño consiste en el tiempo en que un sistema se pone en uso, hasta el momento en que ya no presta un servicio adecuado y presenta molestias no funciona al 100% de su capacidad. Además, este tiempo se considera por seguridad ya que muchas estructuras no son de larga vida, por lo que puede después de un tiempo ser de mucho riesgo para la salud e integridad física de la población.

En este caso que es un sistema de agua potable el tiempo que se considera, y el cual es adecuado considerando que se utiliza PVC, concreto y otros materiales, es de 20 años.

3.2.3. Población futura

Para diseñar un sistema de agua potable se debe de pronosticar la población que necesitará el servicio en unos años más adelante del año en que se está diseñando, ya que las poblaciones se incrementan con una tasa de crecimiento distinta para cada cultura o para cada región. Por lo que se vuelve necesario realizar los cálculos con la población que se tendrá al final del período de diseño, ya que hasta ese momento se prevé que el sistema deje de funcionar adecuadamente por lo que el diseño tiene que tener la capacidad para dotar de agua a toda la población existente.

Para conocer la población futura a 20 años, se utiliza el método de incremento geométrico, teniendo una tasa de crecimiento del 3% (tomada de Instituto Nacional de Estadística). Para obtener la población futura se realiza el siguiente cálculo:

$$Pf = Po(1 + R)^N$$

$$Pf = 486(1 + 0,03)^{20}$$

$$Pf = 877 \text{ habitantes}$$

Donde:

Pf = población futura

Po = población inicial o actual

R = tasa de crecimiento geométrico

N = período de diseño

Por lo tanto, la población que se tendrá en 2028 en la comunidad Samutz Sacrabinak será de 877 habitantes.

3.2.4. Dotación

Se dice que la dotación es la cantidad de agua que se le proporciona a cada habitante o a una unidad en un tiempo determinado, como puede ser al día. El consumo de cada habitante de una comunidad rural lo determina diferentes factores como lo son: el clima, las costumbres y tradiciones, y la actividad productiva. Las cantidades a considerar en el diseño se encuentran:

Llena cantaros 30 – 60 l/h/día

Servicio mixto (llena cantaros y conexiones prediales) 60 – 90 L/h/día

Conexiones prediales 60 – 120 l/h/día

Considerando que es una región con población relativamente pequeña (existen comunidades de 2000 habitantes), y pobre, para el gasto de manutención de la bomba, se consideró que la dotación debe de ser de 90 l/h/día.

3.2.5. Caudal medio diario (Qm)

Generalmente se conoce como el caudal medio, este caudal no es más que el consumo por parte de una población al día. Una de las formas que se puede obtener es con el registro del consumo diario por un año; pero por ser un sistema nuevo no se cuenta con registros para obtener dichos datos, lo que nos lleva a calcularlo en función de la dotación por día. Obteniendo los resultados siguientes.

$$Q_{md} = \frac{\text{Poblacion futura} * \text{dotación}}{\text{segundos que hay en un día}}$$

$$Q_{md} = \frac{877 \text{ habitantes} * 90 \text{ l/h / día}}{86\,400 \frac{\text{seg}}{\text{día}}}$$

$$Q_{md} = 0,9135 \text{ l/s}$$

3.2.6. Caudal máximo diario

Este caudal es utilizado para diseñar la línea de conducción del sistema. Caudal máximo diario significa la cantidad máxima que puede consumirse en el intervalo de 24 horas observado durante un año. Este, al igual que el caudal medio diario, si no cuenta con registros diarios al año, se puede calcular incrementando el caudal medio por un factor llamado: Factor día máximo, que para Guatemala en el área rural debe de tener valores entre 1,2 – 1,8. En este diseño se tomará el valor de FDM igual a 1,2.

$$Q_{md}(\text{conducción}) = FDM * Q_m$$

$$Q_{md}(\text{conducción}) = 1,2 * 0,9135 \text{ l/s}$$

$$Q_{md}(\text{conducción}) = 1,0962 \text{ l/s}$$

Donde:

$Q_{md}(\text{conducción})$ = caudal máximo diario o caudal de conducción

FDM = factor de día máximo

Q_m = caudal medio

3.2.7. Caudal de bombeo

Quando el sistema de abastecimiento necesite ser diseñado por bombeo, se deberá considerar el caudal de bombeo, el cual, debe satisfacer el caudal máximo diario en un determinado periodo de bombeo. Por lo que se vuelve necesario considerar el periodo de bombeo el cual debe ser en función del caudal que produce la fuente. Se recomienda que el periodo de bombeo sea de ocho a doce horas, lo que lleva a la conclusión de que el sistema tendrá un periodo de bombeo de 8 horas, considerando la economía de la población.

Algo que no se debe confundir es que el equipo de bombeo se diseñará para un periodo de 10 años, mientras que la tubería y todos los accesorios deben tener la capacidad de satisfacer a la población dentro de 20 años (que es el periodo de diseño).

$$Q_b = \frac{24 * Q_{md}}{H}$$

$$Q_b = \frac{24 * 1,096 \text{ 2 l/s}}{8 \text{ horas}}$$

$$Q_b = 3,288 \text{ 6 l/s}$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo

Q_{md} = caudal máximo diario o caudal de conducción

H = horas de bombeo al día

3.2.8. Caudal máximo horario

Este caudal es conocido como el caudal de distribución. El caudal máximo diario es el consumo máximo en una hora determinada al día. Este se puede obtener al igual que los demás con los registros observados durante un año, pero si no se cuenta con estos registros se debe de multiplicar el caudal medio por un factor llamado factor de hora máxima, que para Guatemala se recomienda en el área rural este sea de 1,8 – 2,5, en este diseño se tomará el valor igual a 2.

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

$$Q_{mh} = 2 * 0,913 \text{ 5 l/s}$$

$$Q_{mh} = 1,827 \text{ l/s}$$

Donde:

Q_{mh} = caudal máximo horario

FMH = factor hora máxima

Q_m = caudal medio

3.2.9. Caudal por vivienda

Este caudal es el que indica la cantidad de agua que se le estará proporcionando a las viviendas en la comunidad. Además sirve para diseñar la línea de conducción y sus respectivos ramales; ya que este caudal está destinado a cada una de las viviendas. Debe tenerse el cuidado de que cuando se diseña un ramal o en la línea de distribución existen casas, se debe dotar de este caudal a cada vivienda y a su vez el caudal de diseño va reduciéndose conforme el número de viviendas encontradas en el tramo. El caudal por vivienda está dado por:

$$Q_{vivienda} = \frac{Q_{mh}}{No. viviendas}$$

$$Q_{vivienda} = \frac{1,8274 \text{ l/s}}{81 \text{ viviendas}}$$

$$Q_{vivienda} = 0,02256 \text{ l/s/vivienda}$$

Donde:

Q vivienda = caudal por vivienda

Qmh = caudal máximo horario

No. Viviendas = número de viviendas en la comunidad Samutz Sacrabinak

3.2.10. Parámetros de diseño

Al momento de diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable a una población es necesario tener en consideración varios factores que podrían afectar o ayudar a nuestro acueducto, entre los factores que más se debe de considerar se encuentra el socioeconómico, el cual determina el aumento de la población, y además se debe de considerar los parámetros técnicos como; la presión estática y dinámica, el caudal que se necesitara en cada vivienda, así como la presión que puede soportar la tubería.

3.2.11. Presión estática

Esta presión es la que soporta la tubería cuando el líquido está sin movimiento o en reposo, la tubería debe estar capacitada para soportar la presión que realiza el líquido cuando este se encuentra en reposo. Cuando el diseño se está refiriendo a la línea de conducción se debe considerar la máxima presión estática igual a 90 m.c.a. y en la red de distribución debe considerarla como la máxima con un valor de 40 m.c.a.

3.2.12. Presión dinámica

La presión dinámica se produce cuando en la tubería existe el movimiento de líquido por lo que la presión estática modifica su valor y gasea su energía a medida que avanza, produciendo así la presión dinámica. Esta presión tiene un valor mínimo lo cual se garantiza que el líquido alcanzara esa altura en nuestras viviendas, en muchos casos se considera como presión menor el valor de 10 m.c.a. pero en nuestro caso por ser área rural consideramos como 7 m.c.a.

3.2.13. Bases de diseño

Para el diseño de este sistema de abastecimiento por bombeo se tomará en cuenta las siguientes consideraciones.

- Población actual 486 habitantes
- Población futura 877 habitantes
- Tipo de conexiones predial o domiciliar
- Conexiones domiciliarias 81 conexiones
- Línea de conducción por gravedad y por bombeo
- Periodo de diseño 20 años
- Dotación de agua 90 l/h/día
- Periodo de diseño de bomba 10 años
- Velocidad mínima de agua 0,30 m/s
- Velocidad máxima de agua 3,00 m/s
- Caudal de aforo 4,73 l/s
- Consumo medio diario 0,9135 l/s

- Consumo máximo diario 1,0962 l/s
- Caudal por vivienda 0,02256 l/s
- Caudal máximo horario 1,827 l/s
- Caudal por bombeo 3,2886 l/s
- Factor día máximo 12
- Factor hora máximo 2
- Coeficiente C para tubería PVC 150
- Periodo de bombeo al día 8 horas
- Pendiente utilizada para tubería 2,5%

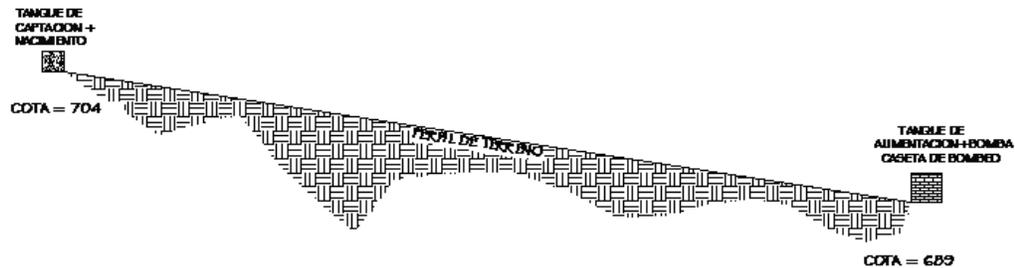
3.3 Diseño de la línea de impulsión

Este terreno tiene la característica de que el nacimiento o fuente de agua está alejado de la comunidad, la cual impediría que los comunitarios puedan vigilar su caseta donde se encontrara la bomba, volviéndose incómodo a los pobladores darle mantenimiento a su bomba, lo que provocaría que se transporte demasiada distancia los materiales necesarios. Por estos motivos se decidió que captará el agua en el nacimiento y fuera transportada por gravedad a un punto donde se encuentran viviendas cercanas y así mismo facilitar el bombeo hacia el punto más alto de la comunidad, lo que garantiza no solo la vigilancia y mantenimiento de la bomba si no que a su vez garantiza que se le estará dotando del vital líquido a los pobladores.

El primer paso para diseñar la línea de impulsión en este proyecto consiste en realizar el análisis de tubería que transportará del tanque de captación al tanque de bombeo. El nacimiento se encuentra a una altura de 704 msnm y coordenadas de (x,y) igual a (5 870, 2 025). Y este tanque de bombeo se

encuentra a una cota de 689 msnm y coordenadas (x,y) igual a (5 385, 2 121). Tal motivo deja como resultado que la distancia es de 494 41 m.

Figura 23. Perfil del terreno



Se inicia los cálculos obteniendo los primeros datos que servirán para diseñar el sistema. Dichos datos son el caudal de conducción o caudal máximo diario que es igual a 1,0962 l/s, con una diferencia de altura entre los dos puntos igual a 15 m y una población futura de 877. Con estos datos se procede a calcular el diámetro de latubería, no olvidando que los diámetros el primero en colocar es el diámetro mayor y luego el menor.

$$\emptyset = \sqrt[4.87]{\frac{1\,743,81141 * L * Q^{1.85}}{H * C^{1.87}}}$$

$$\emptyset = \sqrt[4.87]{\frac{1\,743,81141 * 494,4 * 1,0962^{1.85}}{15 * 150^{1.85}}}$$

$$\emptyset 1 = 1 \frac{1}{2} \text{''}$$

$$\emptyset 2 = 1 \text{''}$$

Donde:

$\varnothing 1$ = diámetro 1

$\varnothing 2$ = diámetro 2

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Teniendo ya los diámetros correspondientes calculamos las pérdidas que tendrán nuestros diferentes diámetros.

$$hf = \frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

$$hf \ 1\frac{1}{2}'' = \frac{1\ 743,81141 * 494,4 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}}$$

$$hf \ 1\frac{1}{2}'' = 13,37 \text{ m}$$

$$hf \ 1'' = \frac{1743,81141 * 494,4 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}}$$

$$hf \ 1'' = 96,30 \text{ m}$$

Donde:

\varnothing = diámetro 1 y 2

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Luego de encontrada la longitud que tendrá cada tubería continua con encontrar cual es la distancia adecuada que necesita cada diámetro para que no produzcan una pérdida mayor a la diferencia de alturas que existen.

$$L2 = \frac{H - H1}{H2 - H1}$$

$$L2 = \frac{15 - 13,37}{96,30 - 13,37}$$

$$L2 = 9,72 \text{ m}$$

$$L1 = L - L2$$

$$L1 = 494,4 \text{ m} - 9,72 \text{ m}$$

$$L1 = 484,69 \text{ m}$$

Donde:

L1 = distancia necesaria para el diámetro de 1 1/2"

L2 = distancia necesaria para el diámetro de 1"

H = diferencia de altura entre el nacimiento y el tanque de bombeo

H1 = pérdida de la tubería de 1 1/2"

H2 = pérdida de la tubería de 1"

Ya que se encontró la distancia necesaria de cada uno de los dos diámetros, con el objetivo de que no sobrepase la diferencia de altura de los dos puntos, se continúa verificando si los dos diámetros y la longitud que se colocará de cada diámetro es el adecuado.

$$hf = \frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

$$hf \ 1\frac{1}{2}'' = \frac{1743,81141 * 484,69 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}}$$

$$hf \ 1\frac{1}{2}'' = 13,10 \text{ m}$$

$$hf \ 1'' = \frac{1743,81141 * 9,72 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 1^{4,87}}$$

$$hf \ 1'' = 1,89 \text{ m}$$

Teniendo ya la pérdida reales con la longitud de cada diámetro de tubería, se comprueba que no sobrepase la altura de punto a punto.

$$hf \ 1\frac{1}{2}'' + hf \ 1'' \leq H \text{ (diferencia de altura)}$$

$13,10 + 1,89 = 14,99 \text{ m} \leq 15 \text{ m}$ por lo que se llega a la conclusión de que la tubería escogida es la adecuada.

Donde:

\varnothing = diámetro 1 y 2

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Figura 24. Detalle de la línea de conducción



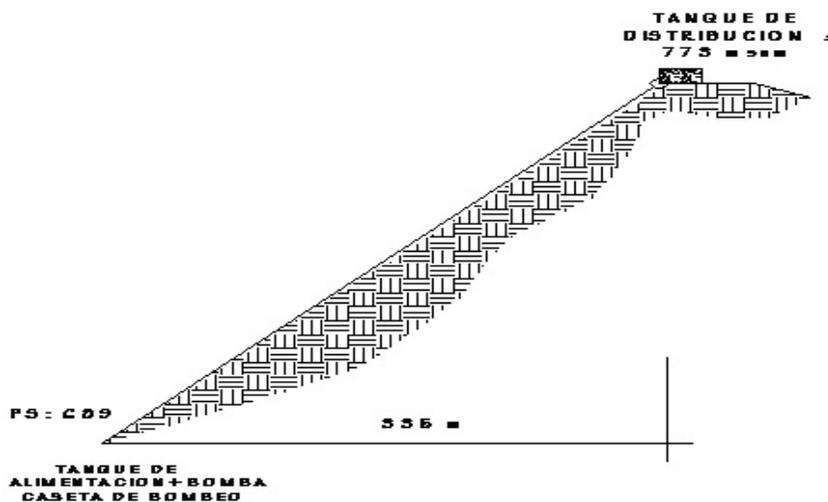
3.3.1. Diámetro económico de tubería

La tubería de succión es la tubería que va conectada del volumen de agua a elevarse directamente a la entrada o succión de la bomba. Mientras que la tubería de descarga es la que se encuentra de la salida de la bomba hacia el tanque de distribución o a la línea de distribución. En la tubería de descarga debe tener una velocidad mínima de 0,60 m/s y al extremo una velocidad máxima de 3 m/s.

Es preciso calcular el diámetro económico de la tubería a utilizar ya que este tendrá mucha relación con la potencia de la bomba, ya que si se adopta un diámetro relativamente grande en la tubería de succión, resultaran pérdidas de carga pequeñas y por lo tanto la potencia del sistema de bombeo será reducida; por tanto las bombas serán de menor costo, pero el costo de la tubería de

descarga será elevado. Si el diámetro de la tubería de succión es pequeño, la tubería será de menor costo pero la bomba será costosa y consumirá más energía.

Figura 25. Datos de bombeo



Por lo que es necesario tener un equilibrio con estos sistemas por lo que se vuelve necesario el cálculo del diámetro económico (D_e) que dará la optimización y la conducción del caudal a un mínimo costo de tubería y de energía de la bomba. Por lo que se debe considerar en el diseño que el tanque de bombeo se encuentra en la cota 689 msnm y el tanque de distribución se encuentra en la cota 773 msnm, además que las horas de bombeo son de 8 horas diarias y que el caudal de bombeo es de 3,2886 l/s.

Determinar el diámetro a utilizar:

$$D = \sqrt[3]{\frac{1,974 * Q}{V}}$$

$$\emptyset = \sqrt[2]{\frac{1,974 * 3,2886}{0,6}}$$

$$\emptyset 1 = 3,29''$$

$$\emptyset = \sqrt[2]{\frac{1,974 * 3,2886}{3}}$$

$$\emptyset 2 = 1,80''$$

Donde:

$\emptyset 1$ y $\emptyset 2$ = diámetro a analizar

Q = caudal de bombeo

V = velocidad mínima y máxima.

Pérdidas de los diámetros de tubería

Dado de que con la velocidad mínima y máxima se ha encontrado un intervalo de diámetros, se debe de analizar distintos tamaños de diámetros, entre los cuales se encuentra los diámetros de 2", 2.5", y 3", encontrando sus pérdidas de cada uno de los diámetros para luego calcular la potencia de la bomba. Dichas pérdidas se encuentran con la expresión siguiente:

$$hf = \frac{1\,743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \emptyset^{4,87}}$$

Para 2 pulgadas

$$hf\ 2'' = \frac{1\,743,81141 * 484,69 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 2^{4,87}}$$

$$hf\ 2'' = 20,32\ m$$

Para 2.5 pulgadas

$$hf\ 2.5'' = \frac{1\ 743,81141 * 484,69 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 2,5^{4,87}}$$

$$hf\ 2.5'' = 6,85\ m$$

Para 3 pulgadas

$$hf\ 3'' = \frac{1\ 743,81141 * 484,69 * 1,0962^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$hf\ 3'' = 2,82$$

Donde:

\varnothing = diámetro 1 y 2

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Potencia de la bomba

Seguidamente se calcula la potencia de la bomba que servirá para conocer el costo por mes. La potencia de la bomba se calcula de la siguiente manera:

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

Para diámetro de 2 pulgadas

$$P = \frac{3,2886 * 20,32}{76 * 0,70}$$

$$P = 1,26 \text{ hp}$$

Para diámetro de 2.5 pulgadas

$$P = \frac{3,2886 * 6,85}{76 * 0,70}$$

$$P = 0,42 \text{ hp}$$

Para diámetro de 3 pulgadas

$$P = \frac{3,2886 * 2,82}{76 * 0,70}$$

$$P = 0,17 \text{ hp}$$

Dónde.

P = potencia de la bomba con diferentes diámetros

Q = caudal de bombeo

H = pérdidas de los diferentes diámetros de tubería

e = eficiencia de la bomba (60 %-70 %)

Cantidad de galones al mes de la bomba

Ya que por ser una comunidad relativamente pobre se decidió que la mejor opción es colocar una bomba de diesel por lo que se le estimará un costo al mes de los galones de gasolina, como lo indica la siguiente tabla.

Tabla XI. costo de la bomba de diesel

Ø en pulgadas	Potencia	bombeo al día (horas)	Galones por día	Galones por mes	Costo galón	Costo al mes
2	1,26	8	0,6552	19,65	Q.23,00	Q.451,95
2,5	0,42	8	0,2184	6,552	Q.23,00	Q.150,70
3	0,17	8	0,0884	2,65	Q.23,00	Q.60,996

Costo de la tubería por mes

Debido a que la tubería es un material depreciable, se le saca su amortización para calcular el costo que tendrá al mes la tubería, la amortización de la tubería se expresa de la siguiente manera con una tasa de interés de 15 % al año, para pagar en 10 años (120 meses).

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

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

$$A = 0,016$$

Donde:

A = amortización

R = tasa de interés mensual = 0,15/12 = 0,0125

N = número de meses para pago de amortización

Se calcula el costo de la tubería por mes, para determinar cual es el diámetro económico.

Ø en pulgadas	Precio unitario	Total tubos	Amortización	Q. al mes
2	Q. 75,00	56	0,016	Q.67,20
2,5	Q.125,00	56	0,016	Q.112,00
3	Q.175,00	56	0,016	Q.156,80

Con el costo de tubería y el costo de diesel al mes se suman ambas cantidades para conocer cuál es el diámetro que representa menos gasto para la comunidad.

Para diámetro de 2 pulgadas:

$$Q.451,00 + Q.67,20 = Q. 519,15$$

Para diámetro de 2,5 pulgadas

$$Q.150,70 + Q.112,00 = Q.267,70$$

Para diámetro de 3 pulgadas

$$Q.60,996 + Q.156,80 = \underline{\underline{Q. 217,80}}$$

Observando las cantidades se llega a la conclusión que el diámetro económico o el diámetro conveniente es el de la tubería de 3" y que resista 160 psi de presión. Este diámetro servirá para conocer la verdadera potencia y la verdadera pérdida de la tubería en cuestión.

3.3.2. Carga dinámica total

La carga dinámica total es la presión real expresada en metros columna de agua, esta presión es contra la cual debe operar una bomba para elevar el caudal de agua hasta el nivel que se necesita, en este caso se debe elevar hasta el tanque de distribución para que luego se dote a la comunidad de agua potable por gravedad. El cálculo de la carga dinámica total se lleva en diferentes pasos los cuales son:

- **Altura N dinámico a boca del pozo** : para este caso, por ser un tanque de alimentación se toma igual a = 2,60 m

- **Pérdida de carga en succión:**

$$h_f = \frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

$$h_f = \frac{1743,81141 * 3,10 * 3,2886^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$h_f = 0,025 \text{ m}$$

- **Altura del tanque a descarga:**

$$773 \text{ m} - 689 \text{ m} = 84 \text{ m}$$

- **Pérdida en línea de impulsión:**

$$h_f = \frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

$$h_f = \frac{1\,743,81141 * 335 * 3,2886^{1,85}}{150^{1,85} * 3^{4,87}}$$

$$h_f = 2,69 \text{ m}$$

- **Carga de velocidad:**

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

$$V = \frac{1,974 * 3,2886}{3,23^2}$$

$$V = 0,62 \text{ m/s}$$

Donde:

V = velocidad

Q = caudal de bombeo

\emptyset = diámetro interno

H = pérdida por velocidad

G = gravedad (9,81 m/s²)

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

$$H = \frac{0,62^2}{29,81}$$

$$H = 0,020 \text{ m}$$

- **Pérdidas menores**

Se calcula como el diez por ciento de la pérdida real de tubería de descarga

$$h = 10\% h_f$$

$$h = 10\% 2,69$$

$$h = 0,269 \text{ m}$$

donde:

h = pérdidas menores

hf = pérdida producida por tubería de 3"

Siendo encontradas ya todas las pérdidas que pueden ocurrir en la tubería o contra las que puede trabajar la bomba, el siguiente paso es la suma de todas estas para encontrar la carga dinámica total (CDT).

$$CDT = 0,025 + 84 + 2,69 + 0,020 + 0,269$$

$$CDT = 87 \text{ m}$$

3.3.3. Potencia del equipo de bombeo

La potencia de la bomba depende de muchos factores como lo son carga dinámica total, el caudal de bombeo, y la eficiencia de la bomba ya sea de diesel o gasolina. La potencia será dada en caballo de fuerza (hp) que significara la potencia necesaria para elevar el agua a cierta altura que en este caso será de 87 m. La forma de encontrar la potencia es la siguiente.

$$Potencia = \frac{CDT * Q}{76 * e}$$

$$Potencia = \frac{87 * 3,2886}{76 * 0,70}$$

$$Potencia = 5,38 \text{ hp}$$

Donde:

Potencia = potencia de la bomba

CDT = carga dinámica total

e = eficiencia del equipo de bombeo

Se concluye que el equipo para elevar el agua a una altura de 87 metros se recomienda un equipo de bombeo de 6 hp.

3.3.4. Verificación de golpe de ariete

Se denomina golpe de ariete a la variación de presión que existe en las tuberías ya sea por encima o por debajo de la presión normal. Esto se produce por la apertura o cierre repentino de una válvula o también puede ser por el paro o arranque de la bomba. Es por ello que se debe de verificar si la tubería soportara dicha presión, esta comprobación se realiza con la formula que se describe a continuación.

$$\alpha = \frac{1420}{\sqrt{1 + \frac{K}{E} + \frac{Q_i}{e}}}$$

$$\alpha = \frac{1\,420}{\sqrt{1 + \frac{2\,0670}{28\,100} + \frac{3,23}{0,135}}}$$

$$\alpha = 329,26 \text{ m/s}$$

Dónde.

α = celeridad

K = módulo de elasticidad volumétrico de agua (20670 kg/cm², ver anexo)

E = módulo de elasticidad volumétrico de agua (28100 kg/cm², ver anexo)

ϕ_i = diámetro interno de tubería (ver anexo)

e = espesor de tubería (ver anexo)

Cálculo de la presión del golpe de ariete.

$$\Delta p = \frac{\alpha * V}{g}$$

$$\Delta p = \frac{329,26 * 0,62}{9,81}$$

$$\Delta p = 20,81 \text{ m}$$

Donde:

Δp = golpe de ariete

α = celeridad

V = velocidad

g = gravedad (9,81 m/s²)

El golpe de ariete se debe sumar a la diferencia de altura y comprobar si la tubería de 160 psi (112 m.c.a.) soportará el golpe de ariete.

$$\Delta p + \Delta h < 112 \text{ m. c. a.}$$

$$20,81 + 84 < 112 \text{ m. c. a.}$$

$$104,81 \text{ m.} < 112 \text{ m. c. a.}$$

Se comprueba que sí es la tubería adecuada, ya que la presión que se le aplicará a la tubería de 160 psi o 112 m.c.a. sí soportará el golpe de ariete.

3.3.5. Especificaciones del equipo de bombeo

Motobomba de alta presión diesel marca Katzu Power de 10 hp modelo 15HH/F400.

- Caudal 1 ¼ X 1 m³/s
- Presión 90 psi
- Motor de 10 hp
- Capacidad del tanque de 1 galón
- Máxima eficiencia: 50 gpm
- Presión de cierre 340 pies
- Capacidad máxima 75 gpm
- Arranque fácil de cuerda de arranque

3.4 Diseño del tanque de distribución

Se llama tanque de distribución a la estructura encargada de almacenar agua, para que esta cumpla con diferentes funciones, entre las cuales se tiene:

- Dotar de agua a las tuberías para cubrir las demandas en las horas máximas.
- Regular presiones en la red de distribución
- Distribuir en todas las viviendas de la población

El volumen del tanque de distribución puede ser establecido mediante una curva de variaciones horarias de consumo de una población con iguales características a la que se le este diseñando el sistema de agua potable. Pero cuando no existen tales datos se debe de estimar el volumen del tanque como un porcentaje del consumo de día máximo, tomando en cuenta de que si es por gravedad o por bombeo se debe de considerar los siguientes criterios:

Por gravedad

- Poblaciones < 1 000 25 %-35 % Qdm + 10 % eventualidades
- Poblaciones entre 1 000 y 5 000 35 % Qdm + 10 % eventualidades
- Poblaciones > 5 000 40 % Qdm + 10 % eventualidades

Por bombeo

- Por bombeo 40 % - 60 % Qdm

Teniendo en cuenta los anteriores criterios se debe diseñar el tanque de distribución, para que sea suficiente para dotar de agua a toda la población de la aldea.

Volumen del tanque

$$Vt = \frac{Qmd * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$Vt = \frac{1\ 0962 * 86\ 400}{1\ 000}$$

$$Vt = 37,88\ m^3$$

Donde:

Vt = volumen del tanque de distribución

Qdm = caudal día máximo

86 400= los segundos que hay en un día

1 000 = conversión de litros a metros cúbicos.

Además del volumen del tanque se deben considerar varios criterios para determinar las dimensiones adecuadas, entre estos se encuentran:

$$Base = 2 * altura$$

$$altura = ancho$$

Por lo que considerando esto, se debe encontrar el volumen neto de agua, que servirá para dimensionar el tanque.

$$Vt = b * h * ancho$$

$$Vt = b * \frac{1}{2} b * b$$

$$Vt = \frac{1}{2}b^3$$

$$b = \sqrt[3]{2 * Vt}$$

$$b = \sqrt[3]{2 * 37,88}$$

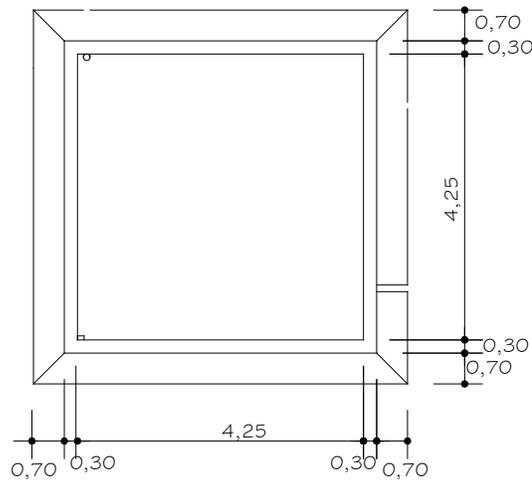
$$base = 4,25 \text{ m}$$

$$ancho = 4,25 \text{ m}$$

$$altura = 2,25 \text{ m}$$

Diseño de la losa:

Figura 26. Planta de tanque de distribución



Datos:

Carga viva = 100 kg/m²

γ concreto = 2 400 kg/m³

Carga muerta = 2 400 kg/m³ * 0,10 m (espesor) * 1 m (largo) = 240 kg/m

$m = a/b = 4,25\text{m} / 4,25\text{m} = 1$ por lo que es menor que 0,5 lo que indica que se trata de una losa en dos sentidos.

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

$$t = (4,25*4)/180 = 0,094 \text{ m por lo que se aproxima a } 0,10 \text{ m}$$

Carga última:

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

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

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

$$C.U. = CM + CV$$

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

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

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

Cálculo de momentos:

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

- Momentos positivos en lado "a"

$$M\alpha^+ = M_{cm}^+ + M_{cv}^+$$

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

$$Ma^+ = (0,036 * 170 * 4,25^2) + (0,036 * 420 * 4,25^2)$$

$$Ma^+ = 383,65 \text{ kg} - \text{m}$$

Donde:

Ma^+ = momento positivo en lado "a"

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

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

CV = carga viva factorizada

CM = carga muerta factorizada

- Momentos positivos en lado "b"

$$Mb^+ = Mb.cv^+ + Ma.cm^+$$

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

$$Mb^+ = 0,036^+ * 170 * 4,25^2 + 0,036^+ * 420 * 4,25^2$$

$$Mb^+ = 383,65 \text{ kg} - \text{m}$$

Donde

Mb^+ = momento positivo en lado "b"

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

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

CV = carga viva factorizada

CM = carga muerta factorizada

- Momentos negativos en lado "a"

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

$$Ma^- = 0 * 590 \text{ kg/m} * 4,24^2$$

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

Donde:

Ma^- = momento negativo en lado "a"

$Ca_{\text{negativos}}$ = coeficiente para los momentos negativo en lado "a"

C.U. = carga ultima

- Momentos negativos en la "b"

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

$$Mb^- = 0 * 590 * 4,25^2$$

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

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

Cálculo de acero:

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

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

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

Dónde.

As mín = área de acero mínimo

Fy = resistencia del acero

b = franja unitaria en la losa

d = peralte efectivo

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

$$S_{\text{máx}} = 3 * t$$

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

$$S_{\text{máx}} = 30 \text{ cm}$$

Obteniendo el espaciamiento máximo de 30 cm, lo que lleva a calcular el área de acero que necesita los momentos en la losa, en un espaciamiento de 100 cm, esto se logra con una regla de tres simple

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

$$0.71 \text{-----} 30 \text{ cm}$$

Dando el área necesaria de 2,37 cm², por lo que se cálculo si el área es la adecuada para soportar los momentos.

$$Mu = \phi * As * fy * (d - \frac{As * fy}{1,7 * f'c * b})$$

$$Mu = 0,9 * 2,37 * 2810 * (7,5 - \frac{2,37 * 2810}{1,7 * 210 * 100})$$

$$Mu = 438 \text{ kg} - \text{m}$$

Ahora se calcula el área de acero para el momento analizado

$$Mu = \phi * As * fy * (d - \frac{As * fy}{1,7 * f'c * b})$$

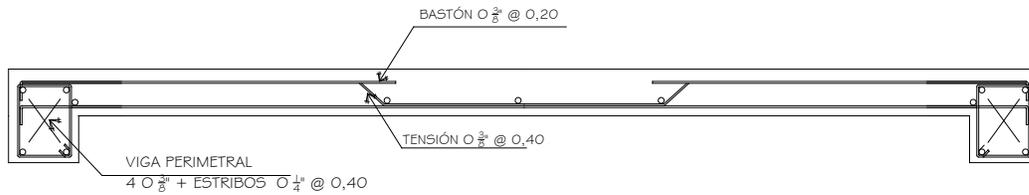
$$43800 = 0,9 * As * 2810 * (7,5 - \frac{As * 2810}{1,7 * 210 * 100})$$

$$As1 = 2,36 \text{ cm}^2$$

$$As1 = 92,92 \text{ cm}^2$$

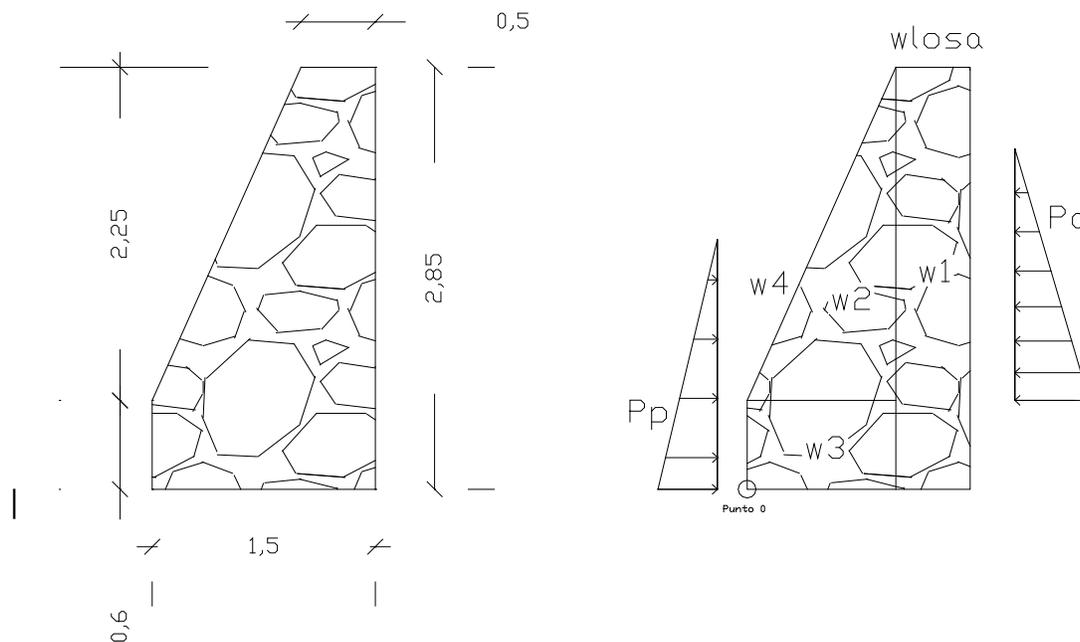
Por lo tanto se tiene que el diseño será de varillas No. 3 @ 30 cm en ambas direcciones.

Figura 27. Detalle de armado de losa



Diseño del muro:

Figura 28. Detalle de muro de tanque de distribución



Donde:

P_a = presión activa

P_p = presión pasiva

W_{losa} = carga de la losa en muro

Cálculo del peso de la losa:

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

$$W_{losa} = \frac{C_u * A}{l}$$

$$W_{losa} = \frac{590 \text{ kg/m} * 4,51 \text{ m}^2}{4,25 \text{ m}}$$

$$W_{losa} = 626,87 \text{ kg}$$

Donde:

C_u = carga última de la losa

A = área tributaria de la losa

L = longitud de muro

Cálculo de presión activa

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

Donde:

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

H = altura efectiva del muro

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

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

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

$$C_a = 0,33$$

Dado los anteriores resultados se calcula la presión activa.

$$P_a = \frac{0,33 * 1000 * 2,25^2}{2}$$

$$P_a = 835,31 \text{ kg}$$

Cálculo de presión pasiva

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

Donde:

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

H = altura efectiva de trabajo

Cp = coeficiente de fricción, que va ser igual a

$$C_p = \frac{1 + \text{sen } \emptyset}{1 - \text{sen } \emptyset}$$

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

$$C_p = 3$$

calcula la presión pasiva.

$$Pp = \frac{3 * 1\ 800 * 1,5^2}{2}$$

$$Pp = 6\ 075\ kg$$

Tabla XII. Cálculo de momentos actuantes

FIG.	PESO ESPECÍFICO	ÁREA	FUERZA KG	BRAZO DE MOMENTO	MOMENTO
1	2 250 kg/m ³	0,5 * 2,85	3 206.25	1,25	4 007,81 kg-m
2	2 250 kg/m ³	½ * 1 * 2,25	2 531.25	0,67	1 687,5 kg-m
3	2 250 kg/m ³	0,60 * 1	1 350	0,5	675 kg-m
4	1 800 kg/m ³	½ * 0,55 * 1,25	618,75	0,18	1 113,38 kg-m
5(losa)	-----	-----	626,87	1,25	783,59 kg-m
6	-----	-----	6 075	1	6 075 kg-m
SUMATORIA			14 408		14 342,28 kg-m

Chequeo contra volteo:

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

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

$$Mv = \frac{835,31 * 2,25}{3}$$

$$Mv = 626,48\ kg - m$$

Donde:

Mv = momento de volteo

Pa = presión activa

H = altura del muro

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

$$F_s = \frac{M_r}{M_v}$$

$$F_s = \frac{14\,342,28}{626,48}$$

$$F_s = 22,89$$

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

Chequeo contra el deslizamiento:

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

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

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

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

Donde:

Ff = fuerza de fricción entre el suelo y el muro

μ = factor de deslizamiento entre el muro y el suelo

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

$$F_s = \frac{6\,075 + 7\,486,46}{835,31}$$

$$F_s = 16,24$$

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

Ahora se debe comprobar si el suelo soportará la carga que se le proporcione por la construcción del tanque. Debido a que se trata de un suelo limo arcilloso, se tendrá que el valor soporte de este será de 25 t/m²

$$X = \frac{Mr - Mv}{w}$$

$$X = \frac{14\,342,28 - 626,48}{14\,408,12}$$

$$X = 0,95 \text{ m}$$

Donde:

X = distancia aplicada

Mr = momento resistente

Mv = momento volteo

W = carga del muro

$$e = X - l/2$$

$$e = 0,95 - 1,5/2$$

$$e = 0,2 \text{ m}$$

Donde:

e = excentricidad

l = longitud de la base del muro

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

$$q = \frac{14\,408,12}{1,5} \pm 6 * 0,2 * \frac{14\,408,12}{1,5^2}$$

$$q_{max} = 17\,289,74 \frac{kg}{m^2}$$

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

3.5. Sistema de desinfección

Coagulación es un paso en el sistema de tratamiento de agua, el cual consisten en agregarle al agua un químico (sales de hierro, sales de aluminio, o polímeros) para que se vuelva fácil la adherencia entre las partículas. Estos químicos funcionan creando una reacción química y eliminando las cargas negativas que causan que las partículas se repelan entre sí.

Luego de agregar el coagulante a la fuente se debe agitar en forma lenta, para así lograr que las partículas choquen entre si y se aglutinen para formar grumos o floculos que se pueden eliminar con mayor facilidad.

En los países en vías de desarrollo es necesario realizar un sistema que incorpore obligatoriamente el pre tratamiento de agua. En este caso se debe añadir al agua un paquete grande de sulfato ferroso en polvo (que es un floculante de uso frecuente) e hipoclorito de calcio. La forma en agregarle será que el encargado retirara la tapadera del tanque de bombeo y luego agregará el contenido del paquete, tratando de agitar lentamente el agua con la mezcla para que el contenido se sedimente en el tanque.

La filtración se realizará al momento de captar el agua en la fuente, ya que dicha estructura sirve para captar el agua y a la vez para filtrar el líquido. Luego de estos tratamientos se debe de desinfectar el agua para eliminar los microorganismos resistentes y los que se encuentran en la tubería, por tal motivo la desinfección se realizará en el tanque de distribución.

Se le llama desinfección al proceso por el cual se destruye los microorganismos patógenos presentes en el agua, esto se logra con la aplicación directa de medios físicos y químicos. La razón por la cual debe dársele tratamiento de desinfección al agua, es porque así se reducirá el riesgo de infección de enfermedades transmitidas por el agua. Que por alguna razón estas fuentes de agua están contaminadas, ya que muchas veces no se maneja de forma adecuada la higiene en las comunidades.

En el caso de la aldea Samutz se decidió que el sistema de desinfección se hará por medio de cloro, ya que es el método más efectivo, económico y fácil de utilizar. Dicha cloración se hará por medio de pastillas o tabletas, las cuales se encuentran en presentación de 3" de diámetro por 1" de espesor, con una

solución de cloro que es de 90% y un 10% de estabilizador. La velocidad en que se disuelven estas presentaciones en agua en reposo es de 15 gr en 24 horas.

Alimentador automático de tricloro:

Este es un recipiente en forma de termo donde se depositan las tabletas, las cuales al paso del agua se disuelven. Dentro de este sistema existen dos formas de instalación, las que dependen directamente del diámetro de la tubería. Este criterio es el que dice que si existen diámetros de ½” hasta 2” pulgadas, se usa una línea con la tubería donde se desea instalar el alimentador. Por el otro lado, si se trata de tubería mayor a 3” de diámetro, el sistema utilizado debe ser el paralelo. Los alimentadores se clasifican de la siguiente manera:

MODELO	CAPACIDAD DE ALMACENAR
CL 100	10 Tabletas máximo
CL 110	15 Tabletas máximo
CL 200	20 Tabletas máximo
CL 220	36 Tabletas máximo
CL 500	66 Tabletas máximo
CL 1100	110 Tabletas máximo

Para conocer cuantas tabletas necesita el sistema, se debe calcular con la siguiente expresión.

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

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

Donde:

G = gramos de tricloro

C = miligramos por litro deseado

D = número de días que durara (nosotros lo haremos por un mes)

M = litros de agua a tratarse por día, que supondremos será de 1 lt/s

%Cl = concentración de cloro

$$G = \frac{\left(\frac{0,001mg}{l}\right) * \left(1 \frac{lt}{se} * 84\ 600 \frac{seg}{dia}\right) * 30dias}{0,90}$$

$$G = 2880 \text{ g/mes}$$

Resulta que se necesita para un mes la cantidad de 2 880 g/mes de tricloro, que es igual a decir 15 tabletas por mes. Este sistema será compensado con un alimentador automático modelo PPG 3015, que sirve para sistemas de abastecimiento por gravedad y por bombeo, el cual se puede utilizar en comunidades rurales de entre 50 y 250 familias.

3.6. Diseño de red de distribución

La red de distribución es un sistema que tiene la función de hacer llegar agua a todas las viviendas. La red de distribución consiste desde la salida del tanque de distribución hasta la conexión domiciliar en las viviendas. Existen tres sistemas de distribución las cuales son:

- **Red abierta:** tiene la característica de que los ramales que distribuyen en cada punto el agua, son terminales. Este tipo de distribución se utiliza en casi todas las aldeas ya que este se utiliza cuando las viviendas están muy dispersas o cuando la comunidad no tiene bien definido las vías de tránsito. En la aldea Samutz Sacrabinak será este el tipo que se utilizará para el diseño de la red de distribución.
- **Red cerrada:** este tipo de red tiene la característica que la tubería de distribución forman mayas o circuitos cerrados, para distribuir en cualquier punto el agua. Este sistema es el más eficiente ya que con este se mantienen las presiones. Este se utiliza en los lugares donde se tenga el mejor acomodo de las viviendas para así realizarlo.
- **Red combinada:** es la combinación de red abierta y cerrada, se utiliza en lugares en los que por alguna razón existen viviendas que se hallan en puntos dispersos de los lugares bien definidos en los que es posible realizar un circuito cerrado.

Además de la selección del sistema de abastecimiento existen más parámetros de diseño que se deben de tomar en cuenta.

- **Caudal de diseño:** es el caudal de hora máxima (Q_{mh}), que en este caso estará distribuido en dos partes ya que se diseñará dos redes de distribución, porque las viviendas se encuentran de tal forma que así lo amerita. Aunque no se debe de olvidar que para el diseño de los ramales el caudal que se debe utilizar es el de caudal por vivienda y por lo que en cada ramal se debe restar el caudal que se utilizará (dependiendo del número de viviendas) para cada una de las viviendas que existen en determinado ramal.
- **Velocidades:** la velocidad mínima que debe existir dentro de la tubería es de 0,6 m/s ya que si la velocidad es menor a este dato, existirá sedimentación en la tubería. Y la máxima velocidad debe ser de 3 m/s pues si se aumenta dicha velocidad habrá daños dentro de la tubería, debido a la fricción del líquido.
- **Presiones:** en la tubería se debe chequear las presiones hidrostáticas, que ocurre cuando el líquido está en reposo, y las presiones hidrodinámica que ocurre desde el instante en que en la tubería inicia el movimiento del líquido.

Se debe considerar que la presión hidrostática no debe sobrepasar los 60 m.c.a. aunque se puede considerar hasta los 70 m.c.a. ya que después de los 64 m.c.a. se tiene el peligro de que fallen los empaques de agua. Y la presión hidrodinámica debe mantenerse entre los 10 m.c.a. y 40 m.c.a. aunque en algunas regiones donde la topografía es irregular y se vuelve difícil mantener este nivel, es prudente considerar una presión dinámica de 6 m.c.a. considerando también que en el área rural será difícil que se construya un edificio de altura arriba de este rango.

Cálculos de la red de distribución No.1:

Debido a la topografía del terreno, se hizo necesario que se diseñarán dos redes de distribución las cuales abarcarán las viviendas localizadas en la aldea.

$$Q \text{ vivienda} = \frac{Q_{mh}}{\text{No. viviendas}}$$

$$Q \text{ vivienda} = \frac{1,8274 \text{ l/s}}{81 \text{ viviendas}}$$

$$Q \text{ vivienda} = 0,02256 \text{ l/s/viviendas}$$

Donde:

Q vivienda = caudal por vivienda

Qmh = caudal hora máxima

No. Viviendas = número de viviendas en la aldea

Conocido ya el caudal que se debe de distribuir por vivienda se procede a diseñar la red de distribución número 1 considerando los siguientes datos. Y sin olvidar que se debe restarle el caudal que se necesita en la red de distribución número 2.

Cota terreno inicial: 773 m

Cota terreno final: 761 m

Longitud : $76 + 25 \% = 77,90$ m

Q vivienda = 0,02256 l/s/vivienda

No. viviendas: 8 viviendas

Diferencia de altura: 12 m

Caudal de red de distribución 1:

$$Q_{\text{distribución 1}} = Q_{\text{mh}} - Q_{\text{distribución 2}}$$

$$Q_{\text{distribución 2}} = \text{viviendas} * \text{caudal por vivienda}$$

$$Q_{\text{distribución 2}} = 8 \text{ viviendas} * 0,02256$$

$$Q_{\text{distribución 2}} = 0,18048 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

$$Q_{\text{distribución 1}} = 1,2874 \text{ l/s} - 0,1805 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{distribución 1}} = 1,1069 \text{ l/s}$$

Cálculo de diámetro:

$$\emptyset = \sqrt[4,87]{\frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{H * C^{1,87}}}$$

$$\emptyset = \sqrt[4,87]{\frac{1743,81141 * 77,90 * 1,6469^{1,85}}{12 * 150^{1,85}}}$$

$$\emptyset = 1,25 \text{ "}$$

$$\emptyset \text{ inmediato mayor} = 1,5 \text{ "}$$

Donde:

\emptyset = diámetro

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Teniendo ya los diámetros correspondientes calculamos las pérdidas

$$hf = \frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \emptyset^{4,87}}$$

$$hf \ 1\frac{1}{2} \text{ "} = \frac{1743,81141 * 77,90 * 1,6469^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}}$$

$$hf \ 1\frac{1}{2} \text{ "} = 5,08 \text{ m. c. a.}$$

Donde:

\emptyset = diámetro

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Verificando la velocidad:

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

$$V = 1,974 * \frac{1,6469}{1,5^2}$$

$$V = 1,44 \frac{m}{s}$$

$$0,6m/s < 1,44m/s < 3 m/s$$

Verificando presiones

Cota piezométrica inicial = 773 m.c.a.

Cota piezométrica final = 773 m.c.a. – 5,08 m.c.a. = 767,92

PRESIÓN DINÁMICA.

Presión dinámica = Cota piezométrica final – cota terreno final

Presión dinámica = 767,92 m.c.a. – 761 m = 6,92 m.c.a. > 6 m.c.a. OK.

PRESIÓN ESTÁTICA.

Presión estática = cota piezométrica inicial – cota terreno final

Presión estática = 773 m.c.a. – 761 m = 12 m.c.a. < 70 m.c.a. OK.

Diseño de estación 1 a estación 2

$$Q_{ramal\ 1} = Q_{vivienda} * No.\ viviendas$$

$$Q_{diseño} = 0,1354\ l/s$$

$$Q_{diseño} = Q_{distribucion} - Q_{estacion\ 2}$$

$$Q_{diseño} = 1,6469\ \frac{l}{s} - 0,1128\ l/s$$

$$Q_{diseño} = 1,53\ l/s$$

Cálculo de diámetro:

$$\emptyset = \sqrt[4,87]{\frac{1\ 743,81141 * L * Q^{1,85}}{H * C^{1,87}}}$$

$$\emptyset = \sqrt[4,87]{\frac{1\ 743,81141 * 70,93 * 1,53^{1,85}}{11 * 150^{1,85}}}$$

$$\emptyset = 1,104\ ''$$

$$\emptyset\ inmediato\ mayor = 1,5\ ''$$

Donde:

\varnothing 1 = diámetro

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Teniendo ya los diámetros correspondientes se calculan las pérdidas:

$$hf = \frac{1743,81141 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * \varnothing^{4,87}}$$

$$hf_{1\frac{1}{2}"} = \frac{1743,81141 * 70,73 * 1,53^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,87}}$$

$$hf_{1\frac{1}{2}"} = 3,93 \text{ m. c. a.}$$

Donde:

\varnothing 1 = diámetro

L = distancia entre los dos puntos

Q = caudal de conducción

H = diferencia de alturas entre los puntos

C = coeficiente para tubería PVC

Verificando la velocidad:

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

$$V = 1,974 * \frac{1,53}{1,5^2}$$

$$V = 1,34 \frac{m}{s}$$

$$0,6m/s < 1,93m/s < 3 m/s$$

Verificando presiones

Cota piezométrica inicial = 767,92 m.c.a.

Cota piezométrica final = 767,92 m.c.a. – 3,93 m.c.a. = 763,99 m.c.a.

PRESIÓN DINÁMICA.

Presión dinámica = Cota piezométrica final – cota terreno final

Presión dinámica = 763,99 m.c.a. – 750 m = 13,99 m.c.a. OK.

PRESIÓN ESTÁTICA.

Presión estática = cota piezométrica inicial – cota terreno final

Presión estática = 767,92 m.c.a. – 750 m = 17,92 m.c.a. < 70 m.c.a. OK.

El cálculo total de la red de distribución se presenta a continuación:

Tabla XIII. Cálculo hidráulico de la red de distribución

DISTRIBUCIÓN No. 1

EST. Inicio	EST. Final	COTAS DE TERRENO		longitud	Presiones estaticas mca	Presiones dinamicas mca	Piezometricas dinamicas		I/s Q dis.	Diametro Propuesto	"	hf real	hf /Q	m3/seg. V
		CTI	CTf				Entrada	Salida						
T.D.	1	773,000	761,000	77,900	12,000	6,919	773,000	767,919	1,647	1,257	1,500	5,081	3,085	1,445
1	2	761,000	750,000	70,730	23,000	13,990	767,919	763,990	1,510	1,098	1,500	3,929	2,602	1,325
2	3	750,000	742,000	30,750	31,000	20,425	763,990	762,425	1,440	0,872	1,500	1,565	1,087	1,263
3	4	742,000	737,000	23,570	36,000	24,286	762,425	761,286	1,400	0,793	1,500	1,138	0,813	1,228
4	5	737,000	730,000	65,600	43,000	28,243	761,286	758,243	1,370	0,930	1,500	3,044	2,222	1,202
5	6	730,000	724,000	48,180	49,000	32,271	758,243	756,271	1,280	0,835	1,500	1,972	1,540	1,123
6	7	724,000	727,000	43,050	46,000	27,779	756,271	754,779	1,170	0,814	1,500	1,492	1,275	1,026
7	8	727,000	721,000	48,180	52,000	32,752	754,779	753,752	0,900	0,732	1,500	1,028	1,142	0,790
8	9	721,000	722,000	29,730	51,000	31,118	753,752	753,118	0,900	0,672	1,500	0,634	0,705	0,790

RAMAL A

EST. Inicio	EST. Final	COTAS DE TERRENO		longitud	Presiones estaticas mca	Presiones dinamicas mca	Piezometricas dinamicas		I/s Q dis.	Diametro Propuesto	"	hf real	hf /Q	m3/seg. V
		CTI	CTf				Entrada	Salida						
1	1,1	761,000	755,000	95,000	12,919	0,154	767,919	755,154	0,135	0,499	0,500	12,765	94,555	1,066

casa 0

EST. Inicio	EST. Final	COTAS DE TERRENO		longitud	Presiones estaticas mca	Presiones dinamicas mca	Piezometricas dinamicas		I/s Q dis.	Diametro Propuesto	"	hf real	hf /Q	m3/seg. V
		CTI	CTf				Entrada	Salida						
1,1	casa 7	760,800	756,000	77,000	11,700	6,813	767,700	762,813	0,090	0,418	0,500	4,887	54,297	0,7

RAMAL B

EST. Inicio	EST. Final	COTAS DE TERRENO		longitud	Presiones estaticas mca	Presiones dinamicas mca	Piezometricas dinamicas		I/s Q dis.	Diametro Propuesto	"	hf real	hf /Q	m3/seg. V
		CTI	CTf				Entrada	Salida						
5	5.1(caja)	730,000	708,470	83,910	50,001	37,942	758,471	746,412	0,140	0,373	0,500	12,059	86,139	1,105
5.1(caja)	5,2	708,470	662,000	181,090	46,470	20,444	708,470	682,444	0,140	0,444	0,500	26,026	185,901	1,105

RAMAL C

		COTAS DE TERRENO			m	Presiones estaticas	Presiones dinamicas	Piezometricas dinamicas		I/s	Diametro	"			m3/seg.
EST. Inicio	EST. Final	CTI	CTf	longitud	mca	mca	Entrada	Salida	Q dis.	Propuesto	diametro	hf real	hf /Q	V	
6	6.1 (caja)	724,000	711,612	50,470	45,000	40,136	756,612	751,748	0,113	0,317	0,500	4,864	43,120	0,891	
6.1 (caja)	6,2	711,612	673,000	154,530	38,612	23,671	711,612	696,671	0,113	0,411	0,500	14,941	132,223	0,892	

RAMAL D

		COTAS DE TERRENO			m	Presiones estaticas	Presiones dinamicas	Piezometricas dinamicas		I/s	Diametro	"			m3/seg.
EST. Inicio	EST. Final	CTI	CTf	longitud	mca	mca	Entrada	Salida	Q dis.	Propuesto	diametro	hf real	hf /Q	V	
7	7.1 (caja)	727,000	710,213	88,170	45,000	38,090	755,213	748,303	0,293	0,510	0,750	6,910	23,559	1,029	
7.1 (caja)	7,2	705,213	667,000	226,830	38,213	20,437	705,213	687,437	0,293	0,641	0,750	17,776	60,608	1,029	

casa 30

		COTAS DE TERRENO			m	Presiones estaticas	Presiones dinamicas	Piezometricas dinamicas		I/s	Diametro	"			m3/seg.
EST. Inicio	EST. Final	CTI	CTf	longitud	mca	mca	Entrada	Salida	Q dis.	Propuesto	diametro	hf real	hf /Q	V	
2,1	casa 8	684,000	666,000	50,000	30,800	24,082	696,800	690,082	0,135	0,366	0,500	6,718	49,766	1,1	

RAMAL E

		COTAS DE TERRENO			m	Presiones estaticas	Presiones dinamicas	Piezometricas dinamicas		I/s	Diametro	"			m3/seg.
EST. Inicio	EST. Final	CTI	CTf	longitud	mca	mca	Entrada	Salida	Q dis.	Propuesto	diametro	hf real	hf /Q	V	
9	9.1 (caja)	722,000	710,000	105,000	43,751	37,060	753,751	747,060	0,090	0,340	0,500	6,691	74,181	0,712	

No. 2 DISTRIBUCION 2

		COTAS DE TERRENO			m	Presiones estaticas	Presiones dinamicas	Piezometricas dinamicas		I/s	Diametro	"			m3/seg.
EST. Inicio	EST. Final	CTI	CTf	longitud	mca	mca	Entrada	Salida	Q dis.	Propuesto	diametro	hf real	hf /Q	V	
T.D.	10	773,000	762,000	95,000	11,000	7,967	773,000	769,967	0,181	0,576	0,750	3,033	16,801	0,633	
10	11	762,000	753,000	115,000	20,000	14,101	769,967	767,101	0,158	0,521	0,750	2,866	18,153	0,6	
11	12	753,000	728,000	112,000	45,000	34,636	767,101	762,636	0,070	0,320	0,500	4,465	63,787	0,6	

3.7 Obras hidráulicas

Tanque de captación

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

- **Manantial de ladera:** es la captación de una fuente subterránea con afloramiento horizontal del agua en uno o varios puntos definidos.
- **Manantial con fondo concentrado:** es la captación de una fuente subterránea con afloramiento vertical en un punto definido.
- **Manantial de fondo difuso:** es la captación de una fuente subterránea con afloramiento en zonas verticales en un área extensa.
- **Galerías de infiltración:** son usadas en caso de fuentes sub-superficiales o en aquellas fuentes superficiales que no reúnen condiciones de potabilidad requeridas o que tiene una turbidez por encima de los límites establecidos por las normas. Constituyen un método de captación indirecta en el cual se aprovecha la filtración natural para mejorar las condiciones de potabilidad del agua superficial. Pero en

el área rural su uso es limitado debido a su alto costo de construcción y a lo difícil de su mantenimiento.

- **Pozos escavados:** se emplean en casos de fuentes del subsuelo o para la captación indirecta de aguas superficiales, cuando la contaminación y turbidez está por encima de los límites aceptados.
- **Pozos perforados:** estos tiene la característica de que se usan cuando la fuente se encuentra muy profunda.
- **Aguas superficiales:** estas aguas son captadas a nivel superficial y que poseen en su mayoría agua de lluvia, pero además poseen agua que corre por el suelo o que brota de la tierra.
- **Tanque de alimentación:** esta estructura se construye para garantizar que la bomba no trabaje en seco. Por lo cual la capacidad de este debe ser lo suficientemente grande garantizando así que no se vaciará cuando trabaje la bomba. Si el caudal que produce la fuente es mayor al caudal de bombeo no precisa un volumen de alimentación para succión, pero este no debe de ser nunca menor a 5 m³. Por lo tanto el tanque de alimentación se debe de diseñar con la siguiente fórmula y verificar que cumpla con las dos condiciones que se estarán presentando a continuación:

$$V_{ta} = 3,6(Q_b - Q) * H_b + F * A$$

$$V_{ta} = 3,6(3,2886 - 1,0962) * 8 + (3,5 * 3,5) * 1,5$$

$$V_{ta} = 81,52 \text{ m}^3$$

Donde:

V_{ta} = volumen de tanque de alimentación

Q_b = caudal de bombeo

Q = caudal de aforo de fuente

H_b = horas de bombeo

A = sección de la planta en metros cuadrados (debe de considerarse que esta debe de tener el espacio necesario para realizar instalaciones y mantenimiento).

F = factor que permite a la bomba permanezca cebada.

Teniendo el resultado se debe comparar con las siguientes igualdades.

$$\frac{V_{ta}}{3,6 * Q_f} < 24 - H_b$$

$$\frac{81,52}{3,6 * 1,0962} < 24 - 8$$

$$20,65 \ngtr 18$$

Debido a que el tanque no cumple con la igualdad anterior se deberá de colocar uno de 70 m^3 , dando como resultado el siguiente.

$$17,73 < 18$$

Además, se debe tener el cuidado que el tanque sea menor a 5 m^3 , lo cual a simple vista se comprueba. Por tal motivo se tendrá un tanque de alimentación de las siguientes dimensiones:

Ancho 5,20 m

Largo 5,20 m

Altura 2,60 m

Así se debe construir el tanque, pero además se debe de colocar cualquier succión a una distancia de 1,60 m. Garantizando así que el tanque dotará a la bomba en cualquier instante del día.

Caja rompepresión:

Tiene como objetivo disminuir las presiones en donde esta sea necesario, ya que muchas veces las tuberías se sobre cargan debido a la pendiente del terreno, por lo que se vuelve necesario colocar dichas cajas para regresar la presión dentro de estas a 0. Las dimensiones que deben de tener se fundamenta en la maniobra dentro de la caja, y por ningún motivo serán menores a 0,65 m x 0,50 m x 0,80 m. en este caso se ha colocado cajas de 1 m³.

Válvula de limpieza:

Tiene como objetivo la limpieza de la tubería, ya que en la tubería se encuentran partículas que se sedimentan en los puntos más de cambio de pendiente. Por tal motivo estas válvulas se colocan en los puntos bajos donde cambia la pendiente.

Válvula de aire:

Sirve para que en los puntos altos de cambio de pendiente no se produzca un estancamiento del agua, debido a que en las tuberías se acumula aire y este produce burbujas de aire en los puntos altos y con cambio de pendiente.

3.8 Programa de operación y mantenimiento

Para ejecutar este proyecto es necesario que en la comunidad Samutz Sacrabinak se organice el Comité de Agua Potable. Debido a que en esta comunidad ya se cuenta con un comité de Agua Potable, se necesita que se le indique que deben cumplir varias funciones entre las cuales están:

- Brindar ayuda al ejecutor de la obra, con los comunitarios organizados desde un inicio.
- Llevar un control de la participación de las familias beneficiarias en cuanto a jornales y contribuciones.
- Tener desde un inicio a su disposición un área destinada para almacenamiento de los materiales que suministrara el ejecutor.
- Nombrar encargados de los materiales y guardianes de las bodegas.

- Localizar bancos de materiales y que el ejecutor pueda extraer dicho material
- Verificar el avance de las obras, según el cronograma de ejecución.

Administración del proyecto: la complejidad del manejo de los sistemas de agua potable así como la seguridad del equipo obligan a que se organice una unidad técnica de operación y mantenimiento, la cual tendrá el objetivo de mantener en operación y darle el mantenimiento necesario a el sistema de Agua Potable. Esta unidad técnica será una sub-comité del comité principal de Agua Potable. Dicho sub-comité será electo por el comité principal y deberá exponer las razones principales por la cual se eligió a dichas personas para que ocuparan ese cargo.

En el caso del sistema de modificaciones de tarifa, contribuciones extraordinarias, modificación al presupuesto o temas de intereses trascendentales, será el Comité principal de Agua Potable el que tendrá que someter a consideración de la comunidad en reuniones. Dicho comité tendrá que presentar un informe detallado cada año de los gastos realizados en la operación y mantenimiento del sistema, así como la recolección de dinero en concepto de pagos y contribuciones de la comunidad.

Se podrá sub-contratar los servicios de consultorías específicas de técnicos según la necesidad. Se debe de fortalecer la necesidad de que el manejo

adecuado de los fondos es la clave del éxito de la organización. Los fondos provenientes de las tarifas se podrán distribuir de la siguiente manera.

- 40% para operación
- 30% para mantenimiento
- 25% para gastos de administración
- 5% para la capitalización o recuperación de la infraestructura

Entre las actividades básicas que se debe de proporcionar al acueducto, están la acción de proteger las partes del sistema de agua potable, para evitar daños costosos, también se debe de reducir cualquier efecto dañino para el sistema, así mismo deberán de asegurar la continuidad de agua potable. Es necesario que en la comunidad se cuente con una persona o más, con conocimientos de fontanería para que este sea el encargado de todas las actividades, y así se tenga conocimiento de lo que se tendrá que hacer o lo que no se tiene que realizar. Este mismo encargado será el que proporcione conocimiento al resto del sub-comité de mantenimiento y operación.

TABLA XIV. Resumen de programa de operación y mantenimiento

ESTRUCTURA	TRABAJO A REALIZAR	TIEMPO	RESPONSABLE
BOMBEO	Limpia y chapeo de áreas vecinas a la caseta de bombeo	C/ 3 meses	Sub-comité + comunidad
	Inspección de áreas cercanas a la fuente para supervisar posibles contaminación	C/4 meses	Sub-comité + comunidad
	Buscar fisura o filtraciones en cualquier parte del sistema	C/4 meses	Sub-comité
	Informarse sobre el mantenimiento y operación del sistema	Cada vez que se encuentren con cosas desconocidas	Sub-comité
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Limpiar, chapear e inspeccionar la red.	C/2 meses	Sub-comité
	Revisión de válvulas y accesorios instalados	C/3 meses	Sub-comité

LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN	Verificar válvulas de limpieza para determinar daños	C/2 meses	Sub-comité
	Verificar válvulas de aires para determinar daños	C/2 meses	Sub-comité
	Verificar caja rompe presión para determinar daños	C/2 meses	Sub-comité
	Revisar la existencia de tabletas de hipoclorito de calcio	C/semana	Sub-comité
	Recorrer calles para determinar posible fugas en tubería	C/2 meses	Sub-comité
CONEXIÓN DOMICILIAR	Revisar llaves de chorro y llaves paso	Cada vez que sea necesario	Sub-comité + comunidad
	Revisar la base de concreto de chorros	C/3 meses	Sub-comité + comunidad

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	Inspección de cajas de válvulas de compuerta	C/1 mes	Sub-comité
	Limpia y chapeo de áreas cercanas al tanque	C/ 1 mes	Sub-comité + comunidad
	Limpieza y lavados de tanques	C/ 5 meses	Sub-comité + comunidad
	Revisión de tanque para determinar fisuras	C/4 meses	Sub-comité
	Aforo para conocer el caudal de fuente	C/1 año	Sub-comité

3.9. Sistema tarifario

A un sistema de agua potable debe dotársele de recursos necesarios para su auto-sostenibilidad ya que cuando el sistema este instalado, este necesitara cubrir gastos de operación y también gastos de mantenimiento, que brindarán garantía de buen servicio para el tiempo que fue diseñado. Los recursos que se podrán coleccionar servirán muchas veces para el mantenimiento preventivo y algunas veces correctivo.

La manera en la cual se recaudan ingresos para la auto-sostenibilidad del sistema, es por medio de una tarifa mensual que cubra todos los imprevistos y

todas las correcciones que se necesiten realizar. Dicha recaudación se debe calcular pero tomando en cuenta que en el área rural muchas veces no se aceptan incrementos en corto tiempo, por lo cual se necesitará calcularla para cuatro años.

Costo de operación: en este costo va incluido el pago a la persona que labora como fontanero, la cual realiza inspecciones periódicas y es el operador de la bomba y los sistemas de desinfección. Para este cálculo se considera que el fontanero revisa 20 conexiones domiciliarias y 3 km de línea de tubería al día, por lo que el cálculo será el siguiente.

$$Co = \left(\frac{L}{3} + \frac{Nc}{20} \right) * Pj * 1,43$$

$$Co = \left(\frac{2,69}{3} + \frac{50}{20} \right) * 50 * 1,43$$

$$Co = 242,86 \text{ Q/mes}$$

Donde:

L = longitud de tubería en km

Nc = número de conexiones

Pg = salario de jornalero al día

1,43 = factor de prestaciones

Costo de mantenimiento: este servirá para cuando se necesite reemplazar o mejorar los materiales o accesorias existentes. Se calcula como el cuatro por millar del costo total de proyecto, presupuestado para el periodo de diseño.

$$C_m = 0,004 * M/P$$

$$C_m = 0,004 * 259\ 178/20$$

$$C_m = 51,84$$

Donde:

M = costo del proyecto

P = período de diseño

Costo de tratamiento: este se calcula para la compra de hipoclorito de calcio.

$$C_t = \frac{(30 * Chth * Q * Rac * 8\ 400)}{45\ 400 * Cc}$$

$$C_t = \frac{(30 * 1200 * 0,6837 * 0,001 * 86400)}{45\ 400 * 0,65}$$

$$C_t = 72,06\ Q/mes$$

Donde:

Chth = costo de 100 lb de hipoclorito de calcio

Qc = caudal máximo diario a los 4 años de servicio

Rac = relación agua cloro en una parte por millar

Cc = concentración de cloro al 65 %

30 = días al mes

86 400= segundos en un día

45 400= gramos en 100 libras

Depreciación de equipo: este cálculo se toma como una reserva de la comunidad ya que cuando se dañe el equipo de bombeo y no tenga reparación, deberá de comprarse inmediatamente otro equipo. Tomando en cuenta que se toma la vida útil en 10 años tenemos lo siguiente.

$$De = \frac{C}{12 * p}$$

$$De = \frac{50\ 000}{12 * 10}$$

$$De = 416,67 \text{ Q/mes}$$

Donde:

Ce = costo de equipo de bombeo

P = periodo de la bomba

12 = meses del año

Costo de energía: la energía que utilizará la bomba es la que dará el costo de este renglón, ya que dependiendo del tipo de energía que se utilice, así será el tipo de ecuación para encontrar su costo. Por tal motivo ya que la bomba es accionada con diesel se tiene la siguiente formula.

$$Cd = Cdiesel * (0,152 \text{ lt/hr/hp}) * P * Hb * 30$$

$$Cd = 7,45 * (0,152 \text{ lt/hr/hp}) * 6 * 8 * 30$$

$$Cd = 1\,630,56 \text{ Q/mes}$$

Donde:

Cdiesel = costo diesel por litro

0,152 = consumo de lt/h de diesel por caballo de gasolina

P = potencia de bomba

Hb = horas de bombeo

30 = días al mes

Gasto administrativos: este tipo de gasto se hace para mantener en reserva dinero que servirá para pago de papelería, sellos, viáticos entre otro. Para realizar este cálculo se debe estimar un porcentaje de la suma de operación, mantenimiento, tratamiento, depreciación de equipo, y costo de energía. El porcentaje que se le debe de aplicar debe de estar entre el 10 % y 15 %.

$$Ga = 12 \% (Co + Cm + Ct + De + Ce)$$

$$Ga = 286,44 \text{ Q/mes}$$

Costo de reserva: este costo servirá para tener una reserva en caso de eventualidades como robo, desastres naturales, accidentes, entre otros. Al igual que el gasto administrativo este se calcula tomando un porcentaje del 10 % al 15 % de la suma de los gastos de operación, mantenimiento, tratamiento, depreciación, y costos de energía.

$$Ga = 12 \% (Co + Cm + Ct + De + Ce)$$

$$Ga = 286,44 \text{ Q/mes}$$

Tarifa mensual por conexión:

Es el reparto de todos los gastos que anteriormente se desglosaron, repartidos entre las conexiones domiciliarias.

$$Tm = \frac{Co + Cm + Ct + De + Ce + Ga + Cr}{\text{No viviendas}}$$

$$Tm = 2\,959,87/50$$

$$Tm = 59,18 \frac{\text{Q}}{\text{mes}}$$

Así que la tarifa que se pagará cada mes en la comunidad de Samuts Sacrabinak es de Q.60,00 por familia, que cubrirá todos los gastos que el sistema requiere.

3.10 Cuantificación de materiales

Se desglosara cada material que se utilizará en las distintas actividades que formaran el sistema de agua potable.

3.11 Cuantificación de mano de obra

Al igual que en la cuantificación de materiales se va a dividir las actividades por renglón.

3.12. Presupuesto final

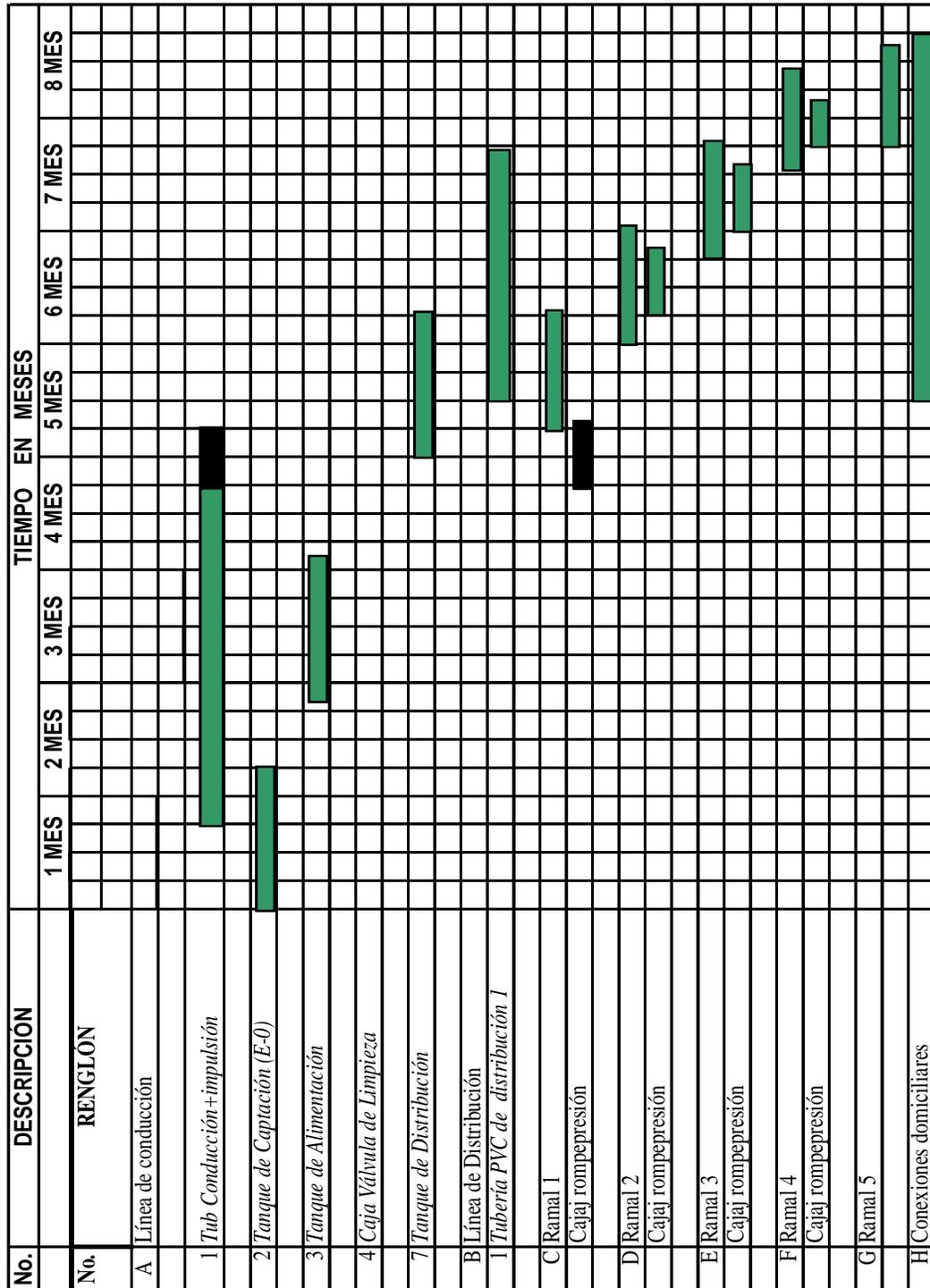
Tabla XV. Presupuesto de agua potable

INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE COMUNIDAD SAMUTZ
SACRABINAK, CHICAMÁM, QUICHÉ

No.	RENGLÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
1	Línea de conducción	ml	494,41	Q 81,19	Q 40,140.76
2	Tanque de captación	Unidad	3	Q 1 925,82	Q 5,777.46
3	Línea de impulsión	ml	335	Q 85,38	Q 28,601.68
4	Tanque de alimentación + caseta bombeo	Unidad	1	Q 19 146,28	Q 19 146,28
5	Caja válvula de limpieza	Unidad	2	Q 4 242,94	Q 8 485,88
6	Caja válvula de aire	Unidad	2	Q 4 742,94	Q 9 485,88
7	Caja rompe presión	Unidad	3	Q 4 419,24	Q 13 257,72
8	Tanque de distribución	Unidad	1	Q 76 587,69	Q 76 587,69
9	Línea de distribución				
9.1	Línea de distribución 1	ml	437,69	Q 42,84	Q 18 751,74
9.2	Línea de distribución 2	ml	360	Q 38,47	Q 13 849,28
A	Ramal A	ml	198	Q 20,67	Q 4 092,15
B	Ramal B	ml	294	Q 13,38	Q 3 933,68
C	Ramal C	ml	228	Q 31,25	Q 7 125,53
D	Ramal D	ml	348	Q 24,19	Q 8 417,13
E	Ramal E	ml	120	Q 25,45	Q 3 053,53
10	Conexiones domiciliarias	Unidad	50	Q 450,92	Q 22 546,00
					Transportes y fletes Q 20 000,00
					SUMA Q 303 252,39
					Imprevistos 12 % Q 36 390,29
					TOTAL----- Q 339 642,68

3.13. Cronograma de ejecución

Tabla XVI. Cronograma de actividades



3.14. Evaluación socio-económica

3.14.1. Valor presente neto

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

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

Donde:

In = ingresos

En = egresos

N = número de periodos considerado

i = tasa de interés de oportunidad

Dichos cálculos se realizan de la siguiente manera.

$$VPN = 177\,540 * \left(\frac{(1 + 0,20)^5 - 1}{0,20(1 + 0,20)^5} \right) - 3\,110,04 * \left(\frac{(1 + 0,20)^5 - 1}{0,20(1 + 0,20)^5} \right) - 259\,178$$

Con una utilidad de 20% se obtendrá un valor presente neto de Q.262 474,36

3.14.2 Tasa interna de retorno

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

Se debe tener en cuenta que si la tasa interna es mayor o igual al costo de capital, se acepta el proyecto, si no es así, se rechazara el proyecto. Para esto se toma en cuenta las siguientes expresiones.

$$\frac{B}{C} > 1 \text{ es rentable la inversión}$$

$$\frac{B}{C} < 1 \text{ no es rentable la inversión}$$

Donde:

B = beneficio que se obtendrá por el proyecto

C = costo de proyecto

$$\frac{262\,474,36}{259\,178} = 1,0127 > 1 \text{ es rentable la inversión}$$

3.15. Estudio de impacto ambiental

En cualquier construcción de ingeniería que se realice, ya sea sistema de abastecimiento de agua potable, escuelas, entre otras, se debe considerar de que sea cualquier tipo de construcción ocasionará un impacto de carácter positivo, negativo, irreversible o negativo con posibles mitigaciones en forma directa los ambientes (social, físico, biológico). Por tal motivo, el Congreso de la República con el decreto No. 68-86 (reformado por el decreto del Congreso No. 1-93). Indica que para todo proyecto, obra, industria, o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a los recursos naturales renovables o no renovables, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesario previamente a su desarrollo un estudio de evaluación de impacto ambiental, realizado por técnicos especializados. El funcionario que omitiere exigir el estudio de impacto ambiental de conformidad con este artículo será responsable personalmente por incumplimiento de deberes así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental.

- **Impactos ambientales:**

Componente social: habitantes de la aldea Samutz Sacrabinak, de Chicamán, el Quiché, recibirán directamente el impacto ya que se tendrá que acarrear los materiales utilizados para la construcción de los tanques de captación, tanques de alimentación, tanque de distribución, la línea de ramales, la línea de conducción y la línea de impulsión entre otros, ya que la carretera únicamente atraviesa una parte de la comunidad.

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

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

- **Medidas de mitigación:**

Para mitigar la contaminación se debe tener en cuenta que en la construcción debe regir a lo siguiente:

- ✓ Diseñar y construir adaptándose a el entorno natural del terreno.
- ✓ Conocer o recorrer el terreno donde se diseñará el edificio.
- ✓ Las bolsas de cemento o cualquier otro material, enterrarlas y evitar quemarlas.
- ✓ Trasladar los materiales evitando los días festivos o de plaza.
- ✓ Limpiar el área después de cada día de trabajo.
- ✓ Evitar dejar tablas, estacas, palas, o cualquier otro elemento en el espacio utilizado para moverse dentro de la obra.
- ✓ Poseer una bodega que sea de fácil acceso.

- ✓ Evitar los materiales de mala calidad.
- ✓ Poseer un botiquín de primeros auxilios en el proyecto.
- ✓ Realizar un plan de educación ambiental.

En operación debemos de reducir riesgos de la siguiente manera:

- ✓ Evaluación ambiental permanente del área.
- ✓ Capacitación permanente a operadores del sistema.
- ✓ Mantenimiento preventivo.

- **Riesgos y vulnerabilidad:**

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

- **Recomendaciones**

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

- ✓ Organizar una directiva de medio ambiente de la aldea que velara por la seguridad de los comunitarios y evitar la contaminación de cualquier tipo, proveniente de la construcción del sistema de abastecimiento.

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

CONCLUSIONES

1. Con la investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos de infraestructura, se concluyó que las Aldeas Samutz Sacrabinak y Pinal Pajuil no poseen proyectos de beneficio público que brinden soluciones reales a sus problemas tanto económico como social, por lo que a la municipalidad de Chicamán, Quiché se le presentan dos soluciones profesionales (Sistema de agua potable para Samutz Sacrabinak y escuela primaria para Pinal Pajuil) que brindarán herramientas para solucionar problemas dentro de las comunidades
2. Con el diseño de la escuela en la Aldea Pinal Pajuil se brindará una herramienta principal para el desarrollo humano, ya que como se sabe una persona preparada puede desarrollarse mejor que una que no posea la educación adecuada. Las personas que reciban educación ayudarán a su comunidad a buscar otras oportunidades o convertirse en líderes comunitarios que velen por el desarrollo de la aldea Pinal Pajuil. Además, con la educación correcta y con un edificio que proporcione comodidad y seguridad para los alumnos, se estará dando solución a necesidades básicas de la comunidad, ya que en la actualidad el lugar destinado para la escuela no es seguro ni cómodo para los alumnos.
3. Con la construcción de la escuela se logrará la reducción de muertes en niños y madres en gestación, debido a que con la construcción de ésta escuela se tendrá un edificio que cumpla con los requisitos que se necesitan para que los hospitales nacionales brinden servicios de información, orientación y educación en salud, además de visitas

médicas durante un largo período. Teniendo de esta manera la comunidad una oportunidad para capacitar a las personas, para que informen a su comunidad sobre los riesgos que se corren durante el embarazo, además de las precauciones que deben tener las madres luego del parto.

4. Para el diseño de la escuela Primaria Pinal Pajuil, se consideró lo descrito por el Ministerio de Educación que indica la ubicación del área de construcción de la escuela, además de los espacios por alumno, entre otros. Para la estructura de la escuela se tomó en cuenta lo que dicta el ACI 328S-05 ya que indica la manera en que se debe diseñar cuando se trata de concreto reforzado.
5. En la aldea Samutz Sacrabinak es importante el abastecimiento de agua potable, debido a que se observó en la investigación diagnóstica que la inasistencia de los niños y jóvenes a la escuela se debe al acarreo de agua a grandes distancias. Por lo que con la construcción del sistema de abastecimiento se dará solución a la asistencia de niños y jóvenes a la escuela, también se dotará de agua potable a cada familia de la comunidad, lo cual ayudará a reducir enfermedades ocasionadas por la falta de higiene.
6. El costo de abastecimiento de agua potable por bombeo en la comunidad Samutz Sacrabinak es de Q. 339 642,68, obteniendo un valor por kilometro igual a 120 650,21 Q/km, dicha cantidad se encuentra dentro del rango de quetzales por kilómetro que en la municipalidad de Chicamán, Quiché han manejado. Esto se pudo comprobar, ya que se obtuvo información de que se manejan cifras como mínimo en la actual administración de 113 960,00 Q/km y un máximo de 817 910,00 Q/km.

7. El sistema tarifario que se utilizará en la Comunidad Samutz por tener agua es de Q. 58,18 al mes. En esta región del municipio de Chicamán se está pagando Q. 50,00 por día de trabajo, que representa una cifra menor a lo que se pagará por el servicio de agua potable; pero se considera que el gasto es óptimo para los habitantes de la comunidad ya que se podrá cubrir los gastos mensuales de la tarifa sin que este afecte a la economía familiar.
8. El sistema de agua potable se diseñó conforme a lo que dicta la Guía para el diseño de abastecimiento de agua potable a zonas rurales del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), en su inciso 4.8.3, la cual indica las presiones que se deben manejar dentro de un sistema de agua potable a manera de garantizar que el agua llegue por lo menos a una casa de dos niveles, además que la tubería resista la presión del sistema. Así mismo, en el sistema de abastecimiento se tomó en cuenta los patrones de potabilidad que dicta la COGUANOR que indican si el agua es apta para el consumo humano.
9. Cuando el proyecto de sistema de abastecimiento por bombeo en Samutz y Escuela Primaria en Pinal Pajuil inicie los trabajos, se tendrá contaminación ambiental ya que es imposible evitar que los trabajadores derramen material de cualquier clase. Por lo cual antes de iniciar los trabajos, se debe formar un comité de ambiente que sea el que vele para que la contaminación sea reducida en lo más mínimo, además de localizar puntos donde se corran riesgos de cualquier tipo. Se puede mencionar que se realizó un recorrido para localizar puntos de riesgo o de posibles riesgos al inicio de los trabajos, y no se encontraron puntos que representen un riesgo para la vida humana.

RECOMENDACIONES

1. Que la comunidad Pinal Pajuil cree un comité de mantenimiento, el cual debe estar integrado por personas dispuestas a trabajar por el desarrollo de la comunidad.
2. Que el comité de la comunidad Pinal Pajuil realice mantenimiento preventivo cada fin de ciclo escolar al edificio educativo, para conocer si el edificio necesita alguna reparación en puertas, ventanas, techos, letrinas, entre otros. Además realizar las gestiones necesarias para solucionar algún inconveniente dentro del tiempo en que los maestros y alumnos se encuentran de vacaciones.
3. Que la comunidad Samutz Sacrabinak realice modificaciones cada dos años en su comité de agua, colocando a personas dispuestas a trabajar por la comunidad.
4. Que el comité de agua de la aldea Samutz Sacrabinak realice mantenimiento preventivo en el sistema de abastecimiento, además de brindar información a los pobladores de la comunidad sobre el uso adecuado que se le debe dar al agua y del cuidado que se debe tener para no dañar la tubería o cualquier otro elemento del sistema de agua potable.
5. El cobro de la tarifa por mes en el sistema de abastecimiento en la aldea Pinal Pajuil mantenerla en Q. 58,18, ya que con el pago por día de un

jornalero, la diferencia no es demasiado elevada y se considera una cifra que no representa un gasto excesivo dentro de la economía familiar.

6. Que la municipalidad de Chicamán obtenga los fondos necesarios para ejecutar los proyectos de sistema de agua potable y escuela primaria, lo más pronto posible, ya que representan herramientas importante para lograr el desarrollo de dos aldeas que se encuentran abandonadas por la distancia.
7. Que la municipalidad garantice que la ejecución y supervisión de los dos proyectos sean realizados por un ingeniero civil, para cumplir con las especificaciones y lo detallado en los planos. Para que así se brinden a las comunidades proyectos adecuados y sujetos a las normas de construcción.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castellanos Chajon, David Fabricio. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para comunidad San José el tesoro, municipio de Chisec, Alta Verapaz. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
2. Curso de Concreto armado 1, apuntes del curso, Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.
3. Curso de Ingeniería sanitaria 1, apuntes del curso, Ingeniería Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2008.
4. Linares Juárez, Boris Alberto. Estudio y diseño del sistema de agua potable por bombeo y edificio escolar para la aldea las Victorias por la paz del municipio de Guanagazapa, departamento de Escuintla. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2004.
5. López Alva, Walter Antulio. Diseño de sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo del caserío Ojo de agua el sabino y salón de usos múltiples para la aldea La nueva esperanza, municipio de La democracia, departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007.

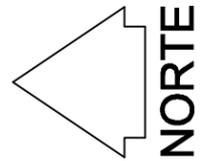
6. Martin Mejía, Jorge. Diseño de edificio escolar de dos niveles para el cantón Pajuliboy, Y salón comunal del cantón Mucubaltzib, municipio de Chichicastenango departamento de Quiché. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

7. Pérez Arraiga, Walter Roderico. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable por bombeo del caserío Las moritas, aldea Los planes, municipio San Antonio la paz, departamento de el Progreso. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

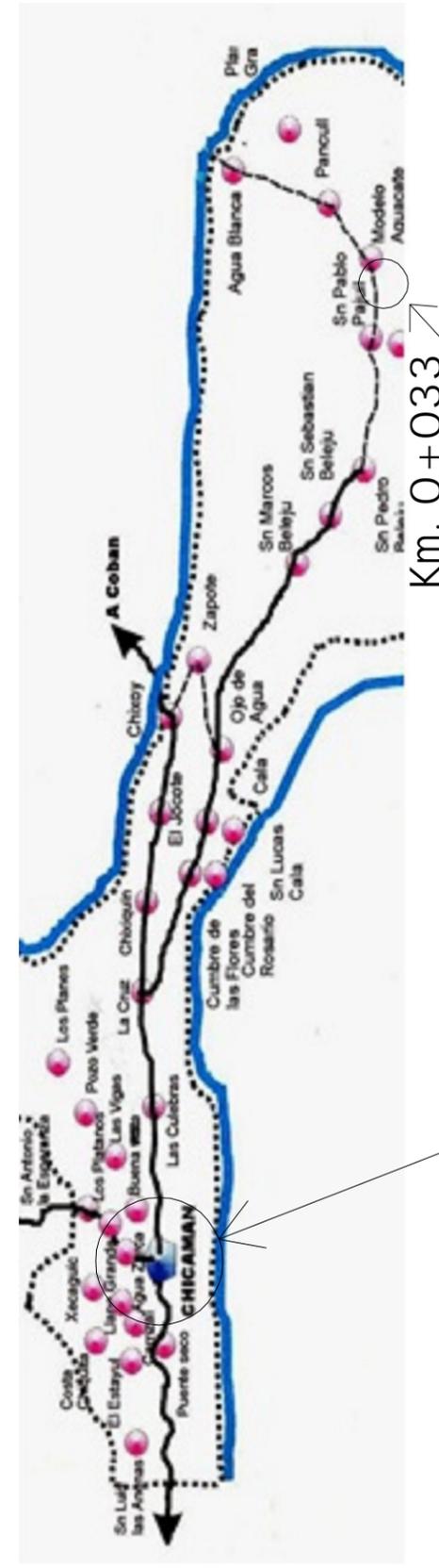
8. Trejo García, Luis Fernando. Diseño de una escuela de 4 aulas en el caserío el tablón, cantón San Antonio y diseño de drenaje sanitario en la aldea El Barreal, Jutiapa, Jutiapa. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006.

APENDICE A

PLANO DE CONSTRUCCIÓN PROYECTO DE ESCUELA PRIMARIA



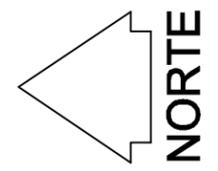
Km. 0+00



CHICAMÁN

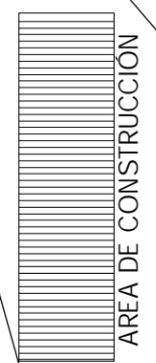
Km. 0+033
 AREA DE UBICACIÓN DEL
 TERRENO DE LA ESCUELA

PLANO DE LOCALIZACIÓN



HACIA
CHICAMÁN

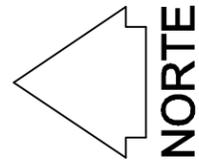
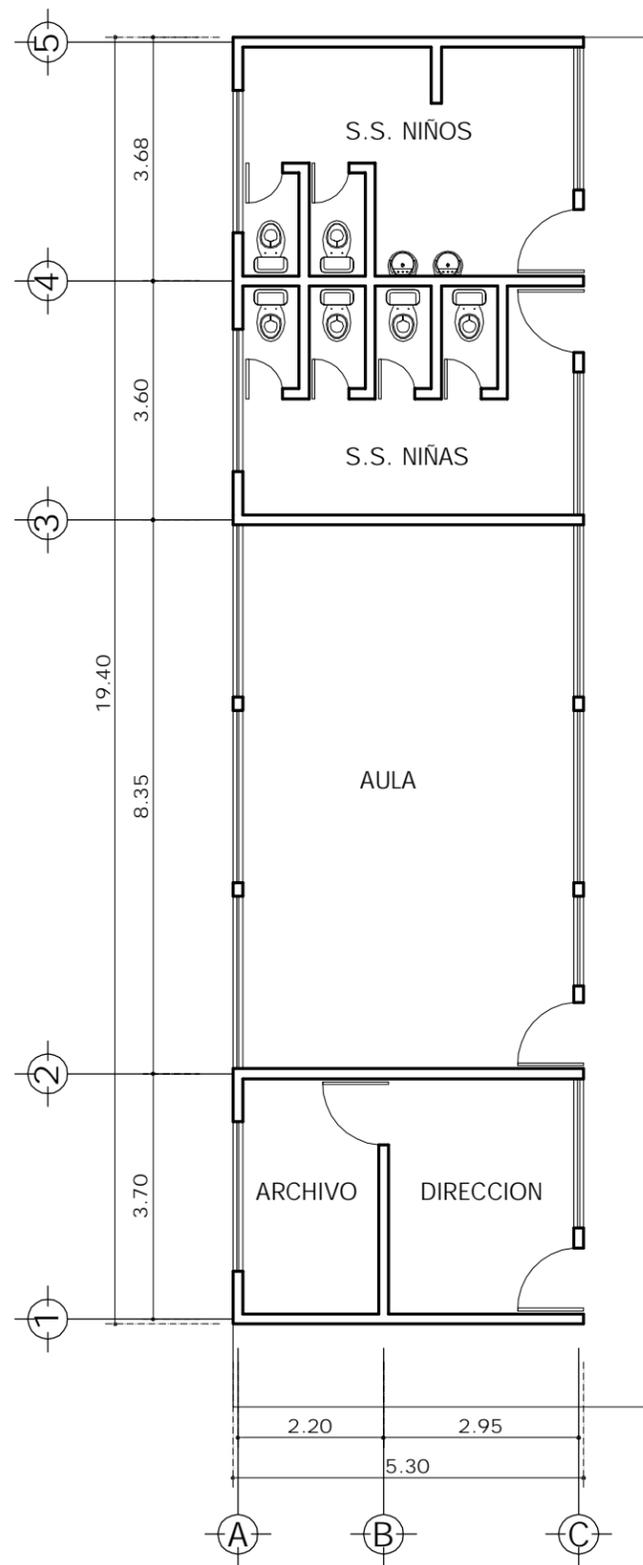
CAMINO DE ACCESO



AREA DE CONSTRUCCION

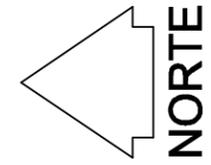
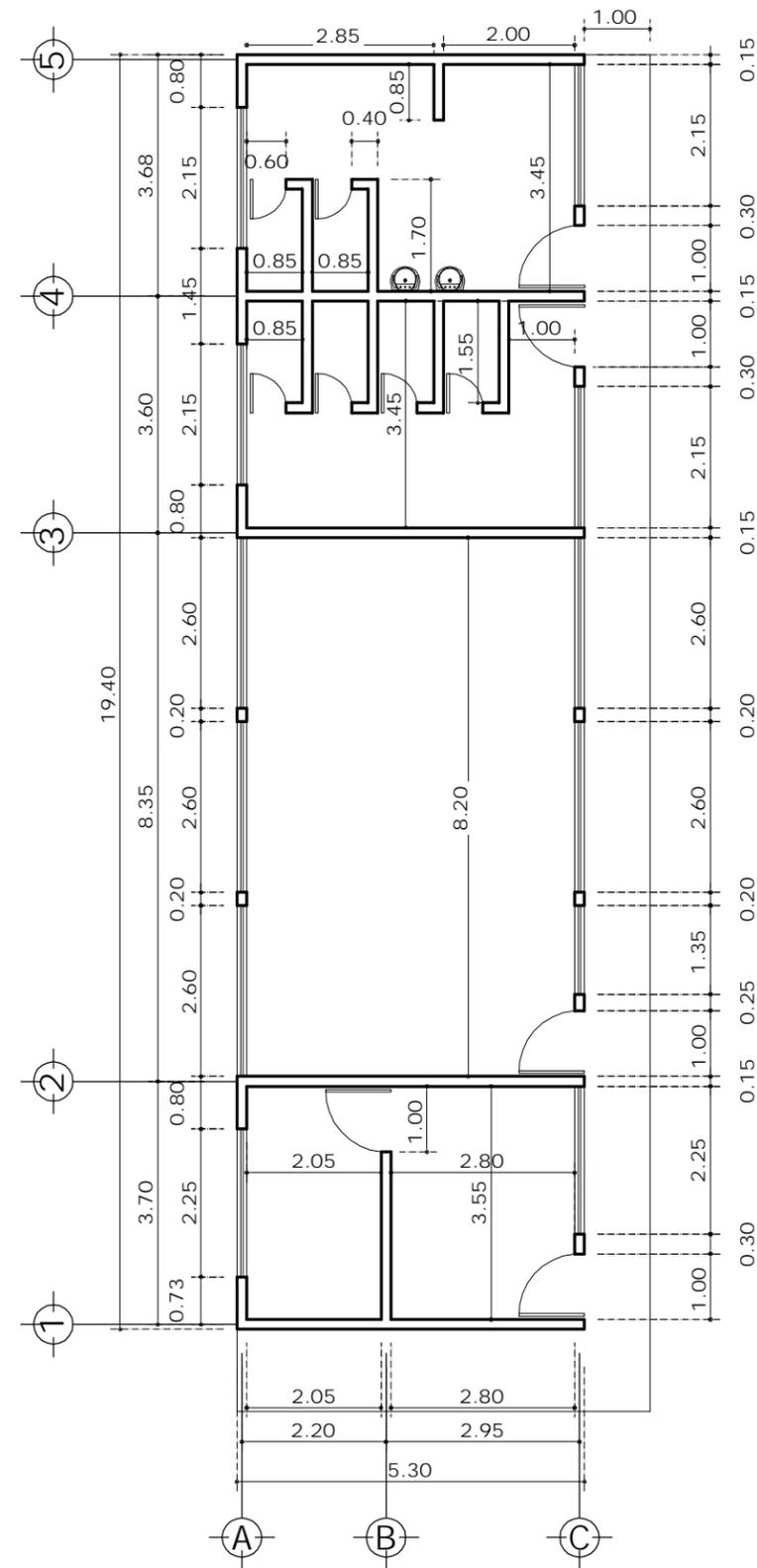
PLANO DEL ÁREA DE
UBICACIÓN DE ESCUELA

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANO DE LOCALIZACIÓN Y AREA DE TERRENO DE ESCUELA		No. 19
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ		
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010	
UBICACIÓN: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	DIBUJO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA	
Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL			
Ing. _____			



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN

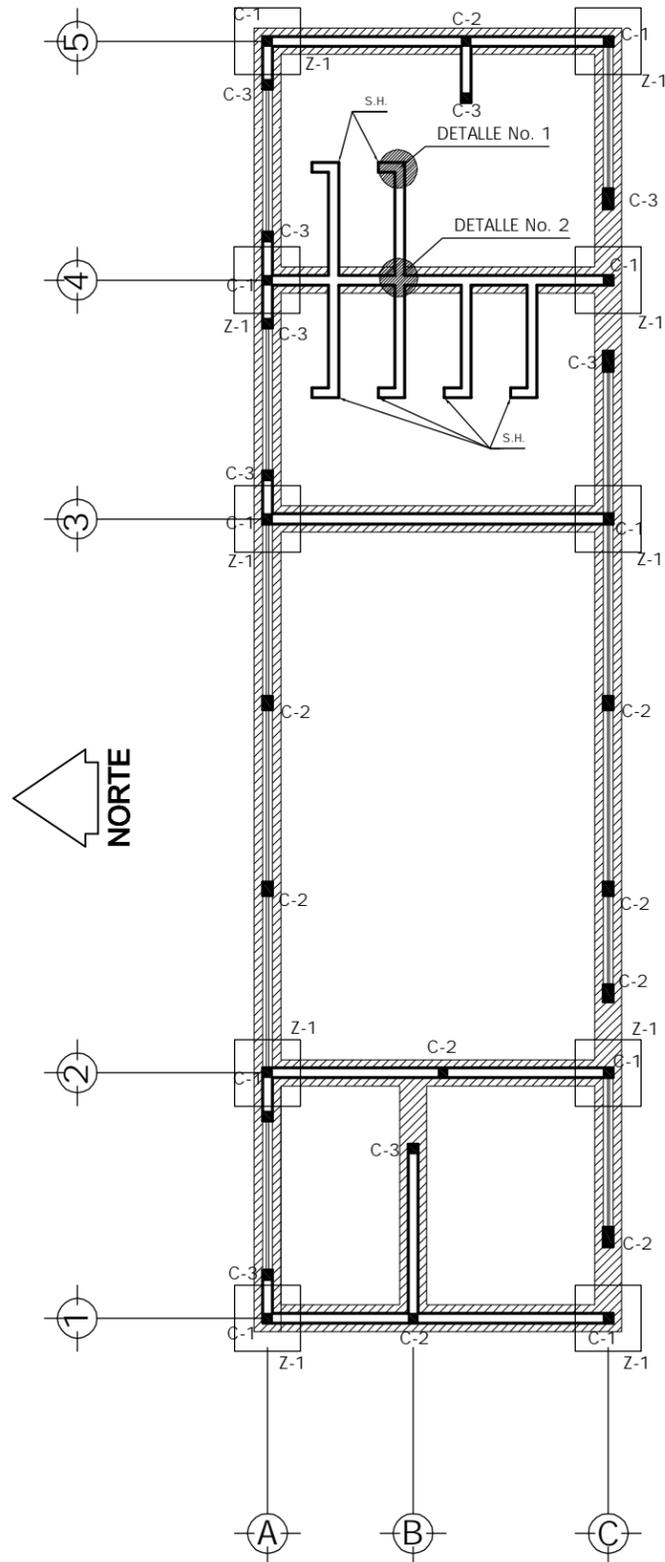
Escala: 1/100



PLANTA DE ACOTADA

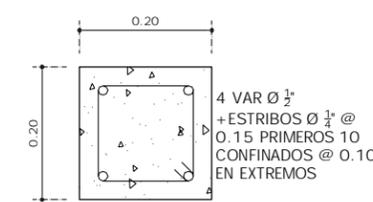
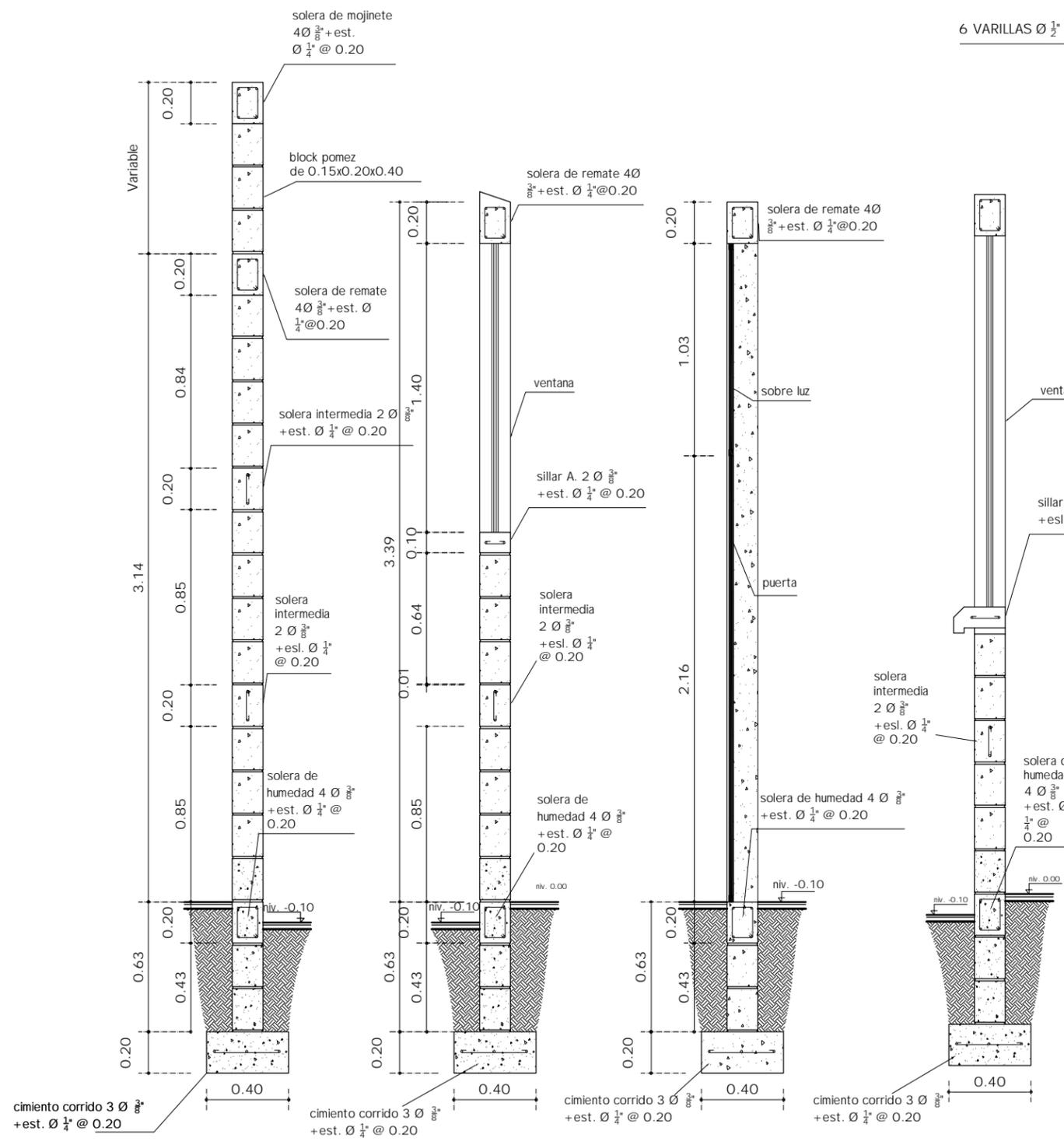
Escala: 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANTA DISTRIBUCIÓN Y ACOTADA	No. 2 9
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA
UBICACIÓN: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL	
	Ing. _____	

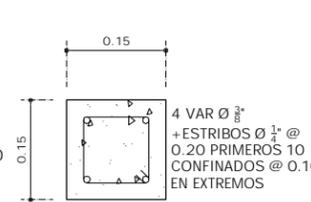


PLANTA DE CIMENTACIÓN

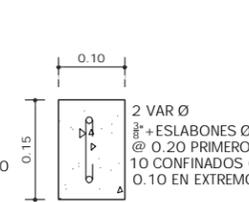
Escala: 1/100



COLUMNA TIPO C-1



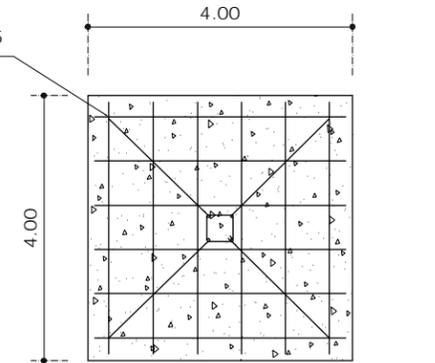
COLUMNA TIPO C-2



COLUMNA TIPO C-3

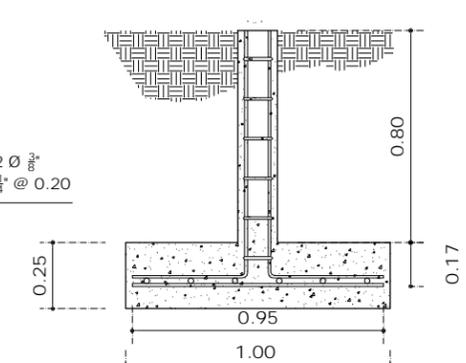
NOTA

- todas las paredes serán de block de pomez de 0.15 x 0.20 x 0.40 con una resistencia a la compresión de 30kg/cm²
- resistencia mínima del concreto 210 kg/cm²
- Fluencia mínima del acero 40 000 psi.



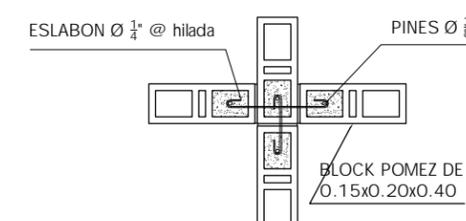
ZAPATA TIPO Z-1

ESCALA 1:25



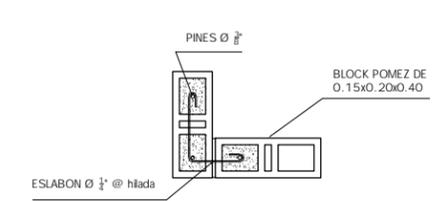
SECCIÓN ZAPATA TIPO Z-1

ESCALA 1:25



DETALLE No. 1

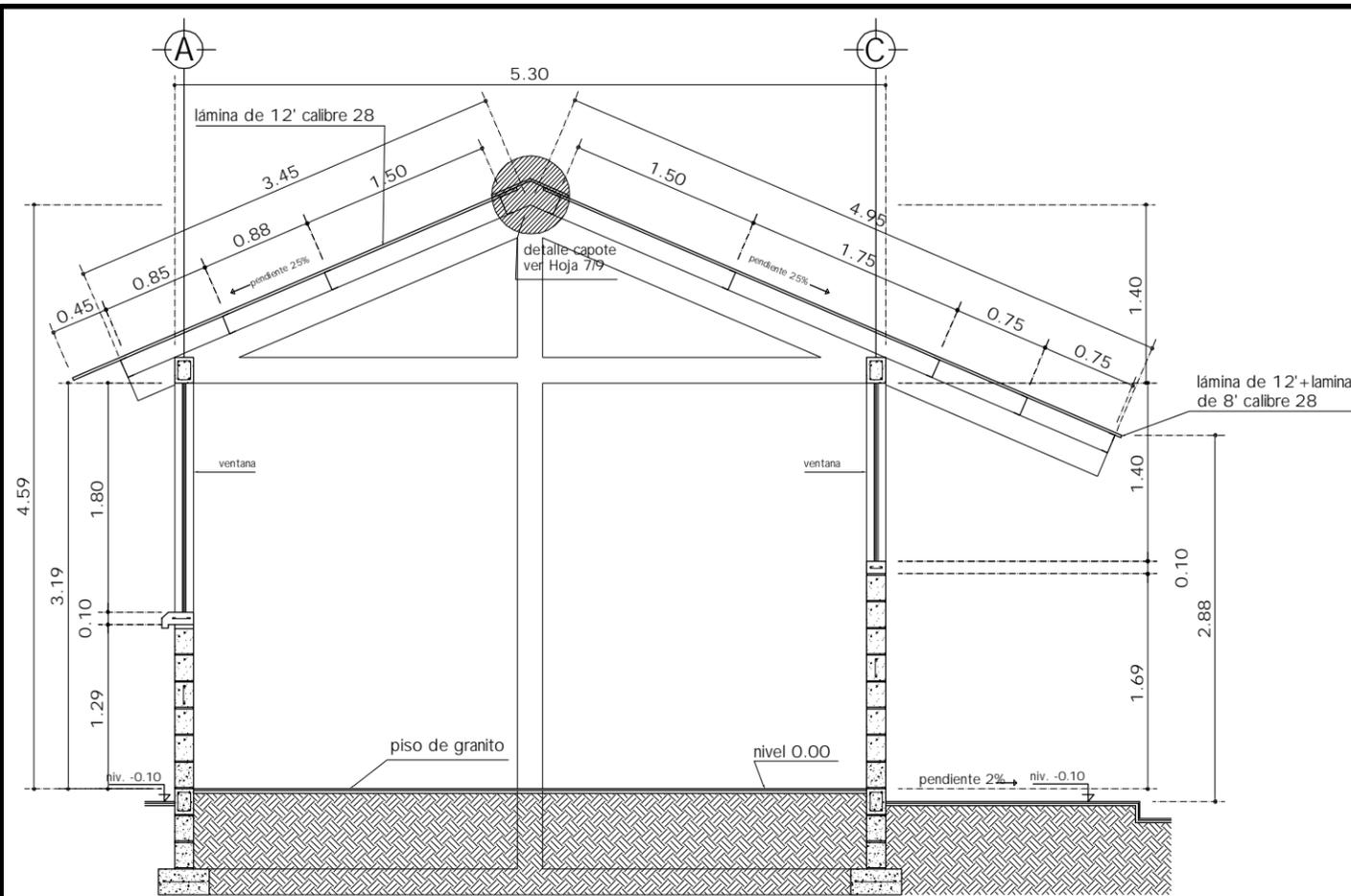
ESCALA 1:25



DETALLE No. 2

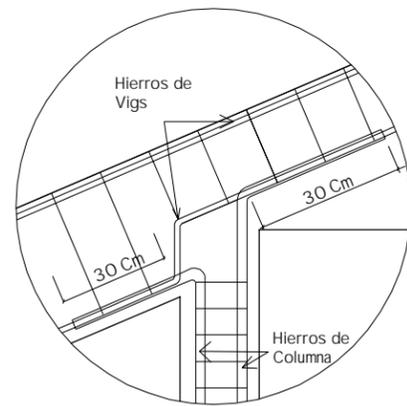
ESCALA 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANTA DE CIMENTACIÓN Y DETALLES	39
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA
UBICACION: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL	Ing.

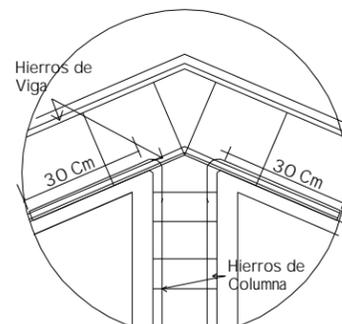


SECCIÓN DE AULA

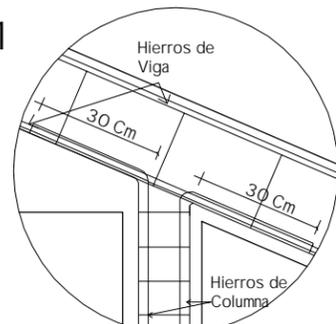
Escala: 1/50



Detalle de armado 1



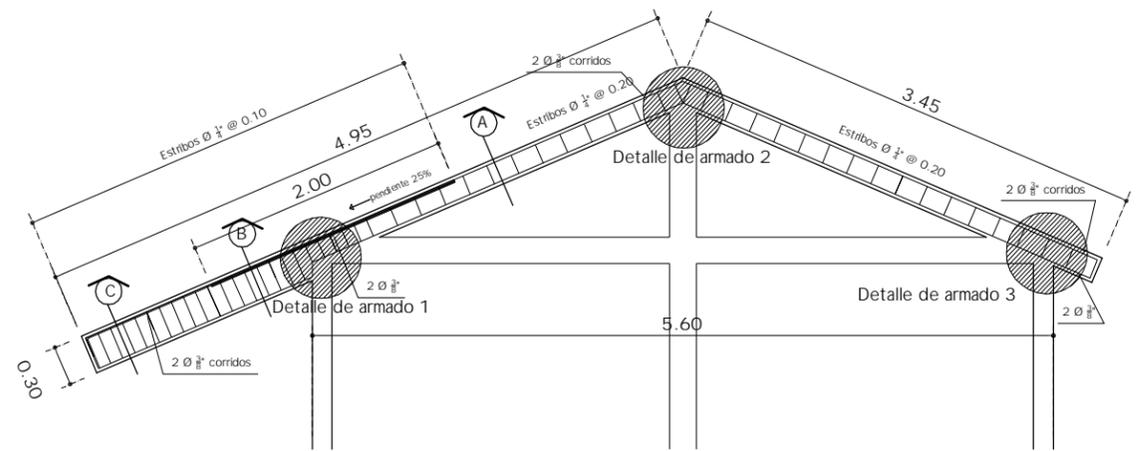
Detalle de armado 2



Detalle de armado 3

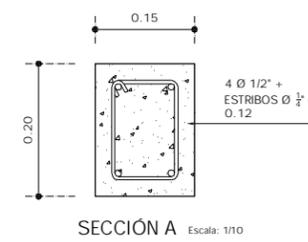
NOTA

- todas las paredes serán de block de pomez de 0.15 x 0.20 x 0.40 con una resistencia a la compresión de 30kg/cm²
- resistencia mínima del concreto 210 kg/cm²
- Fluencia mínima del acero 40 000 psi.

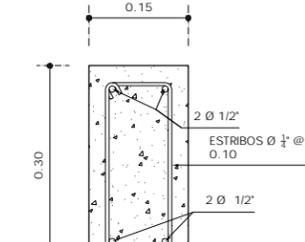


SOLERA DE MOJINETE

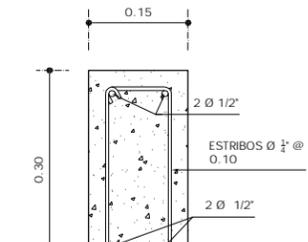
Escala: 1/50



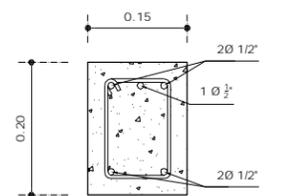
SECCIÓN A Escala: 1/10



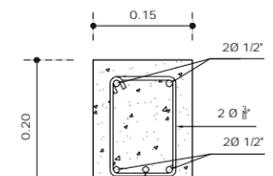
SECCIÓN B Escala: 1/10



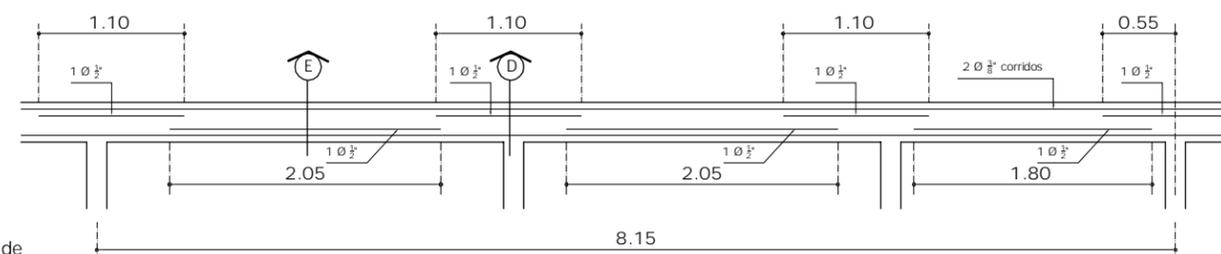
SECCIÓN C Escala: 1/10



SECCIÓN D Escala: 1/10



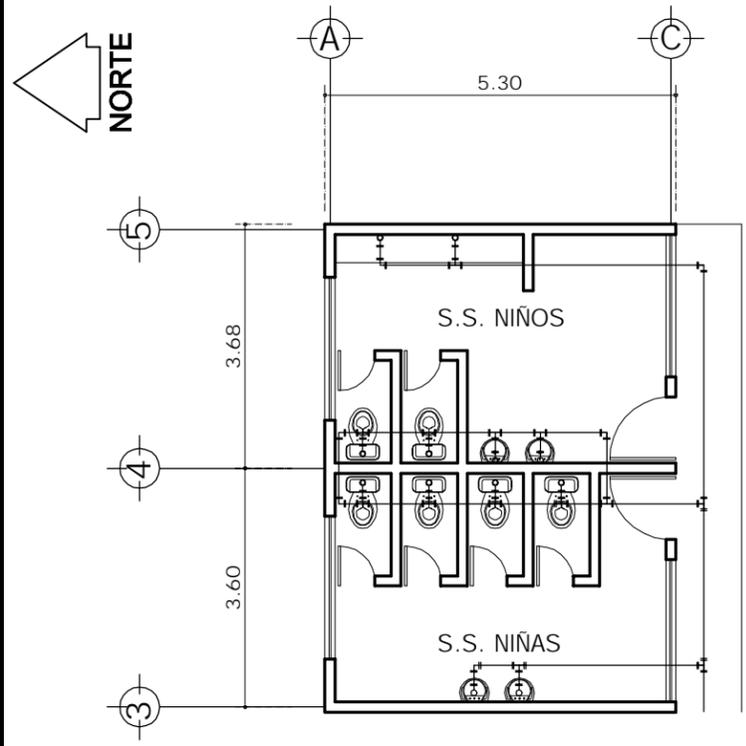
SECCIÓN E Escala: 1/10



VIGA V-1

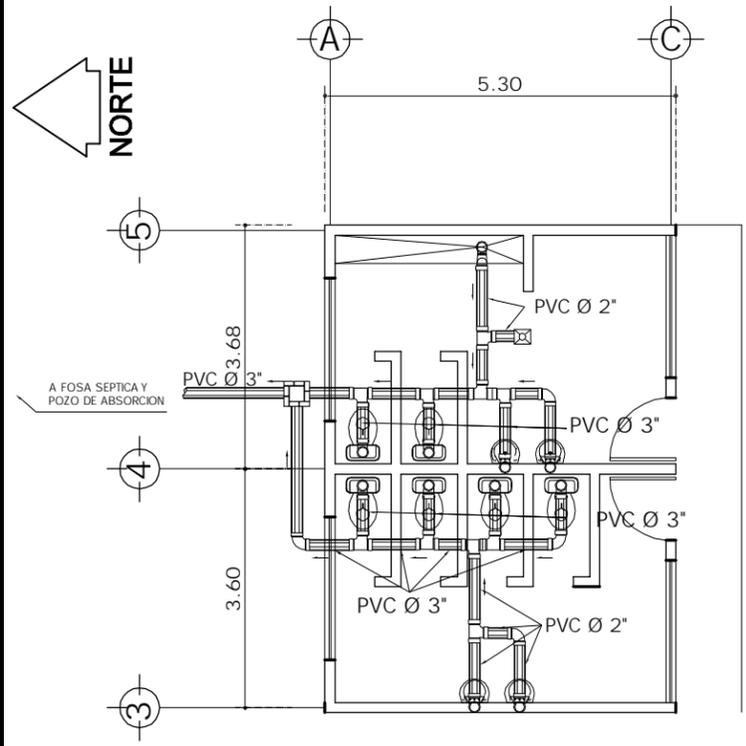
Escala: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	SECCION DE AULA	49
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010
UBICACION: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	DIBUJO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA
Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL		Ing.



PLANTA DE INSTALACIÓN
HIDRAULICA

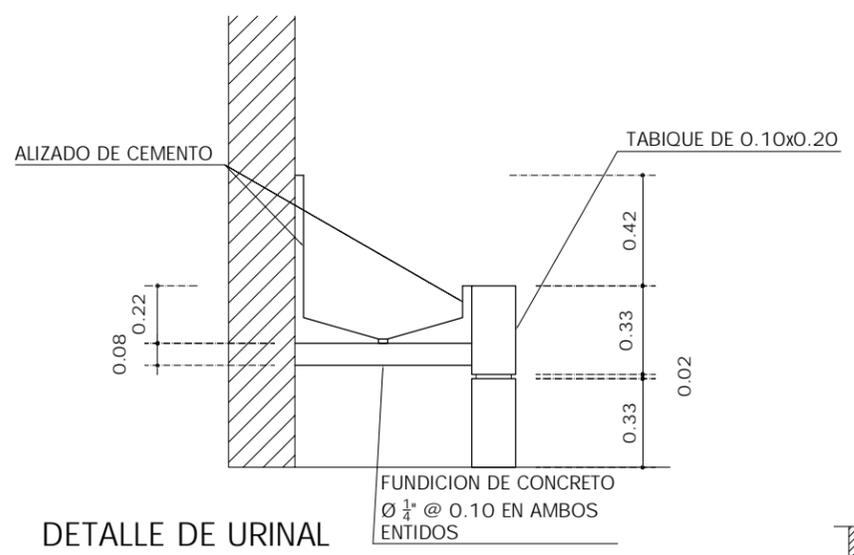
Escala: 1/100



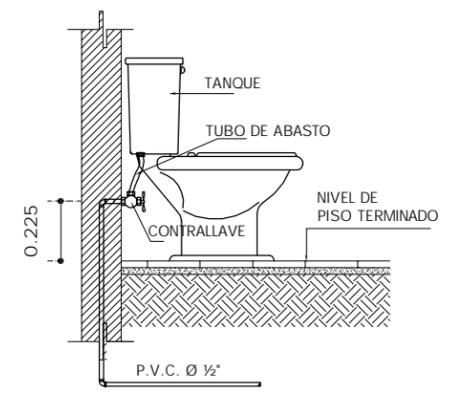
PLANTA DE DRENAJES

*PENDIENTE 1.5%

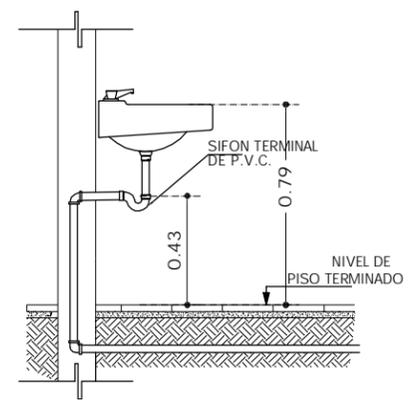
Escala: 1/100



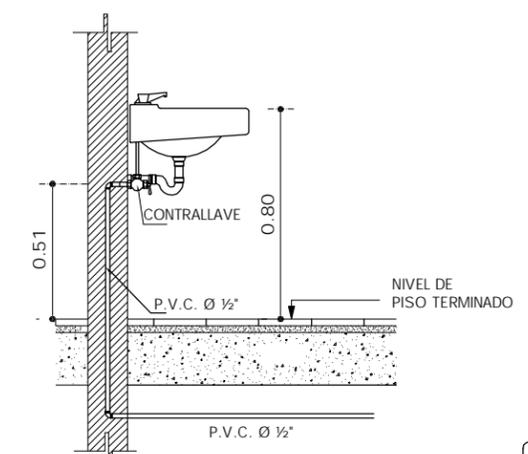
DETALLE DE URINAL



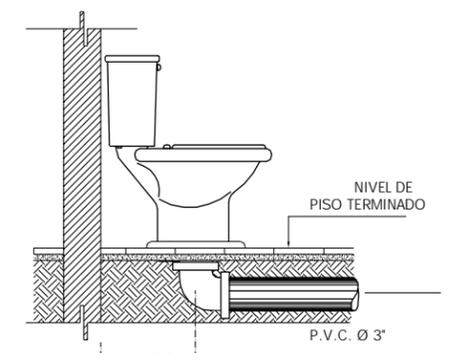
DETALLE DE INODORO



DRENAJE DE LAVAMANOS



DETALLE DE LAVAMANOS

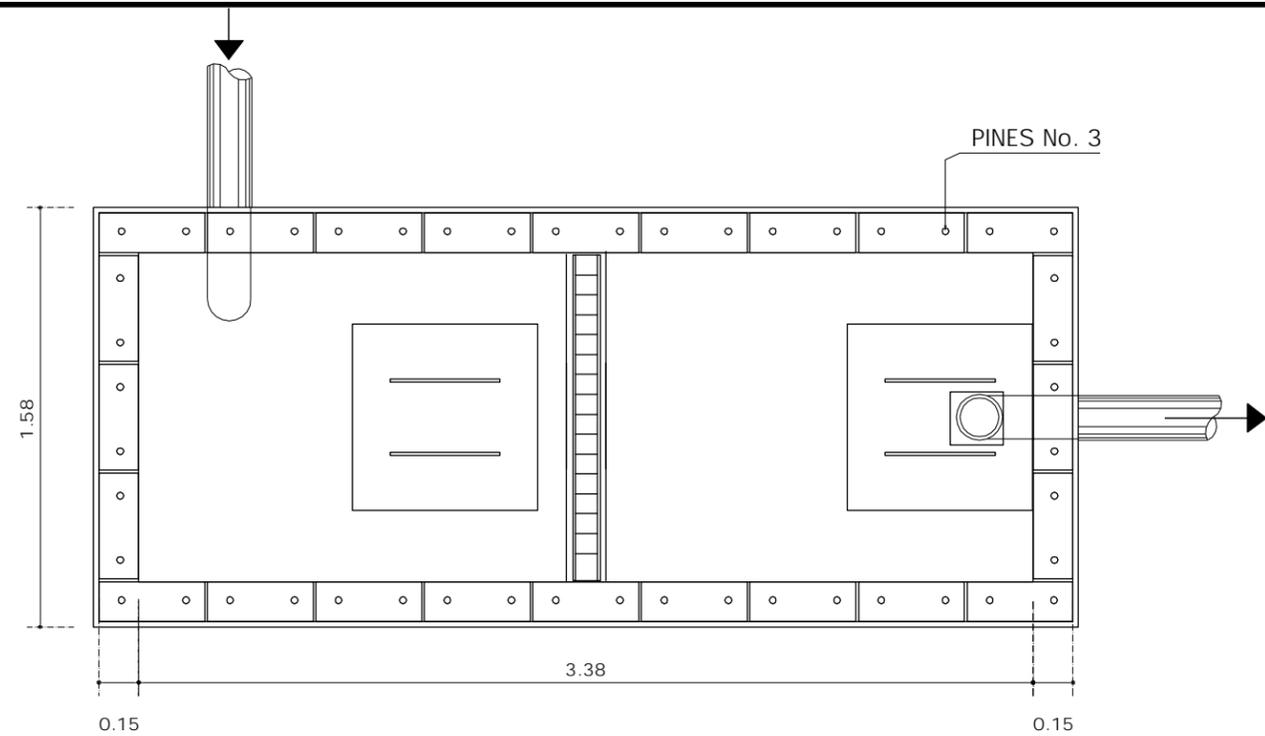


DRENAJE DE INODORO

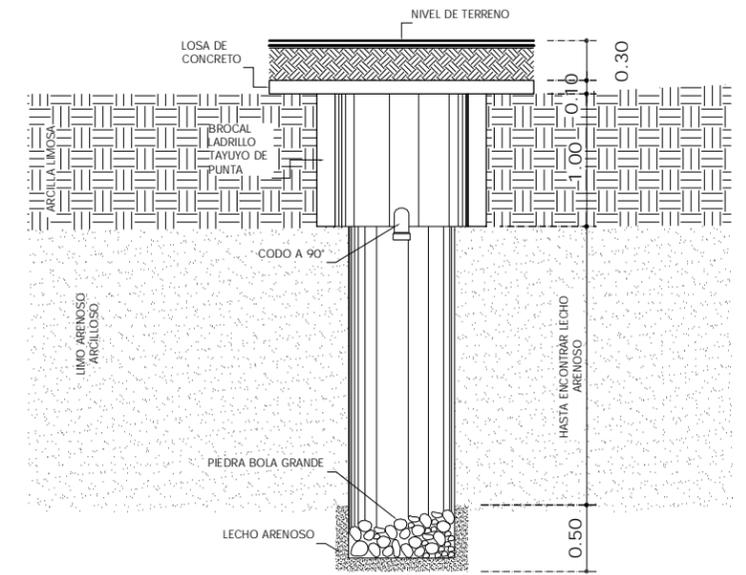
SIMBOLOGÍA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	tuberia pvc Ø 1/2"
	Codo a 90° Vertical
	TEE A 90° HORIZONTAL
	TEE A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	Grifo (chorro)

SIMBOLOGÍA	
	TE PERFIL
	TE PLANTA
	YE
	CODO 90° PERFIL
	CODO 90° ELEVACIÓN
	REPOSADERA
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE
	TUBERÍA PVC
	DIÁMETRO DE TUBERÍA
	SIFON PVC
	SENTIDO DE LA PENDIENTE

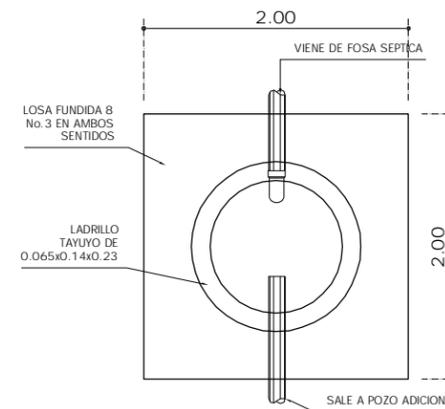
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA Y DRENAJES DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	No. 59
	PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ
UBICACIÓN: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	DIBUJO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA
Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL		Ing.



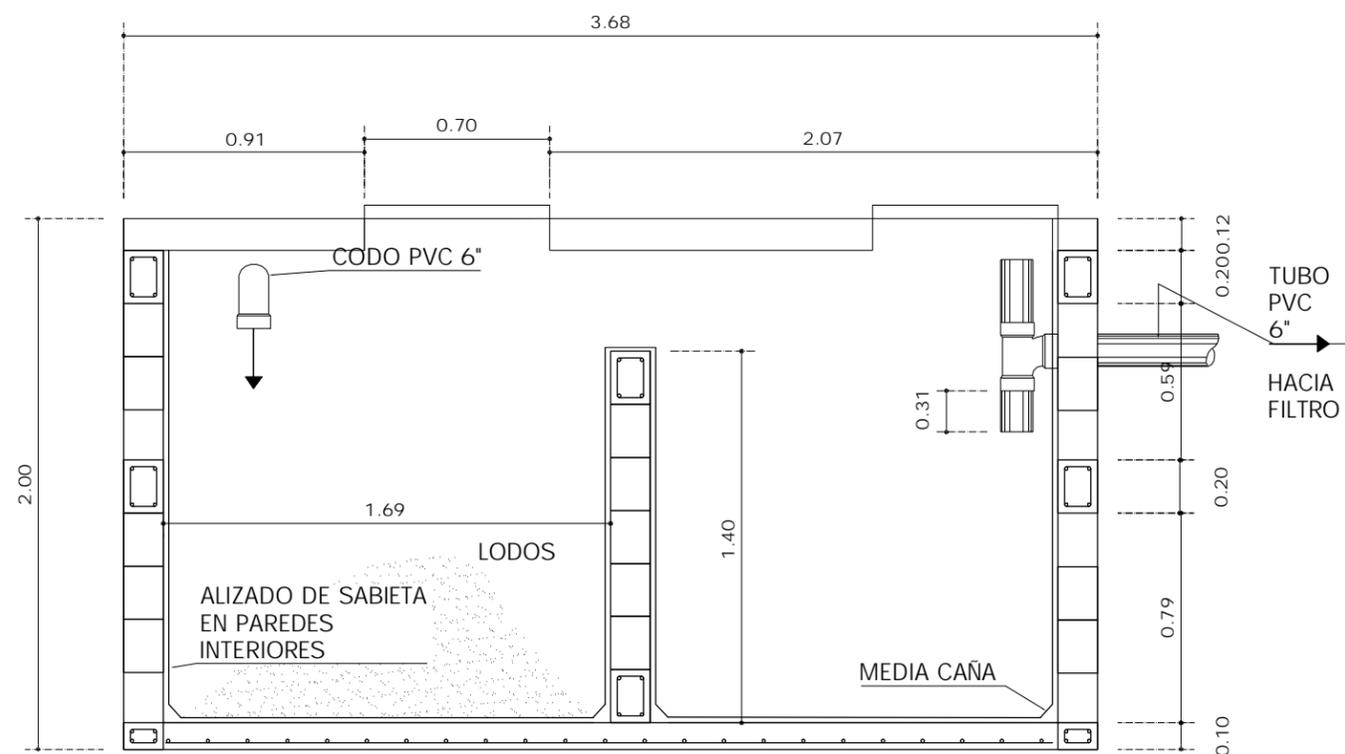
PLANTA DE FOSA SÉPTICA
Escala: 1/25



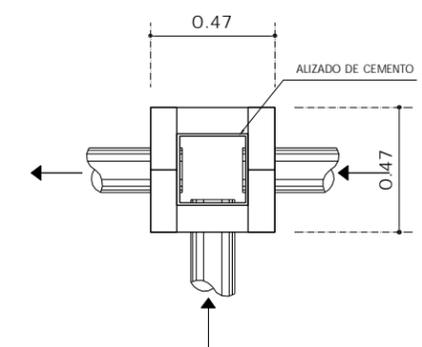
SECCIÓN DE POZO DE ABSORCIÓN
Escala: 1/50



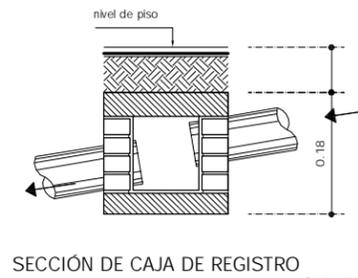
PLANTA DE POZO DE ABSORCIÓN
Escala: 1/50



SECCIÓN DE FOSA SÉPTICA
Escala: 1/25

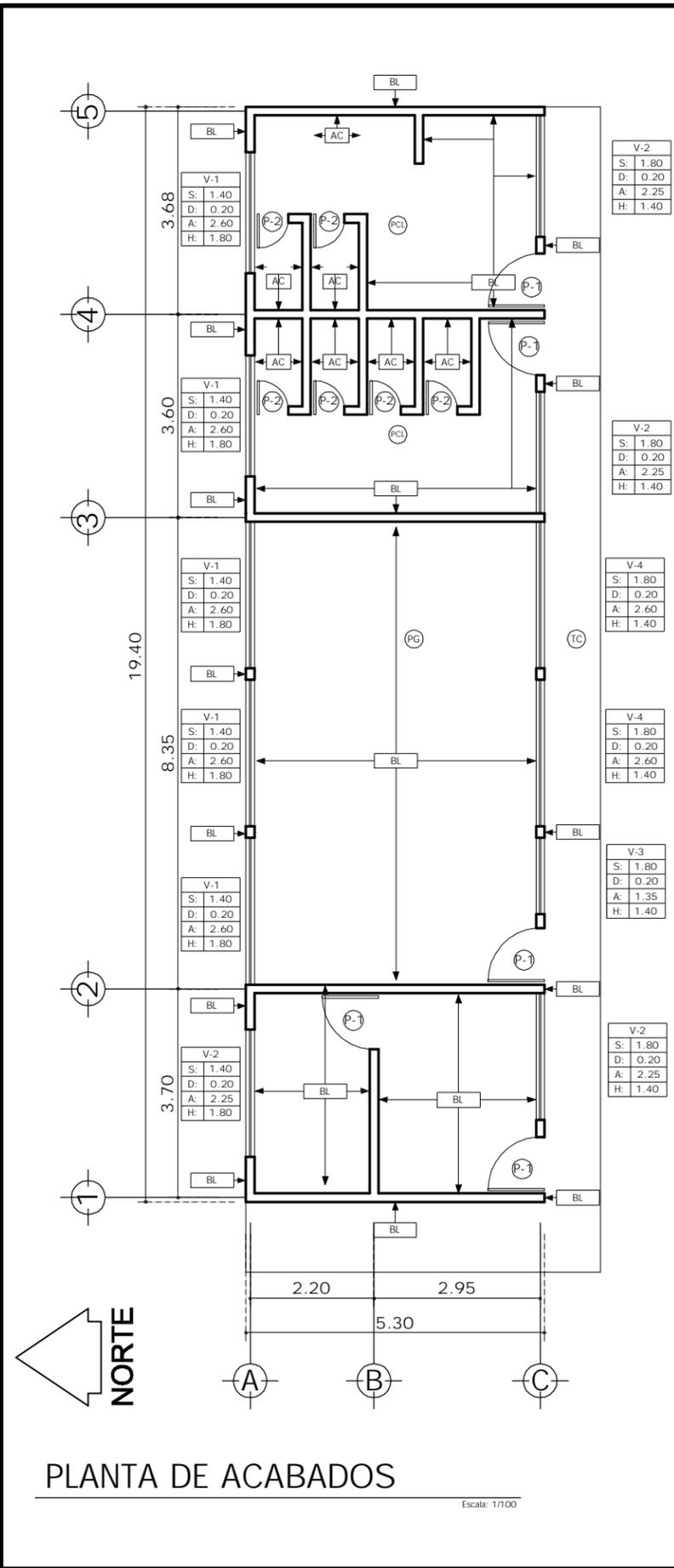


PLANTA CAJA DE REGISTRO
Escala: 1/25



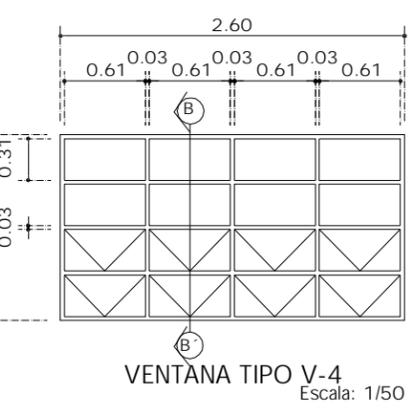
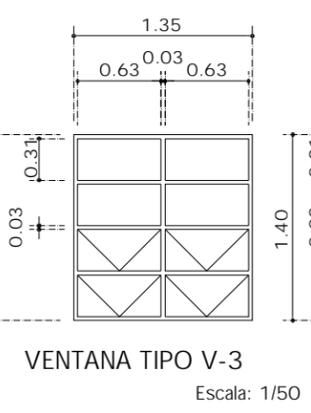
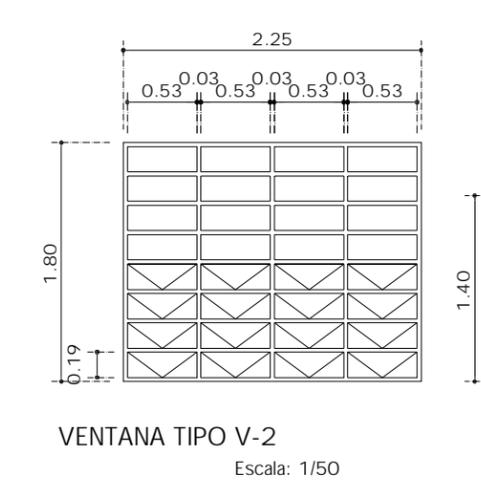
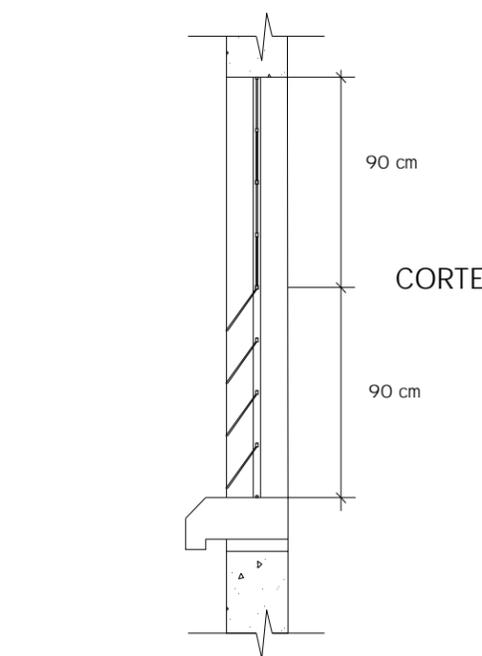
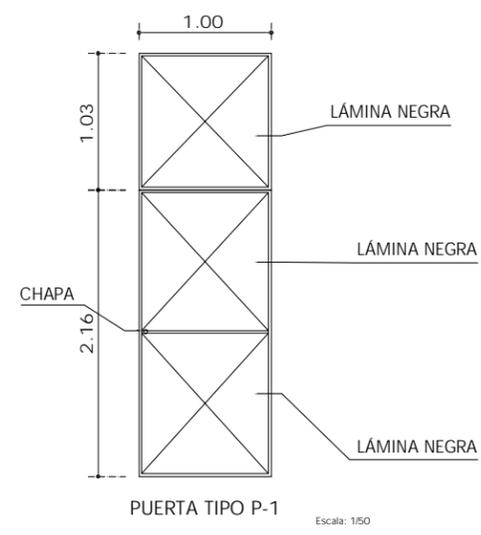
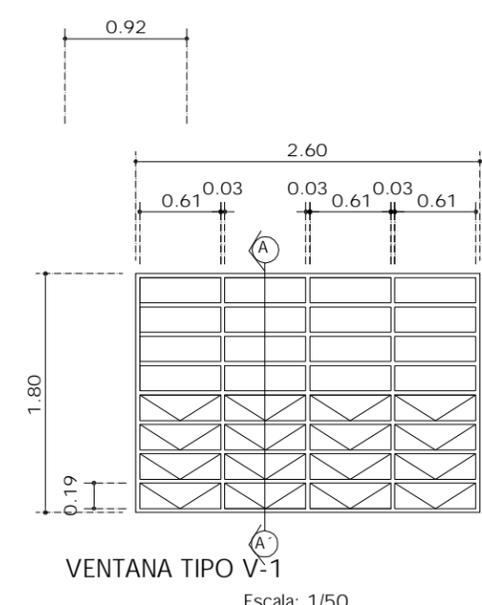
SECCIÓN DE CAJA DE REGISTRO
Escala: 1/25

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	FOSA SÉPTICA	69
	PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ DIBUJO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010 ESCALA: INDICADA
UBICACIÓN: CHICAMÁN, EL QUICHÉ		Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL Ing.	



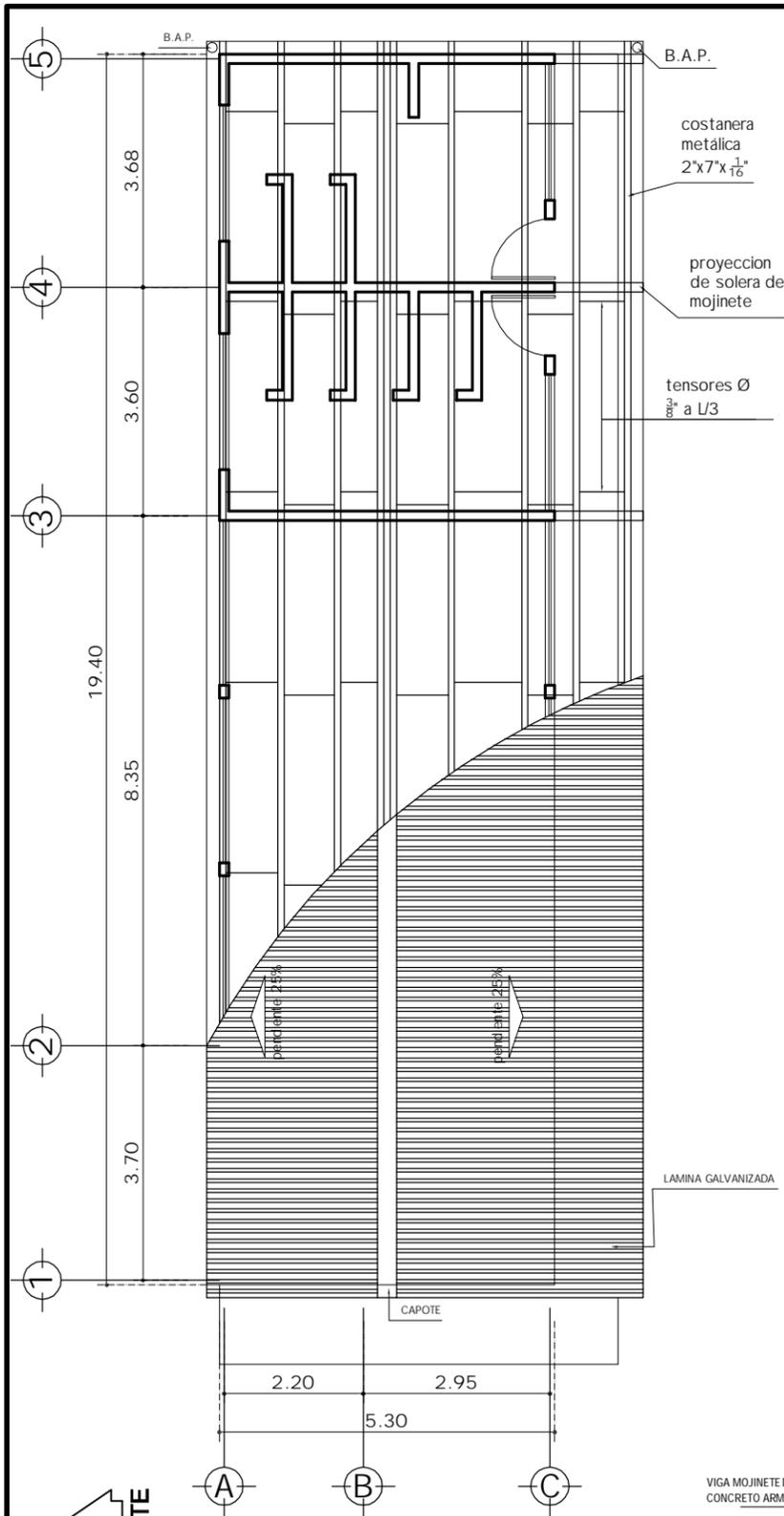
NOMENCLATURA DE ACABADOS

V-1	VENTANA TIPO
S:	SILLAR
D:	DINTEL
A:	ANCHO
H:	ALTO
BL	BLOCK LIMPIO
AC	ALIZADO DE CEMENTO A 1.2m RESTO BLOCK LIMPIO
PG	PISO DE GRANITO
TC	TORTA DE CONCRETO
TL	PISO DE CEMENTO LIQUIDO



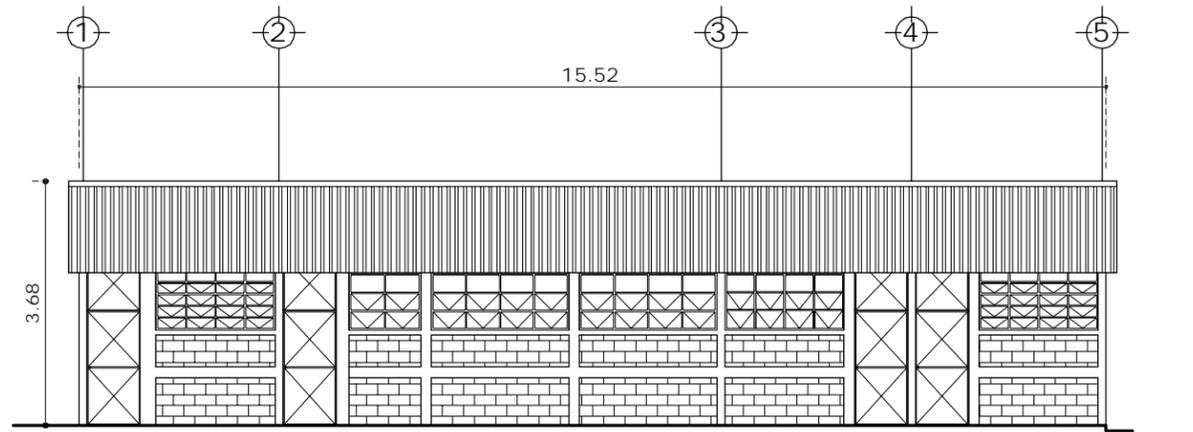
NOTA:
Las ventanas se abrirán en un 50% de su alto

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANTA DE ACABADOS	79
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA
UBICACIÓN: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL	Ing.

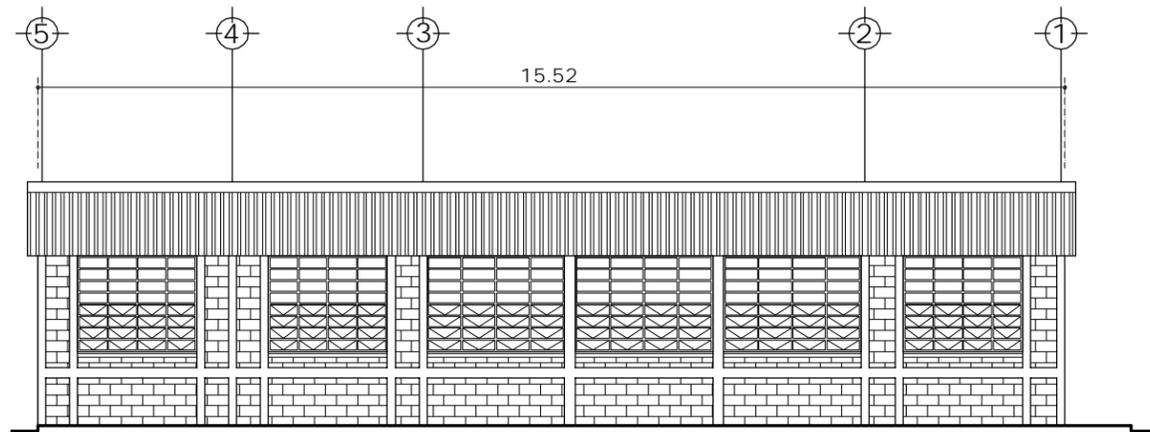


PLANTA DE TECHOS

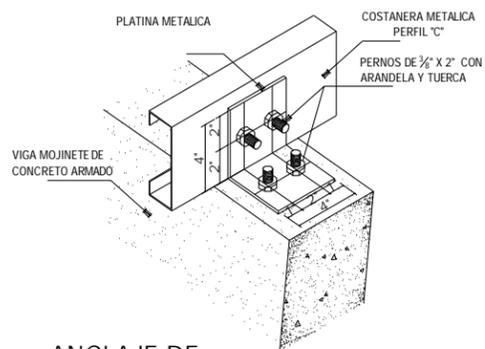
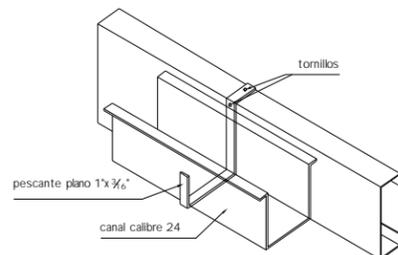
Escala: 1/100



ELEVACION FRONTAL
Escala: 1/125

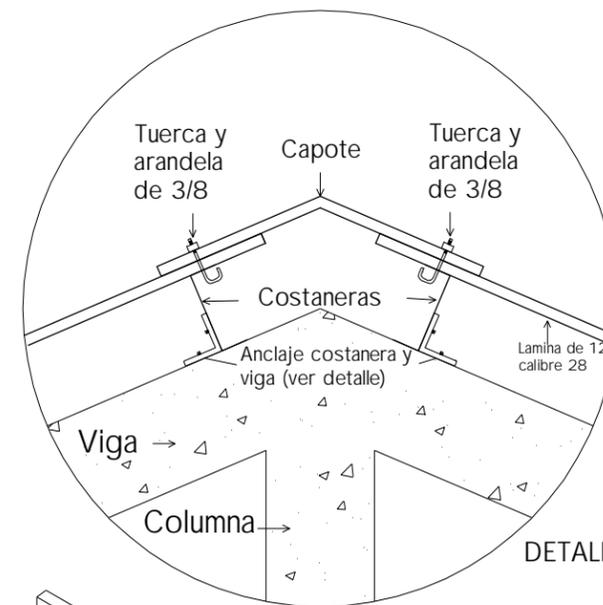


ELEVACION POSTERIOR
Escala: 1/125

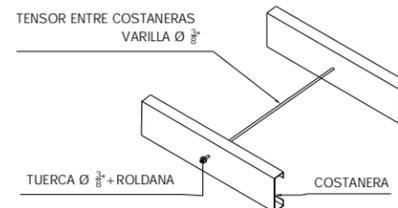


ANCLAJE DE COSTANERA A MOJINETE

Escala: 1/50



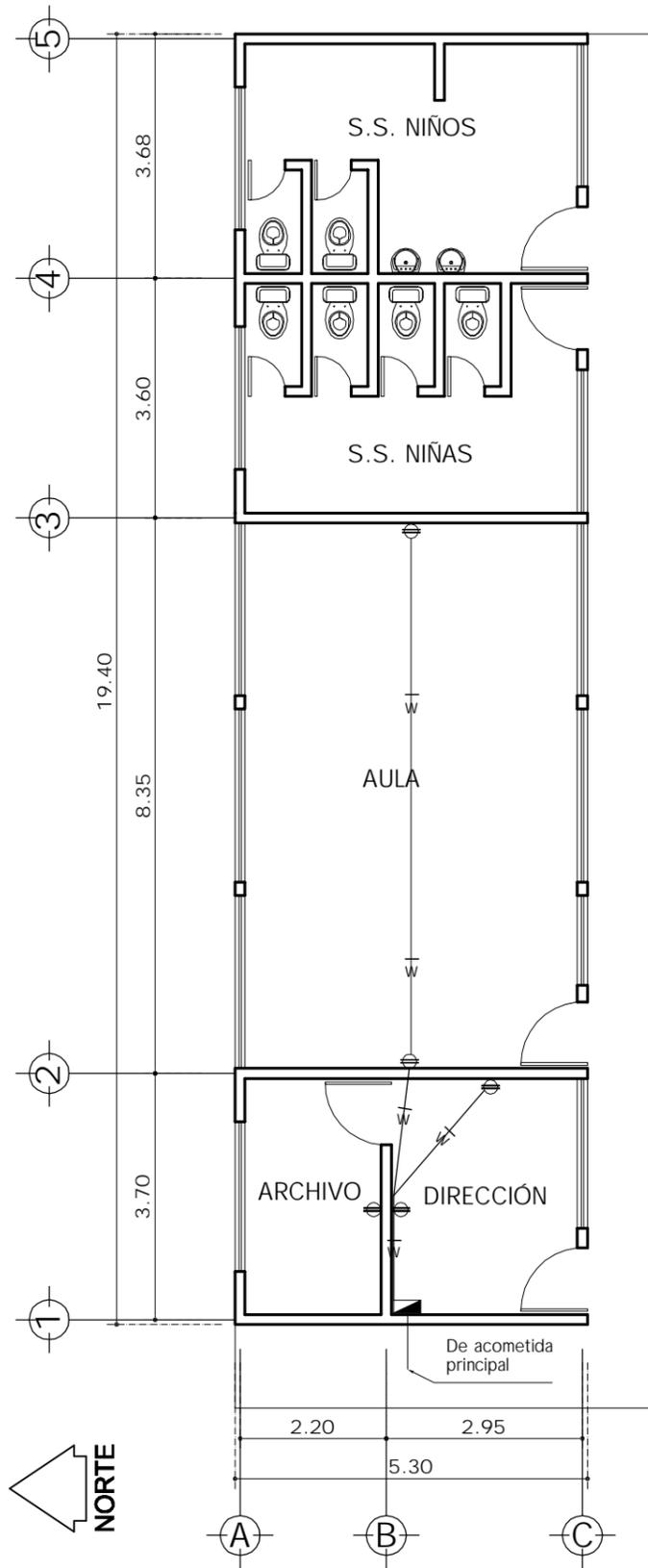
DETALLE DE CAPOTE



DETALLE DE TENSOR

Escala: 1/50

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL UBICACIÓN: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	PLANTA DE TECHOS	89
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010
	CÁLCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA
	DIBUJO: JUAN RENATO AX RUIZ	Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL

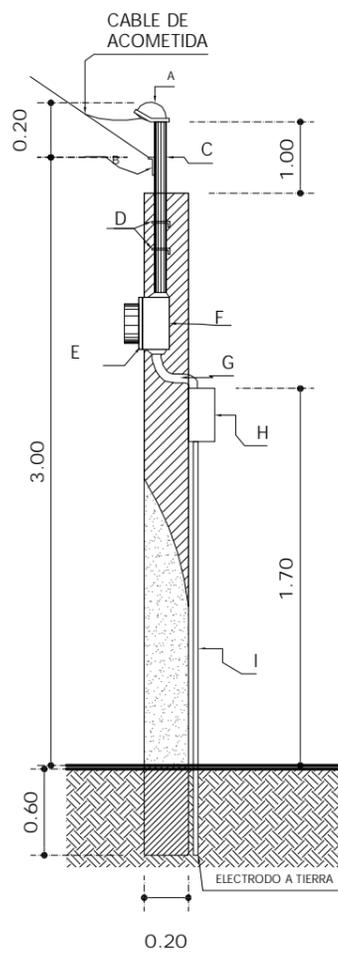


PLANTA DE INSTALACIÓN
ELECTRICA DE FUERZA

Escala: 1/100

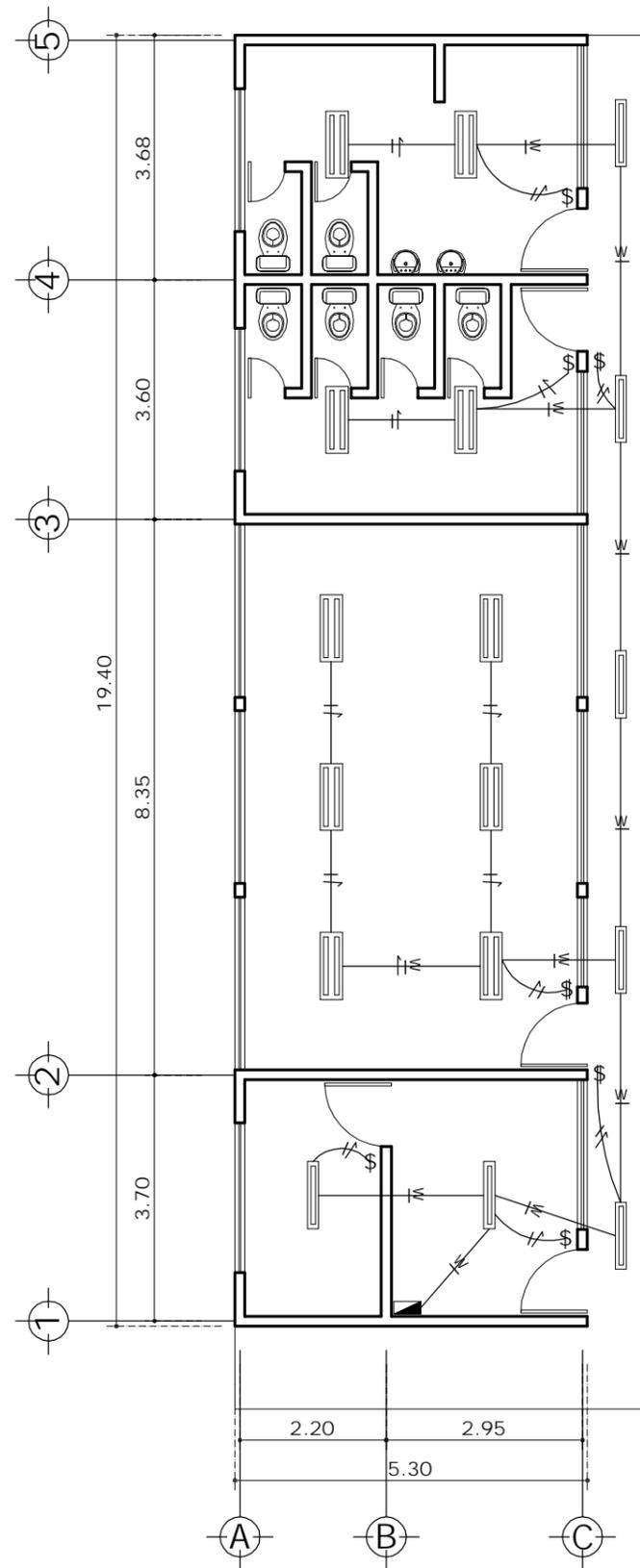
ACOMETIDA DE SERVICIO ELECTRICO

A	ACCESORIO DE ENTRADA
B	GANCHO GALVANIZADO
C	CONDUIT
D	ALCAYATAS O ABRAZADERAS GALVANIZADAS
E	ANILLO DE SUJECION DE CONTADOR SALIDA DE LA SUPERFICIE
F	CAJA TIPO SOCKET
G	CONDUIT O POLIDUCTO A INTERRUPTOR GENERAL
H	TABLERO DE INTERRUPTORES
I	CONDUCTOR DE CONERXION A TIERRA EN CONDUIT DE 3/4"



NOMENCLATURA DE ELECTRICIDAD

	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	TUBERÍA EN CIELO
	TUBERÍA EN PISO
	CONDUCTOR NEUTRO CAL. 12
	CONDUCTOR POSITIVO CAL. 12
	TOMACORRIENTE 220V. EN PARED h.40 CMS
	TOMACORRIENTE 110V. EN PARED h.40 CMS

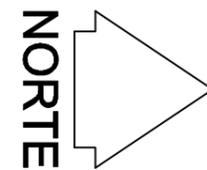


PLANTA DE INSTALACIÓN
ELECTRICA DE ILUMINACIÓN

Escala: 1/100

NOMENCLATURA DE ELECTRICIDAD

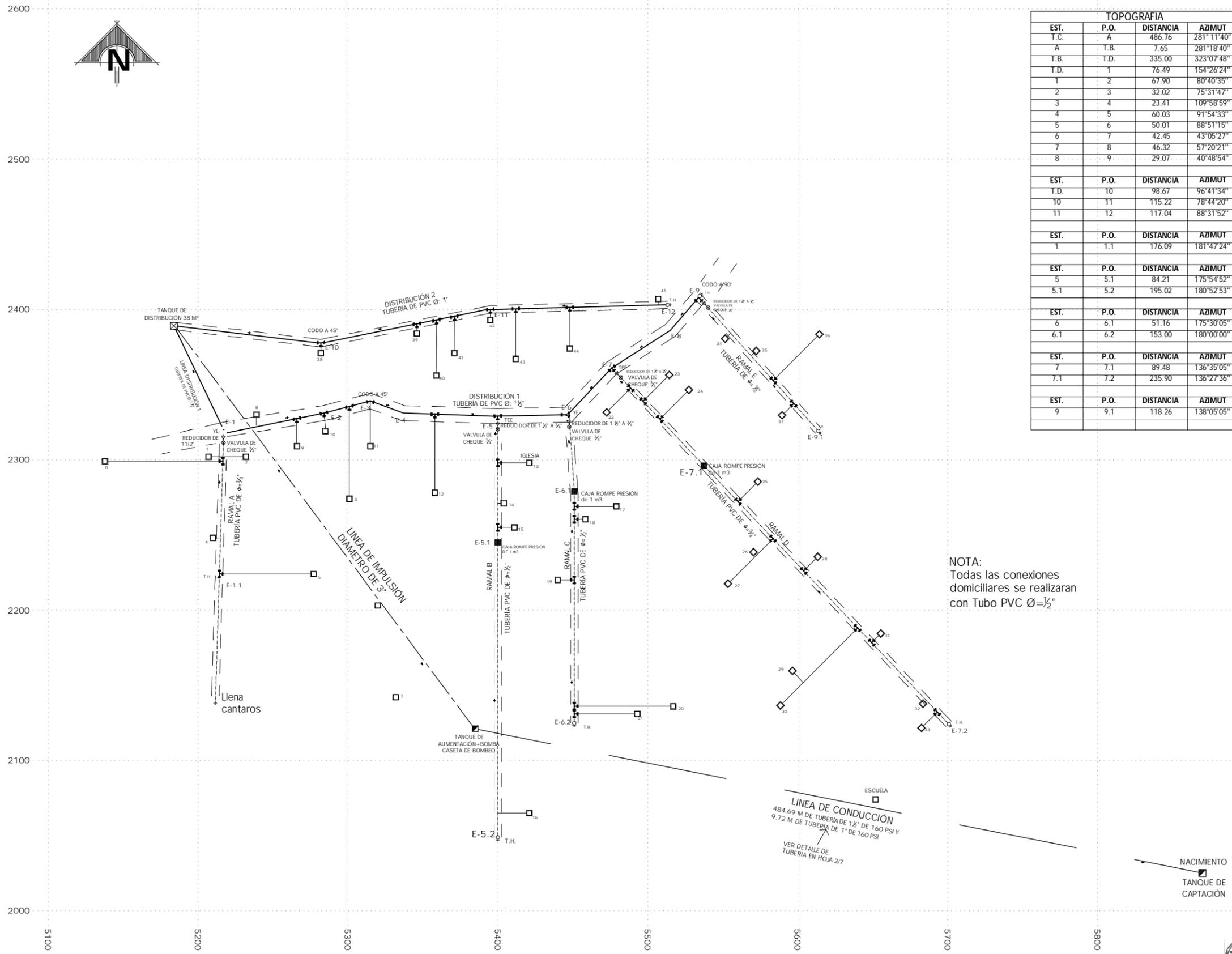
	CONTADOR
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	LÁMPARA FLUORESCENTE DE 2 TUBOS 40 WATTS
	LÁMPARA FLUORESCENTE DE 1 TUBO 40 WATTS
	TUBERÍA EN CIELO
	CONDUCTOR NEUTRO CAL. 12
	CONDUCTOR POSITIVO CAL. 12
	RETORNO CAL. 14
	INTERRUPTOR SIMPLE h. 1.50 MTS.
	INTERRUPTOR DOBLE h. 1.50 MTS
	PUENTEADO



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANTA DE INSTALACION ELECTRICA DE FUERZA E ILUMINACION	No. 9	9
	DISEÑO: JUAN RENATO AX RUIZ	FECHA: ENERO DE 2010	
PROYECTO: ESCUELA PRIMARIA PINAL PAJUIL	CALCULO: JUAN RENATO AX RUIZ	ESCALA: INDICADA	
	DIBUJO: JUAN RENATO AX RUIZ		
UBICACION: CHICAMÁN, EL QUICHÉ	Vo. Bo. EPS INGENIERIA CIVIL		

APENDICE B

PLANO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE



TOPOGRAFIA			
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
T.C.	A	486.76	281°11'40"
A	T.B.	7.65	281°18'40"
T.B.	T.D.	335.00	323°07'48"
T.D.	1	76.49	154°26'24"
1	2	67.90	80°40'35"
2	3	32.02	75°31'47"
3	4	23.41	109°58'59"
4	5	60.03	91°54'33"
5	6	50.01	88°51'15"
6	7	42.45	43°05'27"
7	8	46.32	57°20'21"
8	9	29.07	40°48'54"
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
T.D.	10	98.67	96°41'34"
10	11	115.22	78°44'20"
11	12	117.04	88°31'52"
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
1	1.1	176.09	181°47'24"
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
5	5.1	84.21	175°54'52"
5.1	5.2	195.02	180°52'53"
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
6	6.1	51.16	175°30'05"
6.1	6.2	153.00	180°00'00"
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
7	7.1	89.48	136°35'05"
7.1	7.2	235.90	136°27'36"
EST.	P.O.	DISTANCIA	AZIMUT
9	9.1	118.26	138°05'05"

NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE ALIMENTACION + BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"

NOTA:
Todas las conexiones
domiciliares se realizaran
con Tubo PVC Ø=1/2"

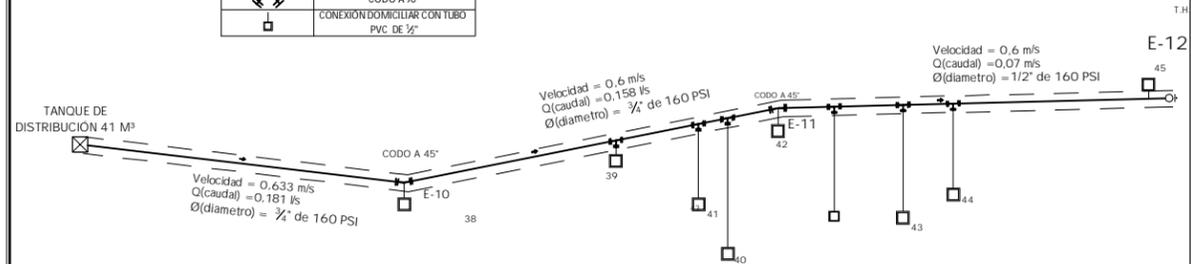
PLANTA GENERAL

ESCALA: 1/1250

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANO DE:	PLANTA GENERAL	1	7
	PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO		FECHA: 18/07/2010
UBICACION:	ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICHAM, EL QUICHE	DESIGNADO:	JUAN RENATO AV RUIZ	ESCALA: INDICADA
		VER DETALLE DE TUBERIA EN HOJA 2/7		



NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALIMENTACION+BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"



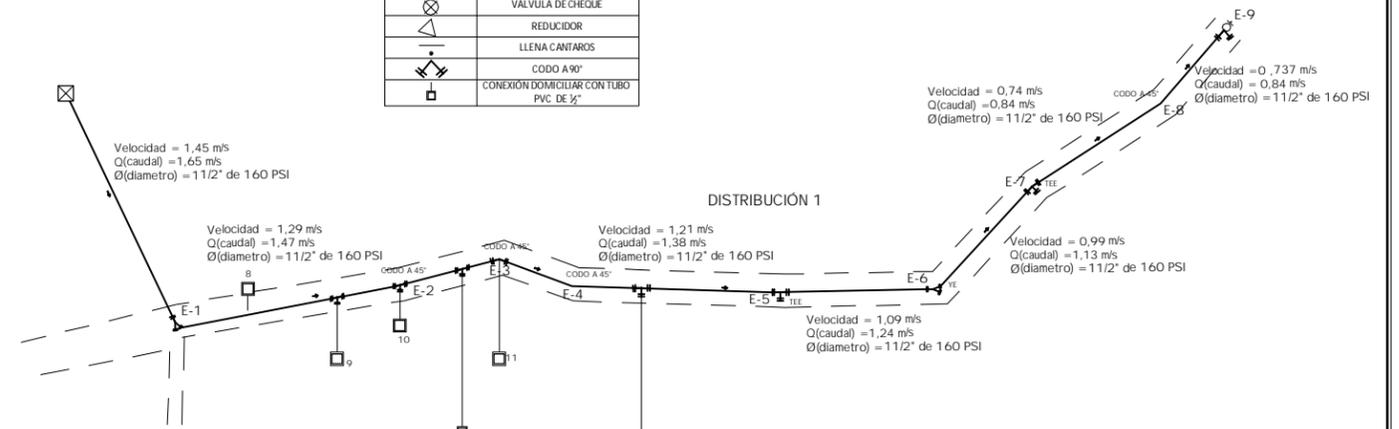
DISTRIBUCIÓN No.2

PLANTA

ESCALA: 1/1000



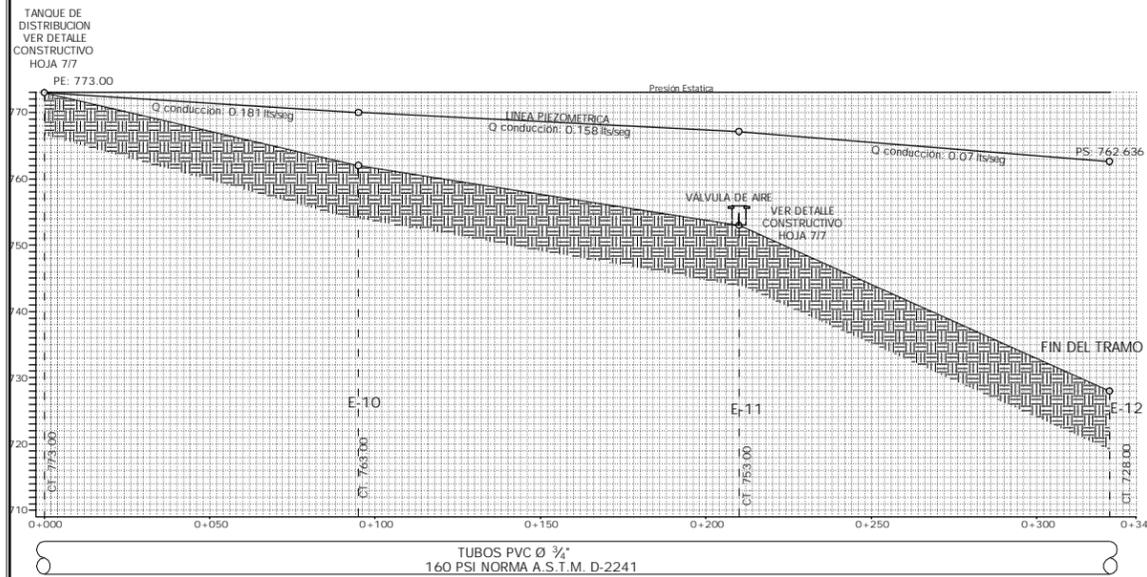
NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALIMENTACION+BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"



DISTRIBUCIÓN No.1

PLANTA

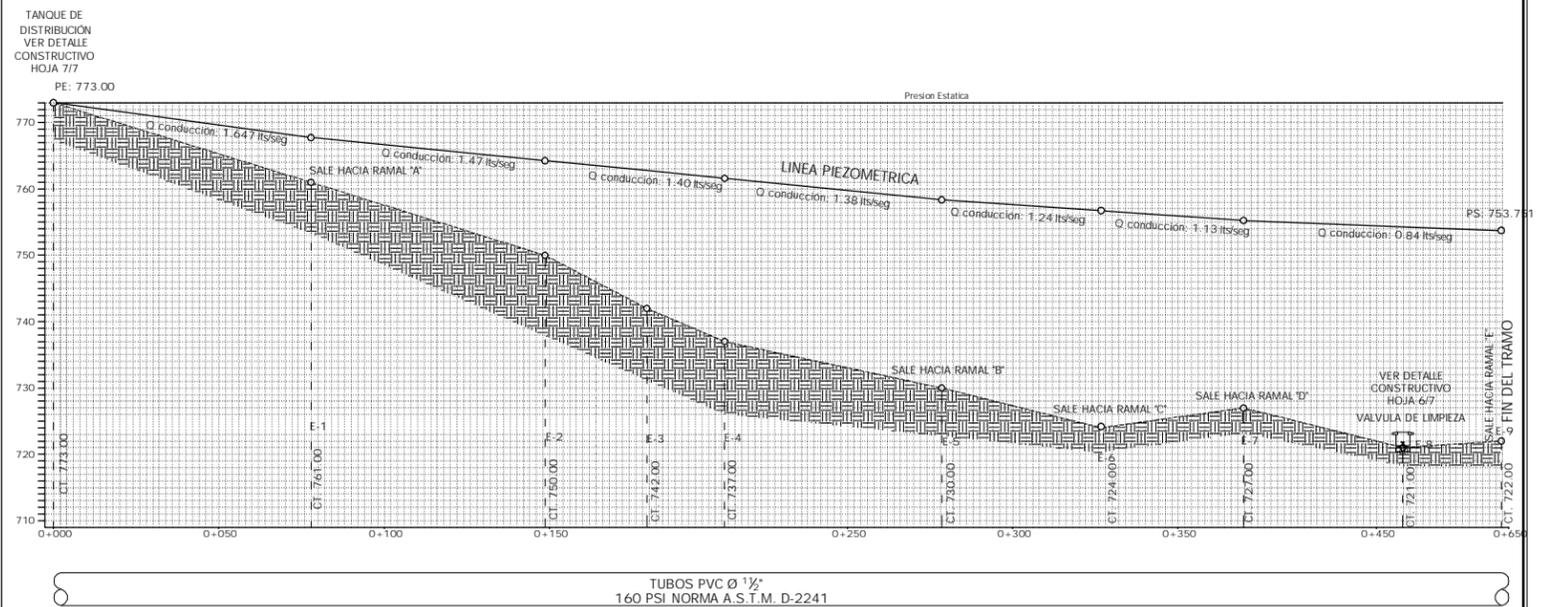
ESCALA: 1/1000



DISTRIBUCIÓN No.2

PERFIL

ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/500



DISTRIBUCIÓN No.1

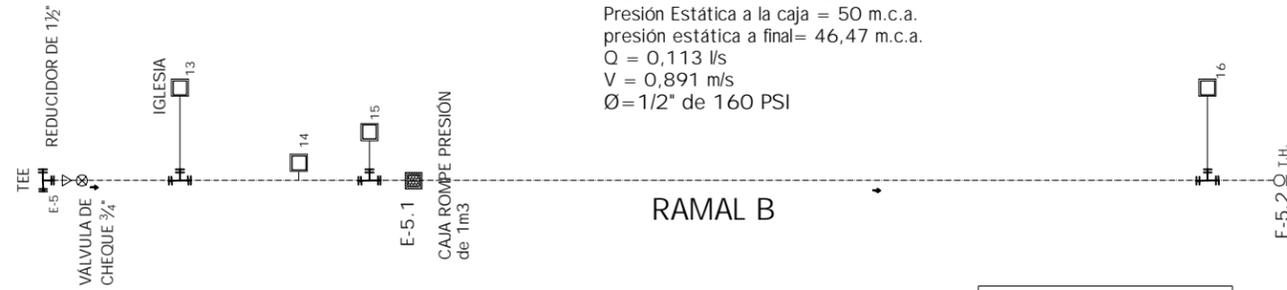
PERFIL

ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000
VERTICAL: 1/500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE: PLANTA GENERAL	37
	FACULTAD DE INGENIERIA	DISEÑO: JUAN RENATO AV RUIZ	
PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBO	CALCULO: JUAN RENATO AV RUIZ	FECHA: Septiembre 2010	
UBICACION: ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	Vo. Bo. EPS DE INGENIERIA CIVIL	ESCALA: INDICADA	



RESUMEN:
RAMAL "B"
 Longitud de estación a caja rompe presión = 84,2 m
 Longitud de caja de presión a final de tramo = 195,02 m
 Presión dinámica a la caja = 41,9 m.c.a.
 Presión dinámica a final = 29 m.c.a.
 Presión Estática a la caja = 50 m.c.a.
 presión estática a final = 46,47 m.c.a.
 Q = 0,113 l/s
 V = 0,891 m/s
 Ø = 1/2" de 160 PSI

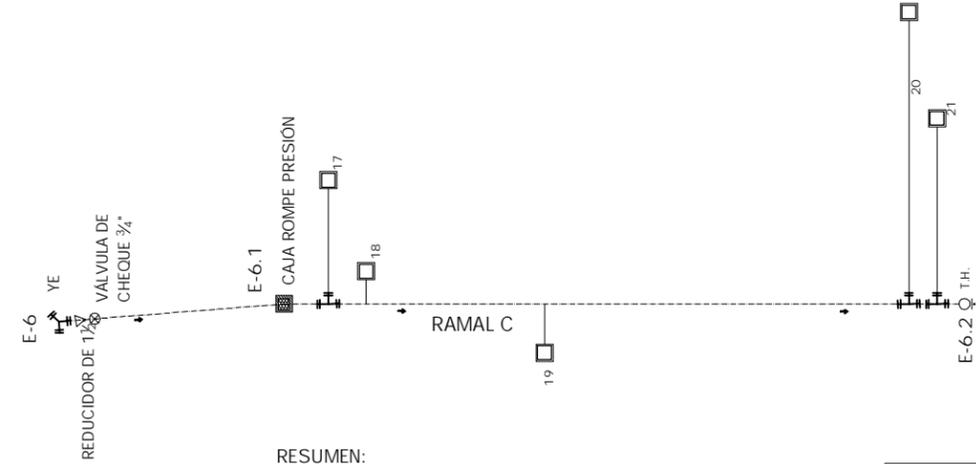


NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALIMENTACION+ BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"

RAMAL "B"

PLANTA

ESCALA: 1/750



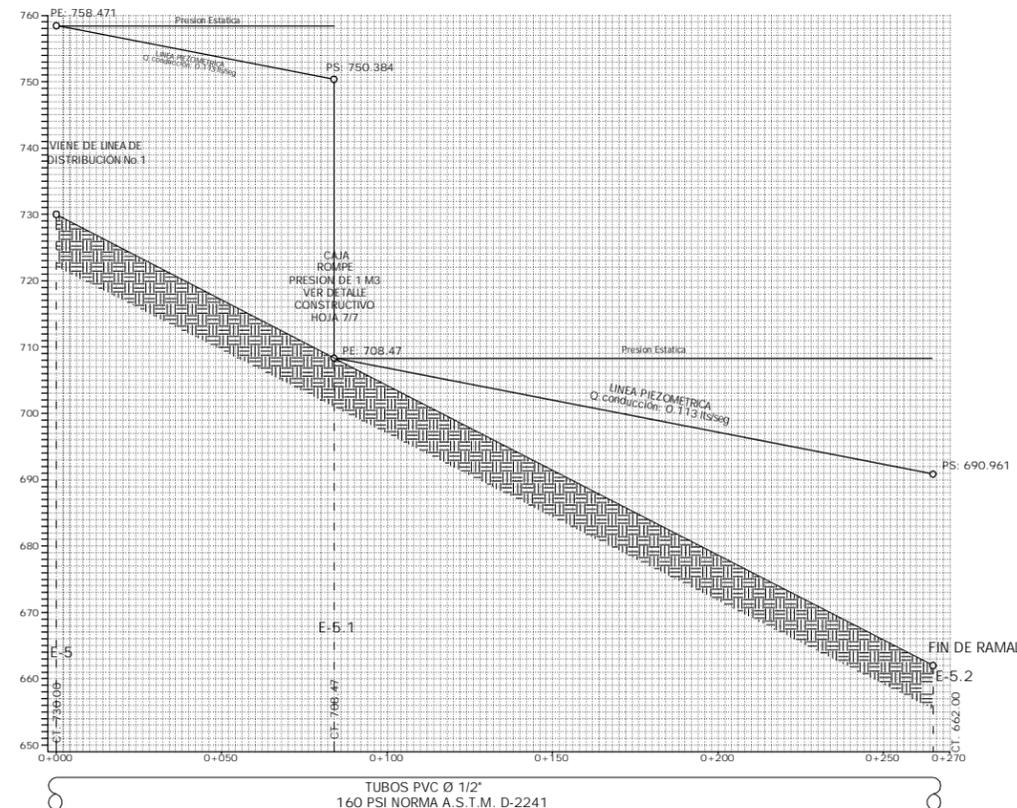
RESUMEN:
RAMAL "C"
 Longitud de estación a caja rompe presión = 51,2 m
 Longitud de caja de presión a final de tramo = 153 m
 Presión dinámica a la caja = 40,1 m.c.a.
 Presión dinámica a final = 23,7 m.c.a.
 Presión Estática a la caja = 45 m.c.a.
 presión estática a final = 38,6 m.c.a.
 Q = 0,113 l/s
 V = 0,891 m/s
 Ø = 1/2" de 160 PSI

NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALIMENTACION+ BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"

RAMAL "C"

PLANTA

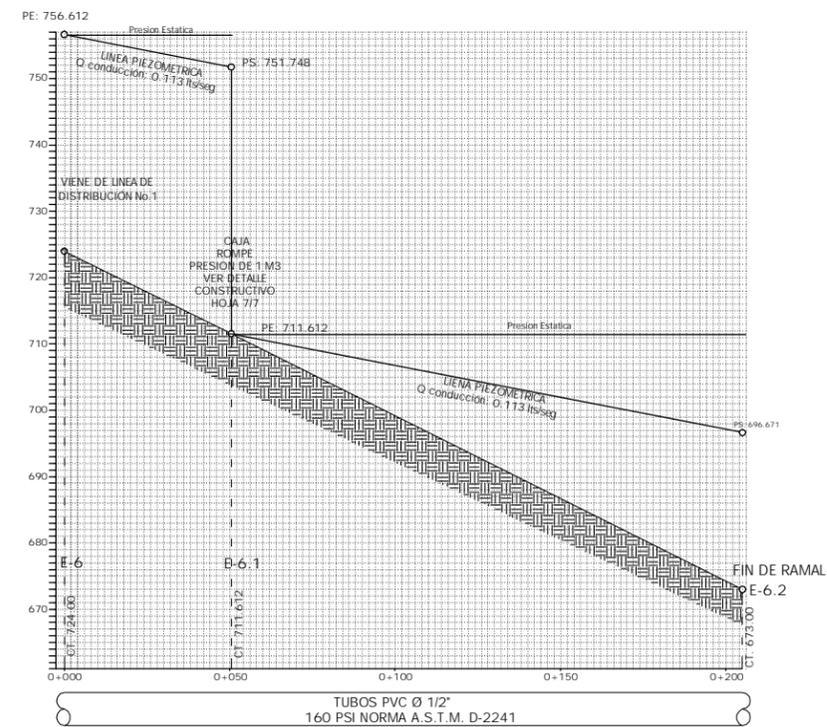
ESCALA: 1/750



RAMAL B

PERFIL

ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000
 VERTICAL: 1/500

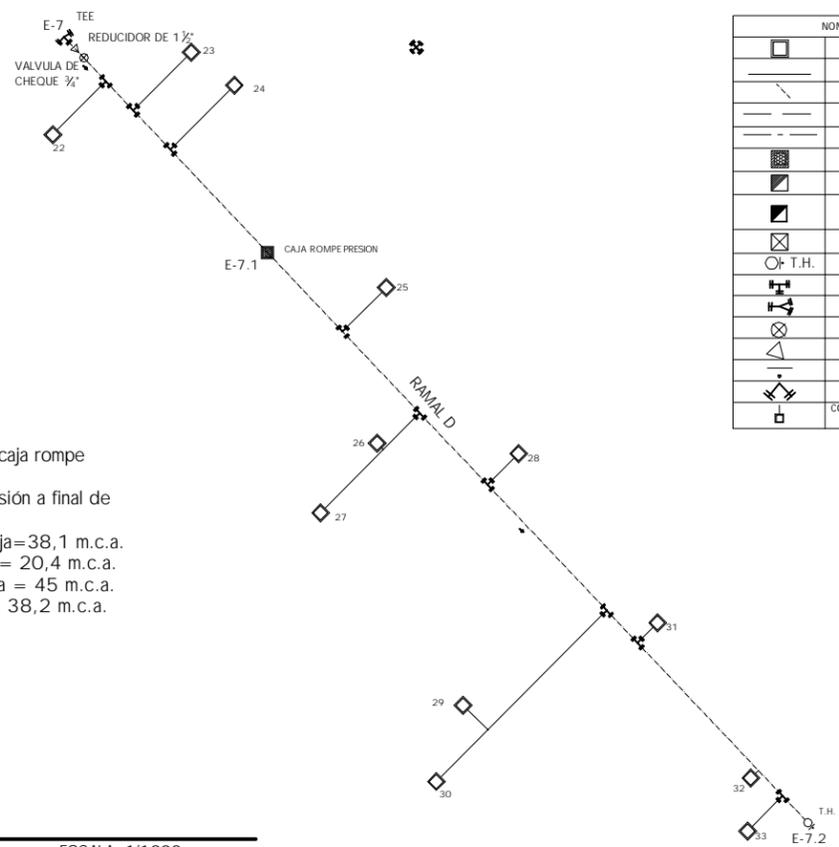


RAMAL "C"

PERFIL

ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000
 VERTICAL: 1/500

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANO DE: PLANTA GENERAL	47
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBEO DISEÑO: JUAN RENATO AV RUIZ DIBUJO: JUAN RENATO AV RUIZ UBICACION: ALDEA SAMUTZ SACRAMAN, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	CALCULO: JUAN RENATO AV RUIZ FECHA: 18/07/2010 ESCALA: INDICADA Vg. Bg.: EPS DE INGENIERIA CIVIL	

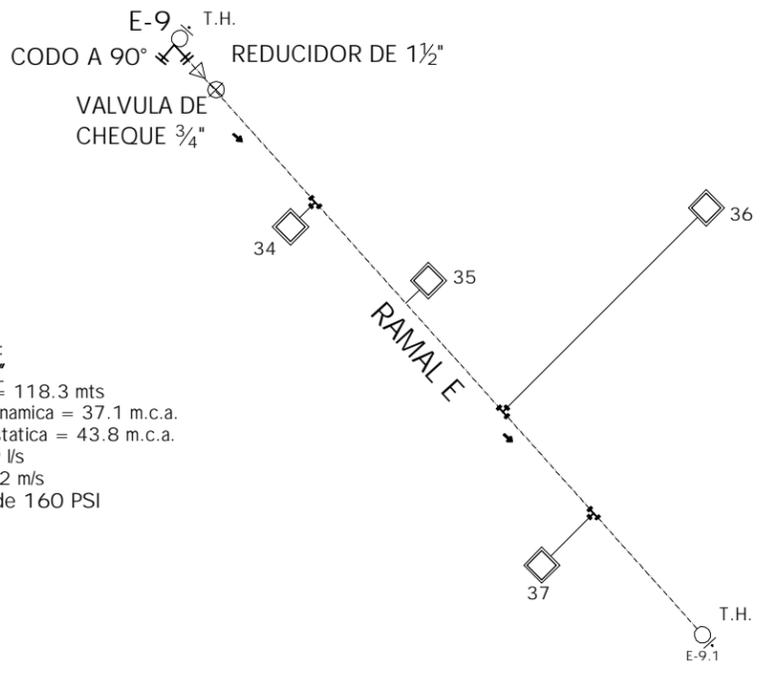


NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALIMENTACION-BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"

RESUMEN:
RAMAL "D"
 Longitud de estacion a caja rompe presion = 89.5 m
 Longitud de caja de presion a final de tramo = 235.9 m
 Presion dinamica a la caja = 38.1 m.c.a.
 Presion dinamica a final = 20.4 m.c.a.
 Presion Estatica a la caja = 45 m.c.a.
 presion estatica a final = 38.2 m.c.a.
 Q = 0.293 l/s
 V = 1.029 m/s
 Ø = 3/4" de 160 PSI

RAMAL "D"

PLANTA ESCALA: 1/1000

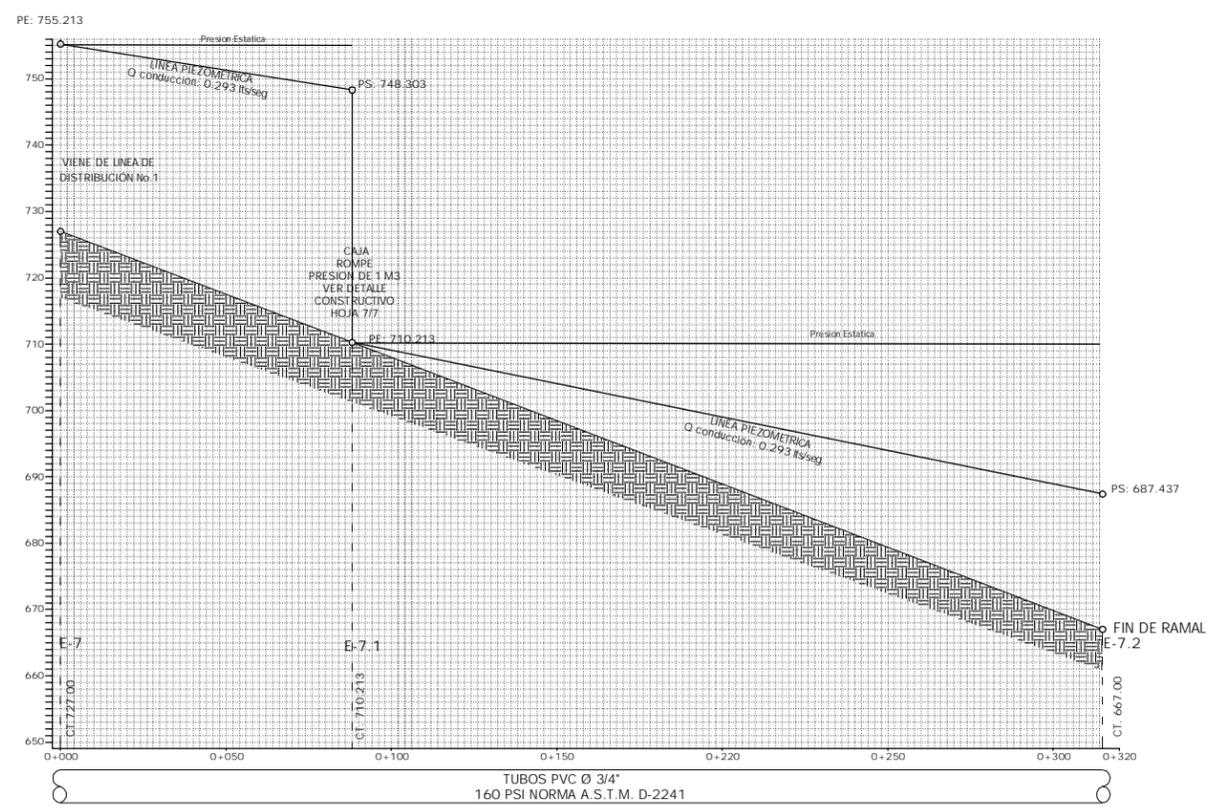


RESUMEN:
RAMAL "E"
 Longitud = 118.3 mts
 Presion dinamica = 37.1 m.c.a.
 Presion Estatica = 43.8 m.c.a.
 Q = 0.09 l/s
 V = 0.712 m/s
 Ø = 1/2" de 160 PSI

RAMAL "E"

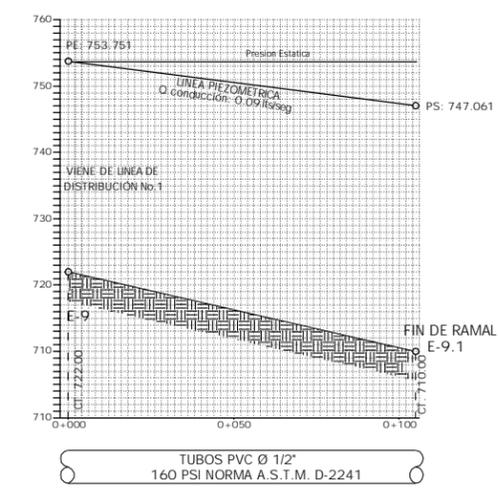
PLANTA ESCALA: 1/500

NOMENCLATURA	
	CASA
	LINEA DE DISTRIBUCION
	RAMAL
	LINEA DE CONDUCCION
	LINEA DE IMPULSION
	CAJA DE ROMPE PRESION
	TANQUE DE CAPTACION
	TANQUE DE ALIMENTACION-BOMBA
	TANQUE DE DISTRIBUCION
	TAPON HEMBRA
	TEE
	YEE
	VALVULA DE CHEQUE
	REDUCIDOR
	LLENA CANTAROS
	CODO A 90°
	CONEXION DOMICILIAR CON TUBO PVC DE 1/2"



RAMAL "D"

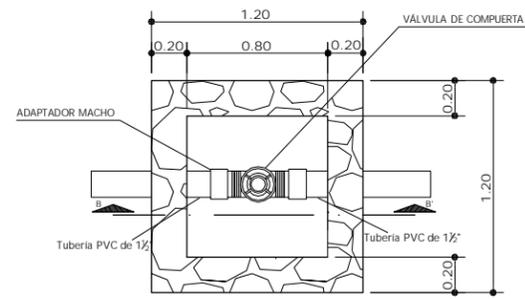
PERFIL ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/500



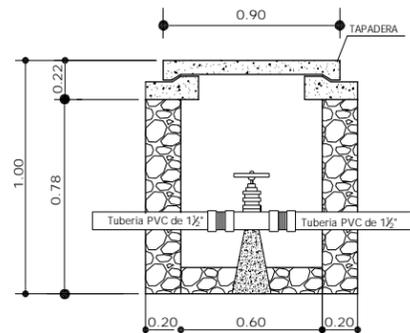
RAMAL "E"

PERFIL ESCALA: HORIZONTAL: 1/1000 VERTICAL: 1/500

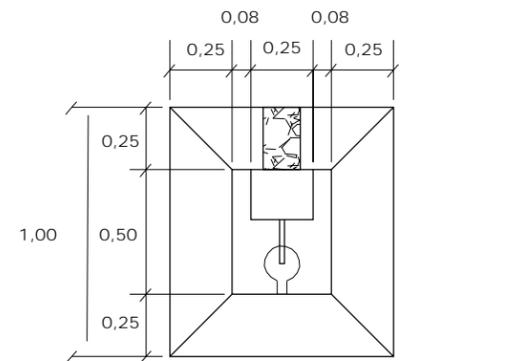
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA	PLANO DE:	PLANTA GENERAL	57
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBO	DISEÑO: JUAN RENATO AV RUIZ CALCULO: JUAN RENATO AV RUIZ DIBUJO: JUAN RENATO AV RUIZ	FECHA: 18/07/2010 ESCALA: INDICADA
UBICACION: ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICHAM, EL QUICHE	Vg. Bg.: EPS DE INGENIERIA CIVIL	Pg.	



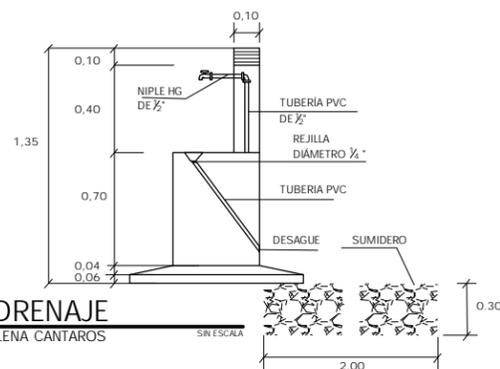
PLANTA
VALVULA DE LIMPIEZA SIN ESCALA



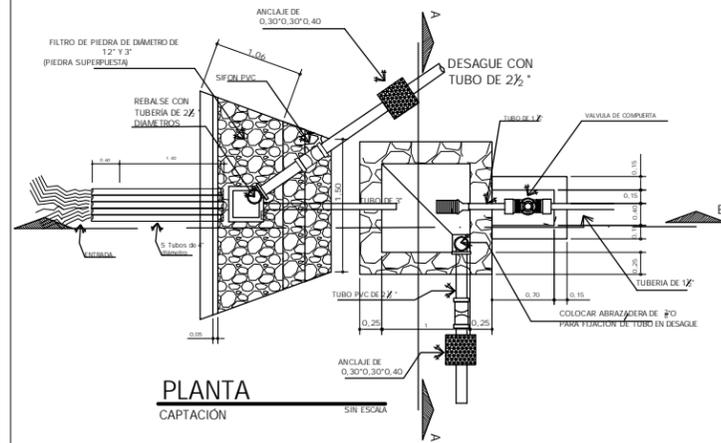
SECCIÓN B-B'
VALVULA DE LIMPIEZA SIN ESCALA



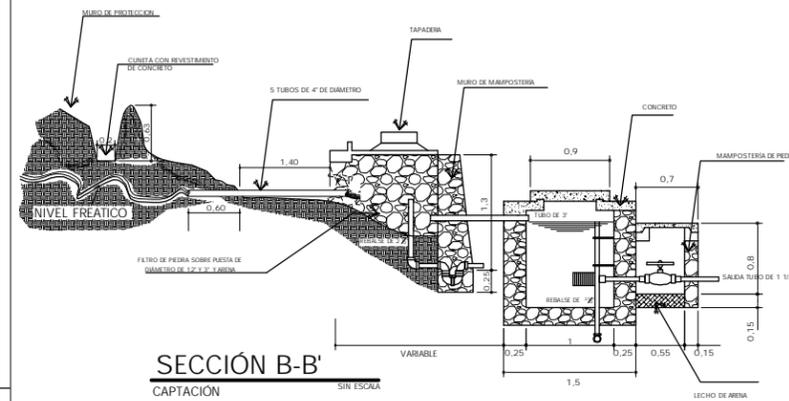
PLANTA
LLENA CANTAROS SIN ESCALA



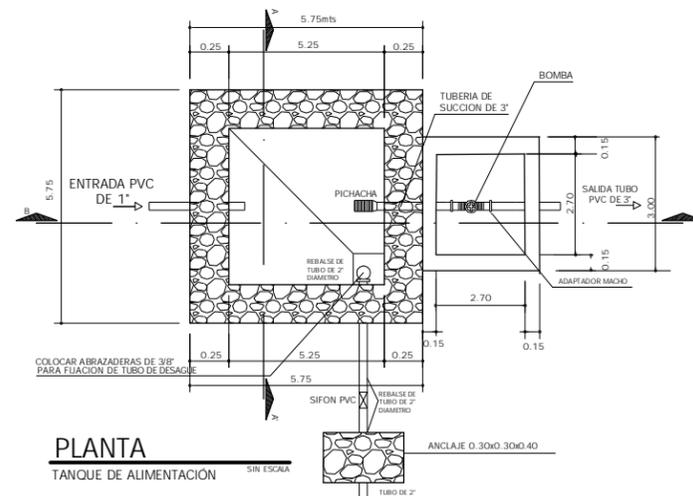
DRENAJE
LLENA CANTAROS SIN ESCALA



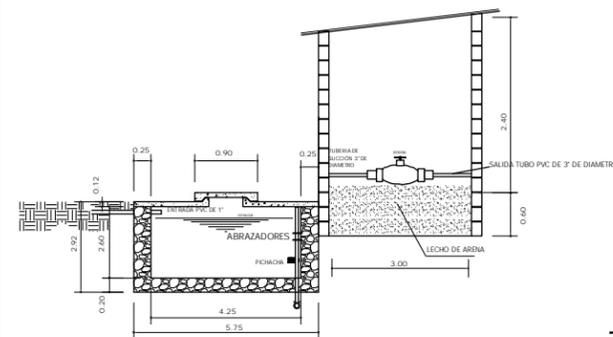
PLANTA
CAPTACION SIN ESCALA



SECCIÓN B-B'
CAPTACION SIN ESCALA

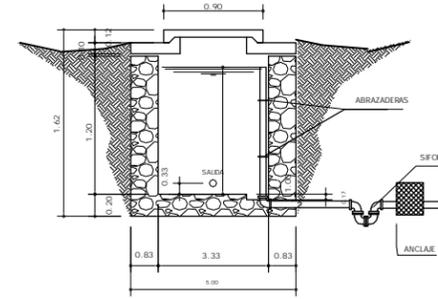


PLANTA
TANQUE DE ALIMENTACION SIN ESCALA

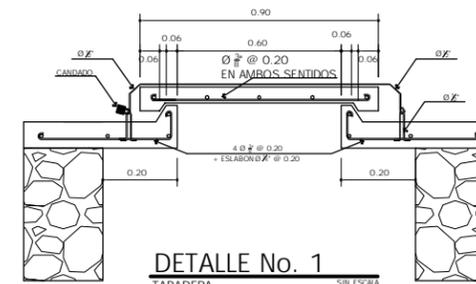


SECCION B-B'
TANQUE DE ALIMENTACION - BOMBA SIN ESCALA

TANQUE DE ALIMENTACIÓN

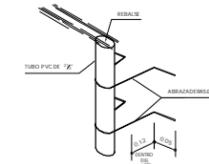


SECCIÓN A-A'
CAPTACION TIPICA SIN ESCALA



DETALLE No. 1
TAPADERA SIN ESCALA

TANQUE DE CAPTACIÓN



DETALLE No 2
ABRAZADERA SIN ESCALA

NOTAS:

LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE DEBERÁ DE HACER DE LA SIGUIENTE MANERA:
- 33% DE MORTERO
- 67% DE PIEDRA

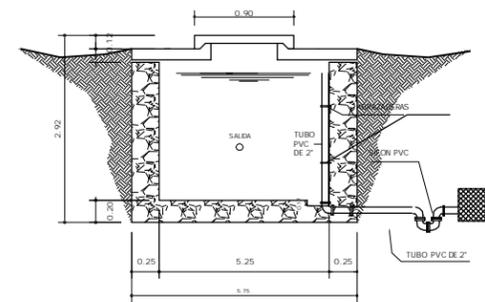
EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETIILLAS DE ARENA

EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2:3 CEMENTO: ARENA DE RÍO: PIEDRIN DE 3/4. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARA 1 CARRETIILLA DE ARENA Y 1.5 CARRETIILLAS DE PIEDRIN

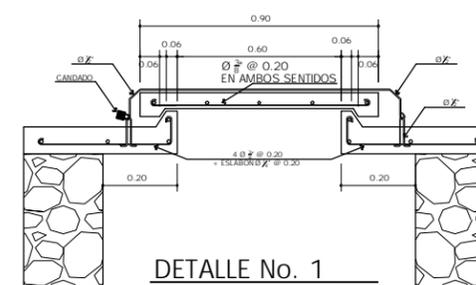
SE REPELLARÁ EN EL INTERIOR CON SABIETA EN PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETIILLAS DE ARENA CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS Y ALISADO INTERIOR Y EXTERIOR.

EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.

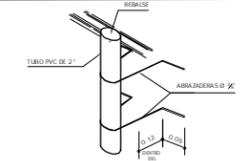
SE REALIZARÁ UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DEL TANQUE.



SECCIÓN A-A'
CAPTACION SIN ESCALA



DETALLE No. 1
TAPADERA SIN ESCALA



DETALLE No 2
ABRAZADERA SIN ESCALA

NOTAS:

LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE DEBERÁ DE HACER DE LA SIGUIENTE MANERA:
- 33% DE MORTERO
- 67% DE PIEDRA

EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETIILLAS DE ARENA

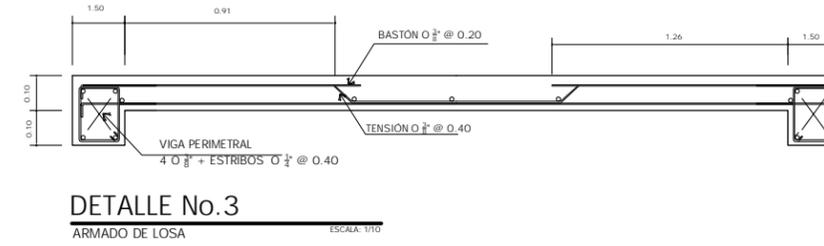
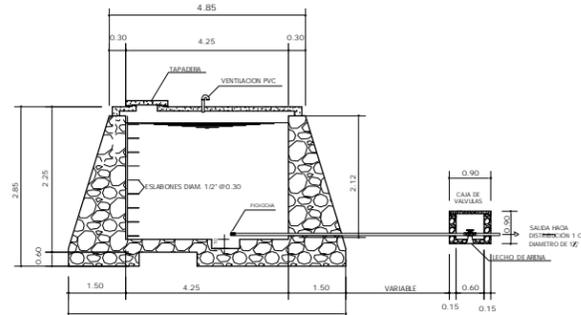
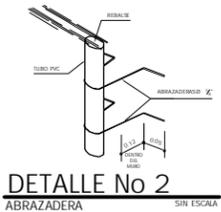
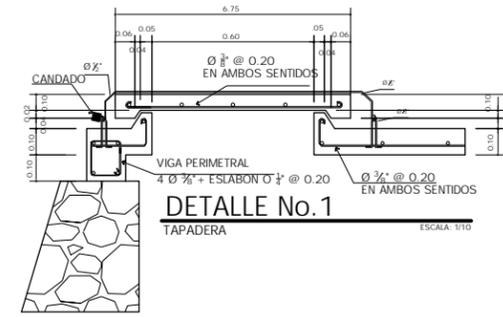
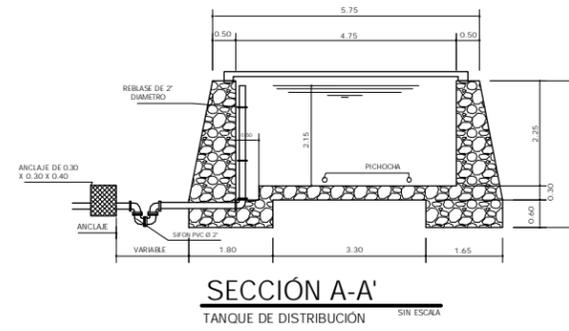
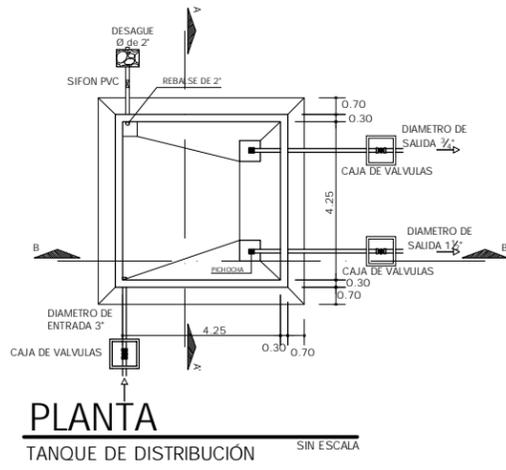
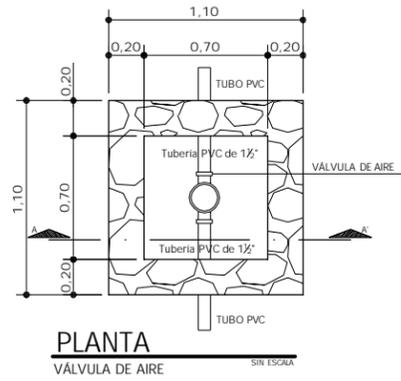
EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2:3 CEMENTO: ARENA DE RÍO: PIEDRIN DE 3/4. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARA 1 CARRETIILLA DE ARENA Y 1.5 CARRETIILLAS DE PIEDRIN

SE REPELLARÁ EN EL INTERIOR CON SABIETA EN PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETIILLAS DE ARENA CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS Y ALISADO INTERIOR Y EXTERIOR.

EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO.

SE REALIZARÁ UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO Y ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DEL TANQUE.

	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	PLANO DE:	PLANTA GENERAL	67
	FACULTAD DE INGENIERÍA	PROYECTO:	DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBA	FECHA: 08/07/2010
		DISEÑO:	JUAN RENATO AV RUIZ	ESCALA: INDICADA
		UBICACION:	ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICHAMAL, EL QUICHÉ	Vg. Bn. EPS DE INGENIERIA CIVIL



NOTAS:

LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE DEBERÁ DE HACER DE LA SIGUIENTE MANERA:
 - 33% DE MORTERO
 - 67% DE PIEDRA

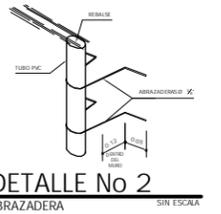
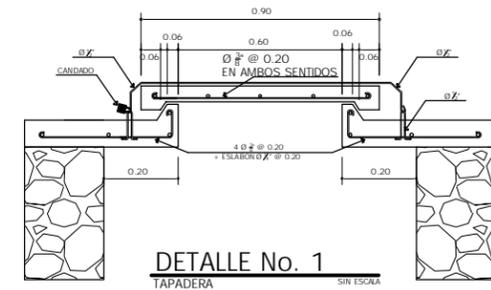
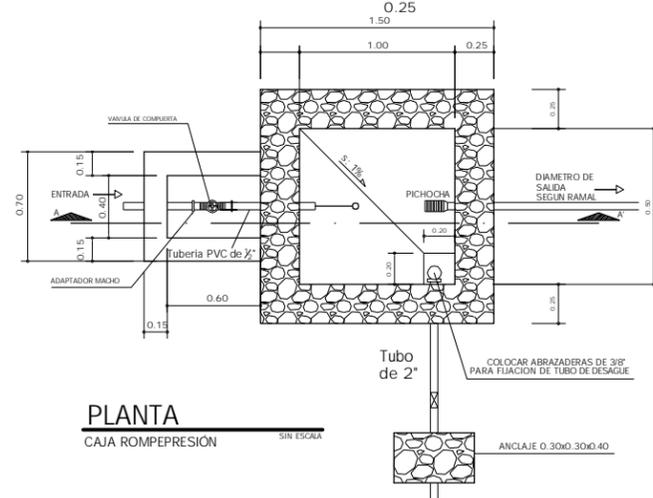
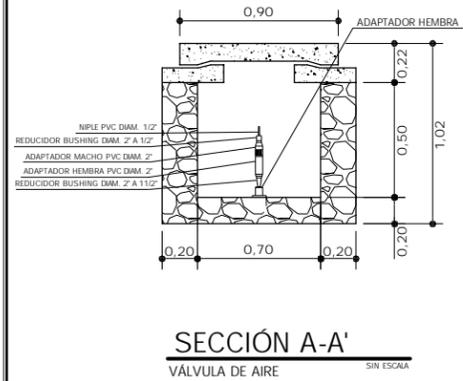
EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETILLAS DE ARENA

EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2:3 CEMENTO: ARENA DE RÍO: PIEDRIN DE 1/2. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARÁ 1 CARRETILLA DE ARENA Y 1.5 CARRETILLAS DE PIEDRIN

SE REPELLARÁ EN EL INTERIOR CON SABIETA EN PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETILLAS DE ARENA CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CM Y ALISADO INTERIOR Y EXTERIOR.

EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO. SE REALIZARÁ UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DEL TANQUE.

TANQUE DE DISTRIBUCIÓN



NOTAS:

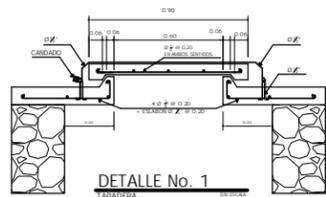
LA MAMPOSTERÍA DE PIEDRA SE DEBERÁ DE HACER DE LA SIGUIENTE MANERA:
 - 33% DE MORTERO
 - 67% DE PIEDRA

EL MORTERO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETILLAS DE ARENA

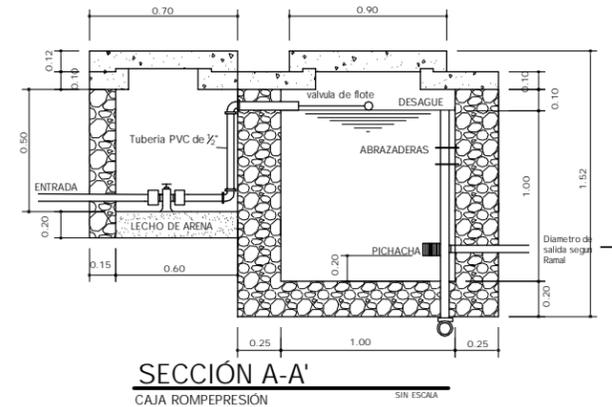
EL CONCRETO SE HARÁ EN LA PROPORCIÓN 1:2:3 CEMENTO: ARENA DE RÍO: PIEDRIN DE 1/2. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARÁ 1 CARRETILLA DE ARENA Y 1.5 CARRETILLAS DE PIEDRIN

SE REPELLARÁ EN EL INTERIOR CON SABIETA EN PROPORCIÓN 1:2 CEMENTO: ARENA DE RÍO. ARENA DE RÍO. QUE SIGNIFICA QUE POR 1 SACO DE CEMENTO SE USARAN 1.5 CARRETILLAS DE ARENA CON RECUBRIMIENTO MÍNIMO DE 1.5 CMS Y ALISADO INTERIOR Y EXTERIOR.

EN LAS TAPADERAS SE DEJARÁ UN DESNIVEL NECESARIO PARA DRENAR EL AGUA DE LLUVIA. EL TERRENO BAJO LA LOSA DEL PISO DEBERÁ SER PERFECTAMENTE APISONADO. SE REALIZARÁ UN ALIZADO INTERIOR DE CEMENTO ARENA DE RÍO EN PROPORCIÓN 1:1 PARA IMPERMEABILIZAR LAS PAREDES INTERNAS DEL TANQUE.



CAJA ROMPEPRESIÓN



	UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA	PLANO DE: PLANTA GENERAL No. 77
	PROYECTO: DISEÑO DE SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE POR BOMBO	DISEÑO: JUAN RENATO AY RUIZ CALCULO: JUAN RENATO AY RUIZ DIBUJO: JUAN RENATO AY RUIZ
UBICACIÓN: ALDEA SAMUTZ SACRABINAK, MUNICIPIO DE CHICAMÁN, EL QUICHÉ	Vó. Bó.: EPS DE INGENIERIA CIVIL	Pág.

ANEXO A

DIÁMETROS INTERNOS EN PULGADAS DE TUBERÍA PVC

ESPEORES MÍNIMOS EN PULGADAS DE TUBERÍA PVC

MÓDULO DE ELASTICIDAD DE DISTINTOS MATERIALES

Tabla XVII. Diámetros internos en pulgadas de tubería pvc

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

Tabla XVIII.. Espesores mínimos en pulgadas de tubería pvc

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

Tabla XIX. Módulo de elasticidad (E) de distintos materiales

MATERIAL	E (kg/cm ²)
Acero	21 000,00
Hierro fundido	9 300,00
Concreto simple	125 000
Asbesto cemento	328 000
PVC	28 100
Agua	20 670

ANEXO B

ENSAYO COMPRESIÓN TRIAXIAL

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ENSAYO DE LÍMITES DE ATTERBERG

EXAMEN BACTERIOLÓGICO Y FÍSICO-QUÍMICO

Figura 30. Ensayo de compresión triaxial, diagrama de Mohr



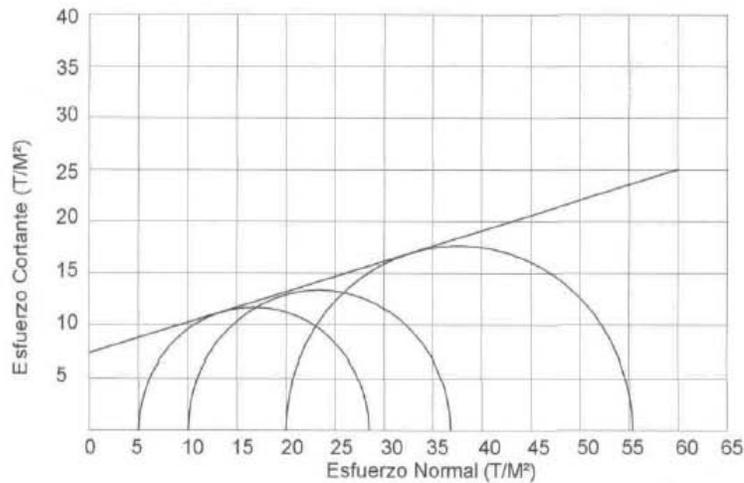
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



Nº 008955

ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 457 S.S. O.T.: 26,333
 INTERESADO: Juan Renato, Ax Ruiz, carne 2002-12368.
 PROYECTO: EPS, Construcción de la Escuela Primaria en la Aldea Pinal Pajuil.
 UBICACIÓN: Aldea Pinal Pajuil, Municipio de Chicaman, Quiché. Fecha: 10 de Noviembre de 2009.
 pozo: 1 Profundidad: 1.60 m Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 16.48^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 7.30 \text{ T/m}^2$
---	--------------------------------------

TIPO DE ENSAYO: No consolidado y no drenado.
 DESCRIPCION DEL SUELO: Arcilla Limosa, color café oscuro
 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 (T/m ²)	23.46	26.78	35.34
PRESION INTERSTICIAL u (T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA E_r (%)	1.5	4.5	7.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.17	1.17	1.17
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.54	1.54	1.54
HUMEDAD (%)	31.8	31.8	31.8

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Marcela Cano Morales
DIRECTORA CII/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 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>

Figura 31. Análisis granulométrico, con tamices y lavado previo



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



Nº 008956

INFORME No. 458 S.S.

O.T. No. 26,333

Interesado: Juan Renato, Ax Ruiz, carne 2002-12368.

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

Proyecto: EPS, Construcción de la Escuela Primaria en la Aldea Pinal Pajuil.

Procedencia: Aldea Pinal Pajuil, Municipio de Chicaman, Quiche.

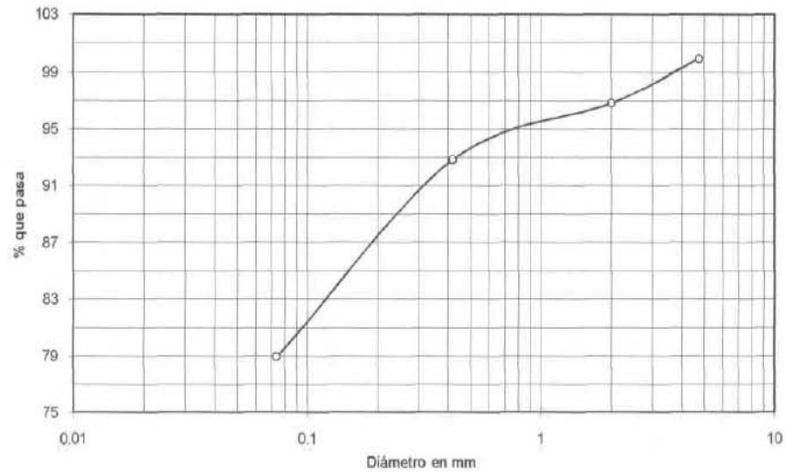
Fecha: 10 de Noviembre de 2009.

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
2"	50.8	100.00
3/4"	19.00	100.00
4	4.76	100.00
10	2.00	96.84
40	0.42	92.85
200	0.074	78.96

% de Grava: 0.00

% de Arena: 21.04

% de Finos: 78.96



Descripción del suelo: Arcilla Limosa, color café oscuro.

Clasificación: S.C.U.: MH P.R.A.: A-7-6

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



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

Figura 32. Ensayo de límites de Atterberg



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



Nº 008957

INFORME No. 459 S. S. O.T.: 26,333

Interesado: Juan Renato, Ax Ruiz, carne 2002-12368.
Proyecto: EPS, Construcción de la Escuela Primaria en la Aldea Pinal Pajul.

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

Ubicación: Aldea Pinal Pajul, Municipio de Chicaman, Quiche.

FECHA: 10 de Noviembre de 2009.

RESULTADOS:

ENSAYO No.	MUESTRA No.	LL. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	36.2	4.5	ML	Arcilla Limosa, color café oscuro.

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

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Inga. Teima Maticela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



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



Figura 33. Examen bacteriológico



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



Nº 004320

O.T. No. 26 378		EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-306 423	
INTERESADO	<u>JUAN RENATO AX RUIZ</u> (Carné No.2002 12368)	PROYECTO:	<u>EPS "Diseño de abastecimiento de agua potable por bombeo Aldea Samutz Sacrabinal Chicamán El Quiché"</u>		
MUESTRA RECOLECTADA POR	<u>Interesado</u>	DEPENDENCIA:	<u>FACULTAD DE INGENIERIA/USAC</u>		
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	<u>Aldea Samutz Sacrabina</u>	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	<u>2009-11-12; 08 h 00</u>	<u>min.</u>	
FUENTE:	<u>Nacimiento</u>	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	<u>2009-11-13; 08 h 45</u>	<u>Min</u>	
MUNICIPIO:	<u>Chicamán</u>	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	<u>Con refrigeración</u>		
SABOR:	<u>-----</u>	SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	<u>Reg. cantidad</u>		
ASPECTO:	<u>Lig. turbio</u>	COLOR RESIDUAL	<u>-----</u>		
OLOR:	<u>A tierra</u>				
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI – AEROGENES)					
		PRUEBA CONFIRMATIVA			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	FORMACION DE GAS			
CANTIDAD SEMBRADA	FORMACIÓN DE GAS – 35°C	TOTAL	FECAL 44.5 °C		
10,00 cm ³	+++++	+++++	+++++		
01,00 cm ³	+++++	+++++	+++++		
00,10 cm ³	+++++	+++++	+++++		
RESULTADO: NÚMERO MAS PROBABLE DE GÉRMENES COLIFORMES/100cm³		> 16 x 10²	> 16 x 10²		
TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. – W.E.F. 21 TH NORMA COGUANOR NGO 4 010. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), GUATEMALA.					
OBSERVACIONES: Bacteriológicamente el agua se enmarca en la CLASIFICACIÓN II, Calidad bacteriológica que precisa la aplicación de los métodos habituales de tratamiento (coagulación, sedimentación, filtración, desinfección). Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para Fuentes de Agua.					
Guatemala, 2009 -11-18					
Vo.Bo. X Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zenón Muñoz Santos Ing. Químico Cón. N.º. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio			

Figura 33. Análisis físico-químico sanitario



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



Nº 004319

O.T. No. 26 378		ANALISIS FISICO QUIMICO SANITARIO		INF. No. 23 905	
INTERESADO:	JUAN RENATO AX RUIZ (CARNÉ No. 200212368)	PROYECTO:	EPS "Diseño de abastecimiento de agua potable por bombeo de la Aldea Samutz Sacrabinal, Chicamán El Quiché"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	USAC-FACULTAD DE INGENIERIA		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Samutz, Sacrabinal	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-11-12, 08 h 00 min.		
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-11-13, 08 h 45 min.		
MUNICIPIO:	Chicamán	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	El Quiché				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Lig turbio	4. OLOR:	A tierra	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- - ° C
2. COLOR:	15.00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	506.00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	06.00 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH):	07.10 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00.85	6. CLORUROS (Cl ⁻)	09.00	11. SOLIDOS TOTALES	287.00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00.010	7. FLUORUROS (F ⁻)	00.09	12. SOLIDOS VOLÁTILES	15.00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	03.96	8. SULFATOS (SO ₄ ²⁻)	30.00	13. SOLIDOS FIJOS	272.00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00.14	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	08.00
5. MANGANESO (Mn)	00.10	10. DUREZA TOTAL	280.00	15. SOLIDOS DISUELTOS	268.00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	272,00	272,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista físico de la calidad física aspecto ligeramente turbia (rechazable), olor a tierra (rechazable). Desde el punto de vista de la calidad química Indicadores Químicos de Contaminación AMONIACO sobrepasa el Límite Mínimo de Contaminación. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A. - W.E.F. 21TH EDITION 2 005. NORMA COGUANORNGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-11-18

Vo.Bo.
Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CHRSAC



Zerón Much Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio



FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502, FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>