



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

**DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y
DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO
NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

Walter Aramis Santos Miranda

Asesorado por el Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta

Guatemala, marzo de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y
DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO
NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

WALTER ARAMIS SANTOS MIRANDA

ASESORADO POR EL ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA OCHAETA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MARZO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I:	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II:	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III:	Ing. Miguel Ángel Dávila Calderón
VOCAL IV:	Br. Luis Pedro Ortíz de León
VOCAL V:	P.A. José Alfredo Ortíz Herincx
SECRETARIO:	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO:	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR:	Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco
EXAMINADOR:	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR:	Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta
SECRETARIO:	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO
TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO
AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

Tema que me fuera asignado por la dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
el 21 de septiembre de 2009.



Walter Aramis Santos Miranda



Guatemala 27 de octubre de 2010.
Ref.EPS.DOC.1070.10.10.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

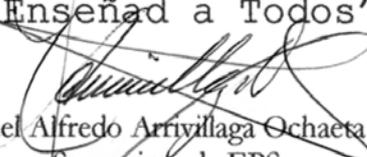
Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Walter Aramis Santos Miranda** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **200512105**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"**.

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 Arriyillaga Ochaeta
Asesor-Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo
MAAO/ra



Guatemala, 27 de octubre de 2010.

Ref.EPS.D.714.10.10

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

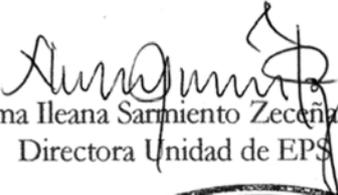
Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Walter Aramis Santos Miranda**, 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 Zecena 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,
2 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 **DISEÑO DE ABSTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Walter Aramis Santos Miranda, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

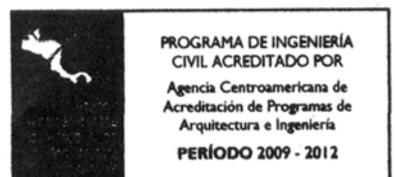
Ing. Rafael Enrique Morales Ochoa
Revisor por el Departamento de Hidráulica



FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO
DE
HIDRAULICA
USAC

/bbdeb.

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



Guatemala,
17 de noviembre 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 **DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Walter Aramis Santos Miranda, quien contó con la asesoría del Ing. Manuel Alfredo Arrivillaga Ochaeta.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

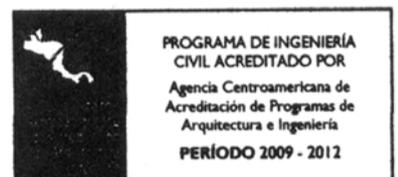
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO
DE
ESTRUCTURAS
USAC

/bbdeb.

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

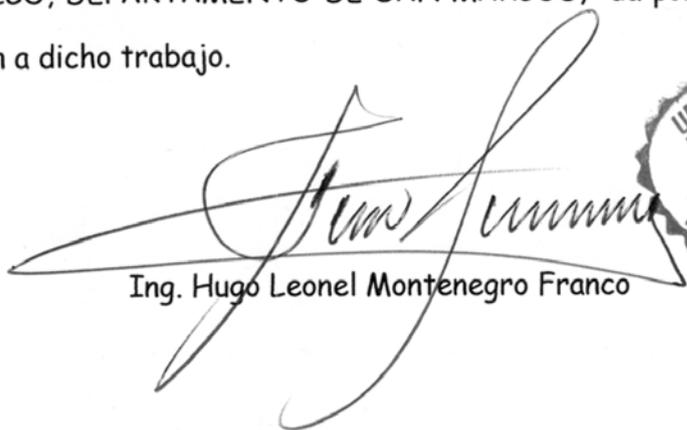




UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
www.ingenieria-usac.edu.gt



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 Walter Aramis Santos Miranda, titulado DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.



Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, marzo de 2011

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC Y DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, presentado por el estudiante universitario **Walter Aramis Santos Miranda**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.


Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, marzo de 2011

/cc

AGRADECIMIENTO A:

ING. MANUEL ALFREDO ARRIVILLAGA Por su apoyo y valiosa asesoría en el desarrollo del presente trabajo.

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE
LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS** Por ser mi casa de estudios.

Y para todas esas personas que de alguna u otra forma prestaron su ayuda y colaboración para el desarrollo del presente informe de EPS.

ACTO QUE DEDICO A:

DIOS

Por todas las bendiciones derramadas en mi vida, su inmenso amor al permitirme el calor de mi familia y por ser la luz de mi camino.

MIS PADRES

Priscila Gloria Miranda Fuentes, Vidal Valerio Santos. Por su amor, ayuda y ejemplo, que esto sea una mínima recompensa a sus esfuerzos.

MIS HERMANOS

Ananias, Geman, Jenner, Belica, Nidia Santos Mianda. Por su apoyo incondicional.

MI ESPOSA

Eslin Tul. Por su amor y apoyo.

TODA MI FAMILIA

Con cariño y respeto.

MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS

Personas que de una u otra forma contribuyeron en el desarrollo del presente trabajo, por sus consejos, apoyo, ayuda y el cariño incondicional que me brindaron. Gracias, mil gracias.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XIII
RESUMEN	XIX
OBJETIVOS	XXI
INTRODUCCIÓN	XXIII
1. INVESTIGACIÓN	1
1.1 Monografía del caserío Tosacmuc y del caserío Nueva Candelaria	1
1.2 Localización y ubicación geográfica	1
1.3 Extensión territorial y colindancias	3
1.4 Vías de acceso	3
1.5 Suelo y topografía	4
1.6 Clima	4
1.7 Población e idioma	5
1.8 Tipología de vivienda	5
1.9 Servicios básicos	5
1.9.1 Educación	5
1.9.2 Salud	6
1.9.3 Agua potable	6
1.9.4 Drenaje	6
1.9.5 Energía eléctrica	7
1.9.6 Mercado	7

1.9.7	Cementerio	7
1.10	Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del caserío Tosacmuc y del caserío Nueva candelaria	7
1.10.1	Descripción de las necesidades	7
1.10.2	Priorización de las necesidades	8
2.	DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE CASERÍO TOSACMUC	9
2.1	Descripción del proyecto	9
2.2	Fuente de agua	9
2.2.1	Aforo de la fuente de agua	10
2.3	Calidad del agua	10
2.3.1	Examen bacteriológico	10
2.3.2	Examen físico químico	11
2.4	Levantamiento topográfico	11
2.4.1	Planimetría	11
2.4.2	Altimetría	11
2.5	Diseño hidráulico	12
2.5.1	Período de diseño	12
2.5.2	Población futura	12
2.5.2.1	Método geométrico	12
2.5.3	Dotación	13
2.5.4	Factores de consumo	14
2.5.4.1	Factor día máximo (FDM)	14
2.5.4.2	Factor hora máximo (FHM)	14
2.5.4.3	Consumo medio diario	15
2.5.4.4	Consumo máximo diario	15

2.5.4.5	Consumo máximo horario	16
2.6	Captación	17
2.7	Línea de conducción	17
2.7.1	Cálculo de presiones y velocidades	18
2.7.2	Diámetro de tubería	19
2.7.3	Coeficiente de fricción (C)	19
2.7.4	Diseño de tubería	19
2.8	Tanque de almacenamiento	22
2.8.1	Volumen	22
2.8.2	Diseño estructural	23
2.8.3	Cálculo de momentos	23
2.8.3.1	Espesor de la losa	24
2.8.3.2	Integración de cargas	24
2.9	Sistema de desinfección	28
2.10	Red de distribución	29
2.10.1	Red ramificada o abierta	30
2.10.2	Presiones y velocidades	30
2.10.3	Diseño paso aéreo de 50 m	32
2.11	Planos	37
2.12	Presupuesto	38
2.13	Programa de operación y mantenimiento	38
2.13.1	Mantenimiento preventivo	38
2.13.2	Mantenimiento correctivo	42
2.14	Costo de operación y mantenimiento	43
2.15	Estudio tarifa y derecho de conexión	44
2.16	Evaluación de impacto ambiental	45
2.17	Evaluación socio-económica	50
2.17.1	Valor presente neto	50
2.17.2	Tasa interna de retorno	51

3.	DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERÍO NUEVA CANDELARIA	53
3.1	Descripción del proyecto	53
3.2	Estudio preliminar	53
3.2.1	Disponibilidad de terreno	53
3.2.2	Topografía	54
3.2.3	Análisis de suelo	54
3.3	Diseño arquitectónico	54
3.3.1	Distribución de espacios	55
3.3.2	Altura del edificio	55
3.4	Tipo de estructura a utilizar	56
3.5	Cargas que actúan en una estructura de mampostería reforzada	57
3.5.1	Cargas gravitacionales	57
3.5.1.1	Carga viva	57
3.5.1.2	Carga muerta	57
3.5.2	Cargas laterales	58
3.5.2.1	Carga de sismo	58
3.5.2.2	Carga de viento	59
3.6	Estructura mampostería reforzada	59
3.6.1	Mampostería reforzada confinada	59
3.6.2	Mampostería reforzada integral	59
3.7	Elementos del sistema de mampostería reforzada	60
3.7.1	Unidades de mampostería	60
3.7.2	Mortero	61
3.7.3	Concreto	61
3.7.4	Graut	61
3.7.5	Acero de refuerzo	61

3.8	Método de diseño de miembros estructurales de mampostería reforzada	63
3.8.1	Método elástico	63
3.8.1.1	Diseño de muros y columnas en compresión axial	65
3.8.1.2	Diseño por flexión	66
3.8.1.3	Diseño a flexo-compresión	67
3.8.1.4	Diseño a corte	68
3.9	Detalles y especificaciones de construcción	69
3.9.1	Muros	69
3.9.2	Juntas de mortero	69
3.10	Diseño de losa armada	71
3.10.1	Espesor de losa	72
3.10.2	Carga última o carga de diseño	73
3.10.3	Momentos actuantes	74
3.10.4	Cálculo acero de refuerzo	76
3.10.5	Chequeo por corte	78
3.11	Determinación del centro de masa y del centro de rigidez	79
3.11.1	Centro de masa de los muros	83
3.11.2	Centro de rigidez de los muros	83
3.11.3	Excentricidad con respecto al centro de rigidez	85
3.12	Análisis de sismo	85
3.13	Distribución de fuerza lateral	88
3.13.1	Momento de volteo	89
3.13.2	Distribución de fuerzas y momentos	90
3.14	Diseño de elementos estructurales	96
3.14.1	Propiedades de los materiales	96
3.14.2	Refuerzo mínimo recomendado	97
3.14.3	Diseño muro No. 3 primer nivel	97

3.14.4	Diseño muro No. 6 segundo nivel	102
3.14.5	Diseño cimiento corrido	107
3.14.5.1	Cálculo valor soporte del suelo	108
3.15	Planos constructivos	112
3.16	Presupuesto	112
3.17	Cronograma de ejecución	113
3.18	Evaluación de impacto ambiental	113
CONCLUSIONES		119
RECOMENDACIONES		121
BIBLIOGRAFÍA		123
APÉNDICES		125
ANEXOS		159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Localización geográfica caserío Tosacmuc	2
2	Localización geográfica Caserío Nueva Candelaria	3
3	Diagrama de momentos losa tanque de almacenamiento en kg-m	25
4	Momentos en losa primer nivel en kg-m	75
5	Momentos en losa segundo nivel en kg-m	76
6	Planta de distribución primer nivel	81
7	Planta de distribución segundo nivel	81
8	Identificación de muros primer nivel	82
9	Identificación muros segundo nivel	82
10	Fuerza de corte por piso	89
11	Momento de volteo por piso	90
12	Diagrama de flexión muro No.3 primer nivel	100
13	Armado final muro No.3 primer nivel	101
14	Armado final muro No.6 segundo nivel	105

TABLAS

I	Datos de aforo	10
II	Dotaciones	13
III	Bases de diseño	18
IV	Momentos losa tanque de almacenamiento	25

V	Programa de mantenimiento preventivo	39
VI	Alturas recomendadas para techos o entrepisos en metros	55
VII	Tipos de bloques más usados	61
VIII	Proporción volumétrica para morteros	61
IX	Refuerzo mínimo de columnas en paredes de mampostería	70
X	Separación máxima de columnas en paredes de mampostería	71
XI	Refuerzo mínimo de soleras de paredes de mampostería	71
XII	Momentos en losa primer nivel	74
XIII	Momentos en losa segundo nivel	75
XIV	Áreas de acero y espaciamiento de varillas	78
XV	Rigidez muros	84
XVI	Distribución de fuerza de corte por piso	89
XVII	Momento de volteo por piso dirección X-X	90
XVIII	Distribución de fuerzas y momentos X-X primer nivel	92
XIX	Distribución de fuerzas y momentos X-X segundo nivel	93
XX	Distribución de fuerzas y momentos Y-Y primer nivel	94
XXI	Distribución de fuerzas y momentos Y-Y segundo nivel	95
XXII	Resumen esfuerzos actuantes en los muros primer nivel	96
XXIII	Resumen esfuerzos actuantes en los muros segundo nivel	96
XXIV	Resumen diseño de muros primer y segundo nivel	106

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
@	A razón de
h	Altura del nivel
H	Altura total del edificio
b	Ancho
ϕ	Ángulo de fricción interna del suelo o factor de reducción de diseño
A	Área
A_s	Área de acero de refuerzo longitudinal
$A_{s,máx}$	Área de acero de refuerzo máxima
$A_{s,mín}$	Área de acero de refuerzo mínima
A_v	Área de la sección transversal del acero
A_g	Área gruesa de sección transversal
B	Base de zapata
q_{adm}	Capacidad de carga admisible del suelo
q_u	Capacidad de carga última del suelo
W	Carga
CM	Carga muerta uniformemente distribuida
W_v	Carga superficial viva
CU	Carga última de diseño
CV	Carga viva uniformemente distribuida
Q	Caudal
Qc	Caudal de conducción

Qd	Caudal de distribución
Qm	Caudal medio
cm	Centímetro
cm^2	Centímetro cuadrado
C	Coficiente numérico que depende del período de vibración
C	Cohesión
V	Corte total de piso
V_u	Corte último
D_f	Desplante de cimentación
$D \text{ ó } d$	Diámetro
S	Espaciamiento
t	Espesor del muro
I	Factor de importancia de la estructura
F_{sc}	Factor de seguridad de carga
F_s	Factor de seguridad del suelo
Z	Factor de zona sísmica
S	Factor que depende del tipo de la clase del suelo
V	Fuerza basal
$^\circ$	Grados
HG	Hierro galvanizado
I	Inercia
kg	Kilogramo
km	Kilómetro
l	Libra
Psi	Libra sobre pulgada cuadrada
L	Litro
$L/hab/dia$	Litros por habitante por día
L/s	Litros por segundo

ℓ	Luz libre entre apoyos de viga
m	Metro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
m.c.a.	Metros columna de agua
mm	Milímetro
'	Minutos
E	Módulo de elasticidad
MR	Módulo de ruptura
$M_{máx}$	Momento máximo
M_-	Momento negativo
M_+	Momento positivo
M_u	Momento último
d	Peralte
hf	Pérdida de carga
n	Período de diseño
T	Período de vibración de una estructura
γ_c	Peso específico del concreto
γ	Peso específico del suelo
W	Peso total de una estructura
ft	Pies
Pa	Población actual
Pf	Población futura
%	Porcentaje
f_y	Resistencia nominal del acero
f'_c	Resistencia nominal del concreto
s	Segundo

“	Segundos
Σ	Sumatoria
<i>Ton</i>	Tonelada
<i>V ó v</i>	Velocidad

GLOSARIO

ACI	Instituto Americano del Concreto.
Accesorios	Elementos secundarios en las líneas de tubería, tales como codos, niples, llaves, tees, coplas, reductores, etc.
Acueducto	Conducto artificial destinado al transporte de agua de un sitio a otro.
Aditivo	Complementos químicos para provocar comportamientos en el fraguado y curado de las mezclas de concreto.
Aforo	Medición del volumen de agua por unidad de tiempo.
Agua potable	Agua sanitariamente segura para el consumo humano y que es agradable a los sentidos.
Agregado	Material duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria, o la roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

Altimetría	Parte de la topografía que trata de las medidas de diferencias de nivel entre puntos sobre la superficie terrestre.
Análisis físico-químico	Conjunto de técnicas y procedimientos de laboratorio, mediante los cuales se determinan los componentes físicos y químicos presentes en una muestra de agua.
Área tributaria	Área que corresponde para la integración de cargas.
Azimut	Ángulo formado entre la línea de dirección y el norte (geográfico, magnético, arbitrario), medido en el sentido de las agujas del reloj.
Banco de marca	Punto referencial o cota de referencia.
Carga lineal	Carga que actúa uniformemente a lo largo de un elemento estructural.
Caudal	Volumen de agua que fluye por unidad de tiempo.
Concreto reforzado	Material compuesto de concreto y acero, a fin de elevar la resistencia de los elementos a tensión y otras fuerzas.

Concreto ciclópeo	Hormigón a cuya masa se le ha incorporado grandes piedras o bloques.
Confinamiento	Zona de aglomeración de acero a fin de dar resistencia a esfuerzos de corte a los elementos estructurales.
Consumo	Volumen de agua que es utilizado por la unidad consumidora que esta en función de una serie de factores inherentes a la ubicación geográfica, clima, costumbres.
Corte	Intensidad de fuerza que actúa tangente a una superficie.
Cota	Altura relativa de un punto espacial topográfico.
Cota piezométrica	Altura de presión del agua que se tiene en determinado punto.
Demanda	Cantidad de agua que una población necesita para satisfacer sus necesidades.
Desplante	Profundidad de zapata medida desde la superficie del terreno hasta la parte baja de la zapata.

Dotación	Cantidad de agua asignada a la unidad consumidora.
Esbeltez	Relación entre el ancho y longitud de un elemento que resiste fuerzas a flexo-compresión.
FHA	Fomento de Hipotecas Aseguradoras.
Fuerzas eventuales	Se le llama así, a las fuerzas que suceden en períodos relativamente largos como por ejemplo, fuerzas inducidas por sismos.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
INE	Instituto Nacional de Estadística
Integración de cargas	Acción de sumar todas las cargas involucradas en un diseño.
Junta	Separación entre partes adyacentes de una losa de concreto, usualmente en un plano vertical, que permite movimientos relativos y evitar formación de fisuras en las losas.
Mantenimiento	Conjunto de tareas de limpieza, reemplazo y reparación que se realizan de manera regular y ordenada en determinado proyecto, para asegurar su buen funcionamiento y la

prolongación de su vida de servicio, al máximo compatible con las previsiones de diseño y construcción de la obra.

Mampostería

Obra formada por bloques de piedra, ladrillo, block, unidos con mortero.

Momento

Intensidad de fuerza de giro de un punto determinado.

Mortero

Combinación de un aglomerante (cemento y/o cal) y arena de río amasado con agua, utilizado para unir bloques de mampostería.

Nacimiento

Lugar de brote a la superficie de un acuífero.

Pérdida de carga

Es la pérdida de energía de la presión, causada por el rozamiento de la superficie del agua con la superficie de la tubería, la energía mecánica del agua es convertida en energía térmica.

Planimetría

Parte de la topografía que trata de la medición de distancias y ángulos horizontales.

Presión

Intensidad de fuerza normal o tangente a una superficie.

RESUMEN

Es de vital importancia la función social que brinda la Universidad de San Carlos de Guatemala, a través de los estudios e informes técnicos de los diferentes proyectos abordados por parte de los estudiantes de E.P.S. de la Escuela de Ingeniería Civil.

El presente informe está estructurado por tres partes, la investigación de los caseríos, diseño del sistema de abastecimiento de agua potable del caserío Tosacmuc, y el diseño de las instalaciones del salón de usos múltiples y auxiliatura del caserío Nueva Candelaria, del municipio de Tajumulco, departamento de San Marcos.

La parte primera, enfatiza los aspectos relevantes de los caseríos de Tosacmuc y Nueva Candelaria, tales como: los históricos, físicos, de infraestructura y socio-económicos, así también la descripción de las necesidades prioritarias.

En la parte dos, se presenta los conceptos generales y criterios técnicos que se deben tomar en cuenta para el diseño y construcción de proyectos de introducción de agua domiciliar, así como el cálculo de la pérdida de carga, del tipo y diámetro de tubería por medio de la fórmula de Hazen y Williams.

En el tema final, se muestran los cálculos relevantes de la estructura de mampostería reforzada del salón de usos múltiples y auxiliatura, con análisis y diseño bajo los requerimientos del método estático y las normas de F.H.A.

OBJETIVOS

GENERAL

Diseñar el abastecimiento de agua potable para el caserío Tosacmuc y diseñar el salón de usos múltiples y juzgado auxiliar para el caserío Nueva Candelaria, mejorando la calidad de vida de los vecinos del caserío Tosacmuc y del caserío Nueva Candelaria, municipio de Tajumulco del departamento de San Marcos.

ESPECÍFICOS

1. Diagnosticar las necesidades de servicios e infraestructura de los caseríos Tosacmuc y Nueva Candelaria por medio de la investigación monográfica actual.
2. Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, que ayudará a complementar los servicios básicos del caserío Tosacmuc, contribuyendo al desarrollo social y económico del caserío.
3. Diseñar las instalaciones básicas de servicio del salón y auxiliatura del caserío Nueva Candelaria, y para promover la actividad social, cultural, así como también proveer un lugar de acopio a la comunidad en el momento que lo necesite.

INTRODUCCIÓN

El municipio de Tajumulco del departamento de San Marcos, está localizado a 40 kilómetros de la cabecera departamental, el acceso es de 30 kilómetros por vía pavimentada y 10 kilómetros de terracería hasta el municipio.

Tajumulco, es un municipio en desarrollo, su crecimiento económico es notable, tanto en el comercio en la cabecera municipal, como en la producción agrícola en el área rural del municipio, a pesar de esto los servicios básicos en el área rural no han sido cubiertos, principalmente los servicios de agua potable y saneamiento.

El caserío Tosacmuc ha tenido un crecimiento poblacional notable en los últimos años. Debido a que el recurso hídrico en esta área del municipio es abundante, la población presenta una producción agrícola notable, a pesar del abundante recurso hídrico con que cuenta la comunidad, las enfermedades gastrointestinales en los niños es alta, estudios médicos por parte del centro de salud del municipio, han demostrado que la forma de recolección y conducción del vital líquido han hecho que resulte dañino a la comunidad. Con el fin de minimizar este tipo de enfermedades en la comunidad antes mencionada, se plantea la construcción de un sistema de agua potable que permita desarrollo en salubridad a la comunidad, en la actualidad, la comunidad recolecta agua para consumo de nacimientos y pozos.

Por otra parte, desde la fundación del caserío Nueva Candelaria, no existe un lugar propio de la comunidad para efectuar actividades sociales, culturales y actividades directamente relacionadas con la organización comunitaria. En la actualidad, dichas actividades se realizan a la intemperie o en lugares que no apropiados, y debido al crecimiento poblacional marcado en esta comunidad, se hace más notorio cada día la necesidad de la construcción de un salón de usos múltiples y de un juzgado auxiliar para el caserío Nueva Candelaria.

Por lo antes mencionado se realizaron los estudios técnicos y diseños de dichos proyectos para el desarrollo del caserío Tosacmuc y del Caserío Nueva Candelaria.

1. INVESTIGACIÓN

1.1 Monografía del caserío Tosacmuc y del caserío Nueva Candelaria

El significado del nombre de la comunidad Tosacmuc, se debe a que en tierras de la comunidad abunda la existencia de una planta que en vocablo de la lengua mam se pronuncia smuck, de ahí la razón del nombre del caserío.

El significado del nombre del caserío Nueva Candelaria, se debe a que en el lugar muchos pobladores son devotos a la Virgen de Candelaria, por tal razón, decidieron darle tal nombre.

1.2 Localización y ubicación geográfica

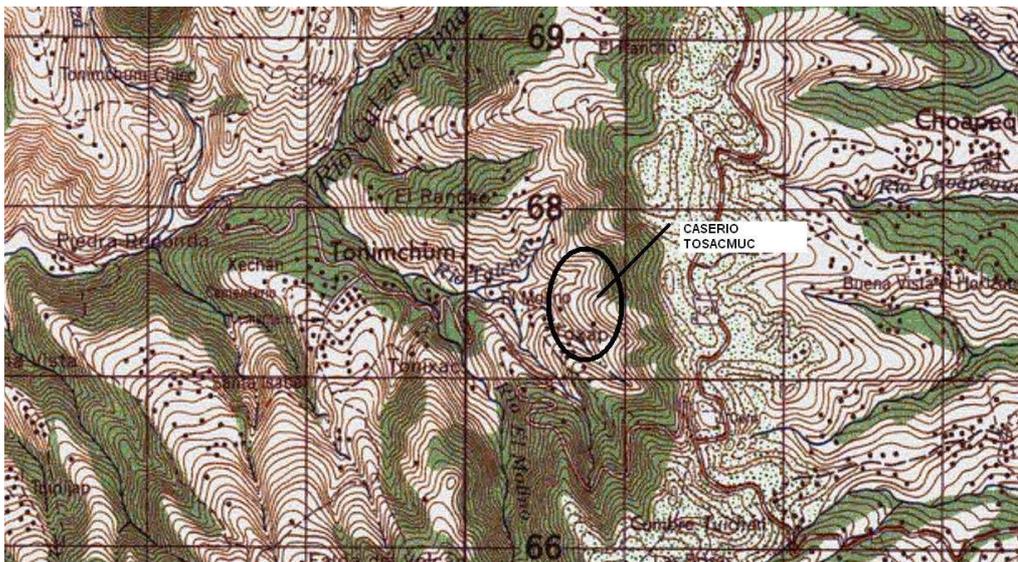
El municipio de Tajumulco se localiza al norte de la cabecera del departamento de San Marcos, a una distancia de 45 km y a 290 km respecto de la ciudad capital, con una altitud de 2 500 metros sobre el nivel del mar y en las coordenadas latitud 15°04'57" longitud 91°55'20".

El caserío Tosacmuc, de la aldea Toninchun se localiza al noreste de la cabecera municipal de Tajumulco, de la ciudad capital al caserío hay una distancia total de 285 kilómetros, de éstos 280 corresponden a carretera pavimentada.

Geográficamente se localiza en las coordenadas Longitud 91°50'55" Norte y Latitud 15°00'58" Oeste, se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 2 800 metros.

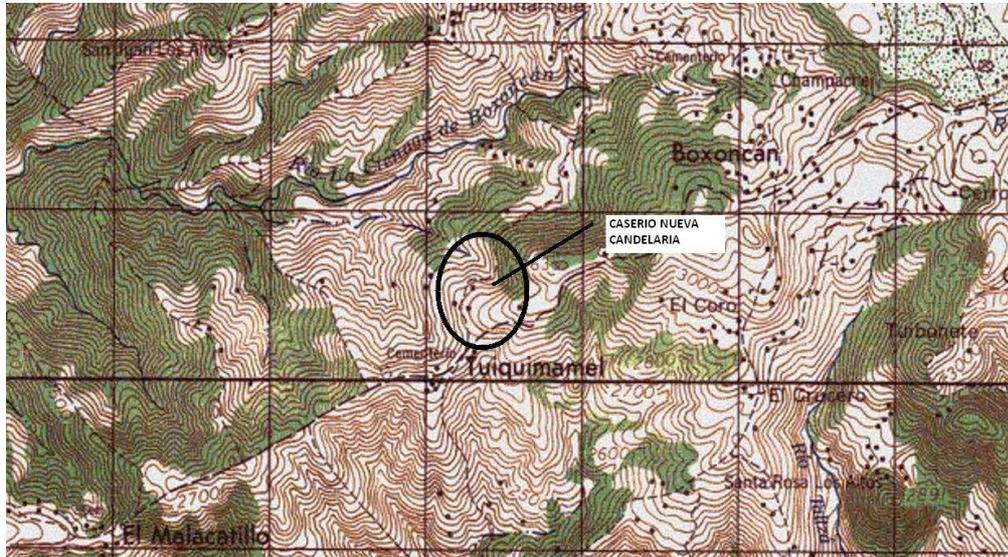
El caserío Nueva Candelaria de la aldea Tuiquimamel del municipio de Tajumulco, se localiza al suroeste de la cabecera municipal y pertenece a la parte alta de la microcuenca del río Suchiate, de la ciudad capital se encuentra a una distancia de total de 302 kilómetros, de éstos 280 corresponden a carretera pavimentada, y los kilómetros restantes son de terracería, geográficamente se localiza en las coordenadas Longitud $91^{\circ}55'30''$ Norte y Latitud $15^{\circ}06'30''$ Oeste, se encuentra a una altura sobre el nivel del mar de 2 750 metros.

Figura 1. Localización geográfica caserío Tosacmuc



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, **IGN**. Hoja cartográfica 1761 II.

Figura 2. Localización geográfica caserío Nueva Candelaria



Fuente: Instituto Geográfico Nacional, **IGN**. Hoja cartográfica 1761 II.

1.3 Extensión territorial y colindancias

Tajumulco cuenta con una extensión territorial de 350 km², su territorio se extiende desde la boca costa hasta el altiplano del departamento, incluye el área del volcán Tajumulco. Colinda al norte con los municipios de Ixchiguan y Sibinal, al sur con San Pablo y Malacatán, al este con la aldea San Sebastián del municipio de San Marcos e Ixchiguan, al oeste con México y Sibinal.

1.4 Vías de acceso

La cabecera del municipio cuenta con dos vías de acceso, una por la ruta departamental RD-7 que va hacia el altiplano del departamento de San Marcos, 35 km asfaltados y 10 km de terracería.

Otra vía de acceso es a 60 km de la cabecera departamental, por el municipio de San Pablo, 40 km asfaltados desde la cabecera departamental a San Pablo y 20 km de terracería de San Pablo a la cabecera municipal de Tajumulco.

1.5 Suelo y topografía

Tajumulco cuenta con tres zonas climáticas, ya que su territorio se extiende desde las partes altas del volcán Tajumulco, el cual es el más alto de Centro América, hasta la zona costera con el municipio de Malacatán. Según el diagnóstico municipal, las zonas climáticas: bosque muy húmedo sub tropical cálido con una altitud de 800 a 1 600 MSNM, bosque muy húmedo sub tropical con altitud que varía de 1 800 a 2 800 MSNM, en estas dos el ambiente es propicio para la siembra de café, y bosque muy húmedo montañoso con altitud que varía de 2 800 a 4 000 MSNM. La topografía del territorio de Tajumulco es montañosa y quebrada.

1.6 Clima

Debido a la variación brusca de la altitud en diferentes puntos del territorio, los climas varían de cálido a frío. La temperatura media del municipio se registra en 12°C a 18°C, pero en los meses de noviembre a marzo se pueden observar capas de hielo sobre la superficie en las partes altas y experimentar temperaturas bajas de hasta 5°C. Debido a las diferentes temperaturas la precipitación anual se registra de 1 000 a 4 000 mm.

1.7 Población e idioma

Según los datos proporcionados por el INE (Instituto Nacional de Estadística), el caserío Tosacmuc cuenta con 350 habitantes, de los cuales 150 son adultos y 200 oscilan entre las edades de 1 a 18 años, de los cuales el 100% hablan el idioma mam y español. Mientras que el caserío Nueva Candelaria cuenta con 450 habitantes de los cuales 250 son adultos y 200 son niños, el 95% de la población habla el idioma mam y español, mientras que el 5% solamente habla el idioma mam.

1.8 Tipología de vivienda

En ambos caseríos el 85% de las viviendas están edificadas con paredes de adobe y techo de lamina, el 5% hechas con paredes de madera o lámina y techos de lamina, y el restante con paredes de block y terraza fundida. Todas la viviendas poseen letrinas de madera y pozo ciego.

1.9 Servicios básicos

Entre los servicios con que cuenta la población, se pueden hacer mención los siguientes:

1.9.1 Educación

El caserío Tosacmuc, cuenta con una escuela donde se imparte primaria completa. Así también el caserío Nueva Candelaria cuenta con una escuela donde se imparte la primaria completa.

Aunque en las escuelas de estos caseríos solamente se enseña en idioma español, se está promoviendo en otros caseríos del municipio la enseñanza en idioma mam.

Para los estudios de nivel básico y diversificado se tiene que trasladar hacia la cabecera municipal.

1.9.2 Salud

Ambos caseríos no cuentan con un centro de salud en su localidad, por lo que se trasladan hacia la cabecera municipal, ya que es el lugar más cercano. Así también en el centro de salud de la cabecera municipal realizan jornadas periódicas de vacunación en estos caseríos.

1.9.3 Agua potable

El caserío Tosacmuc no cuenta con un sistema de agua potable, en el caserío Nueva Candelaria el 50% de la población posee agua potable, el otro 50% no posee, debido a que el sistema de agua ya es insuficiente no se puede cumplir con toda la demanda de la población.

1.9.4 Drenajes

En estas comunidades existen letrinas, dadas en proyectos anteriores por el Instituto de Fomento Municipal –INFOM-.

1.9.5 Energía eléctrica

En ambas comunidades, así como en todo el municipio, el servicio de energía eléctrica es suministrado por DEOCSA.

1.9.6 Mercado

Ambas comunidades no poseen mercado, y para realizar su comercio o compras se trasladan a la cabecera municipal, los días jueves y domingo que es el día de comercio en la cabecera municipal.

1.9.7 Cementerio

Ambos caseríos no poseen cementerio, y para sepultar a sus familiares lo hacen en el cementerio de su aldea.

1.10 Investigación diagnóstica sobre necesidades de servicios básicos y de infraestructura del caserío Tosacmuc y del caserío Nueva Candelaria

Por medio de la observación y el análisis de la información de las solicitudes de las comunidades realizadas a la municipalidad, se obtienen los resultados de la priorización de proyectos.

1.10.1 Descripción de las necesidades

El caserío Tosacmuc carece de varios servicios básicos, como lo es cementerio, mercado, salón de usos múltiples, mejoramiento de calles, abastecimiento de agua potable, entre otras.

El caserío Nueva Candelaria dentro sus necesidades en infraestructura y salud se pueden mencionar: construcción de un salón de usos múltiples, alcaldía auxiliar, cementerio, ampliación de agua potable, mejoramiento de caminos.

1.10.2 Priorización de las necesidades

De acuerdo al análisis realizado para el caserío Tosacmuc, la importancia de la salud de la comunidad es por sobre todo otra necesidad, por ello se prioriza el proyecto de abastecimiento de agua potable. Así mismo para el caserío Nueva Candelaria se prioriza la construcción de un salón de usos múltiples y auxiliatura que servirá como centro de acopio cuando la necesidad de la comunidad lo requiera.

2. DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, CASERÍO TOSACMUC

2.1 Descripción del proyecto

Parte de la salud integral de una comunidad, es servirse de un sistema de agua potable, y a falta de ello, se procedió con el diseño del sistema para dicha comunidad, debido a la topografía del terreno se utilizará sistema por gravedad para la línea de conducción y distribución, las viviendas a beneficiar son 49, con un promedio de 5 habitantes por vivienda, para beneficiar a la población actual de 245 habitantes.

2.2 Fuente de agua

El caserío Tosacmuc cuenta con un comité de pro-mejoramiento, el cual organizó a la comunidad y realizaron la compra de una fuente de agua con recursos propios de la comunidad, ubicada en las faldas del volcán Tajumulco. La fuente posee brote definido ubicada aproximadamente a 3 kilómetros del centro del caserío, y con una diferencia de nivel de 219,00 metros.

2.2.1 Aforo de la fuente de agua

El método que se utilizó para realizar el aforo de este nacimiento fue el método volumétrico, para tal efecto se procedió a utilizar una cubeta de 5 galones de capacidad (18,92 L), la fecha de realización fue el 20 de marzo del año 2009.

Tabla I. Datos de aforo

DATOS DE AFORO					
No.	OPERADOR	NOMBRE	FECHA	TIEMPO (s)	CAUDAL (L/S)
1	Walter Santos	Nacimiento 1	20/03/2009	23,50	0,805
2	Walter Santos	Nacimiento 1	20/03/2009	23,52	0,804
3	Walter Santos	Nacimiento 1	20/03/2009	23,47	0,806
PROMEDIO					0,805 L/S

2.3 Calidad del agua

La norma de calidad del agua que rige actualmente en Guatemala, es la NORMA COGUANOR NGO 2 9001, en la cual se describe con detalle los análisis que deberán realizarse al agua, para que pueda calificar como agua potable y esta pueda ser bebida por la población. Dicha norma especifica que el análisis que debe realizarse al agua, es el análisis físico químico sanitario y examen bacteriológico.

2.3.1 Examen bacteriológico

El objeto del análisis bacteriológico es proporcionar la información relacionada con la potabilidad del agua, evitando que se ingieran organismos que puedan producir enfermedades.

De acuerdo con los análisis de laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el agua es apta para consumo humano.

2.3.2 Examen físico – químico

El análisis físico – químico sanitario, ha demostrado que el agua proveniente de la fuente que posee la comunidad es potable, según NORMA COGUANOR NGO 29001, la cual es la que marca los límites máximos aceptables. Llegando a la conclusión que el agua es apta para consumo humano.

2.4 Levantamiento topográfico

2.4.1 Planimetría

Se lleva a cabo para representar la proyección del terreno sobre un plano horizontal, debiendo localizar en este, cada una de las fuentes de abastecimiento a la comunidad, detalles importantes de estructuras, ríos, pasos aéreos, quebradas y zanjones, para el efecto se utilizó: un teodolito electrónico, estadal de cuatro metros, cinta métrica, brújula, plomadas, trompos de madera, pintura, lápices, libreta de campo.

2.4.2 Altimetría

Consiste en determinar las alturas de diferentes puntos sobre la superficie del terreno a partir de un punto de referencia o banco de marca (BM), por medio de un nivel o teodolito. El levantamiento altimétrico se realizó por medio del taquimétrico, ya que es el más recomendado para acueductos, debido a que los terrenos son montañosos y de difícil acceso.

2.5 Diseño hidráulico

2.5.1 Período de diseño

El período de diseño, es el lapso de tiempo en el que el proyecto será capaz de prestar un servicio satisfactorio a la comunidad, teniendo mantenimiento preventivo.

El período adoptado para este proyecto fue de 18 años, contemplando adicionalmente dos años por concepto de planificación, diseño y ejecución del proyecto para un total de 20 años.

2.5.2 Población futura

Para calcular la población futura a un determinado período de años, se utilizan métodos analíticos o gráficos, dependiendo de la información con que cuenta, para el presente proyecto se ha utilizado el método geométrico, debido a que es el método que más se adecua a Guatemala, un país en vías de desarrollo.

2.5.2.1 Método geométrico

El incremento geométrico se expresa de la siguiente manera:

$$Pf = Pa(1 + r)^n$$

Donde: Pf = Población futura
Pa = Población actual
R = Tasa de crecimiento (%)
n = Período de diseño (años)

Para el cálculo de la población futura del presente proyecto, se consideró la tasa de crecimiento del municipio de Tajumulco, proporcionada por el centro de salud del municipio, la cual es del 2,86%.

$$Pf = Pa(1 + r)^n = 245(1 + 0,0286)^{20} = 431 \text{ Hab}$$

2.5.3 Dotación

Es la cantidad de agua asignada durante un día a cada habitante de la población de diseño, esta es expresada en unidades de litros por habitante al día (L/hab/día). Este valor varía dependiendo de los factores tales como: clima, ubicación geográfica, nivel de vida, tipo de sistema a utilizar y cantidad de agua disponible.

Tabla II. Dotaciones

DOTACION (L/hab/día)	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO
De 30 a 40	Pozo excavado y bomba manual
De 40 a 50	Lena cantaros en clima frío
De 50 a 60	Lena cantaros en clima cálido
De 60 a 80	Conexión predial en clima frío
De 80 a 100	Conexión predial en clima cálido
De 100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío y zonas urbanas marginales
De 150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido y colinas no residenciales
De 200 a 250	Colinas residenciales

Fuente: David León Medrano. **Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Yichwitz Chonó, San Pedro Soloma, Huehuetenango.** Pág. 8

Para el presente proyecto se optó por tomar una dotación de 120 L/hab/día, ya que el tipo de proyecto es de conexión domiciliar en área rural, el clima es frío y la fuente permite suministrar esta dotación.

2.5.4 Factores de consumo

Factores utilizados como seguridad para garantizar que el sistema sea capaz de suministrar agua a una comunidad adecuadamente, en cualquier época del año, y varían dependiendo de la población donde se llevará a cabo el proyecto.

2.5.4.1 Factor día máximo (FDM)

El factor de día máximo, está definido como la relación entre el valor de consumo máximo diario registrado en el año y el consumo medio diario, en ese mismo año. Para acueductos rurales según la UNEPAR este factor puede oscilar entre 1,2 a 1,5.

Para el diseño del presente proyecto se tomo un factor de 1,25 ya que se considera que la población a servir no es tan grande y por ende un valor FDM pequeño.

2.5.4.2 Factor hora máximo (FHM)

Este factor, al igual que el factor día máximo, depende de la magnitud de la población y de las costumbres que tenga, por el contrario este factor se comporta de manera inversamente proporcional al número de habitantes de la comunidad beneficiada.

El comportamiento del consumo diario de una comunidad pequeña, presenta demandas mayores en determinada hora del día y con ello factores de hora máxima más altos, y en comunidades grandes el consumo se presenta más uniforme por lo que lleva a utilizar factores más pequeños.

Las normas para acueductos rurales de la UNEPAR recomiendan que se deba utilizar un factor de 2,5 para poblaciones de diseño menores a 1 000 habitantes y de 2,2 para poblaciones de diseño mayores a 1 000 habitantes. Para las bases de diseño del presente proyecto se ha tomado un factor de 2,5 ya que la población futura es menor a 1 000 habitantes.

2.5.4.3 Consumo medio diario

Se utilizado para diseñar la capacidad de almacenamiento del tanque de distribución. Es la cantidad de agua consumida por la población durante un día, la cual es obtenida como un promedio de los consumos diarios, de un año, cuando no existen registros de tales consumos, se puede calcular el caudal medio diario de la forma:

$$Q_m = \frac{\text{Población futura} \times \text{dotacion}}{86\,400s} = \frac{431\text{hab} \times 120L/\text{hab}/\text{dia}}{86\,400\text{ s}/\text{dia}} = 0,598 \frac{L}{s}$$

2.5.4.4 Consumo máximo diario

El consumo máximo diario o caudal de conducción ya que es el caudal que se utiliza en la línea de conducción se obtiene al multiplicar el caudal medio diario por el factor día máximo.

$$Q_c = Q_m * FDM$$

Donde: Q_c = consumo máximo diario o caudal de conducción
 Q_m = consumo medio diario o caudal medio
FDM = factor día máximo

En base a la ecuación anterior se calcula el caudal de conducción:

$$Q_c = Q_m * FDM$$
$$Q_c = 0,598 * 1,25 = 0,748 \frac{L}{s}$$

2.5.4.5 Consumo máximo horario

Este consumo es denominado también caudal de distribución, es usado para el diseño de la línea de distribución. Se define como el máximo consumo observado durante una hora del día, en el período de un año. En el caso de no tener registros, se obtiene al multiplicar el caudal medio diario por el factor hora máximo FHM definido en el inciso 2.5.4.2.

$$Q_d = Q_m * FHM$$

Donde: Q_d = Caudal de distribución
 Q_m = Caudal medio
FHM = Factor hora máximo

En base a la ecuación anterior se calcula el caudal de distribución:

$$Q_d = Q_m * FHM$$
$$Q_d = 0,598 * 2,5 = 1,495 \frac{L}{s}$$

2.6 Captación

Para el proyecto en cuestión esta obra será construida con el fin de recolectar el agua del nacimiento, para lo cual la estructura se compondrá de las siguientes partes: un filtro a base de piedra bola, grava y arena de río, desagüe para limpieza, tubería de rebalse, salida de tubería de la red de conducción provista de pichacha, tapadera con sello sanitario para inspección (ver plano en apéndice).

2.7 Línea de conducción

Es la tubería destinada a conducir el agua desde la fuente (captación), hasta llegar al tanque de almacenamiento o distribución, la cual es diseñada para que trabaje a sección llena y a presión.

Dicha conducción puede realizarse de diferentes maneras, dependiendo de las circunstancias topográficas en las que se encuentren, esto conlleva al tipo de energía a utilizar para transportar el agua, estas pueden ser:

- ✓ Línea por gravedad
- ✓ Línea de bombeo o impulsión
- ✓ Línea mixta (combinación de las anteriores)

El sistema de conducción del proyecto de abastecimiento de agua para el caserío Tosacmuc, es en su totalidad por sistema de gravedad. Las pérdidas por fricción se calculo por medio de la ecuación de Hazen & Williams, aunque esta ecuación está destinada para utilizarla con diámetros mayores de 2"; pero por ser la más práctica en el cálculo se ha utilizado.

A continuación se muestra la tabla con las bases de diseño del proyecto de abastecimientos de agua potable para el caserío Tosacmuc.

Tabla III. Bases de diseño

ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
CASERÍO TOSACMUC, ALDEA TONINCHUN, TAJUMULCO SAN MARCOS
OCTUBRE 2009

BASES DE DISEÑO		
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	DIMENSIONALES
Número de casas	49	
Sistema de conducción	Gravedad	
Sistema de distribución	Gravedad	
Período de diseño	20	años
Dotación	120	L/hab/día.
Tasa de crecimiento poblacional	2,86	%
Caudal medio	0,598	L/s
Caudal día máximo	0,748	L/s
Caudal de hora máximo	1,495	L/s
Factor día máximo	1,25	
Factor de hora máximo	2,50	
Porcentaje de almacenamiento	40	%
Número de conexiones domiciliarias	49	
Caudal aforado	0,805	L/s
Caudal requerido	0,598	L/s

Longitud conducción	3 + 902,73
Longitud distribución	1 + 659,67
Total	5 + 562,40

2.7.1 Cálculo de presiones y velocidades

La presión estática en la línea de conducción es recomendable mantenerla por debajo de 80 m.c.a. y no sobrepasar en ningún caso los 90 m.c.a. para tuberías diseñadas a una presión de trabajo de 160 psi.

Para el sistema de gravedad utilizado en el diseño de abastecimiento de agua potable del caserío Tosacmuc, la velocidad de la línea de conducción debe estar entre 0,60 m/s y 3,0 m/s; esto para evitar que partículas se depositen en la tubería así como para evitar erosión en las mismas.

2.7.2 Diámetro de tubería

Para el diseño hidráulico, el diámetro de la tubería se calcula de acuerdo al tipo de sistema que se trate, sin embargo, para todo diseño se debe utilizar el diámetro interno de la tubería, no así el diámetro comercial.

2.7.3 Coeficiente de fricción (C)

Cuando se emplea la fórmula de Hazen & Williams en el diseño hidráulico, la tubería PVC, se utiliza un coeficiente de fricción de 140 a 160, recomendando un C= 140 cuando se duda de la topografía y un C= 150 para levantamientos topográficos de primero y segundo orden. Para tubería de HG C= 100. En el caso de utilizar otras fórmulas se deben utilizar coeficientes de fricción equivalentes a las mismas.

2.7.4 Diseño de tubería

Para garantizar que el sistema preste un servicio eficiente y continuo, durante el período de vida útil, se debe determinar la clase de tubería, los diámetros adecuados y la pérdida por fricción se calculó, por medio de la ecuación de Hazen & Williams .

$$Hf = \frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$

$$D = \left(\frac{1743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * Hf} \right)^{\frac{1}{4,87}}$$

Donde: Hf = pérdida de carga (m)

Q = caudal en la tubería (L/s)

L = longitud de la tubería en (m)

D = diámetro (pulgadas)

C = coeficiente de rugosidad de la tubería

Cálculo tramo 1 de E-0 a E-1

Datos:

Qc = 0,75 L/s

Material tubería = PVC

Valor C = 150

L = 17,845 m

D propuesto = 1,5" 160 psi

Perdida por fricción:

$$Hf = \frac{1\,743,811 * 17,845 * 0,75^{1,85}}{150^{1,85} * 1,5^{4,85}} = 0,24\,m$$

Velocidad

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

$$V = \frac{1,974 * 0,75}{1,5^2} = 0,66\,m/s$$

Piezométrica

$$C_{Pi} = C_{T\text{inicial}} = 1000,00$$

$$C_{Pf} = C_{Pi} - Hf = 1000,00 - 0,24 = 999,76$$

Presión estática

$$PE = \text{Cota rompedresión} - CT \text{ final}$$

$$PE = 1\,000,00 - 996,43 = 3,57 \text{ m}$$

Presión dinámica

$$PDi = CTi - CP \text{ final} = 1000,00 - 1000,00 = 0,00$$

$$PDf = CP \text{ final} - CT \text{ final} = 999,76 - 996,43 = 3,33 \text{ m}$$

Cálculo tramo 1 de E-1 a E-2 línea de conducción

Datos:

$$Qc = 0,75 \text{ L/s}$$

Material tubería = PVC

$$\text{Valor } C = 150$$

$$L = 19,826 \text{ m}$$

$$D \text{ propuesto} = 1.25'' \text{ 160 psi}$$

Perdida por fricción:

$$Hf = \frac{1\,743,811 * 19,826 * 0,75^{1,85}}{150^{1,85} * 1,25^{4,85}} = 0,64 \text{ m}$$

Velocidad

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

$$V = \frac{1,974 * 0,75}{1,25^2} = 0,94 \text{ m/s}$$

Piezométrica

$$CPi = CPanterior = 999,76 \text{ m}$$

$$CPf = CPi - Hf = 999,76 - 0,64 = 999,12 \text{ m}$$

Presión estática

$$PE = Cota\ rompepresión - CT\ final$$

$$PE = 1\ 000,00 - 993,00 = 7,00\ m$$

Presión dinámica

$$PDi = CTi - CP\ final = 999,76 - 996,43 = 3,33\ m$$

$$PDF = CP\ final - CT\ final = 999,12 - 993,00 = 6,12\ m$$

El cálculo completo de la línea de conducción se muestra en los apéndices.

2.8 Tanque de almacenamiento

La función del tanque de almacenamiento, es principalmente acumular un determinado volumen de agua, para cubrir las variaciones horarias de consumo o en determinado momento cubrir posibles interrupciones del caudal en línea de conducción, debido a reparaciones.

2.8.1 Volumen

El diseño del volumen de almacenamiento de un tanque se realiza en base a las normas de la UNEPAR, debe tener un volumen entre el 25% y el 40% del consumo medio diario. Para el diseño del presente proyecto se optó un 40%, y se calcula de manera siguiente:

$$Vol = \frac{40\%Qm(86\ 400\ s)}{1\ 000} = \frac{0,40(0,598\frac{L}{s})(86\ 400\ s)}{1\ 000} = 20,66\frac{m^3}{día}$$

Por lo que se diseña el tanque para almacenar una capacidad de 20 m³, y debido a la localización del tanque de almacenamiento y al tipo de suelo se construirá de concreto ciclópeo, las especificaciones se describen en el plano (ver apéndice).

2.8.2 Diseño estructural

La cubierta se diseñará, con losa de concreto reforzada, con las dimensiones que se calculan a continuación:

Longitud = 3,50 m
Ancho = 3,00 m
Profundidad = 2,00 m

Para el cálculo y diseño del refuerzo de la losa, se hará uso del método 3 del código ACI (*American Concrete Institute*).

2.8.3 Cálculo de momentos

Coeficiente de momentos (m),

$$m = \frac{a}{b} = \frac{\text{lado corto}}{\text{lado largo}} = \frac{3,00}{3,50} = 0,86$$

De acuerdo a lo que recomienda el método, si el valor $m \geq 0,50$ debe diseñarse la losa en dos sentidos.

2.8.3.1 Espesor de la losa

El espesor (t) de la losa se pre dimensiona de la siguiente manera:

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180} = \frac{3.5 * 2 + 3 * 2}{180} = 0,07 \text{ m} \rightarrow t = 0,10 \text{ m}$$

El pre dimensionamiento recomienda usar t = 0,07 m, pero se utilizará t=0,10 m.

2.8.3.2 Integración de cargas

Carga muerta

$$CM = \text{peso propio} + \text{sobre peso}$$

$$CM = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,10 \text{ m} * 1,00 \text{ m} + 60 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$CM = 276 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

Fuerzas externas que actúan sobre la estructura, y se considera:

$$CV = 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Cargas últimas

Es el resultado de afectar las cargas vivas y muertas por un factor de seguridad, 1,4 para carga muerta y 1,7 para carga viva.

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

$$CU = 1,4 (276,00) + 1,7 (100,00) = 556,40 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Cálculo de momentos

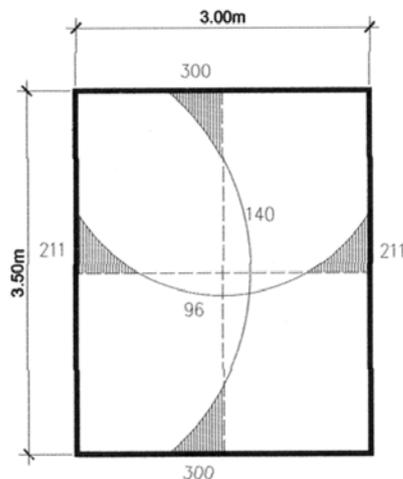
Los momentos que actúan en la losa, se calculan a continuación; pudiendo ser negativos o positivos de acuerdo a la dirección de aplicación de la carga y a la posición de giro.

Tabla IV. Momentos losa tanque de almacenamiento

	CASO 2			Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
	a	b	m=a/b									
Losa1	3,00	3,50	0,86	0,06	0,031	386,40	170,00	556,00	0,024	0,012	0,037	0,019
Ma(-)	300,00		kg-m									
Mb(-)	211,00		kg-m									
Ma(+)	140,00		kg-m									
Mb(+)	96,00		kg-m									

Donde: Ca(-) , Cb(-) = Coeficiente para momentos negativos
 Ca , Cb = Coeficientes para momentos positivos
 CUV = Carga última viva
 CUM = Carga última muerta
 CUT = Carga última total (1,4CM+1,7CV)

Figura 3. Diagrama de momentos losa tanque de almacenamiento



Acero mínimo y espaciamiento

$$A_{smín} = 40\% * A_{smínviga} \rightarrow \rho_{mín} * b * d \rightarrow \rho_{mín} = \frac{14,1}{f_y}$$

$$A_{smín} = 0,40 * \frac{14,1}{2810} * 100 * 7,5 = 1,51 \text{ cm}^2$$

Tomando el área de una varilla No. 3, se tiene el espaciamiento.

$$1,51 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = \frac{100 * 0,71}{1,51} = 47,30 \text{ cm}$$

Se sabe que el espaciamiento máximo debe ser tres veces el espesor de la losa.

$$S_{max} = 3t = 3 * 0,10 = 0,30 \text{ m}$$

Por seguridad se tomará un espaciamiento de 0,25 metros, para el cual se calcula nuevamente el área mínima de acero.

$$A_{smín} \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow 25 \text{ cm}$$

$$A_{smín} = 2,84 \text{ cm}^2$$

Momento que resiste $A_{smín}$

$$M_{A_{smín}} = \varphi \left(A_{smín} * f_y * \left(d - \frac{A_{smín} * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right)$$

$$M_{A_{smín}} = 0,90 \left(2,84 * 2810 * \left(7,5 - \frac{2,84 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right)$$

$$M_{A_{smín}} = 52262 \text{ kg cm} \rightarrow 522,62 \text{ kg m}$$

Chequeo por corte

La losa está sometida a esfuerzos de corte, los cuales deben ser resistidos por el concreto solamente, se debe saber si el espesor de la losa es el adecuado.

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{\text{máx}} = CUu = \frac{L}{2}$$

$$L = \text{lado corto de los}$$

$$V_{\text{máx}} = 556,40 * \frac{3,00}{2} = 834,60 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente

$$V_R = 45 * \sqrt{f_c} * t$$

$$V_R = 45 * \sqrt{210} * 10 = 6521,10 \text{ kg}$$

Según los datos obtenidos, dado que $V_R > V_{\text{máx}}$, el espesor $t = 0,10 \text{ m}$, de la losa es el adecuado para resistir el corte.

Dado que ningún momento actuante es superior al momento que resiste al área de acero mínimo, se considera un espaciamiento para la losa del tanque de distribución; @ 0,25m en ambos sentidos, esto puede verse en los planos mostrados en el apéndice.

2.9 Sistema de desinfección

Según el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los resultados del análisis físico químico sanitario (ver anexo) indica que desde el punto de vista física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

Así también, se muestra el resultado del examen bacteriológico (ver anexo) el cual indica: bacteriológicamente el agua se enmarca en la clasificación I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.

En base a los resultados anteriormente descritos, y mostrados en los anexos, se opta por el método de desinfección de cloración.

La cloración es el método más común para la desinfección del agua en sistemas de abastecimiento a comunidades. El cloro y sus compuestos son activos para la destrucción de la flora bacteriana que se encuentra en el agua, y ya que la cloración es de fácil aplicación y bajo costo, de efecto inocuo para el hombre en las dosis utilizadas en la desinfección del agua, esto hace que este sea el sistema de mayor uso en los sistemas de abastecimiento de agua en las aéreas rurales.

Para la realización de la cloración del agua, se sugiere realizarla por medio de un hipoclorador, que trabaje a una solución del 0,10% de hipoclorito de calcio, con una concentración de 1 miligramo/litro. Para determinar la cantidad de tabletas para clorar el caudal de agua para el proyecto, se hace por medio de la fórmula que se utiliza para hipocloritos:

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

Donde: G= gramos de tricloro

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

D = número de días que durara el tricloro

%Cl = concentración de cloro

Se calcula la cantidad de tabletas de tricloro que se necesita para clorar el agua, para un período de 15 días.

$$M = Q_m * 86\,400 \text{ seg} = 0,598 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 86\,400 \text{ s} = 51\,667,20 \frac{\text{l}}{\text{día}}$$

$$G = \frac{0,001 * 51\,667,20 * 15}{\%Cl_{0,9}} = 861,12 \text{ g}$$

Esto significa que se necesitarán 862 gramos de tricloro, el equivalente a cuatro tabletas de tricloro, de 200 gramos cada quince días.

2.10 Red de distribución

Está formada por un sistema de tuberías unidas entre sí, las cuales conducen el agua desde el tanque de almacenamiento hasta llegar al consumidor final, con la función de brindar un servicio continuo aceptable.

2.10.1 Red ramificada o abierta

En este sistema de tubería la instalación toma la forma de árbol, esto es recomendable cuando no existe un diseño definido de la comunidad y por lo tanto las casas se encuentran dispersas, lo cual no permite diseño de circuitos.

Este tipo de diseño de red ramificada o abierta fue el que se utilizó para el diseño del abastecimiento de agua potable del caserío Tosacmuc. Para su cálculo se utilizó la fórmula de Hazen y Williams indicadas en el cálculo de la línea de conducción.

2.10.2 Presiones y velocidades

La presión y la velocidad del agua, dentro de la tubería para la red de distribución, deberán de mantenerse entre los 60 m.c.a. para el caso de la presión estática, pudiéndose aceptar en casos que lo requieran hasta 70 m.c.a.

La presión dinámica deberá estar entre 10 m.c.a. y 40 m.c.a. como máximo, ya que si se sobrepasa este valor máximo, podría haber problemas en los artefactos hidráulicos.

En cuanto a las velocidades se recomienda mantenerse dentro de los límites de 3,00 m/s como máximo y 0,60 m/s como mínimo.

Cálculo ramal 1 de E-114 a E-115, línea de distribución

Para el cálculo de las pérdidas en la línea de distribución se harán uso de las mismas fórmulas usadas en el diseño de la tubería de distribución sección 2.7.4

Datos:

$$Q_d = 1,46 \text{ L/s}$$

Material tubería = PVC

$$\text{Valor } C = 150$$

$$L = 50,95 \text{ m}$$

$$D \text{ propuesto} = 1,25'' \text{ 160 psi}$$

Casas acumuladas 48

$$\text{Caudal/casa} = 0,031 \text{ L/s}$$

Pérdida por fricción:

$$H_f = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,85}}{C^{1,85} * D^{4,87}}$$
$$H_f = \frac{1\,743,811 * 50,95 * 1,46^{1,85}}{150^{1,85} * 1,25^{4,85}} = 5,72 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \frac{1,974 * Q}{D^2}$$
$$V = \frac{1,974 * 1,46}{1,25^2} = 1,85 \text{ m/s}$$

Piezométrica

$$C_{Pi} = C_T = 780,53 \text{ m}$$
$$C_{Pf} = C_{Pi} - H_f = 780,53 - 5,72 = 774,81 \text{ m}$$

Presión estática

$$PE = Cota\ rompepresión - CT\ final$$

$$PE = 780,53 - 761,53 = 19,00\ m$$

Presión dinámica

$$PDi = CTi - CP\ final = 780,53 - 780,53 = 0,00\ m$$

$$PDf = CP\ final - CT\ final = 774,81 - 761,53 = 13,28\ m$$

Los siguientes cálculos de la tubería de distribución, pueden observarse en los apéndices.

2.10.3 Diseño paso aéreo de 50 metros

El diseño del paso aéreo de 50 metros de luz, se realizará en base a los datos siguientes:

Diámetro de la tubería = 1,25"

Longitud = 50,00 m = 164,00 pie

Cargas verticales: carga muerta (CM)

CM = peso de la tubería hg + peso agua

W tubería Ø 1,25" = 2,28 lb/pie

Peso del agua

$$V = \pi * \left(\frac{1,25}{2}\ plg\right)^2 * 12plg = 14,73\ plg^3 = 0,00852\ pie^3$$

$$W\ agua = 0,00852\ pie^3 * \frac{1\ kg}{1\ litro} * \frac{28,317\ litros}{1\ pie^3} * \frac{2,2\ lb}{1\ kg} = 0,53\ \frac{l}{pie}$$

$$CM = 2,28 + 0,53 = 2,81\ \frac{l}{pie}$$

Carga viva (CV)

Aunque se recomienda que se proteja la tubería con alambre espigado, se asumirá que en algún momento pueda ser utilizada por una persona, para cruzar de un extremo a otro, por lo que se distribuirá el peso de una persona a lo largo de un tubo.

$$CV = \frac{150 \text{ l}}{20 \text{ pie}} = 7,5 \frac{\text{l}}{\text{pie}}$$

La carga horizontal crítica en este tipo de estructuras, es la provocada por el viento. Para esto se asumirá una velocidad de viento de crítico de 70 km/h, la cual desarrollará una presión de 20 l/pie².

$$W_{\text{viento}} = \emptyset_{\text{tub}} + \text{Presión viento}$$

$$W_{\text{viento}} = 1,25'' * \frac{1 \text{ pie}}{12''} * \frac{20 \text{ l}}{1 \text{ pie}} = 2,08 \frac{\text{l}}{\text{pie}}$$

Integración de cargas

Según el reglamento del la ACI 318-83, cuando existen cargas de viento, la carga última está dada por:

$$U = 0,75 * (1,4CM + 1,7 CV + 1,7 C_{\text{viento}})$$

$$U = 0,75 * (1,4 * 2,81 + 1,7 * 7,5 + 1,7 * 2,08) = 15,16 \frac{\text{l}}{\text{pie}}$$

U no debe ser menor de 1.4 CM + 1.7 CV

$$U = 1,4 * 2,81 + 1,7 * 7,5 = 16,68 \frac{\text{l}}{\text{pie}}$$

Tensión del cable

De acuerdo con Wire Rope Hand Book 1963, sección 3:

$$TH = \frac{UL^2}{8d} \text{ Tensión horizontal}$$

$$T = TH \sqrt{1 + \frac{16d^2}{L^2}} \text{ Tensión máxima}$$

$$TV = \sqrt{T^2 + TH^2} \text{ Tensión vertical}$$

Donde: U = carga última

L = luz

D = flecha

Para determinar la flecha (d) en pasos aéreos, y puentes colgantes, el Dr. D.B. Steinman recomienda una relación económica entre flecha y luz de L/9 a L/12, sin embargo, en pasos aéreos da como resultados columnas (torres de soporte) muy esbeltas, por lo que se determinará las flechas, cumpliendo con las condiciones de esbeltez $2Lu/r < 22$, según lo establecido en el reglamento el ACI 398-83, y considera además que la separación entre cable y el tubo es mayor a 40 cm.

Partiendo de $L/12 = 50/12 = 4,16$ m, y luego modificando d se obtiene:

Relaciones para calcular la flecha en paso aéreo 50 m

U (l/pie)	L (pie)	d (m)	d (pie)	TH (l)	T (l)	TV (l)
16,68	164	4,16	13,64	4 109,86	4 331,48	5 970,98
16,68	164	2	6,56	8 548,50	8 657,23	12 166,53

El cable de diámetro de 1/4" resiste 3 600 l por lo que se descarta.

El cable a emplear es de 3/8" que resiste 12 600 l de tensión.

Torres de soporte. Dimensiones de columna

$$b = 0,40 \text{ m}$$

$$h = 0,60 \text{ m}$$

$$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$I = \text{Momento de inercia} = \frac{bh^3}{12} = \frac{0,40 * 0,6^3}{12} = 0,0072 \text{ m}^4$$

$$r = \text{radio de giro} = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{0,0072}{0,4 * 0,6}} = 0.1732 \text{ m}$$

$$Lu = \text{longitud libre de columna} = 1,75 \text{ m}$$

$$Lu = \text{longitud total de columna} = 1.75 + 1 = 2.75 \text{ m}$$

Verificación de esbeltez

$$\frac{2Lu}{r} = \frac{2 * 1,75}{0,1732} = 20,21 \leq 22 \text{ ok} \rightarrow \text{Trabaja como columna corta}$$

Carga crítica

Para encontrar la carga crítica en una columna, con un extremo empotrado y el otro libre, se utiliza la siguiente expresión dada por Euler.

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(2Lu)^2}$$

Donde:

$$I = \frac{bh^3}{12}, \quad y \quad E = 15\,100\sqrt{f'c}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * 15\,100\sqrt{210} * \frac{0,40 * 0,60^3}{12}}{(2 * 1,75)^2} = 12\,693\,539,76 \text{ kg} = 12\,693 \text{ ton}$$

Refuerzo en la columna. Considerando que la columna únicamente trabajará a compresión, bajo carga axial muy pequeña, ($T_V = 12\,166 \text{ l} = 12,16 \text{ ton}$), comparando con lo que la columna puede soportar se usará el criterio de la sección 10.8.4 del reglamento del ACI 318-83, que indica que cuando el elemento sujeto a compresión, tiene una sección transversal, mayor que la requerida para las condiciones de carga, se puede emplear con el fin de determinar el refuerzo mínimo, el área efectiva reducida A_g no menor que $\frac{1}{2}$ del área total por lo tanto:

$$A_{S\text{mín}} = 0,01 * \frac{A_g}{2} = 0,01 * \frac{40 * 60}{2} = 12,00 \text{ cm}^2$$

Se repartirá el área de acero en 10 varillas, entonces:

$$10 \text{ No. 4} = 10 * 1,27 = 12,7 \text{ cm}^2$$

El detalle y armado se aprecia en el plano no 14 de 14.

La carga última que puede resistir el $A_s=12,70 \text{ cm}^2$ es:

$$PU = \phi * f^c * (A_g - A_s) + A_s * f_y$$

$$PU = 0,85 * 210 * (40 * 60 - 12,7) + 12,7 * 2 800 = 461 820,10 \text{ kg} = 461,82 \text{ ton}$$

$$P_{cr} > PU \rightarrow 12 693 \text{ ton} > 461,82 \text{ ton ok}$$

El refuerzo transversal en la columna será No. 3 @ 0,15 m.

Zapata. Debido a que la carga que soporta la zapata es pequeña, se asumirá el peralte mínimo que recomienda el A.C.I.

$$\text{Peralte mínimo sobre el refuerzo interior} = 15 \text{ cm}$$

$$\text{Recubrimiento mínimo del refuerzo} = 7,5 \text{ cm}$$

$$t = 15 + 7,5 = 22,5 \text{ cm} \rightarrow t = 23 \text{ cm}$$

V_s = valor soporte del suelo = $15 000 \text{ kg/m}^2 = 15 \text{ ton/m}^2$

Y_s = peso específico del suelo = $1 500 \text{ kg/m}^2 = 1,5 \text{ ton/m}^2$

Y_c = peso específico del concreto = $2 400 \text{ kg/m}^2 = 2,4 \text{ ton/m}^2$

Y_{cpeo} = peso específico del concreto ciclópeo = $2 250 \text{ kg/m}^2 = 2,25 \text{ ton/m}^2$

Calculando el factor de carga ultima

$$F_{cu} = \frac{U}{CM + CV} = \frac{16,68}{2,81 + 7,5} = 1,62$$

Integración de cargas que soporta la zapata

Tensión vertical =	= 5,53 ton
Peso de la columna = $2,4 * 2,75 * 0,40 * 0,60$	= 1,58 ton
Peso del suelo = $1,5 * 1 * 1 * 1 - 0,4 * 0,6$	= 1,14 ton
Peso propio de la zapata = $2,4 * 1 * 1 * 0,23$	= <u>0,55 ton</u>
Pz	= 8,80 ton

$$\frac{Pz}{Az} \leq Vs \rightarrow \frac{8,80}{1} < 15 \rightarrow \frac{8,80 \text{ ton}}{m^2} < \frac{15,00 \text{ ton}}{m^2} \text{ ok}$$

$$Wuz = Fcu * Pz = 1,62 * 8,80 = 14,25 \text{ ton/m}^2$$

Verificación por corte simple.

$$d = t - rec - \frac{\phi}{2} = 0,23 - 0,075 - \frac{0,0127}{2} = 0,149 \text{ m}$$

$Va < Vr$ donde: $Vr = \text{corte resistente}$, $Va = \text{corte actuante}$

$$Va = \left[\frac{1}{2} * \left(\frac{0,6}{2} + 0,149 \right) \right] * 1 * 14,25 = 3,19 \text{ ton}$$

$$Vr = \frac{0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 14,9}{1\ 000} = 9,73 \text{ ton} \rightarrow 3,19 \text{ ton} < 9,73 \text{ ton ok.}$$

2.11 Planos

Los planos son el resultado gráfico del diseño hidráulico, para su presentación se dibujaron en hojas con formato A-1, y se redujeron a tamaño doble carta para su inclusión en el presente trabajo. Estos fueron realizados en el programa AutoCAD 2006, y se muestran en los apéndices. Los planos son los siguientes: planta general del levantamiento topográfico hoja 1, planta perfil de la línea de conducción hoja 2 a la 6, planta perfil de la línea de distribución hoja 7 a la 9, detalle de obras de arte hoja 10 a la 14.

2.12 Presupuesto

El presupuesto que se adjunta se trabajó en base a los precios unitarios, los precios de los materiales se trabajaron en base a cotizaciones realizadas en ventas de materiales del municipio, la mano de obra en base a datos proporcionados por la municipalidad, el presupuesto integrado es mostrado en los apéndices.

2.13 Programa de operación y mantenimiento

El proyecto de abastecimiento de agua potable ha de funcionar correctamente, si se contempla un programa de operación en mantenimiento tanto preventivo como correctivo para los equipos y la infraestructura, el cual será el indicador de la vida útil del proyecto.

La operación se refiere a las acciones que se dan externamente, que se ejecutan a las instalaciones y equipo sin afectar su naturaleza y características internas.

El mantenimiento se refiere a las acciones internas, que son ejecutadas a las instalaciones o al equipo, las cuales vienen a alterar la naturaleza de las partes constitutivas del sistema, es decir la prevención o la reparación de daños.

2.13.1 Mantenimiento preventivo

Consiste en la ejecución de acciones en las instalaciones o el equipo, para evitar, dentro de lo posible, que se produzcan daños.

Tales intervenciones deberán de realizarse mediante programación de un calendario a intervalos periódicos, pudiendo con el tiempo ajustarlo a las necesidades propias que requiera el sistema.

Las etapas para la organización eficiente del mantenimiento preventivo del sistema de agua son:

- Inventario técnico de las instalaciones o equipos
- Clasificación en grupos con características similares
- Identificación de cada uno de las instalaciones o equipos
- Formularios necesarios y adecuados para el control del mantenimiento preventivo
- Normas de mantenimiento preventivo para cada grupo de componentes
- Plan periódico de mantenimiento preventivo, el cual puede ser anual
- Archivos técnicos de mantenimiento.

Tabla V. Programa de mantenimiento preventivo

OBRA	ACTIVIDAD A REALIZAR	FRECUENCIA
CAPTACIÓN	Verificar el nivel de agua en el tanque de captación.	diario
	Revisar válvulas y rebalses en el tanque y a la salida del mismo.	diario
	Limpiar el área adyacente a la captación, removiendo plantas, piedras, tierra o cualquier otra obstrucción.	mensual
	Limpiar la contra cuneta de protección, alrededor del tanque.	mensual
	Revisar la malla perimetral.	trimestral

	Recorrer e inspeccionar el área de influencia del nacimiento, para detectar posibles fuentes de contaminación, como aguas negras, letrinas, presencia de animales domésticos al rededor, u otros que pongan en peligro el saneamiento de la fuente.	anual
	Operar válvulas para verificar, si giran con facilidad. Si tienen partes rotas o fugas se corrigen; revisar las tuberías, corregir las fugas si las hubiera y pintar con pintura anticorrosiva	anual
LÍNEA DE CONDUCCIÓN	Mantener una brecha sobre la línea de conducción con el fin de facilitar la inspección y detectar posibles fugas.	anual
	Observar si hay fugas, deslizamientos o hundimientos de la tierra que pueda afectar la línea; cualquier área húmeda anormal sobre la línea enterrada debe ser investigada.	mensual
	Inspeccionar elementos de mampostería y concreto en la línea.	semestral
TANQUE DE DISTRIBUCIÓN	Para su limpieza, cortar la entrada del agua cerrando la válvula de la línea de conducción. Abrir la válvula de drenaje para vaciar el tanque, abrir la escotilla, entrar al tanque y limpiar con cepillos metálicos las paredes y el fondo del tanque. Sacar los residuos de la limpieza usando un chorro de agua.	semestral

	Revisar el estado extremo de las válvulas, verificar que no haya fugas, roturas o falta de piezas, en cuyo caso deberá repararse la válvula o bien cambiarla por otra si fuese necesario.	trimestral
	Revisar toda la estructura del tanque.	semestral
RED DE DISTRIBUCIÓN	Inspeccionar la red de distribución con el fin de detectar fugas u otras anomalías; si es posible, corregirlas; en caso contrario, anotarlas en las hojas de registro, verificar y revisar las cajas de válvulas.	mensual
	Revisar el funcionamiento de las válvulas, las cuales deben abrir y cerrar lentamente. Pintar y retocar con pinturas anticorrosivas las válvulas y accesorios que estén a la vista de la red de distribución.	semestral
VÁLVULAS	Abrir y cerrar lentamente la válvula para evitar el golpe de ariete, comprobar que el número de vueltas y el sentido de rotación, al cerrar o abrir, coincide con el indicado en la hoja de registro.	semestral
	Abrir y cerrar varias veces las válvulas con el fin de eliminar los depósitos que se hayan podido acumular en el asiento de la compuerta; comprobar el estado de la empaadura del prensa-estopa y reemplazarla si hay dificultad en el manejo de la válvula o si hay fugas que no se eliminan apretando el prensa-estopa.	semestral

	Revisar los empaques; si están en mal estado cambiarlos. Verificar que los pernos y tuercas estén suficientemente apretados para evitar fugas.	semestral
	Cambiar la pieza si es necesario, pintar o retocar la pintura de las válvulas y accesorios. Para ello, usar pintura anticorrosiva. Revisar y limpiar la caja de las válvulas. Revisar tapaderas y reemplazar las que estén rotas.	
	Revisar las conexiones por sectores del sistema.	semestral
CONEXIONES DOMICILIARES	Revisar empaques de las llaves de chorro.	diaria
	Revisar llaves de paso y posibles fugas en las conexiones.	mensual
		trimestral

El personal deberá estar formado por un fontanero, un albañil, un jefe del grupo y tres auxiliares para realizar cada actividad descrita anteriormente.

2.13.2 Mantenimiento correctivo

Consiste en realizar una reparación oportuna e inmediata de cualquier daño que se produzca en las instalaciones o equipo, dado a que los daños pueden ser de diferente índole y debido a diferentes circunstancias, no es posible programarlas, para tal mantenimiento es necesario que se tenga dispuesto el personal y equipo adecuado.

2.14 Costo de operación y mantenimiento

Estos costos son los generados en consecuencia de mantener el funcionamiento óptimo del sistema de abastecimiento de agua. Estos costos lo genera el consumo de energía eléctrica (si lo amerita el sistema), cloración del agua, mantenimiento del equipo de cloración, pintura, repuestos, herramienta, pago de planilla, otros.

Se sugiere que la persona que esté a cargo de esta labor, sea un fontanero asalariado, para que se le pueda exigir las inspecciones periódicas a todos los componentes del sistema, detectando posibles fugas en la red, debido a cambios en el caudal de agua.

Costo de operación y mantenimiento mensual.

1 fontanero=	Q 800,00
1 auxiliar fontanero=	Q 500,00
Consumo mensual de cloro=	Q 200,00
Mantenimiento del sistema=	Q 200,00

Monto de operación y mantenimiento mensual = Q 1 700,00

Tarifa mensual por vivienda

$$\text{Tarifa mensual} = \frac{\text{Q 1 700,00}}{49 \text{ viviendas}} = \frac{\text{Q 34,7}}{\text{vivienda}}$$

2.14.1 Estudio tarifa y derecho de conexión

El derecho de conexión, se calcula en base a la inversión en el proyecto, esto se divide dentro del total de viviendas beneficiadas al momento de entrar en funcionamiento el proyecto.

Existen dos formas en las que puede calcularse este valor; en el caso en el que el proyecto sea financiado por la municipalidad u otra organización, hay un porcentaje del monto total del proyecto que la comunidad absorbe en (mano de obra no calificada, materiales locales), en tal caso el valor de este porcentaje es el que se divide.

El otro caso la comunidad absorbe el total del monto del proyecto, si este no es financiado en ningún porcentaje por alguna institución, entonces este es el monto que será dividido dentro del total de beneficiados al momento de entrar en funcionamiento el proyecto, en tal caso los vecinos saldrían afectados económicamente al solicitar su derecho de conexión.

Así también, el estudio tarifario se calcula en base a los gastos de operación y mantenimiento que se llegarán a generar mensualmente, un porcentaje de imprevistos, más un porcentaje de reserva en el caso de que haya que reemplazar cualquier componente del sistema, en el momento que sea necesario. Así también adicionalmente se le podrá agregar una utilidad para que pueda llegar a ser útil, al momento de realizar nuevos proyectos en beneficio de la comunidad.

2.15 Evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental

Se define como cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, adversas o benéficas, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Es el documento técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o actividad determinada y describe, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos, es un proceso de toma de decisiones y constituye el instrumento de planificación que proporciona un análisis temático preventivo reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada. Es un proceso cuya cobertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto.

Evalúa los potenciales, riesgos e impactos ambientales en su área, influencia, e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos.

Procedimiento que debe cumplir la evaluación ambiental

La base legal para realizar los EIA, viene de la ordenanza contenida en el artículo 8 de la Ley de Protección y mejoramiento del Medio Ambiente (decreto No. 68-86 y sus reformas: decretos No. 75-91, 1-93, 90-2000 del Congreso de la República), el cual literalmente dice:

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a, los recursos naturales, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesariamente previamente a su desarrollo un estudio de evaluación, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

El funcionario que emitiere exigir el estudio de evaluación de impacto ambiental, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental, será sancionado con una multa de Q 5 000,00 (US \$ 1 000,00) a Q 100 000,00 (US \$20 000,00), en caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla”.

En el medio ambiente natural se incluyen los aspectos siguientes:

- ✓ Suelo (erosión deposición, sedimentación, contaminación por residuos, alteración de cubierta vegetal, empobrecimiento del suelo, áreas de inundación y otros aspectos puntuales a considerar)

- ✓ Agua (superficial y subterránea)

- ✓ Aire (Contaminación, efectos de contaminación sobre la vegetación, el patrimonio histórico o artístico, y los diferentes materiales, alteración del microclima)
- ✓ Contaminación térmica
- ✓ Ruido
- ✓ Olores molestos o pestilencias
- ✓ Radiaciones ionizantes
- ✓ Productos químicos tóxicos
- ✓ Protección de la naturaleza (áreas protegidas, fauna y flora, especies en peligro de extinción, o escasas, incendios forestales, repoblaciones forestales, otros aspectos de la conservación de la naturaleza)

Evaluación de impacto ambiental del proyecto de abastecimientos de agua potable para el caserío Tosacmuc, municipio de Tajumulco, San Marcos

Descripción del proyecto: consiste en la construcción de una línea de conducción, por gravedad hasta el tanque de almacenamiento, a partir del cual se distribuirá en ramales abiertos, se utilizará tubería P.V.C. en la mayor parte del diseño y tubería H.G. para los pasos aéreos y tubería con recubrimiento.

Evaluación

Área y situación legal del sitio de ubicación: el proyecto estará ubicado en una comunidad, la cual es propietaria del terreno donde se construirá.

Vida útil del proyecto: la tubería HG y PVC tienen una vida útil muy larga, sin embargo el proyecto fue diseñado para un período de 20 años.

- ✓ **Longitud estimada del proyecto:** la longitud de la línea de conducción en conjunto con la línea de conducción es de 5 562,40 metros lineales
- ✓ **Suelo:** los trabajos a realizar son limpiar, chapear, zanjear para la colocación de la tubería, además de los trabajos para la construcción de las obras de arte
- ✓ **Recursos naturales:** los recursos naturales utilizados serán agua y el mismo suelo proveniente de las excavaciones que se realicen en el lugar
- ✓ **Sustancias o materiales a ser utilizados:** ninguna
- ✓ **Residuos líquidos que serán generados:** ninguno
- ✓ **Desechos sólidos:** ninguno
- ✓ **Contaminación térmica:** ninguna
- ✓ **Olores molestos o pestilencias:** ninguno

- ✓ **Radiaciones ionizantes:** ninguna
- ✓ **Productos químicos tóxicos:** no serán generados
- ✓ **Emisiones a la atmósfera:** ninguna
- ✓ **Ruidos:** ninguna
- ✓ **Contaminación visual:** ninguna

Medidas de mitigación

Es el conjunto de operaciones o actividades destinadas a prevenir, reducir, minimizar, corregir o restaurar, la magnitud de los impactos negativos al ambiente.

Para evitar el impacto negativo en el ambiente, al ejecutar el proyecto de abastecimiento de agua potable para el caserío Tosacmuc, se sugiere:

- ✓ Supervisión al momento de la limpieza chapeo y zanjeo previo a colocar la tubería para evitar limpiar un ancho mayor al necesario
- ✓ Al momento de realizar la construcción de las obras de arte, verificar que los materiales que ahí se utilicen deben ser retirados completamente los residuos al finalizar el trabajo
- ✓ Realizar una reforestación de árboles en los lugares donde por necesidad hayan sido talados

2.16 Evaluación socio-económica

2.16.1 Valor presente neto

Para este proyecto en especial, la municipalidad trata de dar un servicio básico rural y formará parte de los proyectos sociales, que son básicos para el desarrollo de la comunidad y sus habitantes. Por lo tanto, la inversión será por parte de la municipalidad ya que los habitantes de este lugar, en su mayoría son de escasos recursos, por lo que será la municipalidad y el comité de vecinos los encargados de gestionar el financiamiento.

Debido a lo anterior mencionado, el proyecto no recuperará su inversión inicial, el beneficio real se reflejará en la calidad de vida de cada uno de los habitantes del caserío y de las generaciones futuras de esta comunidad; el valor presente neto se interpretará de la siguiente forma:

Inversión inicial o costo total del proyecto Q 523 341,52

Esta inversión será el beneficio que obtendrá la población

Costo de operación y mantenimiento mensual	= Q	1 700,00
Costo de operación y mantenimiento anual	= Q	20 400,00
Costo de operación y mantenimiento por 20 años	= Q	408 000,00

El valor presente neto se calcula:

Con $n = 20$ años

Tasa i de 12,74% anual (fuente Banguat)

$$VPN = inversión\ inicial - operación * \left(\frac{(1+i)^{n-1}}{i(1+i)^n} \right)$$

$$VPN = 523\ 341,52 - 20\ 400 * \left(\frac{(1+0,1274)^{20-1}}{0,1274(1+0,1274)^{20}} \right)$$

$$VPN = Q\ 381\ 310,66$$

Por lo tanto desde el punto de vista social el proyecto es factible y rentable.

2.16.2 Tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno, se puede interpretar como la tasa de interés con la cual el valor actual neto de un proyecto, recuperar la inversión sin tener ganancias.

Para este caso, la tasa interna de retorno es negativa debido a que el proyecto es de carácter social, por lo que no se recuperará la inversión inicial.

3. DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR, CASERÍO NUEVA CANDELARIA

3.1 Descripción del proyecto

Salón, es un lugar de reunión con carácter social, cultural y/o religioso, destinado a la población en general. El proyecto a diseñar consta de un área en el primer nivel para salón de usos múltiples, y centro de acopio, y en el segundo nivel, diseño de un área para auxiliatura de la comunidad.

3.2 Estudio preliminar

El caserío Nueva Candelaria, es una comunidad en vías de crecimiento, que realiza actividades de orden social y cultural, las cuales son realizadas en campos abiertos. Así también, debido a los percances naturales que actualmente se están dando en nuestro país, se considera necesaria para la comunidad la construcción de un centro de acopio.

3.2.1 Disponibilidad de terreno

La comunidad cuenta con un predio disponible para la construcción de tal obra, que tiene dimensiones de 11,00 m de ancho por 18,00 m de largo.

3.2.2 Topografía

El terreno está localizado en el centro de la comunidad, la topografía del área disponible para construcción es relativamente plana, basta solamente una nivelación manual para establecer la plataforma de la construcción.

3.2.3 Análisis de suelo

El tipo de suelo del terreno, donde se construirá el salón es del tipo arcilla limosa color café oscuro. A este tipo de suelo se le realizó pruebas de laboratorio para definir el valor soporte de suelo, los resultados se muestran en los anexos.

3.3 Diseño arquitectónico

Para el diseño arquitectónico se tomaron en cuenta los criterios de las normas de planificación para viviendas de FHA, la tesis de graduación “Propuesta de normas para edificios de uso público en los municipios de la república de Guatemala” del ingeniero civil Mario René Jordan Zabaleta, sugerencias y opiniones de los dirigentes comunitarios del caserío Nueva Candelaria, y criterios personales. El diseño arquitectónico de este tipo de construcciones, generalmente depende del clima, ubicación y materiales existentes en la región.

3.3.1 Distribución de espacios

Primer nivel:	Segundo nivel:
Escenario	Auxiliatura
Vestidores	Sala de espera
Área para público	Guardianía
Acceso principal	
Servicios sanitarios	
Bodega	

3.3.2 Altura del edificio

El clima en el caserío Nueva Candelaria, es relativamente frío la altura al entrepiso será de 2,80 m y la altura en el área para público será de 4,00 m, esta altura fue tomada en base a los criterios que se muestran en la tabla.

Tabla VI. Alturas recomendadas para techos o entrepisos en metros

Tipo de proyecto	Clima templado o frío	Clima cálido
Edificio municipal	2.65	3.00
Mercado		
Locales fijos	2.65	3.00
Piso de plaza cubierto	3.50	3.50 a 5.00
Centro de uso comunitario		
Salón social	4.00	5.00 a 5.75
Salón social + deportivo	6.00 libres en cancha	Igual criterio
Otros ambientes	2.75	3.20
Rastro		
Área de faenado aéreo	4.50	4.50
Otros ambientes	2.85	3.00

Fuente: Mario René Jordán Zabaleta. **Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en los municipios de la república de Guatemala. Tesis graduación 1991. Pág. 49**

3.4 Tipo de estructura a utilizar

Según las normas AGIES, se clasifican las estructuras en cinco tipos, las cuales se subdividen según sean los elementos verticales que sirvan para proporcionar resistencia y rigidez lateral, si existiera alguna duda se puede clasificar como E6. Para el análisis de una vivienda o edificio de mampostería reforzada, se utiliza el sistema de tipo cajón, el cual tiene algunas restricciones de altura, estando directamente relacionado con el nivel de protección de la estructura siendo:

- ✓ 30 metros de altura para un nivel de protección tipo C.
- ✓ 20 metros de altura para un nivel de protección tipo D.

Ya que para alturas mayores, se necesita un sistema tipo E3 o E4

Según el cuadro siguiente, se concluye que el tipo de estructura a utilizar en la construcción del salón y auxiliatura del caserío nueva candelaria será de mampostería reforzada. Constituyendo un sistema de estructuración tipo cajón y se clasifica por tipo E1.

El tipo de estructura fue seleccionada en base a factores: como situación económica, acceso, uso del edificio, dimensiones del terreno disponible.

La estructura contará con un área de dos niveles, la losa de entrepiso y la losa final, ambas serán planas de armado tradicional, fundidas en el sitio; la restante área de construcción estará cubierta con un techo tipo curvo, los muros verticales serán de mampostería reforzada de block, y en la cimentación, zapatas y cimiento, constituyendo un sistema de estructuración tipo caja.

3.5 Cargas que actúan en una estructura de mampostería reforzada

Toda estructura de mampostería reforzada, estará sometida a diferentes tipos de carga, siendo estas; cargas gravitacionales y cargas laterales.

3.5.1 Cargas gravitacionales

Cargas verticales que actúan en la estructura de mampostería reforzada.

3.5.1.1 Carga viva

Técnicamente las cargas vivas, incluyen todas las cargas no permanentes que se puedan presentar.

3.5.1.2 Carga muerta

La carga muerta consiste en el peso de los materiales con los que está construido el edificio, como muros, divisiones, columnas, marcos, pisos techos y acabados.

En general la carga muerta, es una carga permanente una vez que se termina de construir el edificio, a menos que sea remodelado o reestructurado con frecuencia, su valor puede ser calculado fácilmente según los volúmenes y pesos específicos.

3.5.2 Cargas laterales

3.5.2.1 Carga de sismo

Son las cargas o fuerzas inducidas en una estructura debido a la vibración u oscilación de la superficie de la tierra, causada por un disturbio elástico o gravitacional de las masas, las cuales buscan el equilibrio.

El análisis sísmico puede simplificarse utilizando fuerzas estáticas que producirán el mismo efecto de ladeo de un sismo. La fuerza sísmica va a depender directamente del peso propio de la estructura y su punto de aplicación será en la base por considerarse fija o empotrada en la misma.

El sistema de fuerzas horizontales equivalentes a la acción sísmica, que se aplica según la dirección de análisis considerada, se establece determinando primero el valor de la fuerza sísmica horizontal resultante (esfuerzo de corte en la base de la estructura) a partir de la cual se determinan las fuerzas componentes.

Para determinar la carga sísmica de corte en la base de la estructura, la SEAOC recomienda la fórmula: $V = ZIKCSW$

Donde: Z= coeficiente que depende de la zona

I =coeficiente de importancia de la obra

C= coeficiente que depende del período natural de vibración

S =coeficiente que depende del tipo de suelo

K =coeficiente dependiente del sistema estructural usado

W =peso propio de la estructura más el 25% de las cargas vivas.

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto a la estructura. Por tal razón es necesario evaluar la carga de sismo en las direcciones X Y.

3.5.3 Carga de viento

Este tipo de cargas producen una fuerza horizontal sobre la estructura de mampostería, la cual generalmente es muy pequeña en comparación con la carga de sismo, por lo que puede no ser tomada en cuenta, una característica de este tipo de fuerza es que las velocidades más grandes de viento ocurren en periodos de tiempo muy cortos.

3.6 Estructura mampostería reforzada

Está conformada por muros construidos con piezas prismáticas macizas, unidas con mortero y reforzadas con varillas de acero.

3.6.1 Mampostería reforzada confinada

Denominada así, cuando el refuerzo de acero se concentra en elementos verticales y horizontales de concreto conocidos como mochetas y soleras.

3.6.2 Mampostería reforzada integral

Denominada así, cuando el refuerzo de acero se distribuye en los elementos mampuestos, es decir las varillas de acero que estarán colocadas verticalmente en los espacios vacíos de las piezas prismáticas.

3.7 Elementos del sistema de mampostería reforzada

- Mampuestos (elementos prismáticos, ladrillo, block)
- Mortero
- Graut (usada en mampostería integral)
- Concreto (usada en mampostería confinada)
- acero

3.7.1 Unidades de Mampostería

Estas unidades prefabricadas, usadas para el levantado de los muros de mampostería reforzada, generalmente son bloques huecos de concreto, ladrillos de barro cocido, cuya función básica será dividir los ambientes y su función estructural soportar esfuerzos de compresión. Para el diseño del presente proyecto se diseño pensando en utilizar bloques de concreto huecos de 0,14 m x 0,19 m x 0,39 m.

Este tipo de unidades generalmente poseen un gran porcentaje de vacíos, deberán cumplir con la norma COGUANOR NGO 41 054 en lo que se refiere a calidad, dimensiones, porcentaje de absorción y clasificación por resistencia. Se pueden considerar dos clases de bloques dependiendo del material que se utilice en su fabricación, siendo estos:

- Los bloques de concreto de peso normal que se utilizan para la construcción de muros de carga, siendo usualmente huecos para reducir su peso, pero también se pueden encontrar bloque sólidos.
- Los bloques de concreto liviano son de fácil manejo únicamente pueden ser utilizados para muros interiores y muros que no son de carga.

Tabla VII. Tipos de bloque más usados

USO	Medidas nominales (cm)			Medidas reales (cm)		
	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto	Largo
Bloque de pared o muro	20	20	40	19	19	39
Medio bloque de pared o muro	15	20	40	14	19	39
Bloque de tabique	20	20	20	19	19	19
Medio bloque de tabique	15	20	20	14	19	19
	10	20	40	9	19	39
	10	20	20	9	19	19

3.7.2 Mortero

Los morteros usados para mampostería, deberán ser una mezcla plástica de materiales cementantes y arena bien graduada, que permita la unión de las unidades de mampostería para la correcta conformación de un elemento estructural (muro). La dosificación de dicha mezcla deberá de proveer las condiciones necesarias, que permitan su trabajabilidad, capacidad para retención de agua; teniendo en cuenta que servirá de apoyo para las unidades de mampostería.

Tabla VIII. Proporción volumétrica para mortero

Tipo de mortero	Proporción volumétrica			Resistencia a la compresión kg/cm ²
	Cemento	Cal	Arena	
I	1,00		no menos de 2,25 y no mas de 3 veces la suma de los volúmenes de cemento y cal usados	175
II	1,00	0,25 - 0,50		125
II	1,00	0,50 - 1,25		50

Fuente: **Normas AGIES NR – 9:2000. Pág. 5**

3.7.3 Concreto

El concreto no es más que una mezcla heterogénea de arena, grava cemento y agua que al fraguar adquiere las características de dureza y resistencia necesarias, en algunas ocasiones se les pueden agregar aditivos para modificar sus características. La resistencia del concreto depende de muchos factores tales como; los materiales, el diseño de la mezcla, el colado y curado. El concreto puede ser de varios tipos, siendo actualmente los más conocidos el concreto de peso normal y el concreto liviano.

3.7.4 Graut

Las características del graut, no son las de un concreto, ni las de un mortero, es un material cementante que está conformado por cemento, arena, grava fina y la cantidad necesaria de agua que le proporcione una consistencia fluída, que le de trabajabilidad, pero que a la vez sirva para reforzar la mampostería, contribuyendo a la resistencia mínima, a los 28 días, de 1,2 veces f'_m y máxima de 1,5 veces f'_m de la mampostería.

3.7.5 Acero de refuerzo

Este material, es utilizado tanto para el refuerzo vertical como horizontal, consiste en varillas de acero corrugado, debido a que mejora la adherencia con el concreto, deben de cumplir con las normas ASTM A-703 o ASTM A-615, siendo su equivalente la norma COGUANOR NGO 36 011. El uso de las varillas lisas estará limitado a estribos, eslabones y otros dispositivos de amarre, para este proyecto se usará acero de grado 40.

3.8 Método de diseño de miembros estructurales de mampostería reforzada

Para el análisis y diseño de miembros estructurales de mampostería reforzada ha sido tradicional el uso del método elástico.

3.8.1 Método elástico

El método elástico es un procedimiento comparable al que se usaba para el diseño de sistemas estructurales de concreto reforzado; el concreto o mampostería resisten la fuerza de compresión y el acero de refuerzo resiste la fuerza de tensión.

En el método de los esfuerzos de trabajo, los límites de los esfuerzos permisibles de los materiales son establecidos en base a las propiedades de los materiales.

Cuando los elementos son diseñados para determinadas cargas y los materiales son sometidos a su máximo esfuerzo permisible el diseño se dice que es balanceado. La mampostería es sometida a su máximo esfuerzo permisible, el diseño se dice que es balanceado.

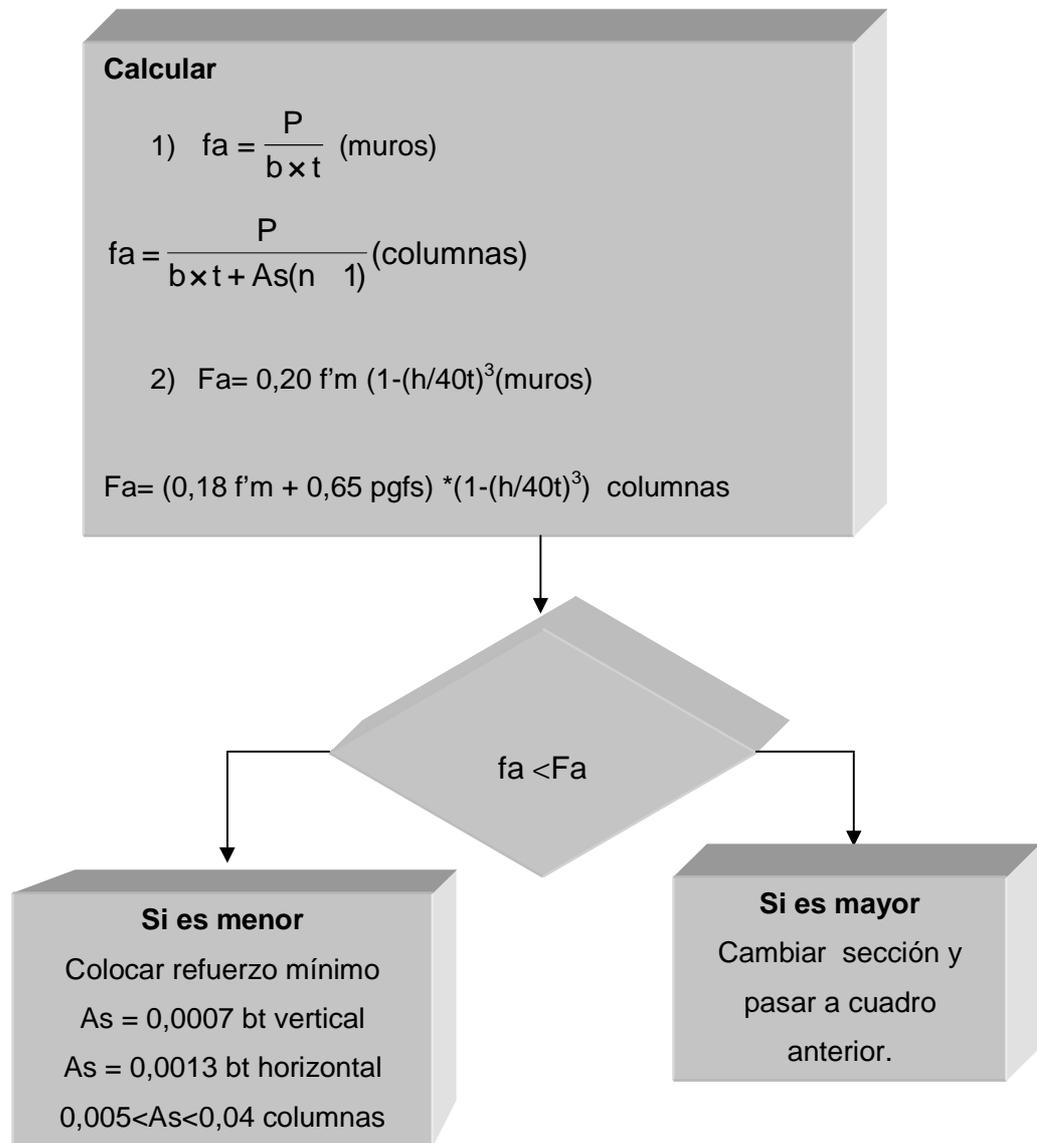
El procedimiento a utilizar, se basa en el método de esfuerzos de trabajo. El método de esfuerzos de trabajo, está basado en que los esfuerzos se encuentran en el rango elástico de los materiales y en los siguientes principios:

- Una sección plana antes de la flexión permanece plana después de ella.
- Los esfuerzos son proporcionales a las deformaciones y estos a su vez son proporcionales a la distancia al eje neutro.

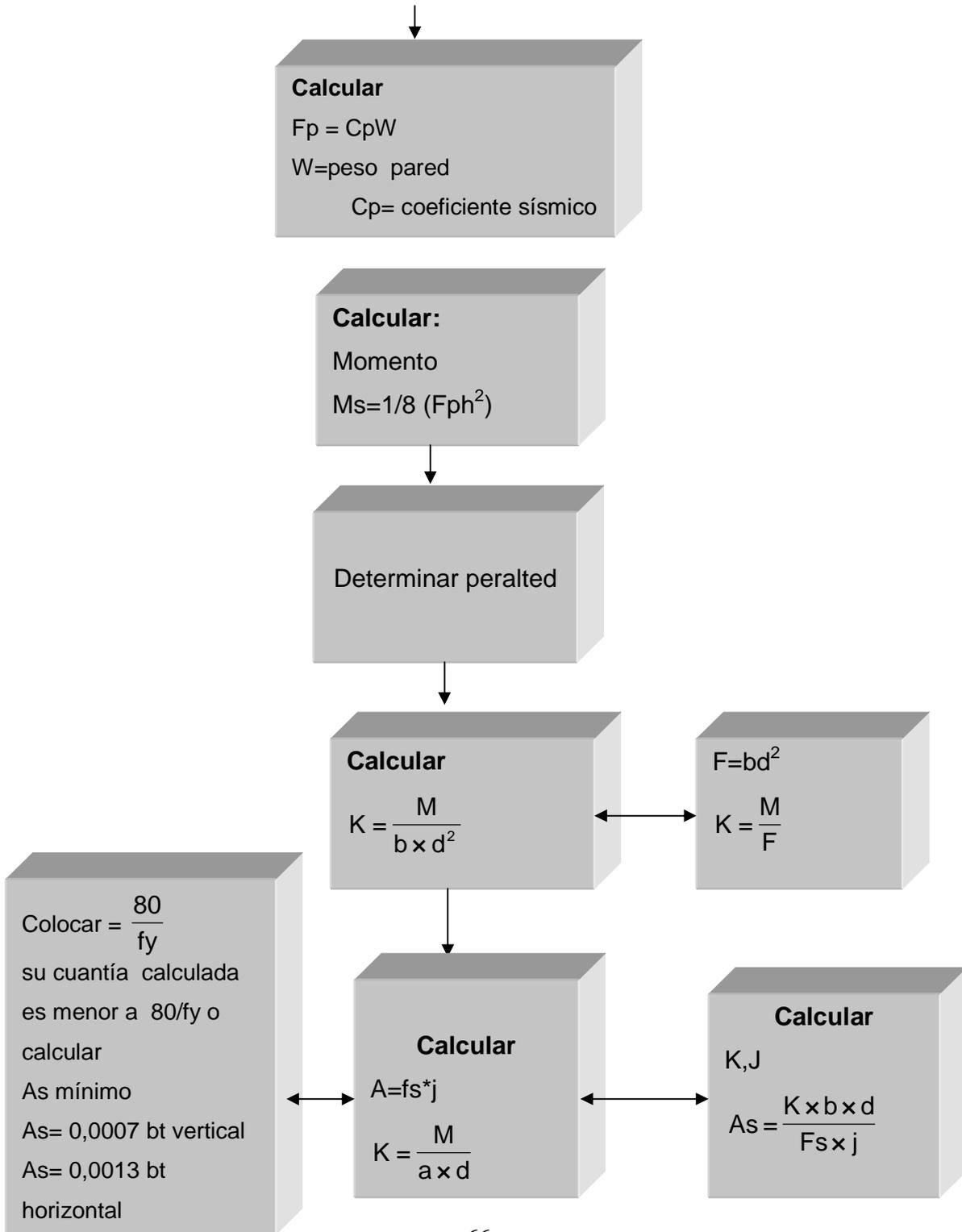
- El módulo de elasticidad es constante a través del miembro.
- La mampostería no tomará tensión
- La luz de un miembro es mucho más grande comparado a su peralte.
- Los elementos de la mampostería forma un miembro homogéneo e isotrópico.
- La tensión actúa en el refuerzo en el centro de gravedad de las barras.
- Los miembros son rectos y de sección uniforme.

Para el diseño de muros o columnas de mampostería reforzada se realiza como se indica en los cuadros de diseño según el tipo de carga a lo que esté sometido, las fórmulas no son homogéneas y son para el sistema métrico.

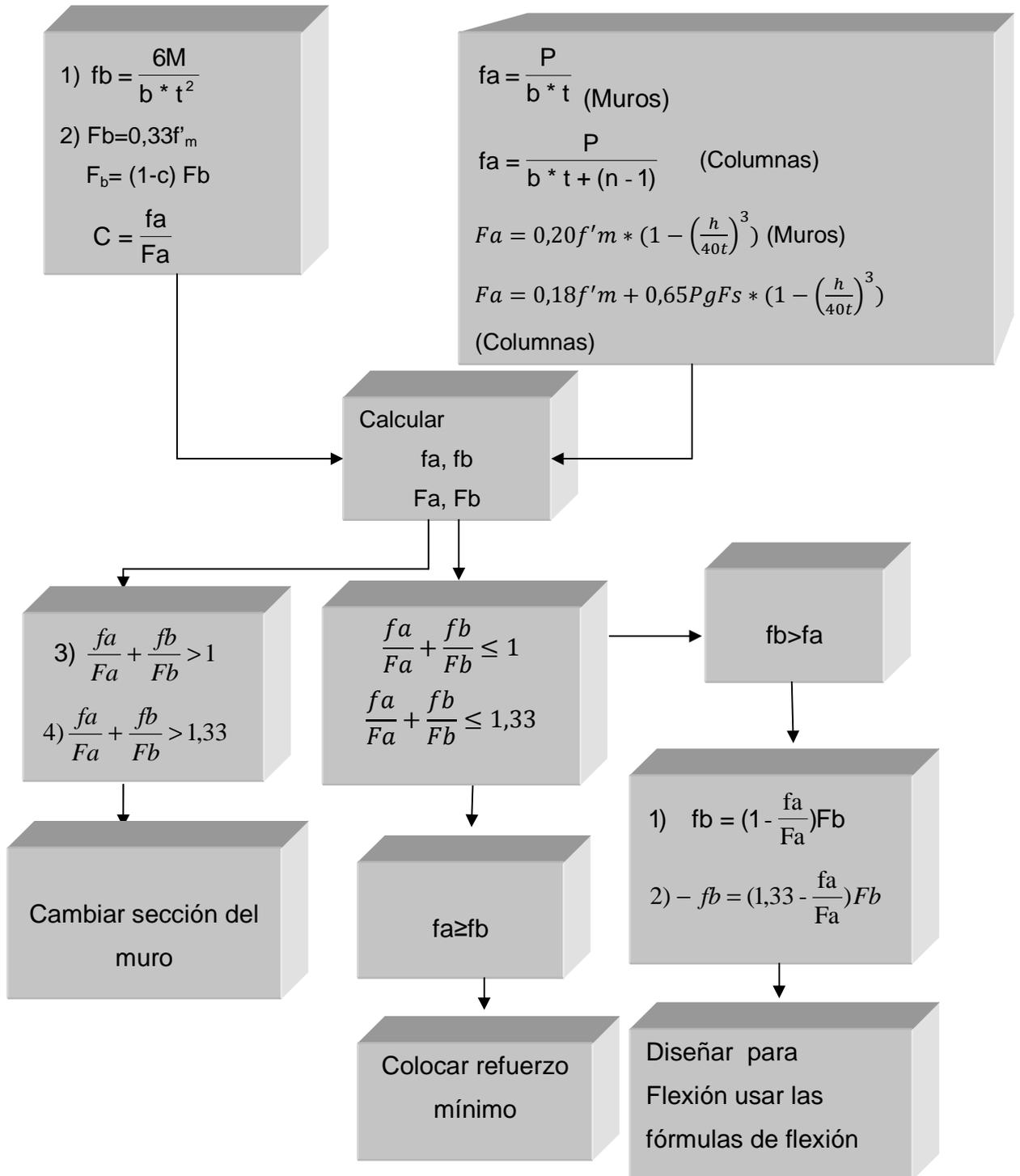
3.8.1.1 Diseño de muros y columnas en compresión axial



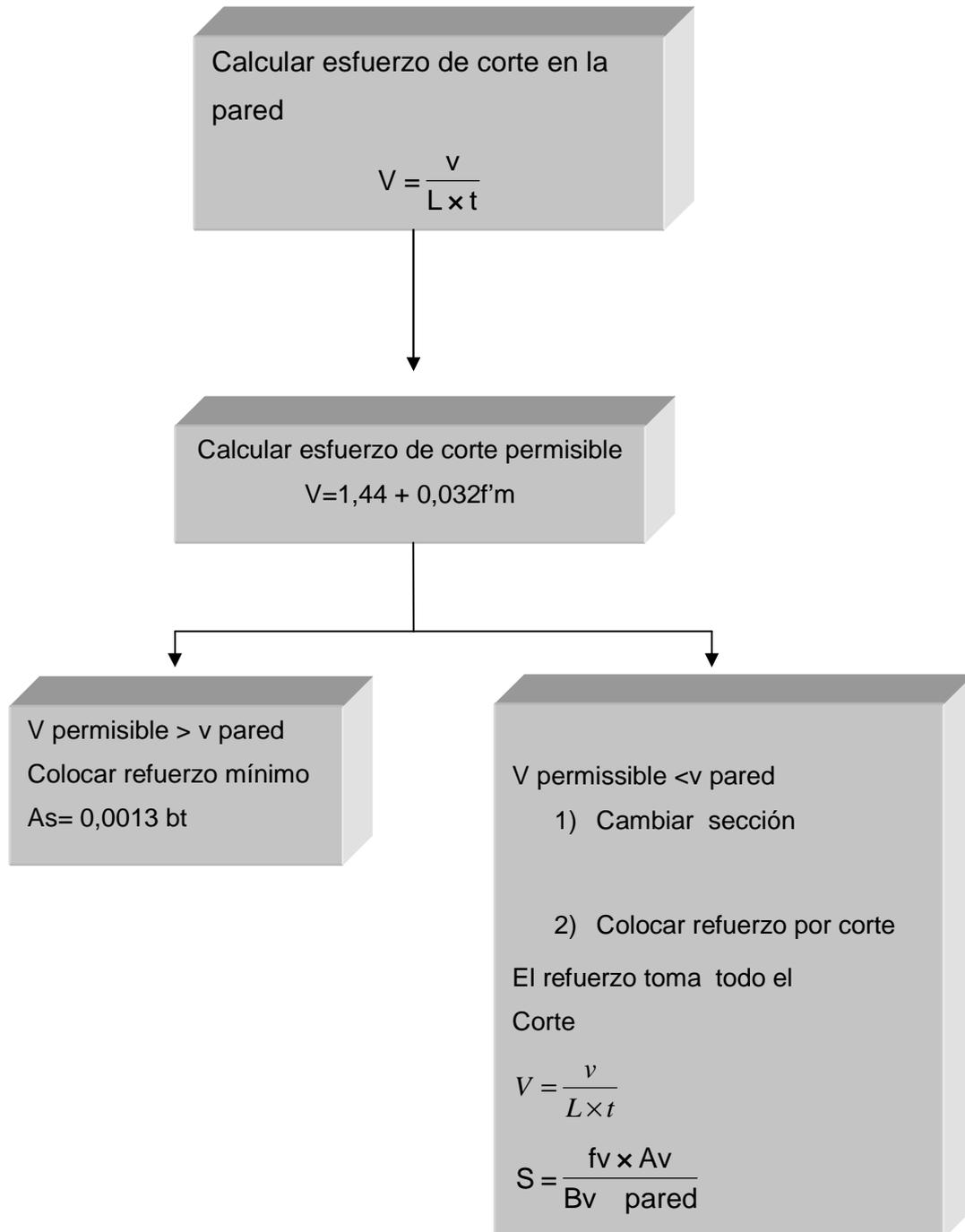
3.8.1.2 Diseño por flexión



3.8.1.3 Diseño a flexo-compresión



3.8.1.4 Diseño a corte



3.9 Detalles y especificaciones de construcción

3.9.1 Muros

El espesor mínimo de paredes reforzadas para edificios de dos pisos; el primer nivel tiene que tener un espesor mínimo de 14 cm y su relación altura/ espesor no debe ser mayor a 20.

Si las relaciones altura - espesor indicadas anteriormente son mayores, se deberá tener elementos adicionales de refuerzo, diseñados para imposibilitar el pandeo del muro.

3.9.2 Juntas de mortero

El espesor de las juntas del mortero, deberán ser en todos los casos de 1 cm. Este aspecto es de suma importancia ya que, juntas de más de 1 cm no son recomendadas por su resistencia. En cuanto a la calidad del mortero se recomienda el uso de la sabieta en lugar de la mezcla, ya que éste proporciona esfuerzos mayores en los muros, especialmente ante carga vertical. La aplicación del mortero deberá hacerse sobre toda la superficie del elemento y no solo en las orillas del mismo.

Las juntas verticales deberán llenarse completamente, no solo en los extremos. Todo muro de mampostería reforzada deben llevar elementos rigidizantes por lo menos en:

- La intersección de muros
- En ambos extremos de un muro aislado
- En borde libres de todo muro exterior
- Alrededor de vacíos para puertas y ventanas

Dichos elementos de rigidez deben llevar estribos cerrados No.2, colocándose 5 de ellos a 10 cm de separación y luego a 15 cm de separación, hasta completar la mitad de la luz del elemento. El refuerzo mínimo longitudinal se recomienda barra No.3 a No.11, para los estribos barras No.2.

Las dimensiones mínimas de las columnas en sentido normal a la pared, son del espesor mismo de la pared y en el otro sentido no debe ser menor al grueso de la pared, en el caso de las columnas principales, o 10 cm en el caso de las tipos B. El espaciamiento máximo de los pines es de 80 cm cuando se trate de refuerzo de una sola varilla de 3/8" de diámetro.

Todo refuerzo independiente del tipo de columna, debe empezar en la cimentación y terminar en la solera superior. El recubrimiento del acero de refuerzo no deberá ser menor de 1,5 cm.

En las tablas que a continuación se presentan, se muestran los refuerzos mínimos para las columnas y soleras especificados por el F.H.A.

Tabla IX. Refuerzo mínimo de columnas en paredes de mampostería

Tipo de columna	Refuerzo en primer nivel		Refuerzo en 2do. nivel
	casa de 1 nivel	casa de 2 niveles	
" A " Principal (1)	4 No.3	4 No.4	4 No.3
" B " Intermedia (2)	2 No.3	2 No.3	2 No.3
" C " Interbloque	1 No.3	1 No.3	1 No.3

- (1) Con estribos No.2 a cada 20 cm con extremos doblados mínimos a 135° para que queden dentro de la zona confinada de columna.
- (2) Con eslabones No. 2 a 20 cm.

Tabla X. Separación máxima de columnas en paredes de mampostería

Material de muros	espesor cm	Entre columnas (m)				
		A/A	A/B	A/C	B/C	C/C
block o ladrillo	23	5	2,5	1,25	1,25	1
	20	5	2,5	1,25	1,25	1
	14	4	2	1	1	0,8
	11	3	1,5	1	1	0,8

Tabla XI. Refuerzo mínimo de soleras en paredes de mampostería

Tipo de solera	Refuerzo
Hidrófuga (1)	4 No. 3 Est. No.2 a cada 20 cm
Intermedia (2)	2 No.3 Est. No.2 a 20 cm
Superior	4 No.3 Est. No.2 a 20 cm

3.10 Diseño de losa armada

Las losas, son elementos estructurales que pueden servir como cubiertas que protegen de la intemperie, entrepisos para transmitir cargas verticales, como diafragmas para transmitir cargas horizontales. Dependiendo del espesor pueden dividirse en: cascarones ($t < 0,09$), planas ($0,09 < t < 0,12$), nervuradas ($t > 0,12$). Para el diseño existen varios métodos planteados por diversos autores y personas, pero para el presente proyecto se usará el método 3 del ACI.

3.10.1 Espesor de losa

Determinar cómo trabaja cada losa

$$m = \frac{a}{b} = \frac{\text{lado corto}}{\text{lado largo}}$$

si $m \geq 0,50 \rightarrow$ trabaja en dos sentidos

si $m < 0,50 \rightarrow$ trabaja en un sentido

Losa primer nivel

$$\text{Losa 1 y 2 } m = \frac{2,47}{4,00} = 0,62; \text{ Losa 3 } m = \frac{4,00}{4,93} = 0,81$$

Losa segundo nivel

$$\text{Losa 1 } m = \frac{4,00}{4,94} = 0,81; \text{ Losa 2 } m = \frac{2,12}{2,39} = 0,89; \text{ Losa 3 } m = \frac{1,62}{2,12} = 0,76$$

Según los resultados, todas las losas trabajarán en dos direcciones.

Determinar el espesor de la losa

Se procederá a calcular el espesor de la losa para cada nivel, tomando en cuenta el área crítica para cada nivel.

$$t = \frac{\text{perimetro}}{180}$$
$$tn1 = \frac{4,93 * 2 + 4,00 * 2}{180} = 0,099 \text{ m}$$
$$tn2 = \frac{4,94 * 2 + 4,00 * 2}{180} = 0,099 \text{ m}$$

Tomando en cuenta que el espesor mínimo debe ser 0.09m tomamos por seguridad $t=0.10\text{m}$.

3.10.2 Carga última o carga de diseño

Carga muerta

Peso del concreto = 2 400 kg/m³

Peso de acabados = 90 kg/m²

Peso muros de block de 0,14 = 210 kg/m²

Carga viva

Techo = 100 kg/m²

Entrepiso = 200 kg/m²

Carga de diseño entrepiso

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

$$CU = 1,4(2\,400(0,10) + 90 + 150) + 1,7(200)$$

$$CU = 1,4(480) + 1,7(200) = 1\,012 \frac{kg}{m^2}$$

Para calcular los momentos, se tomo una franja unitaria de 1,00 m, por lo que la carga última unitaria

$$CUu = 1\,012 \frac{kg}{m}$$

Carga de diseño techo

$$CU = 1,4(330) + 1,7(100) = 630 \frac{kg}{m^2}$$

Tomando una franja unitaria de 1,00 m de ancho

$$CUu = 630 \frac{kg}{m}$$

3.10.3 Momentos actuantes

Se calculan en base al método 3 del ACI.

Momento negativo

$$M_{a-} = C_a(-) * CUT * a^2$$

$$M_{b-} = C_b(-) * CUT * b^2$$

Momento positivo

$$M_{a+} = C_a * CUV * a^2 + C_a * CUM * a^2$$

$$M_{b+} = C_b * CUV * b^2 + C_b * CUM * b^2$$

En base a las fórmulas anteriores se calculo los momentos actuantes, con ayuda de una hoja de cálculo, los resultados se muestran a continuación

Tabla XII. Momentos en losa primer nivel

MOMENTOS (Kg-m)

PRIMER NIVEL

Nivel 1	a	b	m=a/b	Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
Losa 1 y 2	2,47	4,00	0,62	0,081	0,01	672,00	340,00	1 012,00	0,034	0,004	0,058	0,007
Ma(-)	500,00		kg-m									
Mb(-)	161,00		kg-m									
Ma(+)	259,00		kg-m									
Mb(+)	81,00		kg-m									

Nivel 1	a	b	m=a/b	Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
Losa 3	4,00	4,93	0,81	0,065	0,027	672,00	340,00	1 012,00	0,026	0,011	0,041	0,017
Ma(-)	1 052,00		kg-m									
Mb(-)	664,00		kg-m									
Ma(+)	502,00		kg-m									
Mb(+)	320,00		kg-m									

Tabla XIII. Momentos en losa segundo nivel

MOMENTOS (Kg-m)

SEGUNDO NIVEL

Nivel 2	a	b	m=a/b	Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
Losa 1	4,00	4,94	0,81	0,065	0,027	462,00	170,00	632,00	0,026	0,011	0,041	0,017
Ma(-)	657,00		kg-m									
Mb(-)	416,00		kg-m									
Ma(+)	303,00		kg-m									
Mb(+)	194,00		kg-m									

Nivel 2	a	b	m=a/b	Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
Losa 2	2,12	2,39	0,89	0,06	0,031	462,00	170,00	632,00	0,024	0,012	0,037	0,019
Ma(-)	170,00		kg-m									
Mb(-)	111,00		kg-m									
Ma(+)	78,00		kg-m									
Mb(+)	50,00		kg-m									

Nivel 2	a	b	m=a/b	Ca(-)	Cb(-)	CUM	CUV	CUT	Ca/CMU	Cb/CMU	Ca/CVU	Cb/CVU
Losa 3	1,62	2,12	0,76	0,069	0,022	462,00	170,00	632,00	0,028	0,009	0,045	0,014
Ma(-)	114,00		kg-m									
Mb(-)	62,00		kg-m									
Ma(+)	54,00		kg-m									
Mb(+)	29,00		kg-m									

Figura 4. Momentos en losa primer nivel en kg-m

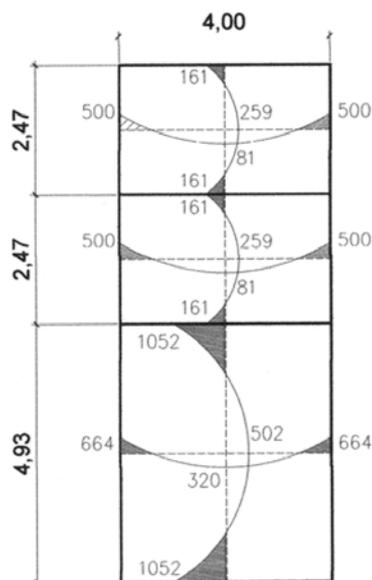
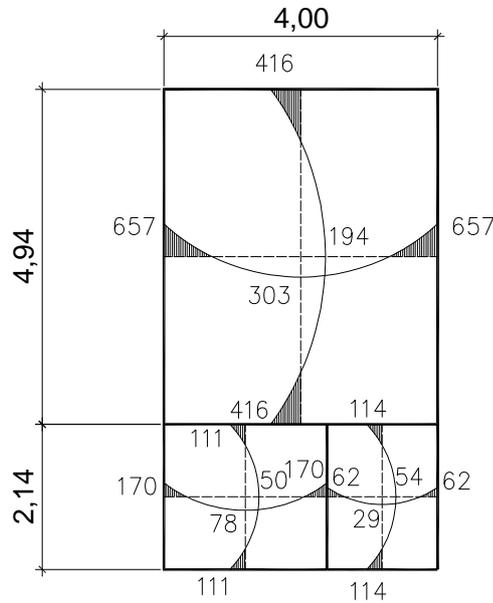


Figura 5. Momentos en losa segundo nivel en kg-m



3.10.4 Cálculo acero de refuerzo

El refuerzo en las losas se calcula como si fuera una viga, se usa un ancho unitario (1,00 m), se diseña para la losa de mayor área, la que posee valores de momentos mayores a los demás, dado que el peralte que este nos dé y la separación será la tomada para todo el nivel, debido a esto no se balancearán los momentos. Siguiendo el procedimiento:

Cálculo del peralte

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

$$\text{si } \phi = \frac{3''}{8}$$

$$d = 10 - 2,5 - 0,5 = 0,075 \text{ m}$$

Cálculo del acero mínimo ($A_{smín}$)

El área de acero mínimo, se toma como 40% del área de acero mínimo de la viga de ancho de 1,00 y de altura igual al peralte.

$$A_{smín} = 40\% * A_{smínviga} \rightarrow A_{smínviga} = \rho_{mín} * b * d \rightarrow \rho_{mín} = \frac{14,1}{f_y}$$

$$A_{smín} = 0,40 * \frac{14,1}{2810} * 100 * 7,5 = 1,51 \text{ cm}^2$$

Separación de varillas $A_{smín}$

Usando varilla No. 3 ($0,71 \text{ cm}^2$)

$$1,51 \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow S$$

$$S = \frac{100 * 0,71}{1,51} = 47,30 \text{ cm}$$

Se sabe que la separación máxima debe ser tres veces el espesor de losa,

$$S_{max} = 3t = 3 * 0,10 = 0,30 \text{ m}$$

Por seguridad se tomara una separación máxima de 0.25m, para el cual se calcula nuevamente $A_{smín}$.

$$A_{smín} \text{ cm}^2 \rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \rightarrow 25 \text{ cm}$$

$$A_{smín} = 2,84 \text{ cm}^2$$

Cálculo del momento soportado por $A_{smín}$

$$M_{A_{smín}} = \varphi \left(A_{smín} * f_y * \left(d - \frac{A_{smín} * f_y}{1,7 * f_c * b} \right) \right)$$

$$M_{A_{smín}} = 0,90 \left(2,84 * 2810 * \left(7,5 - \frac{2,84 * 2810}{1,7 * 210 * 100} \right) \right)$$

$$M_{A_{smín}} = 52262 \text{ kg cm} \rightarrow 522,62 \text{ kg m}$$

Cálculo de área de acero

Para los momentos con valor inferior a $M_{Asmín}$ se usa $A_{smín}$, y para los valores de momentos superiores a $M_{Amín}$, se calcula el área de acero por medio de la fórmula.

$$\frac{As^2 * fy^2}{1,7 * fc * b} - As * fy * d + \frac{Mu}{\phi} = 0$$

Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla XIV. Áreas de acero y espaciamiento de varillas

MOMENTO kg-m	As cm ²	No. Varilla	A Varilla cm ²	Espaciamiento cm
1 052	5,92	3	0,71	11
664	3,64	3	0,71	18
667	3,65	3	0,71	18

3.10.5 Chequeo por corte

Toda losa, está sometida a esfuerzos de corte, dichos esfuerzos deben ser resistidos por el concreto, por tal razón se debe revisar si el espesor de la losa es el adecuado para resistir el corte.

Cálculo del corte máximo actuante

$$V_{máx} = CUu * \frac{L}{2}$$

L = Lado corto de la losa

Losa primer nivel

$$V_{máx} = 1\ 012 * \frac{4,00}{2} = 2\ 024,0 \text{ kg}$$

Losa segundo nivel

$$V_{\text{máx}} = 632 * \frac{4,00}{2} = 1\,264,0 \text{ kg}$$

Cálculo del corte máximo resistente

Losa primer y segundo nivel

$$V_R = 45 * \sqrt{f_c} * t$$
$$V_R = 45 * \sqrt{210} * 10 = 6521,10 \text{ kg}$$

Según los datos obtenidos, dado que $V_R > V_{\text{máx}}$, el espesor $t = 0,10 \text{ m}$, de la losa es el adecuado para resistir el corte.

3.11 Determinación del centro de masa y del centro de rigidez

Para la determinación del centro de masa y centro de rigidez, se seguirán los pasos siguientes

- Se fijara un sistema de coordenadas X-X y Y-Y, como se muestran en las figuras
- Identificar los muros por medio de números
- Determinar la rigidez de los muros.

Rigidez

La rigidez de un muro, se define como el reciproco de la deflexión

$$R = \frac{1}{\Delta F}$$

Deflexión de un muro

La deflexión de un muro, es causada por el momento y el corte que produce una fuerza.

$$\Delta F = D_m + D_v$$

$$\Delta F = \frac{ph^3}{12 * E_m * I} + \frac{1,2 * P * h}{A * E_v}$$

Para el caso de un muro empotrado arriba y abajo la deflexión:

$$\Delta F = \left(\frac{P}{E_m * t} \right) \left[\left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

Para el caso de un muro en voladizo la deflexión a usar es:

$$\Delta F = \left(\frac{P}{E_m * t} \right) \left[4 * \left(\frac{h}{d} \right)^3 + 3 \left(\frac{h}{d} \right) \right]$$

Módulo de elasticidad de la mampostería

$$E_m = 750 * f_m$$

$$E_m = 750 * 25 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$E_m = 18\,750,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para el cálculo de las rigideces de los muros, se han utilizado los valores siguientes:

$$P = 1\,000,00 \text{ kg}$$

$$E_m = 18\,750,00 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$t = 0,14 \text{ m}$$

Figura 6. Planta de distribución primer nivel

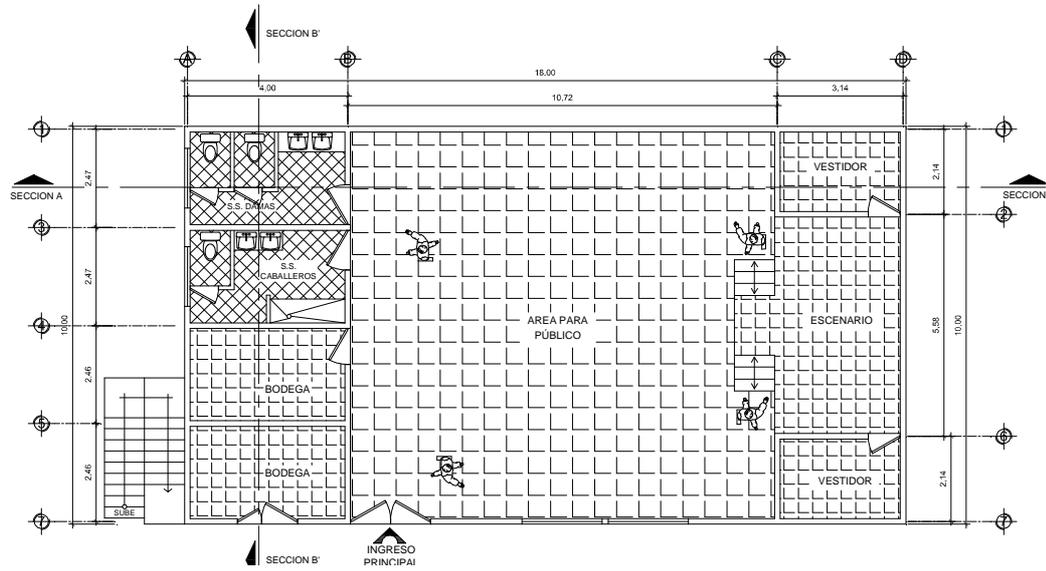


Figura 7. Planta de distribución segundo nivel

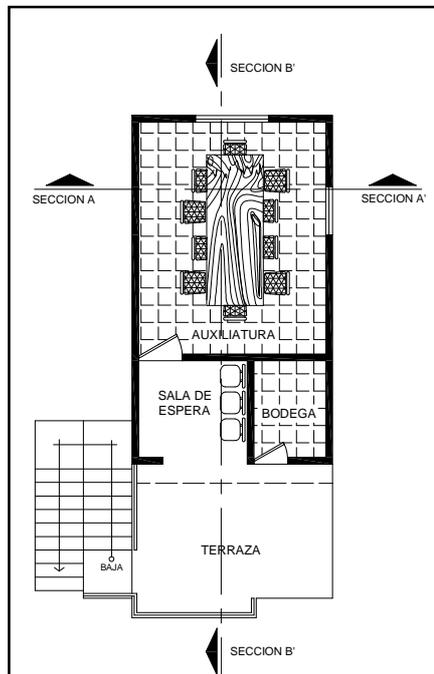


Figura 8. Identificación de muros primer nivel

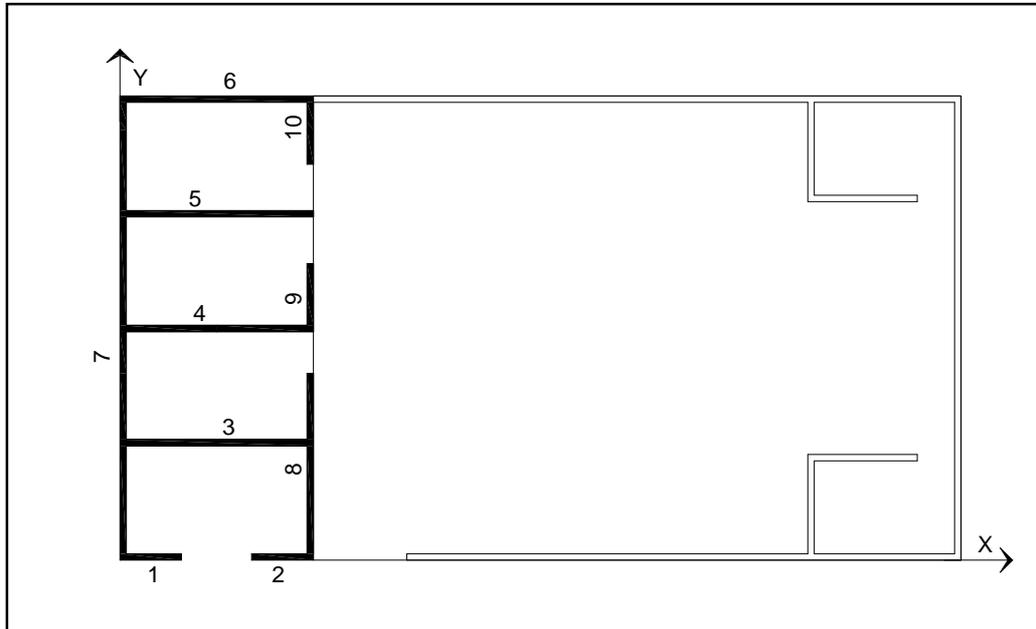
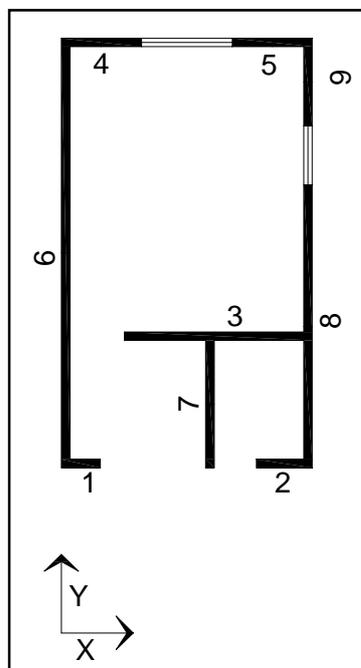


Figura 9. Identificación de muros segundo nivel



3.11.1 Centro de masa de los muros

Primer nivel

$$X = \frac{\sum(LxX)}{\sum(L)} = \frac{68,192}{35,88} = 1,90 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum(LxY)}{\sum(L)} = \frac{182,898}{35,88} = 5,10 \text{ m}$$

Segundo nivel

$$X = \frac{\sum(LxX)}{\sum(L)} = \frac{47,578}{22,74} = 2,09 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum(LxY)}{\sum(L)} = \frac{137,912}{22,74} = 6,06 \text{ m}$$

3.11.2 Centro de rigidez de los muros

Primer nivel

$$X = \frac{\sum(RxX)}{\sum(Ry)} = \frac{630,253}{454,157} = 1,39 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum(RxY)}{\sum(Rx)} = \frac{2\,276,023}{472,678} = 5,87 \text{ m}$$

Segundo nivel

$$X = \frac{\sum(RxX)}{\sum(Ry)} = \frac{745,961}{411,286} = 1,81 \text{ m}$$

$$Y = \frac{\sum(RxY)}{\sum(Ry)} = \frac{872,244}{138,710} = 6,29 \text{ m}$$

Tabla XV. Rigidez de muros

Primer nivel													
Muro No.	Dirección muro	Longitud "L" (m)	h/L		Rigidez	DISTANCIA X (m)		DISTANCIA Y (m)		L x X	L x Y	R x X	R x Y
			h=2.80m										
1.00	X	1.32	2.121	16.50	0.66	0.07	0.87	0.09	0.09	0.87	0.09		1.16
2.00	X	1.32	2.121	16.50	3.48	0.07	4.59	0.09	0.09	4.59	0.09		1.16
3.00	X	3.86	0.725	102.70	2.07	2.53	7.99	9.77	9.77	7.99	9.77		259.82
4.00	X	4.14	0.676	112.33	2.07	4.99	8.57	20.66	20.66	8.57	20.66		560.51
5.00	X	4.14	0.676	112.33	2.07	7.46	8.57	30.88	30.88	8.57	30.88		837.96
6.00	X	4.14	0.676	112.33	2.07	9.93	8.57	41.11	41.11	8.57	41.11		1 115.41
7.00	Y	10.00	0.280	304.54	0.07	5.00	0.70	50.00	50.00	0.70	50.00	21.32	
8.00	Y	4.02	0.697	108.04	4.07	2.08	16.36	8.36	8.36	16.36	8.36	439.73	
9.00	Y	1.47	1.905	20.79	4.07	5.66	5.98	8.31	8.31	5.98	8.31	84.60	
10.00	Y	1.47	1.905	20.79	4.07	9.27	5.98	13.62	13.62	5.98	13.62	84.60	
		35.88	ΣX	472.69			68.19	182.90	182.90			630.25	2 776.02
			ΣY	454.16									
Segundo nivel													
Muro No.	Dirección muro	Longitud "L" (m)	h/L		Rigidez	DISTANCIA X (m)		DISTANCIA Y (m)		L x X	L x Y	R x X	R x Y
			h=2.50										
1.00	X	0.64	3.906	3.68	0.32	2.85	0.20	1.82	1.82	0.20	1.82		10.49
2.00	X	0.92	2.717	9.31	3.68	2.85	3.39	2.62	2.62	3.39	2.62		26.52
3.00	X	2.96	0.845	83.64	2.52	4.99	7.46	14.77	14.77	7.46	14.77		417.38
4.00	X	1.32	1.894	21.04	0.66	9.93	0.87	13.11	13.11	0.87	13.11		208.93
5.00	X	1.32	1.894	21.04	3.48	9.93	4.59	13.11	13.11	4.59	13.11		208.93
6.00	Y	7.22	0.346	243.19	0.07	6.39	0.51	46.14	46.14	0.51	46.14	17.02	
7.00	Y	2.14	1.168	51.50	2.45	3.85	5.24	8.24	8.24	5.24	8.24	126.17	
8.00	Y	4.75	0.526	152.30	4.07	5.16	19.33	24.49	24.49	19.33	24.49	619.88	
9.00	Y	1.47	1.701	26.19	4.07	9.27	5.98	13.62	13.62	5.98	13.62	106.57	
		22.74	X	138.71			47.58	137.91	137.91			869.64	872.24
			Y	473.17									

3.11.3 Excentricidad con respecto al centro de rigidez

Primer nivel

$$x = X_{cr} - X_{cm} = 1,39 - 1,90 = -0,51 \text{ m}$$

$$y = Y_{cr} - Y_{cm} = 5,87 - 5,10 = 0,77 \text{ m}$$

Segundo nivel

$$x = X_{cr} - X_{cm} = 1,81 - 2,09 = -0,28 \text{ m}$$

$$y = Y_{cr} - Y_{cm} = 6,29 - 6,06 = 0,23 \text{ m}$$

Por no poderse determinar con exactitud la localización de la carga viva, durante un sismo o por asimetría, se deberá diseñar para una torsión accidental producida por una excentricidad de $0,05L$.

Primer piso

$$x = \pm(0,05) * (4,14) = \pm 0,207 \text{ m}$$

$$y = \pm(0,05) * (10,00) = \pm 0,50 \text{ m}$$

Segundo piso

$$x = \pm(0,05) * (4,14) = \pm 0,207 \text{ m}$$

$$y = \pm(0,05) * (7,22) = \pm 0,361 \text{ m}$$

Debido a que la excentricidad, respecto del centro de rigidez es mayor a la excentricidad mínima, esta es la que se tomará para el análisis.

3.12 Análisis de sismo

Como se menciona anteriormente la fuerza sísmica de corte en la base está dada por:

$$V = ZIKCSW$$

Análisis de la fuerza de sismo en la dirección X-X

$Z = 1,00$ para la República de Guatemala
 $I = 1,00$ centros de comunicación (centro de acopio)
 $K = 1,33$ edificios tipo caja

Cálculo del valor C

$$C = \frac{1}{15\sqrt{T}}$$

El valor C, no puede ser mayor a 0,12 y de serlo se utilizará 0,12

donde:

$$T = \frac{0,05 \cdot hm}{\sqrt{D}}$$

hm = altura total en pies
 D = lado largo en pies

$$hm = 5,50 * 3,28 = 18,04 \text{ pie}$$

$$D = 18,00 * 3,28 = 59,04 \text{ pie}$$

$$T = \frac{0,05 * 18,04}{\sqrt{59,04}} = 0,117 \text{ s}$$

$$C = \frac{1}{15 * \sqrt{0,117}} = 0,194 \text{ s}$$

Se toma $C = 0,12$

$$S = 1,5$$

Se utiliza el mayor valor permitido, el valor del producto de CS no debe ser mayor a 0,14, si el producto de ambos coeficientes excede este valor, se debe tomar 0,14.

$$CS = 0,14 * 1,50 = 0,21$$

se toma $CS = 0,14$

El código SEAOC, recomienda que para determinar el valor de W, además de las cargas permanentes, se debe tomar como mínimo un 25% de la carga viva. Por tal razón en nuestra estructura, se utilizará este porcentaje mínimo sugerido por el código, solamente en el entrepiso, ya que se supone que al momento de un posible sismo, el techo este sin carga viva.

Peso total de la estructura

$$\text{Losa1} = \text{Alosa} * \text{CM} = 43,05 \text{ m}^2 * 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 14\ 207 \text{ kg}$$

$$\text{Muros1} = \text{Longitud} * \text{alto} * \text{peso} = 80,56 \text{ m} * 2,8 \text{ m} * 210 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 47\ 369 \text{ kg}$$

$$\text{Losa2} = 31,55 \text{ m}^2 * 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 10\ 412 \text{ kg}$$

$$\text{Muros2} = 22,74 \text{ m} * 2,5 \text{ m} * 210 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 11\ 939 \text{ kg}$$

$$\text{Techo} = 6 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 138,60 \text{ m}^2 = 832 \text{ kg}$$

$$W_m = 84\ 759 \text{ kg}$$

$$W_t = W_m + \%W_v$$

$$W_t = 84\ 759 \text{ kg} + 0,25 * 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 43,05 \text{ m}^2 = 86\ 912 \text{ kg}$$

$$V = ZIKCSW = 1 * 1 * 1,33 * 0,14 * 86\ 912 \text{ kg}$$

$$V = 16\ 183 \text{ kg}$$

Fuerza de viento

$$F_{\text{fuerza de viento}} = A * q; \quad q = 97,65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \text{ para Guatemala}$$

$$A = 13,86 * 2,80 + 4,14 * 5,30 = 60,75 \text{ m}^2$$

$$F_v = 97,65 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 60,75 \text{ m}^2 = 5\ 932 \text{ kg}$$

La fuerza que actuara en la base de la estructura es:

$$V_x = V_y = V + F_v = 22\ 115 \text{ kg}$$

3.13 Distribución de fuerza lateral

La fuerza total lateral V , puede ser distribuida en toda la estructura, de acuerdo con la fórmula sugerida por el código SEAOC

$$V = F_t + \sum F_i$$

Donde: V = corte en la base

F_t = fuerza en la cúspide

F_i = fuerza por nivel

La fuerza F_t concentrada en la cúspide de la estructura, se determina según las condiciones dadas en el código SEAOC

$$\text{si } T < 0,25 \text{ s} \rightarrow F_t = 0$$

$$\text{si } T \geq 0,25 \text{ s} \rightarrow F_t = 0,07 * T * V$$

T = período fundamental de la estructura

Entonces, el valor de la fuerza en la base, puede ser distribuida en los niveles, según la fórmula:

$$F_i = \left[\frac{(V - F_t) * W_i * H_i}{\sum W_i * H_i} \right]$$

Donde:

W_i = peso de cada nivel i

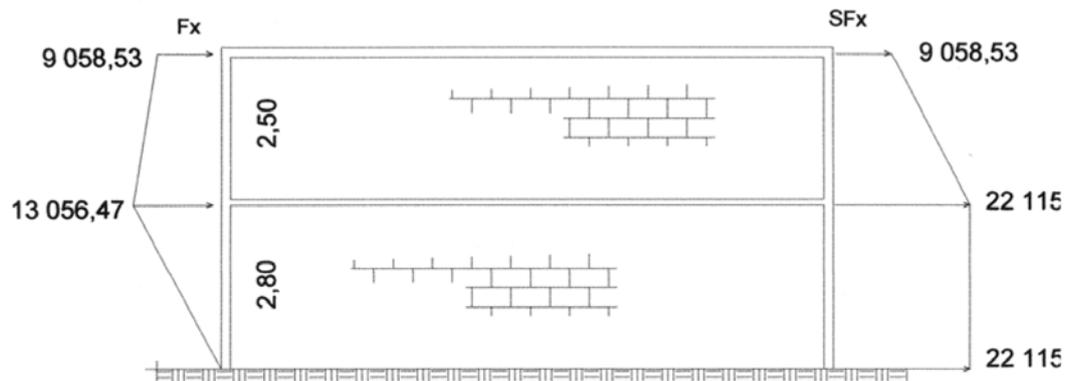
H_i = altura de cada nivel i

Por lo tanto se calcula la distribución de la fuerza de corte en la base a lo alto de la estructura, tomando en cuenta que como $T < 0,25 \text{ s}$, $F_t = 0$.

Tabla XVI. Distribución de la fuerza de corte por piso

DISTRIBUCIÓN DE LA FUERZA DE CORTE POR PISO					
Vx= 22 115,00 kg					
Nivel	Wi(kg)	hi(m)	(Wi* hi)	Fi (kg)	Fx Acumulado (kg)
Techo	16 381,50	5,30	86 821,95	9 058,53	9 058,53
2do.	44 693,00	2,80	125 140,40	13 056,47	22 115,00
1ro.	23 684,50	-	-	-	22 115,00
Sumatoria	84 759,00		211 962,35		

Figura 10. Fuerza de corte por piso



3.13.1 Momento de volteo

$M_B =$ Momento de volteo

$$M_B = Ft * h_n + \sum_{i=1}^n Fi * hi$$

$$M_x = Ft * (h_n - h_x) + \sum_{i=1}^n Fi(hi - h_x)$$

como $Ft = 0$

$$M_B = \sum_{i=1}^n Fi * hi$$

$$M_x = \sum_{i=1}^n Fi(hi - h_x)$$

$$M_t = 0$$

$$M_2 = 9 058,53 \text{ kg} * 2,50 \text{ m} = 22 646,33 \text{ kg m}$$

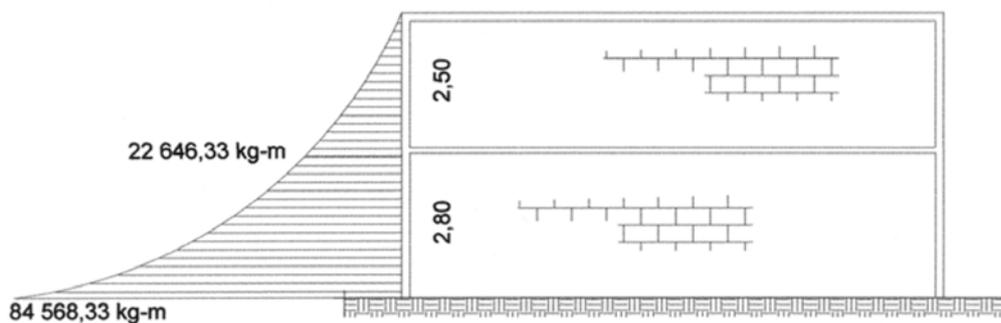
$$M_1 = 9 058,53 \text{ kg} * 5,30 \text{ m} + 13 056,47 \text{ kg} * 2,80 \text{ m} = 84 568,33 \text{ kg m}$$

$$M_B = 84 568,33 \text{ kg m}$$

Tabla XVII. Momento de volteo por piso dirección X-X

MOMENTO DE VOLTEO POR PISO DIRECCIÓN X-X					
Nivel	Fi(kg)	hi(m)	(Fi* hi)	(hi-hx) (Kg)	Mx (kg-m)
Techo	9 058,53	5,30	48 010,21	-	-
2do.	13 056,47	2,80	36 558,11	2,50	22 646,33
1ro.	-	-	-	2,80	84 568,33

Figura 11. Momento de volteo por piso



El análisis de la fuerza de sismo en la dirección Y-Y, varía únicamente en el valor de la fuerza de viento, ya que el corte en la base es el mismo y por lo tanto tendrán una diferencia no significativa, se tomarán los mismos valores que en la dirección X-X, tanto en la distribución de la fuerza de corte por piso como del momento de volteo por piso.

3.13.2 Distribución de fuerzas y momentos

Las fuerzas de corte se distribuirán de acuerdo a la rigidez relativa de los muros, se utilizará un valor de (2V) de acuerdo a lo especificado por el U.B.C.

$$F_V = \frac{(2V)*R}{\sum R}$$

Las fuerzas de corte que actuarán en la estructura, debidas al momento torsionante, se obtendrán por medio de la fórmula

$$F_m = \frac{(R*d)}{\sum (R*d^2)} (Mt)$$

Los momentos de volteo se distribuirán de acuerdo a la siguiente fórmula

$$M_{volteo} = \frac{R}{\sum R} (M_B)$$

Cálculos de esfuerzos de corte y flexión en los muros

$$v = \frac{Corte}{Area Muro} = \frac{V}{100*L*t}$$

$$f_b = \frac{MC}{I} = \frac{Mv}{\frac{bd^2}{6}} = \frac{6Mv}{bd^2}$$

Tabla XVIII. Distribución de fuerzas y momentos x-x primer nivel

Primer piso: Dirección X-X
 Corte (2V)= 2*(22,115.00)= 44 230,00 kg
 M= Mom. de torsión=V*ey = 11 057.50 kg-m
 MB= 84 568.33 kg-m

Xcr = 1,39 dx= (X - Xcr)
 Ycr = 5,87 dy= (Y - Ycr)

Dirección muro	Muro No.	Rigidez R	X metros	dx metros	Rdx	Rd'x	Fv	Fm	F= Fv+Fm	Mv
Y	7,00	304,54	0,07	1,32	401,31	528,82	-	729,39	729,39	-
Y	8,00	108,04	4,07	2,68	289,80	777,31	-	526,71	526,71	-
Y	9,00	20,79	4,07	2,68	55,76	149,55	-	101,34	101,34	-
Y	10,00	20,79	4,07	2,68	55,76	149,55	-	101,34	101,34	-
		454,16			$\Sigma (Rd'x) =$	1 605,23				
Dirección muro	Muro No.	Rigidez R	Y metros	dy metros	Rdy	Rd'y	Fv	Fm	F= Fv+Fm	Mv
X	1,00	16,50	0,07	5,80	95,77	555,76	1 544,36	174,07	1 718,43	2 952,83
X	2,00	16,50	0,07	5,80	95,77	555,76	1 544,36	174,07	1 718,43	2 952,83
X	3,00	102,70	2,53	3,34	343,30	1 147,59	9 609,42	623,95	10 233,37	18 373,34
X	4,00	112,33	4,99	0,88	99,17	87,55	10 510,62	180,24	10 690,86	20 096,44
X	5,00	112,33	7,46	1,59	178,28	282,96	10 510,62	324,03	10 834,65	20 096,44
X	6,00	112,33	9,93	4,06	455,73	1 848,97	10 510,62	828,30	11 338,92	20 096,44
		472,69			$\Sigma (Rd'y) =$	4 478,59				
					$\Sigma (Rd'x) Total =$	6 083,82				

Tabla XIX. Distribución de fuerzas y momentos x-x segundo nivel

Segundo piso: Dirección X-X

Corte (2V)= $2 \cdot (9058,53) = 18\ 117,06$ kg

Mt = Mom. de torsión = $V \cdot e_y = 3\ 270,13$ kg-m

MB= $22\ 646,33$ kg-m

$$\begin{matrix} X_{cr} = & 1,84 \\ Y_{cr} = & 6,29 \end{matrix} \quad \begin{matrix} dx = (X - X_{cr}) \\ dy = (Y - Y_{cr}) \end{matrix}$$

Dirección muro	Muro No.	Rigidez R	X metros	dx metros	Rdx	Rd ² x	Fv	Fm	F= Fv+Fm	Mv
Y	6,00	243,19	0,07	1,77	429,93	760,07	-	557,63	557,63	-
Y	7,00	51,50	2,45	0,61	31,52	19,29	-	40,88	40,88	-
Y	8,00	152,30	4,07	2,23	339,96	758,82	-	440,94	440,94	-
Y	9,00	26,19	4,07	2,23	58,45	130,46	-	75,81	75,81	-
		473,17			$\Sigma (Rdx^2) =$	1 668,64				
Dirección muro	Muro No.	Rigidez R	Y metros	dy metros	Rdy	Rd ² y	Fv	Fm	F= Fv+Fm	Mv
X	1,00	3,68	2,85	3,44	12,66	43,52	480,79	16,42	497,20	600,98
X	2,00	9,31	2,85	3,44	32,00	110,01	1 215,45	41,50	1 256,95	1 519,31
X	3,00	83,64	4,99	1,30	108,59	140,98	10 924,69	140,85	11 065,54	13 655,86
X	4,00	21,04	9,93	3,64	76,62	279,04	2 748,07	99,38	2 847,45	3 435,08
X	5,00	21,04	9,93	3,64	76,62	279,04	2 748,07	99,38	2 847,45	3 435,08
		138,71			$\Sigma (Rdy^2) =$	852,58				
					$\Sigma (Rd^2)_{Total} =$	2 521,23				

Tabla XX. Distribución de fuerzas y momentos y-y primer nivel

Primer piso: Dirección Y-Y
 Corte (2V)= 2*(22,115.00)= 44 230,00 kg
 Mt = Mom. de torsión = V*ey = 11 057,50 kg-m
 MB= 84 568,33 kg-m
 $X_{cr} = 1,39$ $dx = (X - X_{cr})$
 $Y_{cr} = 5,87$ $dy = (Y - Y_{cr})$

Dirección muro	Muro No.	Rgidez R	X metros	dx metros	Rdx	Rd ² x	Fv	Fm	F= Fv+Fm	Mv
Y	7,00	304,54	0,07	1,32	401,31	528,82	29 659,06	729,39	30 388,45	56 708,51
Y	8,00	108,04	4,07	2,68	289,80	777,31	10 522,14	526,71	11 048,85	20 118,47
Y	9,00	20,79	4,07	2,68	55,76	149,55	2 024,40	101,34	2 125,73	3 870,67
Y	10,00	20,79	4,07	2,68	55,76	149,55	2 024,40	101,34	2 125,73	3 870,67
		454,16			$\Sigma(Rdx^2) =$	1 605,23				
Dirección muro	Muro No.	Rgidez R	Y metros	dy metros	Rdy	Rd ² y	Fv	Fm	F= Fv+Fm	Mv
X	1,00	16,50	0,07	5,80	95,77	555,76	-	174,07	174,07	-
X	2,00	16,50	0,07	5,80	95,77	555,76	-	174,07	174,07	-
X	3,00	102,70	2,53	3,34	343,30	1 147,59	-	623,95	623,95	-
X	4,00	112,33	4,99	0,88	99,17	87,55	-	180,24	180,24	-
X	5,00	112,33	7,46	1,59	178,28	282,96	-	324,03	324,03	-
X	6,00	112,33	9,93	4,06	455,73	1 848,97	-	828,30	828,30	-
		472,69			$\Sigma(Rdy^2) =$	4 478,59				

$\Sigma(Rd^2)_{Total} = 6 083,82$

Tabla XXI. Distribución de fuerzas y momentos y-y segundo nivel

Segundo piso: Dirección Y-Y

Corte (2V)= 2*(9058.53)= 18 117.06 kg

Mt = Mom. de torsión = V*ey = 3,270.13 kg-m

MIB= 22.646.33 kg-m

X _{cr} =	1.84	dx = (X - X _{cr})
Y _{cr} =	6.29	dy = (Y - Y _{cr})

Dirección muro	Muro No.	Rigidez R	X metros	dx metros	Rdx	Rd _x	Fv	Fm	Fv+Fm	Mv
Y	6.00	243.19	0.07	1.77	429.93	760.07	9 311.24	557.63	9 868.87	11 639.05
Y	7.00	51.50	2.45	0.61	31.52	19.29	1 971.74	40.88	2 012.62	2 464.67
Y	8.00	152.30	4.07	2.23	339.96	758.82	5 831.49	440.94	6 272.43	7 289.36
Y	9.00	26.19	4.07	2.23	58.45	130.46	1 002.60	75.81	1 078.41	1 253.25
		473.17			Σ (Rdx) ² =	1 668.64				
Dirección muro	Muro No.	Rigidez R	Y metros	dy metros	Rdy	Rd _y	Fv	Fm	Fv+Fm	Mv
X	1.00	3.68	2.85	3.44	12.66	43.52	-	16.42	16.42	-
X	2.00	9.31	2.85	3.44	32.00	110.01	-	41.50	41.50	-
X	3.00	83.64	4.99	1.30	108.59	140.98	-	140.85	140.85	-
X	4.00	21.04	9.93	3.64	76.62	279.04	-	99.38	99.38	-
X	5.00	21.04	9.93	3.64	76.62	279.04	-	99.38	99.38	-
		138.71			Σ (Rdy) ² =	852.58				

Σ (Rdx²) Total = 2 521.23

Tabla XXII. Resumen esfuerzos actuantes en los muros primer nivel

ESFUERZOS DE CORTE Y FLEXIÓN EN LOS MUROS PRIMER NIVEL

	Muro No.	L metros	h/L	V kg	v kg/cm ²	M kg-m	fb kg/cm ²
X	1,00	1,32	2.121	1 718,43	0,93	2 952,83	7,26
X	2,00	1,32	2.121	1 718,43	0,93	2 952,83	7,26
X	3,00	3,86	0.725	10 233,37	1,89	18 373,34	5,28
X	4,00	4,14	0.676	10 690,86	1,84	20 096,44	5,03
X	5,00	4,14	0.676	10 834,65	1,87	20 096,44	5,03
X	6,00	4,14	0.676	11 338,92	1,96	20 096,44	5,03
Y	7,00	10,00	0.280	30 388,45	2,17	56 708,51	2,43
Y	8,00	4,02	0.697	11 048,85	1,96	20 118,47	5,34
Y	9,00	1,47	1.905	2 125,73	1,03	3 870,67	7,68
Y	10,00	1,47	1.905	2 125,73	1,03	3 870,67	7,68

Tabla XXIII. Resumen esfuerzos actuantes en los muros segundo nivel

ESFUERZOS DE CORTE Y FLEXIÓN EN LOS MUROS SEGUNDO NIVEL

	Muro No.	L metros	h/L	V kg	v kg/cm ²	M kg-m	fb kg/cm ²
X	1,00	0,64	3.906	497,20	0,55	600,98	6,29
X	2,00	0,92	2.717	1 256,95	0,98	1 519,31	7,69
X	3,00	2,96	0.845	11 065,54	2,67	13 655,86	6,68
X	4,00	1,32	1.894	2 847,45	1,54	3 435,08	8,45
X	5,00	1,32	1.894	2 847,45	1,54	3 435,08	8,45
Y	6,00	7,22	0.346	9 868,87	0,98	11 639,05	0,96
Y	7,00	2,14	1.168	2 012,62	0,67	2 464,67	2,31
Y	8,00	4,75	0.526	6 272,43	0,94	7 289,36	1,38
Y	9,00	1,47	1.701	1 078,41	0,52	1 253,25	2,49

3.14 Diseño de elementos estructurales

3.14.1 Propiedades de los materiales

$$f_m = 25 \frac{kg}{cm^2}$$

$$E_m = 0,1875 \times 10^5 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_s = 0,50 f_y = 1 406 \frac{kg}{cm^2}$$

$$E_s = 2,036 \times 10^6 \frac{kg}{cm^2}$$

$$n = \frac{Es}{Em} = \frac{2,036 * 10^6}{0,1875 * 10^5} = 108,59$$

$$F_b = 0,33f'm = 0,33 * 25 = 8,25 \frac{kg}{cm^2}$$

3.14.2 Refuerzo mínimo recomendado

$$Horizontal = 0,0013 bt$$

$$Vertical = 0,0007 bt$$

3.14.3 Diseño muro No. 3 primer nivel

Datos del muro

$$H = 2.80 m$$

$$L = 3,86 m$$

$$\frac{H}{L} = 0,725$$

Cálculo de esfuerzos permisibles

A compresión

$$F_a = 0,20 * f_m * \left(1 - \left(\frac{H}{40 * t}\right)^3\right)$$

$$F_a = 0,20 * 25 * \left(1 - \left(\frac{280}{40 * 14}\right)^3\right) = 4,375 \frac{kg}{cm^2}$$

A flexión

$$F_b = 0,33f'm = 0,33 * 25 = 8,25 \frac{kg}{cm^2}$$

A corte

$$v \text{ permisible} = 1,44 + 0,032 * f_m + 0,1666P$$

$$f_m = 0,20 * f_m * \left(1 - \left(\frac{H}{40 * t}\right)^3\right) = 4,375 \frac{kg}{cm^2}$$

$$v \text{ permisible} = 1,44 + 0,032 * 4,375 + 0,1666 * 1,757 = 1,872 \frac{kg}{cm^2}$$

Corte actuante

$$v = 1,894 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Momento actuante

$$M_v = 18\,373,338 \text{ kg m}$$

Esfuerzo de flexión actuante

$$f_b = 5,285 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cálculo de la carga sobre la pared

carga viva techo	=	$100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
carga muerta techo	=	$330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
carga muerta (muros piso2)	=	$386 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
carga muerta entrepiso	=	$430 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
carga viva entrepiso	=	$200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
area tributaria	=	$6,642 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$
Carga muerta	=	$6,642 \text{ m}^2 * 1146 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 7\,611.7 \text{ kg}$
Carga viva	=	$6,642 \text{ m}^2 * 300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 1\,992.6 \text{ kg}$

Esfuerzo por carga axial a la pared

$$f_a = \frac{9\,604,30}{(386)(14)} = 1,77 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Diseño por corte

$$v = 1,894 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{\text{permisible}} = 1,872 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{\text{permisible}} < v_{\text{actuante}}$$

$$1,872 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} < 1,894 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Dado que el esfuerzo de corte actuante es mayor que el corte que resiste el muro, se puede cambiar la sección, cosa que es difícil ya que se están trabajando piezas prismáticas de ancho definido, por lo tanto se reforzará para corte, el refuerzo tomará todo el corte actúa en la pared.

$$f_s = 1\,406 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$A_s = 0,71 \text{ cm}^2 \Rightarrow \text{varilla No. 3}$$

Se coloca el refuerzo de corte a 1,40 metros de altura.

$$s = \frac{f_s * A_s}{b * v}$$

$$A_s = \frac{S * b * v}{f_s}$$

$$A_s = \frac{140 * 14 * 1,894}{1\,406} = 2,64 \text{ cm}^2$$

Para cumplir esta área de acero, se coloca 4 No.3 con estribos No.2 @ 0,20 m en la solera intermedia. En la solera hidrófuga y en la solera superior colocamos el refuerzo mínimo especificado por el F.H.A. que es de 4 No. 3 con estribos No. @ 0,20m.

Esfuerzo por carga vertical

$$f_a = 1,629 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_a = 4,375 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_a < F_a$$

La pared resiste la compresión axial

Se colocará acero mínimo vertical

$$A_s = 0,0007 * 14 * 386$$

$$A_s = 3,78 \text{ cm}^2$$

Diseño por flexión

$$f_a < F_a \Rightarrow ok.$$

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{6M}{tL^2}$$

$$f_b = \frac{6 \cdot 18\,373,338 \cdot 100}{14 \cdot 386^2}$$

$$f_b = 5,284 \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_b > f_a$$

Dado que el esfuerzo por flexión, es mayor que el esfuerzo de compresión, da a entender, al producirse la flexión, la sección se agrietará, entonces se tiene:

$$f_b = \left(1,33 - \frac{f_a}{F_a}\right) F_b$$

$$f_b = \left(1,33 - \frac{1,629}{4,375}\right) \cdot 8,25$$

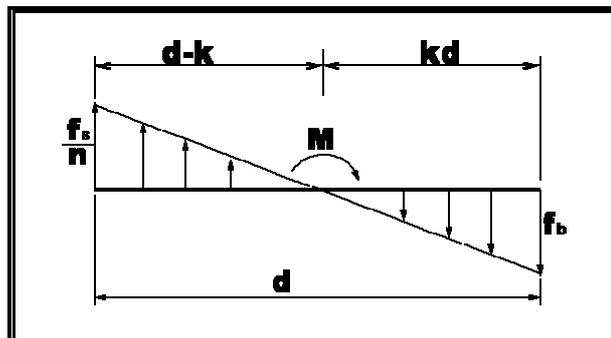
$$f_b = 7,90 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2,036 \cdot 10^6}{0,1875 \cdot 10^5}$$

$$n = 108,59$$

$$\frac{f_s}{n} = \frac{1\,406}{108,59} = 12,95$$

Figura 12. Diagrama de flexión muro No. 3 primer nivel



De la figura anterior por triángulos semejantes se tiene

$$\frac{d-kd}{\frac{f_s}{n}} = \frac{kd}{f_b}$$

$$\frac{d-kd}{12,95} = \frac{kd}{7,90}$$

$$12,95kd = 7,90d - 7,90kd$$

$$\text{si } d = 3,86m$$

$$k = 0,378$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0,378}{3} = 0,874$$

$$\text{Tomando } d = 3,86 - 0,07 = 3,79m$$

$$As = \frac{M}{f_s j d}$$

$$As = \frac{18\,373,338 \cdot 100}{1\,406 \cdot 0,874 \cdot 379}$$

$$As = 3,94 \text{ cm}^2$$

$$As_{\min} = 0,0007 \cdot 386 \cdot 14 = 3,78 \text{ cm}^2$$

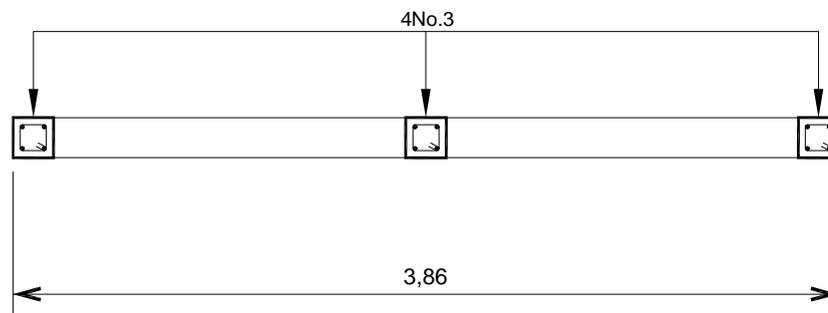
Tomando el área de acero por flexión, sumándola con el área de acero mínimo por compresión, se tiene:

$$As = 3,94 + 3,78$$

$$As = 7,72 \text{ cm}^2$$

Esta cantidad de acero se confinara en 3 columnas armadas con 4 No.3 y estribos No. 2 @ 0,15m.

Figura 13. Armado final muro No. 3 primer nivel



3.14.4 Diseño muro No. 6 segundo nivel

Datos del muro

$$H = 2,50m$$

$$L = 7,22m$$

$$\frac{H}{L} = 0,346$$

Cálculo de esfuerzos permisibles

A compresión

$$Fa = 0,20 * fm * \left(1 - \left(\frac{H}{40 * t}\right)^3\right)$$

$$Fa = 0,20 * 25 * \left(1 - \left(\frac{280}{40 * 14}\right)^3\right) = 4,375 \frac{kg}{cm^2}$$

A flexión

$$Fb = 0,33f'm = 0,33 * 25 = 8,25 \frac{kg}{cm^2}$$

A corte

$$v \text{ permisible} = 1,44 + 0,032 * fm + 0,1666P$$

$$fm = 0,20 * fm * \left(1 - \left(\frac{H}{40 * t}\right)^3\right) = 4,375 \frac{kg}{cm^2}$$

$$v \text{ permisible} = 1,44 + 0,032 * 4,375 + 0,1666 * 1,757 = 1,872 \frac{kg}{cm^2}$$

Corte actuante

$$v = 0,976 \frac{kg}{cm^2}$$

Momento actuante

$$Mv = 11 639,05 \text{ kg m}$$

Esfuerzo de flexión actuante

$$fb = 0,957 \frac{kg}{cm^2}$$

Cálculo carga sobre la pared

$$\begin{aligned} \text{carga viva techo} &= 100 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \\ \text{carga muerta techo} &= 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \\ \text{area tributaria} &= 7,54 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$P = (430)(7,54) = 3\,242,2 \text{ kg}$$

$$fa = \frac{P}{bt} = \frac{3\,242,2}{722 * 14} = 0,32 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Esfuerzos sobre la pared

$$fa = \frac{P}{bt} = \frac{6\,109,1 + 702,6}{722 * 14} = 0,673 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Diseño por corte

$$v_{\text{permisible}} = 1,872 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v = 0,976 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_{\text{permisible}} > v_{\text{actuante}}$$

$$1,872 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 0,976 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Dado que el esfuerzo de corte actuante, es menor al corte que resiste el muro, únicamente se colocará el acero mínimo de refuerzo horizontal 0,0013 bt.

$$As_{\text{mín}} = 0,0013 * 250 * 14$$

$$As_{\text{mín}} = 4,55 \text{ cm}^2$$

Para cumplir con esta área de acero se coloca 4 No.3 con estribos No.2 @ 0,20 m., en la solera intermedia, superior y solera hidrófuga. Esto para cumplir con el refuerzo mínimo especificado por el F.H.A. que es de 4 No. 3 con estribos No. 2 @ 0,20 m.

Diseño por flexión

$$f_a = 0,673 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_a = 4,375 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_a < F_a \Rightarrow \text{ok.}$$

$$f_b = \frac{Mc}{I} = \frac{6M}{tL^2}$$

$$f_b = \frac{6 \cdot 11\,639,05 \cdot 100}{14 \cdot 722^2}$$

$$f_b = 0,957 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$f_b > f_a$$

Dado que el esfuerzo por flexión es mayor, que el esfuerzo de compresión, da a entender, al producirse la flexión, la sección se agrietará, entonces se tiene:

$$f_b = \left(1,33 - \frac{f_a}{F_a}\right) F_b$$

$$f_b = \left(1,33 - \frac{0,673}{4,375}\right) \cdot 8,25$$

$$f_b = 9,70 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$n = \frac{E_s}{E_m} = \frac{2,036 \cdot 10^6}{0,1875 \cdot 10^5}$$

$$n = 108,59$$

$$\frac{f_s}{n} = \frac{1\,406}{108,59} = 12,95$$

$$\frac{d-kd}{\frac{f_s}{n}} = \frac{kd}{f_b}$$

$$\frac{d-kd}{12,95} = \frac{kd}{9,70}$$

Despejando se obtiene:

$$12,95kd = 9,70d - 9,70kd$$

$$\text{si } d = 7,22m$$

$$k = 0,428$$

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

$$j = 1 - \frac{0,428}{3}$$

$$j = 0,857$$

Tomando $d = 7,22 - 0,07 = 7,15 \text{ m} = 715 \text{ cm}$

$$A_s = \frac{M}{f_s d}$$

$$A_s = \frac{11\,639,05 \cdot 100}{1\,406 \cdot 0,857 \cdot 715} = 1,36 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 1,36 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\text{mín}}} = 0,0007 \cdot 722 \cdot 14 = 7,06 \text{ cm}^2$$

Tomando el área de acero por flexión, sumándola con el área de acero mínimo por compresión, se tiene:

$$A_s = 1,36 + 7,06$$

$$A_s = 8,42 \text{ cm}^2$$

Esta cantidad de acero se confinara en 3 columnas con armadas con 4 No.3 y estribos No. 2 @ 0.15m.

Figura 14. Armado final muro No. 6 segundo nivel

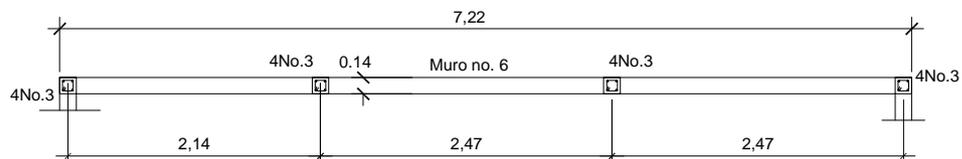


Tabla XXIV. Resumen diseño de muros primer y segundo nivel

Muros primer nivel		Valores actuantes				Esfuerzos permisibles				Acero total en muros en cm ²	
Muro No.	L m	v kg/cm ²	M kg-m	fb kg/cm ²	Compresión kg/cm ²	Flexión kg/cm ²	Corte kg/cm ²	fa kg/cm ²	Vertical	Horizontal	
1	1,32	0,93	2 952,83	7,26	4,375	8,25	1,872	1,44	3,22	5,10	
2	1,32	0,93	2 952,83	7,26	4,375	8,25	1,872	1,41	3,23	5,10	
3	3,86	1,89	18 373,34	5,28	4,375	8,25	1,872	1,78	7,72	2,64	
4	4,14	1,84	20 096,44	5,03	4,375	8,25	1,872	1,67	8,07	5,10	
5	4,14	1,87	20 096,44	5,03	4,375	8,25	1,872	1,66	8,07	5,10	
6	4,14	1,96	20 096,44	5,03	4,375	8,25	1,872	0,91	8,14	2,73	
7	10	2,17	56 708,51	2,43	4,375	8,25	1,872	0,76	14,53	3,03	
8	4,02	1,96	20 118,47	5,34	4,375	8,25	1,872	0,87	8,15	2,74	
9	1,47	1,03	3 870,67	7,68	4,375	8,25	1,872	1,19	3,71	5,10	
10	1,47	1,03	3 870,67	7,68	4,375	8,25	1,872	1,19	3,71	5,10	
Muros segundo nivel											
1	0,64	0,55	600,98	6,29	4,375	8,25	1,872	0,76	1,50	4,55	
2	0,92	0,98	1 519,31	7,69	4,375	8,25	1,872	0,26	2,40	4,55	
3	2,96	2,67	13 655,86	6,68	4,375	8,25	1,872	0,63	6,82	3,32	
4	1,32	1,54	3 435,08	8,45	4,375	8,25	1,872	0,51	3,58	4,55	
5	1,32	1,54	3 435,08	8,45	4,375	8,25	1,872	0,49	3,58	4,55	
6	7,22	0,98	11 639,05	0,96	4,375	8,25	1,872	0,32	8,43	4,55	
7	2,14	0,67	2 464,67	2,31	4,375	8,25	1,872	0,32	3,09	4,55	
8	4,75	0,94	7 289,36	1,38	4,375	8,25	1,872	0,28	5,96	4,55	
9	1,47	0,52	1 253,25	2,49	4,375	8,25	1,872	0,62	2,18	4,55	

3.14.5 Diseño cimiento corrido

El tipo de cimiento a utilizar en el diseño de la estructura, es el cimiento corrido, se diseñará con base al muro crítico o se el muro con mayor carga. Tal muro es el número 4 del primer nivel.

Cálculo carga sobre el cimiento

	C.M.	C.V
Techo	330 kg/m ²	100 kg/m ²
Entrepiso	430 kg/m ²	200 kg/m ²
Muros	210 kg/m ²	

Área tributaria

$$\text{Primer nivel } A = 6,66 \text{ m}^2$$

$$\text{Segundo nivel } A = 6,05 \text{ m}^2$$

Carga muerta

$$CM_{\text{muros}} = 210 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 4.14 \text{ m} * 5.30 \text{ m} = 4\,607.80 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{techo}} = 330 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 6.05 \text{ m}^2 = 1\,996.50 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{entrepiso}} = 430 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} * 6.66 \text{ m}^2 = 2\,863.80 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{total}} = 4\,607.80 \text{ kg} + 1\,996.50 \text{ kg} + 2\,863.80 \text{ kg}$$

$$CM_{\text{total}} = \frac{9\,468.10 \text{ kg}}{4.14 \text{ m}} = 2\,286.98 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

$$CV_{techo} = 100 \frac{kg}{m^2} * 6.05 m^2 = 605.0 kg$$

$$CV_{entrepiso} = 200 \frac{kg}{m^2} * 6.66 m^2 = 1 332.0 kg$$

$$CV_{total} = 605.0 kg + 1 332.0 kg$$

$$CV_{total} = \frac{1 937.0 kg}{4.14 m} = 467,87 \frac{kg}{m}$$

Carga última actuante

$$CU = 1,4 * 2,287 \frac{ton}{m} + 1,7 * 0,468 \frac{ton}{m}$$

$$CU = 3,99 \frac{ton}{m}$$

3.14.5.1 Cálculo valor soporte del suelo

Datos obtenidos del laboratorio de suelos del centro de Investigaciones de Ingeniería de la Facultad de Ingeniería.

$$Cohesión = 0 \frac{ton}{m^2}, \text{ por ser una arena}$$

$$\phi = 16,48^\circ$$

Capacidad de carga última

$$q_d = CNc + qN_q + 0.5\gamma BN_r$$

Donde

q_d = capacidad de carga límite

$\gamma = 1,54 \frac{ton}{m^3}$ peso específico del suelo

d_z = desplante de la cimentación 1.00m

N_c = factor de carga debido a cohesión

N_q = factor de sobre carga

N_r = factor de carga debido al peso del suelo

$B = 1,00 m$ franja unitaria

$F_s = 3$ factor de seguridad

Los factores de capacidad de carga son adimensionales, y se calculan a continuación:

$$N_q = \frac{e^{\frac{2 * (\frac{3\pi}{4} - 16,48^\circ) * \tan(16,48^\circ)}{4}}}{2 * \left(\cos\left(45^\circ + \frac{16,48^\circ}{2}\right)\right)^2}$$

$$N_q = 5,168$$

$$N_r = \frac{1}{2} \left(\frac{k}{\cos(16,48^\circ)^2} - 1 \right) * \tan(16,48^\circ)$$

$$N_r = 2,00$$

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

$$N_c = 14,08$$

La capacidad de carga última es:

$$q_d = cN_c + qN_q + 0.5\gamma BN_r$$

$$q_d = \left(7,30 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right)(14,08) + \left(1,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1,00\text{m}\right)(5,335) + \frac{1}{2} \left(1,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right)(1,00\text{m})(2,00)$$

$$q_d = 112,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Capacidad de carga admisible

$$q_{adm} = \frac{q_d}{FS} = \frac{112,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}}{3} = 37,51 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Valor soporte del suelo

$$V_s = 37,51 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Diseño de cimiento corrido

Para comenzar el diseño, se supone que el cimiento será de 0,40 m de ancho por 0,20 m de alto.

Cálculo de carga última del suelo

$$\begin{aligned} &= P_{muro} + P_{cimiento} + P_{suelo} + Wu \\ &= \left(2,4 \frac{T}{m^3}\right)(1,0m)(1,0m)(0,14m) = 0,336 \text{ ton} \\ &= \left(2,4 \frac{T}{m^3}\right)(0,20m)(0,40m)(1,0m) = 0,192 \text{ ton} \\ &= \left(1,54 \frac{T}{m^3}\right)(0,80m)(0,40m)(1,00m) = 0,492 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$trabajo = \frac{Cu}{Fcv} = \frac{3,99 \text{ ton}}{2} = 1,995 \text{ ton}$$

$$P_{ultima} = 0,336 \text{ ton} + 0,192 \text{ ton} + 0,492 \text{ ton} + 1,995 \text{ ton}$$

$$P_{ultima} = 3,015 \text{ ton}$$

$$q_{m\acute{a}x} = \frac{P_{ultima}}{Acimiento} = \frac{3,015 \text{ ton}}{0,40 \text{ m}^2} = 7,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{dist} = (q_{m\acute{a}x})(Fcv) = \left(7,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}\right)(2,00) = 15,08 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_{dist} < Vs$$

Chequeo por corte simple

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

$$d = 0,20m - 0,075m - \frac{0,95}{200}$$

$$d = 0,1203 \text{ m}$$

Corte actuante

$$V_{act} = (\text{Área})(q_{m\acute{a}x})$$

$$Area = \left(\frac{\text{Ancho de cimiento} - \text{Ancho pared}}{2} - d\right)(1,00 \text{ m})$$

$$Area = \left(\frac{0,40 - 0,14}{2} - 0,1203\right)(1,0)$$

$$Area = 0,0097 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = (0,0097 \text{ m}^2)\left(7,54 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}\right)$$

$$V_{act} = 0,073 \text{ ton}$$

Corte resistente

$$V_r = (0,85)(0,53)(\sqrt{f_c})(b)(d)$$

$$V_r = (0,85)(0,53)(\sqrt{210})(100)(12,03)$$

$$V_r = 7\,853,6 \text{ kg} = 7,85 \text{ ton}$$

$$V_r > V_{act}$$

Como se puede observar la sección resiste el corte actuante, por lo tanto es espesor $t=0,20$ m es el adecuado.

Chequeo por flexión

Momento actuante

$$M_{act} = \frac{(q_{m\acute{a}x})(l^2)(A_{shurasa})}{2}$$

$$M_{act} = \frac{(7,54)(1,00)(0,13)^2}{2}$$

$$M_{act} = 0,063 \text{ ton} - m$$

Cálculo de As

$$A_s = \left((b * d) - \sqrt{(b * d)^2 - \left(\frac{Mu * b}{0,003825 * f_c} \right)} \right) * \left(\frac{0,85 * f_c}{f_y} \right)$$

$$A_s = \left((100 * 1\,203) - \sqrt{(100 * 1\,203)^2 - \left(\frac{63,71 * 100}{0,003825 * 210} \right)} \right) * \left(\frac{0,85 * 210}{2\,812} \right)$$

$$A_s = 0,207 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo

$$A_{smín} = \frac{14,1}{f_y}(bd)$$

$$A_{smín} = \frac{14,1}{2\,812}(100)(12,03)$$

$$A_{smín} = 6,03 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento

$$6,03 \text{ cm}^2 \Rightarrow 100 \text{ cm}$$

$$0,71 \text{ cm}^2 \Rightarrow S$$

$$S = 11,77 \text{ cm}$$

Usar eslabones No. 3 @ 0,12 m

Área de acero longitudinal

Como no existe flexión en el sentido longitudinal, se coloca área de acero por temperatura.

$$A_{S_{temperatura}} = 0,002(b)(t)$$

$$A_{S_{temperatura}} = 0,002(40 \text{ cm})(20 \text{ cm})$$

$$A_{S_{temperatura}} = 1,6 \text{ cm}^2$$

Usar como refuerzo longitudinal 3 varillas no. 3.

3.15 Planos constructivos

Es la representación gráfica del diseño, en el cual se muestra el armado de la estructura de cimentación, columnas, losas, detalles e instalaciones. Estos planos para su presentación se dibujaron en hojas con formato A-2, y se redujeron a tamaño doble carta para su inclusión en el presente trabajo. Estos fueron realizados en el programa AutoCAD 2006, y se muestran en los apéndices.

3.16 Presupuesto

La elaboración del presupuesto fue realizado en base a precios unitarios, tomando en cuenta los precios de materiales que el lugar se manejan. La mano

de obra calificada y la no calificada fueron datos proporcionados por la municipalidad, los resultados se muestran en los apéndices.

3.17 Cronograma de ejecución

El cronograma de ejecución indica, el tiempo de ejecución de cada renglón de trabajo, así como el monto de cada uno de los renglones, el porcentaje que representa, es costo de cada uno de los renglones respecto del costo total del proyecto, dicho cronograma se muestra en los apéndices.

3.18 Evaluación de impacto ambiental

Impacto ambiental

Se define como cualquier alteración de las condiciones ambientales o creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales adversas o benéficas, provocada por la acción humana o fuerzas naturales.

Evaluación de impacto ambiental (EIA)

Es el documento técnico que permite identificar y predecir los efectos sobre el ambiente que ejercerá un proyecto, obra, industria o actividad determinada y describe, además, las medidas para evitar, reducir, corregir, compensar y controlar los impactos adversos, es un proceso de toma de decisiones y constituye el instrumento de planificación que proporciona un análisis temático preventivo, reproducible e interdisciplinario de los efectos potenciales de una acción propuesta y sus alternativas prácticas en los atributos físicos, biológicos, culturales y socioeconómicos de un área geográfica determinada.

Es un proceso cuya cobertura, profundidad y tipo de análisis depende del proyecto propuesto. Evalúa los potenciales riesgos e impactos ambientales en su área influencia, e identifica vías para mejorar su diseño e implementación para prevenir, minimizar, mitigar o compensar impactos ambientales adversos y potenciar sus impactos positivos.

Procedimiento que debe cumplir la evaluación ambiental

La base legal para realizar los EIA, deviene de la ordenanza contenida en el artículo 8 de la Ley de Protección y mejoramiento del Medio Ambiente (decreto No. 68-86 y sus reformas: decretos No. 75-91, 1-93, 90-2000 del Congreso de la República), el cual literalmente dice:

“Para todo proyecto, obra, industria o cualquier otra actividad que por sus características pueda producir deterioro a, los recursos naturales, al ambiente, o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional, será necesariamente previamente a su desarrollo un estudio de evaluación, realizado por técnicos en la materia y aprobado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente.

El funcionario que emitiera exigir el estudio de evaluación de impacto ambiental, será responsable personalmente por incumplimiento de deberes, así como el particular que omitiere cumplir con dicho estudio de impacto ambiental, será sancionado con una multa de Q 5 000,00 (US \$ 1 000,00) a Q 100 000,00 (US \$20 000,00), en caso de no cumplir con este requisito en el término de seis meses de haber sido multado, el negocio será clausurado en tanto no cumpla”.

En el medio ambiente natural se incluyen los aspectos siguientes:

- ✓ Suelo (erosión deposición, sedimentación, contaminación por residuos, alteración de cubierta vegetal, empobrecimiento del suelo, áreas de inundación y otros aspectos puntuales a considerar)
- ✓ Agua (superficial y subterránea)
- ✓ Aire (Contaminación, efectos de contaminación sobre la vegetación, el patrimonio histórico o artístico, y los diferentes materiales, alteración del microclima)
- ✓ Contaminación térmica
- ✓ Ruido
- ✓ Olores molestos o pestilencias
- ✓ Radiaciones ionizantes
- ✓ Productos químicos tóxicos
- ✓ Protección de la naturaleza (áreas protegidas, fauna y flora, especies en peligro de extinción, o escasas, incendios forestales, repoblaciones forestales, otros aspectos de la conservación de la naturaleza)

Evaluación de impacto ambiental del salón de usos múltiples del caserío Nueva Candelaria, municipio de Tajumulco, San Marcos.

Evaluación

Área y situación legal del sitio de ubicación: el proyecto estará ubicado en una comunidad la cual es propietaria del terreno donde se construirá.

- ✓ **Área de construcción del proyecto:** el área de construcción del proyecto será de 180 m²
- ✓ **Suelo:** los trabajos que se realizarán, será la excavación de la cimentación, excavación para la colocación de la tubería de las instalaciones
- ✓ **Recursos naturales:** los recursos naturales utilizados serán, agua y el mismo suelo proveniente de las excavaciones que se realicen en el sitio
- ✓ **Sustancias o materiales a ser utilizados:** los materiales a utilizar serán piedra proveniente del lugar
- ✓ **Residuos líquidos que serán generados:** ninguno
- ✓ **Desechos sólidos:** ninguno
- ✓ **Contaminación térmica:** ninguna
- ✓ **Olores molestos o pestilencias:** ninguno

- ✓ **Radiaciones ionizantes:** ninguna
- ✓ **Productos químicos tóxicos:** no serán generados
- ✓ **Emisiones a la atmósfera:** ninguna
- ✓ **Ruidos:** leve originados por la misma construcción
- ✓ **Contaminación visual:** ninguna

Medidas de mitigación

Es el conjunto de operaciones o actividades destinadas a prevenir, reducir, minimizar, corregir o restaurar, la magnitud de los impactos negativos al ambiente.

Para evitar el impacto negativo en el ambiente, al ejecutar el proyecto de construcción, de salón de usos múltiples del caserío Nueva Candelaria, se sugiere:

- ✓ Al momento inicial, los trabajos circularan completamente el área de construcción, con un material que no sea molesto o que cause algún peligro a los peatones del lugar
- ✓ El volumen de tierra producto de las excavaciones o vaciados del lugar, deberá transportarse hacia un lugar adecuado para su depósito
- ✓ Los materiales a utilizar deberán depositarse en un lugar adecuado, de tal manera que no interfiera con la viabilidad de las personas o vehículos

- ✓ El agua pluvial proveniente del techo, deberá conducirse adecuadamente, y unirse a un sistema de agua pluvial apropiado, para evitar la erosión del suelo

CONCLUSIONES

1. La ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable, para el caserío Tosacmuc, tendrá un costo de Q 94,10 cada metro de la línea de conducción y de distribución; costo que se encuentra dentro de los parámetros que se manejan en el municipio de Tajumulco.
2. Para el proyecto de abastecimiento de agua potable, del caserío Tosacmuc, no se presentan impactos ambientales adversos, que pudieran ser notorios al medio ambiente o perjudiciales a la salud de las personas. Por el contrario, los beneficios con la ejecución del proyecto coadyuvan al desarrollo de la comunidad.
3. La tarifa calculada por costo de operación y mantenimiento es de, Q 34,70, se sugiere que la tarifa sea fijada Q 40,00 mensuales, costo que es accesible a los miembros de la comunidad.
4. La construcción del salón de usos múltiples, tendrá un costo de Q 3 234,83 por metro cuadrado de construcción, valor aceptable comparado con los costos que maneja la municipalidad.

RECOMENDACIONES

1. Si durante un plazo de dos años el proyecto no es gestionado y por ende ejecutado, deberá realizarse una actualización de costos en el presupuesto, o bien, hacer un incremento del 1% al 5% del costo por metro lineal del proyecto de abastecimiento de agua y por cada metro cuadrado del proyecto de construcción de salón de usos múltiples.
2. Durante el tiempo de la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua y de la construcción del salón de usos múltiples y juzgado auxiliar; la municipalidad deberá contratar personal calificado en área civil, para verificar y garantizar el cumplimiento de las normas de calidad de los materiales y las especificaciones técnicas de construcción.
3. Promover en el caserío Tosacmuc, el pago de la tarifa del servicio de agua potable, con lo cual se tendrán fondos para absorber los gastos de operación y mantenimiento del proyecto.
4. Capacitar a la población sobre el uso adecuado y moderado del agua, ya que es un recurso que cada día se agota.

BIBLIOGRAFÍA

1. ÁLVAREZ HAASE, Ricardo Augusto. "*Programas para análisis de estructuras de mampostería reforzada por los métodos simplista y realista*". Trabajo de Graduación de ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 2005. 185p.
2. ARGUETA HERNÁNDEZ, Oscar. "*Estudio sobre el comportamiento de muros de mampostería como estructura de edificios*". Tesis Ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1980. 126p.
3. JORDÁN ZABALETA, Mario René. "*Propuesta de normas de diseño para edificios de uso público en los municipios de la república de Guatemala*". Tesis ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de ingeniería, 1991. 180p.
4. LEÓN MEDRANO, David. "*Planificación y diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Yichwitz Chonó, San Pedro Soloma, Huehuetenango*". Trabajo de graduación de ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2005. 170p.

5. MÉNDEZ RAMOS, Liggia Milithza. *“Diseño de edificio escolar de dos niveles aldea Nuevo San Antonio y sistema de abastecimiento de agua potable aldea Chiquival Viejo, municipio de San Carlos Sija, Quetzaltenango”*. Trabajo de graduación de ingeniero civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2004. 187p.

6. Uniform Building Code (UBC). Edition 1997, international code council; 338 p.

APÉNDICES

- ✓ LIBRETA TOPOGRÁFICA
- ✓ DISEÑO HIDRÁULICO
- ✓ PLANOS DISEÑO ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Libreta topográfica

Proyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE

Ubicación: CASERÍO TOSACMUC, ALDEA TONINCHUN, TAJUMULCO SAN MARCOS

Lev. Topográfico: Walter Aramis Santos

Calculo y Diseño: Walter Aramis Santos

Fecha: Octubre 2,010

EST.	P.O.	AZIMUT				HILOS			ZENIT			DISTANCIA (metros)
		Hi	GRA.	MIN.	SEG	SUP	MED	INF	GRA.	MIN.	SEG	
	0											
0	R1	1.400	57	11	42	0.830	0.800	0.770	80	57	4	5.852
0	R2	1.400	144	59	44	1.350	1.300	1.250	77	15	5	9.513
0	1	1.400	314	43	43	1.190	1.100	1.010	102	43	13	17.127
1	2	1.440	342	34	33	0.900	0.800	0.700	102	2	3	19.131
2	3	1.330	302	45	34	1.090	1.000	0.910	91	49	26	17.982
3	4	1.420	339	31	57	1.680	1.500	1.320	95	26	1	35.677
4	5	1.400	6	16	8	1.820	1.700	1.580	99	24	14	23.359
4	6	1.400	351	42	5	1.190	1.000	0.810	95	57	38	37.590
6	7	1.360	330	2	12	1.315	1.200	1.085	92	42	19	22.949
7	8	1.350	353	14	46	1.160	1.000	0.840	97	34	43	31.443
7	9	1.350	350	51	31	1.460	1.200	0.940	93	2	5	51.854
9	10	1.370	345	7	27	1.610	1.400	1.190	96	1	34	41.537
10	11	1.300	347	31	46	1.350	1.000	0.650	97	46	57	68.716
11	12	1.370	301	3	24	1.925	1.700	1.475	89	43	36	44.999
12	13	1.500	347	41	46	3.450	3.300	3.150	94	4		29.849
12	14	1.500	342	3	18	1.800	1.600	1.400	94	42	46	39.730
14	15	1.310	302	37	37	1.200	1.000	0.800	89	42	9	39.999
15	16	1.310	318	58	35	1.750	1.600	1.450	93	9	23	29.909
16	17	1.360	5	45	6	1.720	1.600	1.480	102	23	36	22.895
16	18	1.360	353	14	48	1.910	1.700	1.490	97	3	32	41.366
18	19	1.410	299	25	43	1.920	1.700	1.480	90	48	55	43.991
19	20	1.310	335	6	43	0.735	0.700	0.665	96	24	35	6.913
20	21	1.390	8	13	38	1.020	0.900	0.780	95	1	47	23.816
20	22	1.390	337	13	25	2.260	2.000	1.740	90	28	12	51.997
22	23	1.330	318	15	19	0.675	0.600	0.525	90	3	8	15.000
23	24	1.270	327	20	15	2.525	2.400	2.275	95	49	42	24.742
24	25	1.300	16	42	29	3.040	2.900	2.760	92	56	27	27.926
25	26	1.270	17	12	40	2.865	2.600	2.335	92	3	0	52.932
26	27	1.370	24	47	8	1.250	1.000	0.750	92	21	23	49.915
27	28	1.480	113	35	1	1.215	1.000	0.785	97	4	1	42.349

Continuación

EST.	P.O.	AZIMUT				HILOS			ZENIT			DISTANCIA (metros)
		Hi	GRA.	MIN.	SEG	SUP	MED	INF	GRA.	MIN.	SEG	
28	28.1	1.480	129	4	55	1.468	1.460	1.452	99	1	0	1.561
28.1	29	1.450	148	37	11	1.270	1.000	0.730	98	28	54	52.825
29	30	1.270	99	48	48	1.680	1.500	1.320	95	7	48	35.712
30	31	1.390	90	43	37	1.350	1.200	1.050	94	45	33	29.793
31	32	1.270	88	54	52	1.140	1.000	0.860	84	48	37	27.771
32	33	1.370	130	47	40	1.100	1.000	0.900	105	3	8	18.651
32	34	1.370	129	18	52	0.830	0.600	0.370	102	39	15	43.792
32	35	1.370	120	47	26	1.880	1.600	1.320	100	4	55	54.284
35	36	1.240	106	39	11	0.960	0.900	0.840	96	6	35	11.864
35	37	1.240	77	42	0	1.140	1.000	0.860	92	2	24	27.965
37	38	1.300	3	36	26	1.430	1.300	1.170	96	3	45	25.710
38	39	1.350	17	37	49	1.060	0.900	0.740	94	11	48	31.829
39	40	1.500	348	37	34	1.370	1.300	1.230	91	27	30	13.991
40	41	1.410	341	23	18	1.200	1.100	1.000	86	50	46	19.939
41	42	1.450	67	55	13	1.380	1.300	1.220	100	59	0	15.419
42	43	1.450	48	46	32	1.110	1.000	0.890	95	14	22	21.817
43	44	1.400	13	26	0	1.380	1.300	1.220	88	20	30	15.987
44	45	1.400	26	10	25	1.010	0.900	0.790	88	45	58	21.990
45	46	1.350	81	28	14	0.990	0.900	0.810	93	0	36	17.950
46	47	1.500	81	35	37	1.620	1.500	1.380	93	48	20	23.894
47	48	1.260	87	30	18	4.800	4.600	4.400	82	21	50	39.294
47	49	1.260	57	52	9	2.030	1.700	1.370	92	24	26	65.884
49	50	1.260	43	57	46	4.750	4.300	3.850	94	25	10	89.466
49	51	1.260	35	26	38	3.080	2.500	1.920	96	22	40	114.569
49	52	1.260	32	13	1	2.710	2.100	1.490	96	7	28	120.611
49	53	1.260	20	44	35	2.720	2.000	1.280	97	39	21	141.444
49	54	1.260	6	48	46	2.950	2.000	1.050	99	15	18	185.085
54	55	1.300	336	56	21	1.340	1.200	1.060	86	34	12	27.900
55	56	1.320	347	34	31	1.750	1.500	1.250	89	25	48	49.995
56	57	1.390	332	25	29	1.420	1.200	0.980	92	33	0	43.913
57	58	1.430	335	11	18	2.610	2.400	2.190	93	26	58	41.848
58	59	1.300	51	37	49	1.890	1.700	1.510	90	23	29	37.998
59	60	1.340	50	9	25	2.280	2.000	1.720	90	38	59	55.993
60	61	1.430	71	11	15	1.300	1.000	0.700	92	36	13	59.876
61	62	1.410	73	27	40	1.840	1.700	1.560	93	28	47	27.897
62	62.1	1.360	79	58	56	0.925	0.850	0.775	95	24	53	14.866
62	63	1.360	63	59	10	1.330	1.000	0.670	91	42	45	65.941
62	64	1.360	36	47	22	1.400	1.000	0.600	92	51	6	79.802
62	65	1.360	19	53	30	2.550	2.000	1.450	92	25	22	109.803
62	66	1.360	6	21	46	1.650	1.000	0.350	95	29	3	128.813
62	67	1.360	357	43	29	2.760	2.000	1.240	92	59	54	151.584
62	68	1.360	355	34	23	3.300	2.500	1.700	92	53	41	159.592
68	69	1.400	350	57	47	2.260	2.000	1.740	94	10	3	51.725
68	70	1.400	336	29	2	1.950	1.500	1.050	93	36	59	89.642
68	71	1.400	326	41	52	2.280	1.500	0.720	92	57	4	155.587

Continuación

EST.	P.O.	Hi	AZIMUT			HILOS			ZENIT			DISTANCIA (metros)
			GRA.	MIN.	SEG	SUP	MED	INF	GRA.	MIN.	SEG	
71	72	1.220	294	0	38	3.180	3.000	2.820	91	39	34	35.970
72	73	1.340	293	30	59	2.450	2.000	1.550	95	11	50	89.262
73	74	1.380	342	39	25	2.730	2.500	2.270	93	0	17	45.874
74	75	1.220	18	24	40	0.720	0.600	0.480	93	42	11	23.900
75	76	1.300	15	19	21	1.000	0.900	0.800	88	23	58	19.984
76	77	1.300	46	16	33	1.240	1.000	0.760	92	2	8	47.939
77	78	1.380	336	45	42	0.990	0.800	0.610	90	9	6	38.000
78	79	1.380	293	35	39	1.185	1.000	0.815	91	51	33	36.961
79	80	1.450	258	59	20	2.500	2.400	2.300	93	55	42	19.906
80	81	1.500	293	39	56	1.570	1.400	1.230	89	10	0	33.993
81	81.1	1.360	271	14	45	1.160	1.150	1.140	84	17	34	1.980
81.1	82	1.350	292	33	33	0.890	0.800	0.710	102	30	0	17.157
82	83	1.260	305	17	36	0.710	0.600	0.490	97	7	0	21.662
83	84	1.280	298	46	43	2.125	2.000	1.875	81	34	0	24.462
84	85	1.300	331	47	24	1.520	1.300	1.080	93	41	41	43.817
84	86	1.300	305	25	22	1.700	1.350	1.000	91	39	28	69.941
86	87	1.340	261	9	38	2.800	2.650	2.500	85	10	26	29.788
87	88	1.450	322	59	16	3.120	3.000	2.880	87	22	12	23.949
88	89	1.285	346	39	17	1.740	1.500	1.260	88	28	0	47.966
88	90	1.285	336	31	16	2.100	1.500	0.900	92	12	0	119.823
90	91	1.270	309	18	53	2.800	2.700	2.600	83	11	54	19.719
91	92	1.350	310	28	21	2.200	1.900	1.600	89	40	34	59.998
92	93	1.330	335	54	15	2.000	1.800	1.600	90	51	9	39.991
93	94	1.330	347	33	59	1.680	1.600	1.520	93	57	59	15.923
94	95	1.350	335	48	59	1.280	1.000	0.720	95	5	52	55.558
94	96	1.350	333	5	48	1.880	1.500	1.120	94	24	43	75.550
96	97	1.320	346	31	53	1.470	1.400	1.330	90	40	0	13.998
97	98	1.350	308	59	18	1.550	1.000	0.450	97	18	40	108.219
97	99	1.350	301	11	55	2.420	1.800	1.180	94	37	45	123.192
97	100	1.350	294	28	38	2.740	2.000	1.260	94	32	11	147.074
100	101	1.450	277	36	25	2.400	2.000	1.600	90	8	42	79.999
101	102	1.380	283	24	55	1.920	1.700	1.480	91	11	1	43.981
102	103	1.300	305	36	25	1.790	1.700	1.610	89	44	6	18.000
103	104	1.250	332	36	41	2.540	2.400	2.260	88	56	44	27.991
104	105	1.480	29	15	38	3.240	3.100	2.960	88	0	0	27.966
104	106	1.480	18	2	6	4.800	4.600	4.400	88	19	21	39.966
104	107	1.480	350	6	31	4.000	3.670	3.340	91	8	54	65.973
104	108	1.480	334	5	59	1.550	1.000	0.450	95	57	2	108.818
104	109	1.480	326	12	24	2.150	1.500	0.850	94	41	16	129.132
104	110	1.480	325	56	13	1.750	1.000	0.250	94	38	30	149.018
104	111	1.480	323	41	57	2.350	1.500	0.650	93	59	28	169.176
111	112	1.310	316	45	39	1.750	1.600	1.450	91	50	58	29.969
112	113	1.330	313	56	16	2.150	1.700	1.250	92	41	6	89.802
113	114	1.370	276	58	7	3.120	3.000	2.880	95	59	34	23.738
FINAL CONDUCCIÓN												

Continuación

EST.	P.O.	AZIMUT				HILOS			ZENIT			DISTANCIA (metros)
		Hi	GRA.	MIN.	SEG	SUP	MED	INF	GRA.	MIN.	SEG	
INICIA LINEA DE DISTRIBUCIÓN												
RAMAL 1												
	114											
114	115	1.380	255	8	49	1.670	1.400	1.130	112	19	57	46.203
115	116	1.380	248	36	58	1.760	1.500	1.240	104	4	40	48.923
115	117	1.380	251	10	40	2.000	1.500	1.000	102	59	55	94.941
117	118	1.400	245	32	49	1.500	1.200	0.900	101	46	0	57.505
118	119	1.450	221	49	35	1.830	1.500	1.170	96	59	12	65.023
119	120	1.400	257	16	59	1.700	1.500	1.300	91	32	8	39.971
120	121	1.460	185	3	19	1.270	1.000	0.730	98	48	0	52.736
120	122	1.460	199	41	42	1.500	1.000	0.500	98	50	36	97.637
120	123	1.460	203	43	23	2.050	1.500	0.950	97	38	7	108.058
123	124	1.400	193	59	2	1.190	1.000	0.810	92	44	23	37.913
123	125	1.400	181	20	20	1.440	1.000	0.560	91	33	13	87.935
125	126	1.440	181	16	11	2.210	2.000	1.790	94	16	40	41.766
126	127	1.425	264	46	18	2.260	2.000	1.740	99	53	44	50.464
127	128	1.490	252	4	33	2.230	2.000	1.770	98	17	58	45.042
128	129	1.530	241	27	4	3.550	3.000	2.450	98	50	38	107.400
129	130	1.400	266	40	14	1.210	1.000	0.790	104	53	51	39.224
129	131	1.400	266	20	1	2.520	2.000	1.480	102	46	34	98.914
131	132	1.390	275	8	28	1.280	1.000	0.720	101	1	49	53.950
132	133	1.440	250	59	55	1.300	1.000	0.700	103	45	52	56.603
132	134	1.440	250	27	11	1.450	1.000	0.550	95	59	10	89.021
134	135	1.440	263	27	29	1.650	1.500	1.350	100	14	52	29.050
135	136	1.480	272	3	2	4.890	4.500	4.110	103	4	30	74.008
135	137	1.480	252	0	14	1.700	1.000	0.300	108	20	0	126.149
RAMAL 1.1												
	121											
120	122	1.460	199	41	42	1.500	1.000	0.500	98	50	36	97.637
122	143	1.360	96	20	41	1.420	1.000	0.580	96	35	13	82.895
143	144	1.320	73	12	22	1.250	1.000	0.750	95	57	0	49.463
144	145	1.440	62	48	57	1.750	1.500	1.250	96	11	20	49.419
145	146	1.420	65	46	58	2.120	2.000	1.880	94	32	56	23.849
RAMAL 1.2												
	123											
123	123.1	1.400	284	2	20	0.990	0.900	0.810	84	6	1	17.810
123.1	138	1.480	300	22	28	1.370	1.200	1.030	96	32	1	33.560
123.1	139	1.480	315	15	46	2.650	2.400	2.150	98	42	0	48.856
139	140	1.380	297	34	51	1.370	1.200	1.030	103	37	45	32.112
140	141	1.480	283	38	57	1.970	1.700	1.430	95	59	47	53.411
141	142	1.400	250	32	38	2.480	2.000	1.520	102	48	35	91.281

Tabla XXVII. Diseño hidráulico línea de conducción

Proyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 Ubicación: CASERÍO TOSACMUC, ALDEA TONINCHUN, TAJUMULCO SAN MARCOS
 Lev. Topográfico: Walter Aramis Santos
 Calculo y Diseño: Walter Aramis Santos

EST.	P.O.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		CAUDAL L/S	MATERIAL DEL TUBO	VALOR DE C	Ø DE LA TUBERÍA	CAPACIDAD DE TRABAJO PSI	CANTIDAD DE TUBOS	VELOCIDAD		PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA		
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL							m/s	hf Hazen & William	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
0	0				1,000.00		1000.00								0.00					
0	1	0 + 000.00	0 + 017.13	1000.00	996.43	1000.00	999.76	0.75	PVC	150	1 1/2	160	3	0.66	0.24	0.00	3.57	0.00	3.33	3.33
1	2	0 + 017.13	0 + 036.26	996.43	993.00	993.00	999.76	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.64	3.57	7.00	3.33	6.12	6.12
2	3	0 + 036.26	0 + 054.24	993.00	992.75	999.12	998.53	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.59	7.00	7.25	6.12	5.78	5.78
3	4	0 + 054.24	0 + 089.92	992.75	989.28	998.53	997.35	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.18	7.25	10.72	5.78	8.07	8.07
4	5	0 + 089.92	0 + 113.28	989.28	985.11	997.35	996.57	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.78	10.72	14.89	8.07	11.46	11.46
5	6	0 + 113.28	0 + 129.37	985.11	985.75	996.57	996.04	0.75	PVC	150	1 1/4	160	3	0.94	0.53	14.89	14.25	11.46	10.29	10.29
6	7	0 + 129.37	0 + 152.32	985.75	984.83	996.04	995.28	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.76	14.25	15.17	10.29	10.45	10.45
7	8	0 + 152.32	0 + 183.76	984.83	981.00	995.28	994.23	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	1.05	15.17	19.00	10.45	13.23	13.23
8	9	0 + 183.76	0 + 204.24	981.00	982.23	994.23	992.80	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	4	0.94	1.43	19.00	17.77	13.23	10.57	10.57
9	10	0 + 204.24	0 + 245.78	982.23	977.82	992.80	991.42	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.38	17.77	22.18	10.57	13.60	13.60
10	11	0 + 245.78	0 + 314.49	977.82	968.72	991.42	989.13	0.75	PVC	150	1 1/4	160	12	0.94	2.29	22.18	31.28	13.60	20.41	20.41
11	12	0 + 314.49	0 + 359.49	968.72	968.61	989.13	987.64	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.49	31.28	31.39	20.41	19.03	19.03
12	13	0 + 359.49	0 + 389.34	968.61	964.69	987.64	986.65	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	0.99	31.39	35.31	19.03	21.96	21.96
13	14	0 + 389.34	0 + 399.79	964.69	965.23	986.65	986.30	0.75	PVC	150	1 1/4	160	2	0.94	0.35	35.31	34.77	21.96	21.07	21.07
14	15	0 + 399.79	0 + 439.79	965.23	965.75	986.30	984.98	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.32	34.77	34.25	21.07	19.23	19.23
15	16	0 + 439.79	0 + 469.70	965.75	963.81	984.98	983.99	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	0.99	34.25	36.19	19.23	20.18	20.18
16	17	0 + 469.70	0 + 492.59	963.81	958.54	983.99	983.21	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.78	36.19	41.46	20.18	24.67	24.67
17	18	0 + 492.59	0 + 512.24	958.54	958.35	983.21	982.56	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.65	41.46	41.65	24.67	24.21	24.21
18	19	0 + 512.24	0 + 556.23	958.35	957.43	982.56	981.11	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.45	41.65	42.57	24.21	23.68	23.68
19	20	0 + 556.23	0 + 563.14	957.43	957.27	981.11	980.88	0.75	PVC	150	1 1/4	160	2	0.94	0.23	42.57	42.73	23.68	23.61	23.61
20	21	0 + 563.14	0 + 586.96	957.27	955.66	980.88	980.09	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.79	42.73	44.34	23.61	24.43	24.43
21	22	0 + 586.96	0 + 620.84	955.66	956.23	980.09	978.97	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	1.12	44.34	43.77	24.43	22.74	22.74
22	23	0 + 620.84	0 + 635.84	956.23	956.95	978.97	978.47	0.75	PVC	150	1 1/4	160	3	0.94	0.50	43.77	43.05	22.74	21.52	21.52
23	24	0 + 635.84	0 + 660.58	956.95	953.29	978.47	977.64	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.83	43.05	46.71	21.52	24.35	24.35
24	25	0 + 660.58	0 + 688.51	953.29	950.26	977.64	976.71	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.93	46.71	49.74	24.35	26.45	26.45
25	26	0 + 688.51	0 + 741.44	950.26	947.03	976.71	974.96	0.75	PVC	150	1 1/4	160	10	0.94	1.75	49.74	52.97	26.45	27.93	27.93
26	27	0 + 741.44	0 + 791.36	947.03	945.35	974.96	973.31	0.75	PVC	150	1 1/4	160	9	0.94	1.65	52.97	54.65	27.93	27.96	27.96
27	28	0 + 791.36	0 + 833.71	945.35	940.58	973.31	971.90	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.41	54.65	59.42	27.96	31.32	31.32
28	28.1	0 + 833.71	0 + 835.27	940.58	940.35	971.90	971.85	0.75	PVC	150	1 1/4	160	1	0.94	0.05	59.42	59.65	31.32	31.50	31.50
28.1	29	0 + 835.27	0 + 888.09	940.35	932.92	971.85	970.09	0.75	PVC	150	1 1/4	160	10	0.94	1.76	59.65	67.08	31.50	37.17	37.17
29	30	0 + 888.09	0 + 923.81	932.92	929.49	970.09	968.91	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.18	67.08	70.51	37.17	39.42	39.42
30	31	0 + 923.81	0 + 953.60	929.49	929.20	968.91	967.93	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	0.98	70.51	70.80	39.42	38.73	38.73
31	32	0 + 953.60	0 + 981.37	929.20	931.99	967.93	965.98	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	5	0.94	1.95	70.80	68.01	38.73	33.99	33.99
32	33	0 + 981.37	1 + 000.02	931.99	927.34	965.98	964.64	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	4	0.94	1.34	68.01	72.66	33.99	37.30	37.30
33	34	1 + 000.02	1 + 025.17	927.34	922.93	964.64	962.86	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	5	0.94	1.78	72.66	77.07	37.30	39.93	39.93
34	35	1 + 025.17	1 + 037.92	922.93	922.11	962.86	962.44	0.75	PVC	150	1 1/4	160	3	0.94	0.42	77.07	77.89	39.93	40.33	40.33

Continuación

EST.	P.O.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		CAUDAL L/S	MATERIAL DEL TUBO	VALOR DE C	Ø DE LA TUBERÍA	CAPACIDAD DE TRABAJO PSI	CANTIDAD DE TUBOS	VELOCIDAD		h _f		PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL							m/s	Hazen & William	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
														0.60 A 3.00							
35	36	1 + 037.92	1 + 049.79	922.11	921.18	962.44	961.61	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	3	0.94	0.83	77.89	78.82	40.33	40.43		
36	37	1 + 049.79	1 + 068.29	921.18	921.35	961.61	960.32	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	4	0.94	1.29	78.82	78.65	40.43	38.97		
37	38	1 + 068.29	1 + 094.00	921.35	918.62	960.32	959.47	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.85	78.65	81.38	38.97	40.85		
38	39	1 + 094.00	1 + 125.82	918.62	916.74	959.47	958.42	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	1.05	81.38	83.26	40.85	41.68		
39	40	1 + 125.82	1 + 139.82	916.74	916.58	958.42	957.96	0.75	PVC	150	1 1/4	160	3	0.94	0.46	83.26	83.42	41.68	41.38		
40	41	1 + 139.82	1 + 159.76	916.58	917.99	957.96	956.00	0.75	PVC	150	1	160	4	1.48	1.96	83.42	82.01	41.38	38.01		
41	42	1 + 159.76	1 + 175.17	917.99	915.15	956.00	954.47	0.75	PVC	150	1	160	3	1.48	1.53	82.01	84.85	38.01	39.32		
42	43	1 + 175.17	1 + 196.99	915.15	913.59	954.47	952.33	0.75	PVC	150	1	160	4	1.48	2.14	84.85	86.41	39.32	38.74		
43	44	1 + 196.99	1 + 212.98	913.59	914.16	952.33	950.76	0.75	PVC	150	1	160	3	1.48	1.57	86.41	85.84	38.74	36.60		
44	45	1 + 212.98	1 + 234.97	914.16	915.13	950.76	948.61	0.75	PVC	150	1	160	4	1.48	2.15	85.84	84.87	36.60	33.48		
45	46	1 + 234.97	1 + 252.92	915.13	914.64	948.61	946.85	0.75	PVC	150	1	160	4	1.48	1.76	84.87	85.36	33.48	32.21		
46	47	1 + 252.92	1 + 276.81	914.64	913.05	946.85	944.51	0.75	PVC	150	1	160	5	1.48	2.34	85.36	86.95	32.21	31.46		
47	48	1 + 276.81	1 + 316.11	913.05	914.98	944.51	940.66	0.75	PVC	150	1	160	7	1.48	3.85	86.95	85.02	31.46	25.68		
CAJA ROMPEPRESION							914.23								0.00						
48	49	1 + 316.11	1 + 353.31	914.98	909.84	914.23	913.72	0.75	PVC	150	1 1/2	160	7	0.66	0.51	-0.75	4.39	-0.75	3.88		
49	50	1 + 353.31	1 + 442.78	909.84	899.88	913.72	912.50	0.75	PVC	150	1 1/2	160	16	0.66	1.22	4.39	14.35	3.88	12.62		
50	51	1 + 442.78	1 + 472.04	899.88	895.79	912.50	912.10	0.75	PVC	150	1 1/2	160	6	0.66	0.40	14.35	18.44	12.62	16.31		
51	52	1 + 472.04	1 + 481.00	895.79	896.06	912.10	911.84	0.75	HG	100	1 1/2	T.L.	2	0.66	0.26	18.44	18.17	16.31	15.78		
52	53	1 + 481.00	1 + 514.41	896.06	890.09	911.84	911.38	0.75	PVC	150	1 1/2	160	6	0.66	0.46	18.17	24.14	15.78	21.29		
53	54	1 + 514.41	1 + 573.10	890.09	878.94	911.38	909.66	0.75	HG	100	1 1/2	T.L.	11	0.66	1.72	24.14	35.29	21.29	30.72		
54	55	1 + 573.10	1 + 601.00	878.94	880.71	909.66	909.28	0.75	PVC	150	1 1/2	160	5	0.66	0.38	35.29	33.52	30.72	28.57		
55	56	1 + 601.00	1 + 650.99	880.71	881.03	909.28	908.60	0.75	PVC	150	1 1/2	160	9	0.66	0.68	33.52	33.20	28.57	27.57		
56	57	1 + 650.99	1 + 694.91	881.03	879.26	908.60	908.00	0.75	PVC	150	1 1/2	160	8	0.66	0.60	33.20	34.97	27.57	28.74		
57	58	1 + 694.91	1 + 736.75	879.26	875.77	908.00	906.61	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.39	34.97	38.46	28.74	30.84		
58	59	1 + 736.75	1 + 774.75	875.77	875.11	906.61	905.36	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.25	38.46	39.12	30.84	30.25		
59	60	1 + 774.75	1 + 830.74	875.11	873.82	905.36	903.51	0.75	PVC	150	1 1/4	160	10	0.94	1.85	39.12	40.41	30.25	29.69		
60	61	1 + 830.74	1 + 890.62	873.82	871.52	903.51	899.32	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	11	0.94	4.19	40.41	42.71	29.69	27.80		
61	62	1 + 890.62	1 + 918.52	871.52	869.54	899.32	898.40	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.92	42.71	44.69	27.80	28.86		
62	62.1	1 + 918.52	1 + 933.38	869.54	868.64	898.40	897.91	0.75	PVC	150	1 1/4	160	3	0.94	0.49	44.69	45.59	28.86	29.27		
62.1	63	1 + 933.38	1 + 985.20	868.64	867.92	897.91	894.29	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	9	0.94	3.62	45.59	46.31	29.27	26.37		
63	64	1 + 985.20	2 + 022.02	867.92	865.92	894.29	893.07	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.22	46.31	48.31	26.37	27.15		
64	65	2 + 022.02	2 + 062.72	865.92	864.25	893.07	891.73	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.34	48.31	49.98	27.15	27.48		
65	66	2 + 062.72	2 + 096.58	864.25	857.53	891.73	890.59	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	1.14	49.98	56.70	27.48	33.06		
66	67	2 + 096.58	2 + 127.58	857.53	860.96	890.59	889.56	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	1.03	56.70	53.27	33.06	28.60		
67	68	2 + 127.58	2 + 137.50	860.96	860.33	889.56	889.23	0.75	PVC	150	1 1/4	160	2	0.94	0.33	53.27	53.90	28.60	28.90		
68	69	2 + 137.50	2 + 189.22	860.33	855.96	889.23	887.52	0.75	PVC	150	1 1/4	160	9	0.94	1.71	53.90	58.27	28.90	31.56		
69	70	2 + 189.22	2 + 230.84	855.96	854.56	887.52	886.15	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.37	58.27	59.67	31.56	31.59		

Continuación

EST.	P.O.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		CAUDAL U/S	MATERIAL DEL TUBO	VALOR DE C	Ø DE LA TUBERÍA	CAPACIDAD DE TRABAJO PSI	CANTIDAD DE TUBOS	VELOCIDAD		PRESIÓN ESTÁTICA INICIAL	PRESIÓN ESTÁTICA FINAL	PRESIÓN DINÁMICA	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL							m/s	hf Hazen & William			INICIAL	FINAL
70	71	2 + 230.84	2 + 299.79	854.56	852.21	886.15	883.87	0.75	PVC	150	1 1/4	160	12	0.94	2.28	59.67	62.02	31.59	31.66
71	72	2 + 299.79	2 + 335.76	852.21	849.38	883.87	882.68	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.19	62.02	64.85	31.66	33.30
72	73	2 + 335.76	2 + 425.03	849.38	840.60	882.68	879.72	0.75	PVC	150	1 1/4	160	16	0.94	2.96	64.85	73.63	33.30	39.12
73	74	2 + 425.03	2 + 470.90	840.60	837.08	879.72	878.20	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.52	73.63	77.15	39.12	41.12
74	75	2 + 470.90	2 + 494.80	837.08	836.15	878.20	877.41	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.79	77.15	78.08	41.12	41.26
75	76	2 + 494.80	2 + 514.78	836.15	837.11	877.41	876.75	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.66	78.08	77.12	41.26	39.64
76	77	2 + 514.78	2 + 562.72	837.11	835.70	876.75	875.17	0.75	PVC	150	1 1/4	160	9	0.94	1.58	77.12	78.53	39.64	39.47
77	78	2 + 562.72	2 + 600.72	835.70	836.18	875.17	873.92	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.25	78.53	78.05	39.47	37.74
78	79	2 + 600.72	2 + 637.68	836.18	835.36	873.92	872.70	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.22	78.05	78.87	37.74	37.34
79	80	2 + 637.68	2 + 657.59	835.36	833.05	872.70	872.04	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.66	78.87	81.18	37.34	38.99
80	81	2 + 657.59	2 + 691.58	833.05	833.64	872.04	870.92	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	1.12	81.18	80.59	38.99	37.28
81	81.1	2 + 691.58	2 + 693.56	833.64	834.05	870.92	870.85	0.75	PVC	150	1 1/4	160	1	0.94	0.07	80.59	80.18	37.28	36.80
81.1	82	2 + 693.56	2 + 710.72	834.05	830.80	870.85	869.63	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	3	0.94	1.22	80.18	83.43	36.80	38.83
82	83	2 + 710.72	2 + 732.38	830.80	828.75	869.63	868.11	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	4	0.94	1.52	83.43	85.48	38.83	39.36
83	84	2 + 732.38	2 + 756.84	828.75	831.66	868.11	867.30	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.81	85.48	82.57	39.36	35.64
84	85	2 + 756.84	2 + 800.66	831.66	828.83	867.30	865.85	0.75	PVC	150	1 1/4	160	8	0.94	1.45	82.57	85.40	35.64	37.02
85	86	2 + 800.66	2 + 837.00	828.83	829.58	865.85	864.65	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.20	85.40	84.65	37.02	35.07
86	87	2 + 837.00	2 + 866.78	829.58	830.79	864.65	863.67	0.75	PVC	150	1 1/4	160	6	0.94	0.98	84.65	83.44	35.07	32.88
87	88	2 + 866.78	2 + 890.73	830.79	830.34	863.67	862.88	0.75	PVC	150	1 1/4	160	5	0.94	0.79	83.44	83.89	32.88	32.54
88	89	2 + 890.73	2 + 938.70	830.34	831.41	862.88	861.30	0.75	PVC	150	1 1/4	160	9	0.94	1.58	83.89	82.82	32.54	29.89
89	90	2 + 938.70	3 + 011.79	831.41	825.52	861.30	858.88	0.75	PVC	150	1 1/4	160	13	0.94	2.42	82.82	88.71	29.89	33.36
90	91	3 + 011.79	3 + 031.51	825.52	826.44	858.88	858.23	0.75	PVC	150	1 1/4	160	4	0.94	0.65	88.71	87.79	33.36	31.79
91	92	3 + 031.51	3 + 091.51	826.44	826.23	858.23	856.25	0.75	PVC	150	1 1/4	160	11	0.94	1.98	87.79	88.00	31.79	30.02
92	93	3 + 091.51	3 + 131.50	826.23	825.17	856.25	854.93	0.75	PVC	150	1 1/4	160	7	0.94	1.32	88.00	89.06	30.02	29.76
93	94	3 + 131.50	3 + 147.42	825.17	823.79	854.93	854.40	0.75	PVC	150	1 1/4	160	3	0.94	0.53	89.06	90.44	29.76	30.61
94	95	3 + 147.42	3 + 202.98	823.79	819.19	854.40	850.50	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	10	0.94	3.90	90.44	95.04	30.61	31.31
95	96	3 + 202.98	3 + 223.21	819.19	817.81	850.50	849.83	0.75	PVC	150	1 1/4	250	4	0.94	0.67	95.04	96.42	31.31	32.02
96	97	3 + 223.21	3 + 237.21	817.81	817.57	849.83	849.37	0.75	PVC	150	1 1/4	250	3	0.94	0.46	96.42	96.66	32.02	31.80
97	98	3 + 237.21	3 + 345.43	817.57	804.04	849.37	841.75	0.75	HG	100	1 1/4	T.L.	19	0.94	7.62	96.66	110.19	31.80	37.71
98	99	3 + 345.43	3 + 367.11	804.04	807.15	841.75	841.03	0.75	PVC	150	1 1/4	250	4	0.94	0.72	110.19	107.08	37.71	33.88
99	100	3 + 367.11	3 + 395.74	807.15	805.25	841.03	840.08	0.75	PVC	150	1 1/4	250	5	0.94	0.95	107.08	108.98	33.88	34.83
100	101	3 + 395.74	3 + 475.74	805.25	804.50	840.08	837.44	0.75	PVC	150	1 1/4	250	14	0.94	2.64	108.98	109.73	34.83	32.94
101	102	3 + 475.74	3 + 519.72	804.50	803.27	837.44	835.99	0.75	PVC	150	1 1/4	250	8	0.94	1.45	109.73	110.96	32.94	32.72
102	103	3 + 519.72	3 + 537.72	803.27	802.95	835.99	835.40	0.75	PVC	150	1 1/4	250	4	0.94	0.59	110.96	111.28	32.72	32.45
103	104	3 + 537.72	3 + 565.71	802.95	802.32	835.40	834.54	0.72	PVC	150	1 1/4	250	5	0.91	0.86	111.28	111.91	32.45	32.22
104	105	3 + 565.71	3 + 593.67	802.32	801.68	834.54	833.69	0.72	PVC	150	1 1/4	250	5	0.91	0.85	111.91	112.55	32.22	32.01
105	106	3 + 593.67	3 + 607.34	801.68	800.37	833.69	832.80	0.72	HG	100	1 1/4	T.L.	3	0.91	0.89	112.55	113.86	32.01	32.43
106	107	3 + 607.34	3 + 643.26	800.37	798.81	832.80	830.47	0.72	HG	100	1 1/4	T.L.	7	0.91	2.33	113.86	115.42	32.43	31.66
107	108	3 + 643.26	3 + 692.18	798.81	791.46	830.47	825.99	0.72	PVC	150	1	250	9	1.42	4.48	115.42	122.77	31.66	34.53
108	109	3 + 692.18	3 + 718.23	791.46	791.71	825.99	823.63	0.72	PVC	150	1	250	5	1.42	2.36	122.77	122.52	34.53	31.92
109	110	3 + 718.23	3 + 738.13	791.71	790.70	823.63	821.82	0.72	PVC	150	1	250	4	1.42	1.81	122.52	123.53	31.92	31.12
110	111	3 + 738.13	3 + 759.22	790.70	790.50	821.82	819.91	0.72	PVC	150	1	250	4	1.42	1.91	123.53	123.73	31.12	29.41
111	112	3 + 759.22	3 + 789.19	790.50	789.24	819.91	817.19	0.72	PVC	150	1	250	6	1.42	2.72	123.73	124.99	29.41	27.95
112	113	3 + 789.19	3 + 878.99	789.24	784.66	817.19	809.04	0.72	PVC	150	1	250	16	1.42	8.15	124.99	129.57	27.95	24.38
113	114	3 + 878.99	3 + 902.73	784.66	780.53	809.04	806.86	0.72	PVC	150	1	250	5	1.42	2.18	129.57	133.70	24.38	26.33

TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Tabla XXVIII. Diseño hidráulico línea de distribución

Proyecto: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE
 Ubicación: CASERÍO TOSACMUC, ALDEA TONINCHUN, TAJUMULCO SAN MARCOS
 Lev. Topográfico: Walter Aramis Santos
 Calculo y Diseño: Walter Aramis Santos
 Fecha: Octubre 2,010

EST.	P.O.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		CAUDAL L/S	VIVIENDAS P/TRAMO	VIVIENDAS ACUMULADAS	Ø DE LA TUBERÍA	CAPACIDAD DE TRABAJO PSI	CANTIDAD DE TUBOS	VELOCIDAD m/s 0.60 A 3.00	PERDIDAD Hf	PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
		TOTAL CASA: 48.00																	

$$Q_i = 0.15 \cdot (N-1)^{0.5} \quad Q/CASA = 0.031$$

DISEÑO HIDRÁULICO "DISTRIBUCIÓN RAMAL 1"

114		780.53		780.53		0.00														
114	115	0.00	46.20	780.53	761.53	780.53	774.81	1.46		48.00	1 1/4	160	9	1.85	5.72	0.00	19.00	0.00	13.28	
115	116	46.20	95.13	761.53	749.15	774.81	769.03	1.46		48.00	1 1/4	160	9	1.85	5.78	19.00	31.38	13.28	19.88	
116	117	95.13	141.24	749.15	739.50	769.03	763.63	1.46	1.00	48.00	1 1/4	160	9	1.85	5.40	31.38	41.03	19.88	24.13	
117	118	141.24	198.75	739.50	727.72	763.63	757.16	1.43		47.00	1 1/4	160	10	1.81	6.47	41.03	52.81	24.13	29.44	
118	119	198.75	263.77	727.72	719.70	757.16	750.77	1.34	7.00	44.00	1 1/4	160	12	1.70	6.39	52.81	60.83	29.44	31.07	
119	120	263.77	303.74	719.70	718.53	750.77	747.94	1.13		37.00	1 1/4	160	7	1.43	2.83	60.83	62.00	31.07	29.41	
120	121	303.74	356.48	718.53	710.83	747.94	744.17	1.13	8	37.00	1 1/4	160	10	1.43	3.77	62.00	69.70	29.41	33.34	
121	122	356.48	404.96	710.83	703.80	744.17	741.96	0.88		29.00	1 1/4	160	9	1.12	2.21	69.70	76.73	33.34	38.16	
122	123	404.96	417.64	703.80	704.00	741.96	741.39	0.88	14	29.00	1 1/4	160	3	1.12	0.57	76.73	76.53	38.16	37.39	
123	124	417.64	455.55	704.00	702.59	741.39	739.21	0.56		15.00	1	160	7	1.11	2.18	76.53	77.94	37.39	36.62	
124	125	455.55	507.17	702.59	702.02	739.21	736.24	0.56		15.00	1	160	9	1.11	2.97	77.94	78.51	36.62	34.22	
125	126	507.17	548.93	702.02	698.33	736.24	733.83	0.56		15.00	1	160	8	1.11	2.41	78.51	82.20	34.22	35.50	
							698.33													
126	127	548.93	599.40	698.33	688.96	698.33	695.37	0.56		15.00	1	160	9	1.11	2.96	0.00	9.37	0.00	6.41	
127	128	599.40	644.44	688.96	681.88	695.37	692.74	0.56	3	15.00	1	160	8	1.11	2.63	9.37	16.45	6.41	10.86	
128	129	644.44	751.84	681.88	663.70	692.74	687.72	0.50	3	12.00	1	160	19	0.98	5.02	16.45	34.63	10.86	24.02	
129	130	751.84	791.06	663.70	653.66	687.72	682.08	0.42	1	9.00	3/4	250	7	1.49	5.64	34.63	44.67	24.02	28.42	
130	131	791.06	850.75	653.66	640.67	682.08	674.56	0.40		8.00	3/4	250	11	1.39	7.52	44.67	57.66	28.42	33.89	
131	132	850.75	904.70	640.67	630.54	674.56	667.80	0.40		8.00	3/4	250	10	1.39	6.76	57.66	67.79	33.89	37.26	
132	133	904.70	961.31	630.54	617.11	667.80	660.64	0.40		8.00	3/4	250	10	1.39	7.16	67.79	81.22	37.26	43.53	
133	134	961.31	993.73	617.11	621.64	660.64	656.61	0.40		8.00	3/4	250	6	1.39	4.03	81.22	76.69	43.53	34.97	
134	135	993.73	1,022.78	621.64	616.33	656.61	652.97	0.40	3	8.00	3/4	250	6	1.39	3.64	76.69	82.00	34.97	36.64	
135	136	1,022.78	1,096.79	616.33	596.12	652.97	612.43	0.30	4	5.00	1/2	315	14	2.37	40.54	82.00	102.21	36.64	16.31	
136	137	1,096.79	1,158.84	596.12	575.01	612.43	611.93	0.03		1.00	1/2	315	12	0.24	0.50	102.21	123.32	16.31	36.92	

Continuación

EST.	P.O.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		CAUDAL L/S	VIVIENDAS P/TRAMO	VIVIENDAS ACUMULADAS	Ø DE LA TUBERÍA	CAPACIDAD DE TRABAJO PSI	CANTIDAD DE TUBOS	VELOCIDAD m/s 0.60 A 3.00	PERDIDA Hf	PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

$$Q_i = 0.15 \cdot (N-1)^{0.5} \quad Q/CASA = 0.031$$

DISEÑO HIDRÁULICO "DISTRIBUCIÓN RAMAL 1.1"

121				710.83	744.17								0.00						
121	122	0.00	48.48	710.83	703.80	744.17	742.88	0.37		7.00	1	160	9	0.73	1.29	69.71	76.73	33.34	39.08
122	143	48.48	131.38	703.80	694.59	742.88	733.98	0.37	2.00	7.00	3/4	250	15	1.29	8.90	76.73	85.94	39.08	39.39
143	144	131.38	180.84	694.59	689.75	733.98	730.33	0.30	1.00	5.00	3/4	250	9	1.05	3.65	85.94	90.78	39.39	40.58
144	145	180.84	230.26	689.75	684.33	730.33	727.54	0.26		4.00	3/4	250	9	0.91	2.79	90.78	96.20	40.58	43.21
145	146	230.26	254.11	684.33	681.86	727.54	726.19	0.26	2.00	4.00	3/4	250	5	0.91	1.35	96.20	98.67	43.21	44.33

2

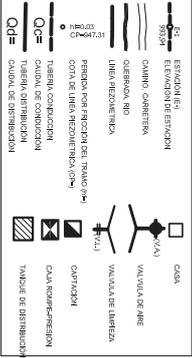
EST.	P.O.	DISTANCIA ACUMULADA		COTA DE TERRENO		COTA PIEZOMÉTRICA		CAUDAL L/S	VIVIENDAS P/TRAMO	VIVIENDAS ACUMULADAS	Ø DE LA TUBERÍA	CAPACIDAD DE TRABAJO PSI	CANTIDAD DE TUBOS	VELOCIDAD m/s 0.60 A 3.00	PERDIDA Hf	PRESIÓN ESTÁTICA		PRESIÓN DINÁMICA	
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL									INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

$$Q_i = 0.15 \cdot (N-1)^{0.5} \quad Q/CASA = 0.031$$

DISEÑO HIDRÁULICO "DISTRIBUCIÓN RAMAL 1.2"

123				704.00	741.39								0.00						
123	123.1	0.00	17.81	704.00	706.34	741.39	739.47	0.37		7.00	3/4	250	4	1.29	1.92	76.53	74.19	37.39	33.13
123.1	138	17.81	51.37	706.34	702.78	739.47	735.87	0.37	1.00	7.00	3/4	250	6	1.29	3.60	74.19	77.75	33.13	33.09
138	139	51.37	69.92	702.78	697.95	735.87	734.14	0.34		6.00	3/4	250	4	1.18	1.73	77.75	82.58	33.09	36.19
139	140	69.92	102.03	697.95	690.34	734.14	731.16	0.34	2.00	6.00	3/4	250	6	1.18	2.98	82.58	90.19	36.19	40.82
140	141	102.03	155.44	690.34	684.51	731.16	728.14	0.26	1.00	4.00	3/4	250	10	0.91	3.02	90.19	96.02	40.82	43.63
141	142	155.44	246.72	684.51	663.16	728.14	724.52	0.21	1	3.00	3/4	250	16	0.74	3.62	96.02	117.37	43.63	61.36

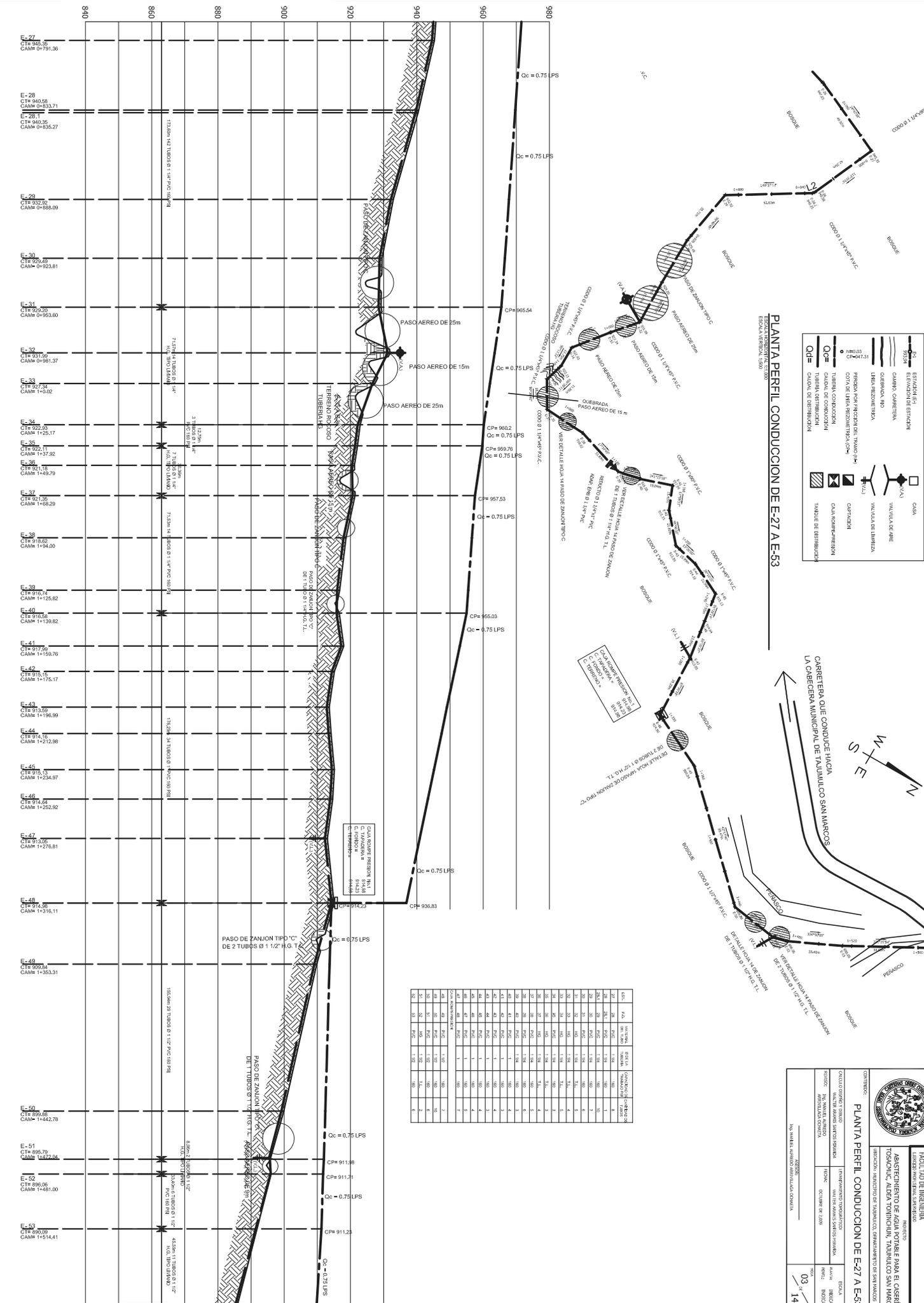
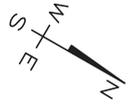
NOMENCLATURA



PLANTA PERFIL CONDUCCION DE E-27 A E-53

ESCALA VERTICAL: 1:500

CARRETERA QUE CONDUCE HACIA LA CARRETERA MUNICIPAL DE TAJUMAL CO SAN MARCOS



ESTACION	TIPO DE TUBERIA	DIAMETRO (mm)	LONGITUD (m)	VALOR DE C	VALOR DE K	VALOR DE S	VALOR DE H	VALOR DE P	VALOR DE Q	VALOR DE R	VALOR DE T	VALOR DE U	VALOR DE V	VALOR DE W	VALOR DE X	VALOR DE Y	VALOR DE Z
1	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
3	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
4	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
5	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
6	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
7	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
8	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
9	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
10	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
11	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
12	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
13	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
14	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
15	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
16	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
17	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
18	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
19	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
21	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
22	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
23	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
24	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
25	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
26	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
27	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
28	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
29	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
30	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
31	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
32	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
33	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
34	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
35	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
36	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
37	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
38	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
39	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
40	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
41	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
42	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
43	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
44	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
45	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
46	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
47	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
48	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
49	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
50	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
51	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
52	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
53	PVC	150	100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
 INGENIERIA EN INGENIERIA

PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO TOSCANCO, MUNICIPIO DE TAJUMALCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

CONTRATO: PLANTA PERFIL CONDUCCION DE E-27 A E-53

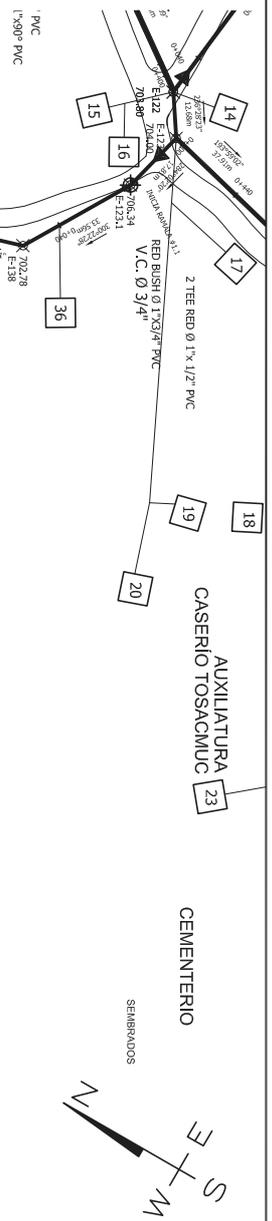
INDICACION: INGENIERIA DE TAJUMALCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE TAJUMALCO

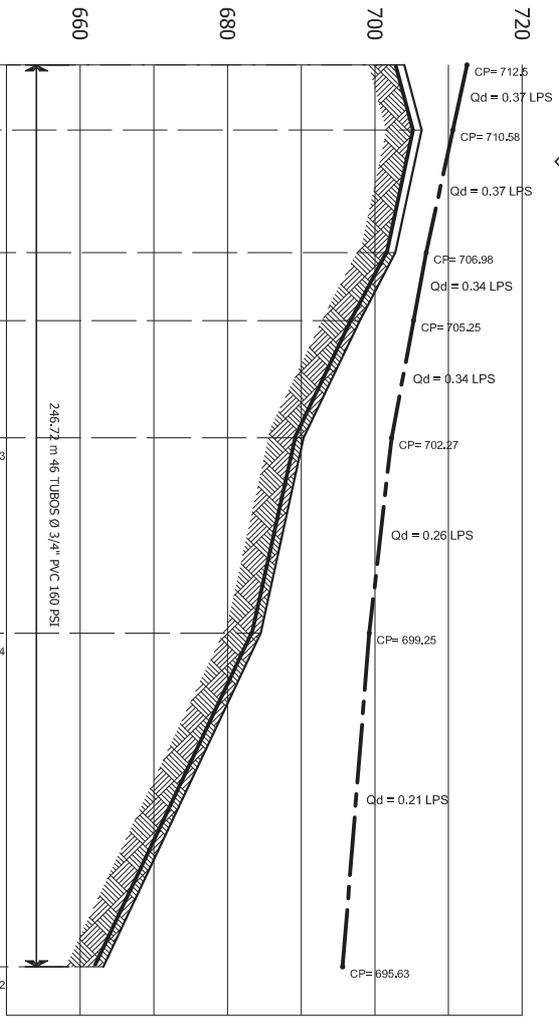
FECHA: OCTUBRE DE 2009

ESCALA: 1:1000

HOJA: 03 DE 14

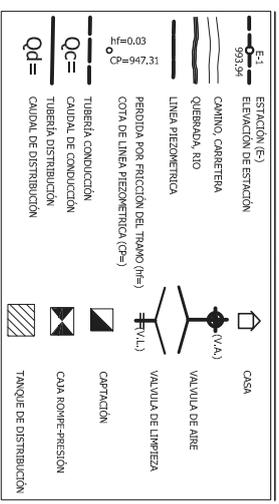


PLANTA PERFIL DISTRIBUCIÓN RAMAL 1.2 DE E-123 A E-142
 ESCALA HORIZONTAL 1:1000
 ESCALA VERTICAL 1:500



E-123	CT= 704.00	CAM= 0+0.00
E-123.1	CT= 706.34	CAM= 0+17.81
E-138	CT= 702.78	CAM= 0+51.37
E-138	CT= 697.95	CAM= 0+69.92
E-140	CT= 690.34	CAM= 0+102.03
E-141	CT= 684.51	CAM= 0+155.44
E-142	CT= 663.16	CAM= 0+246.72

246.72 m 46 TUBOS Ø 3/4" PVC 160 PSI



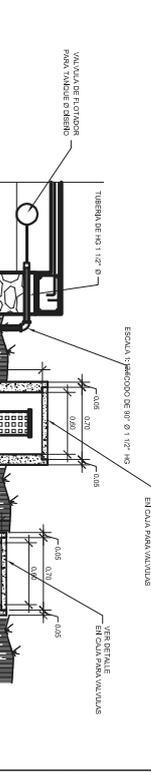
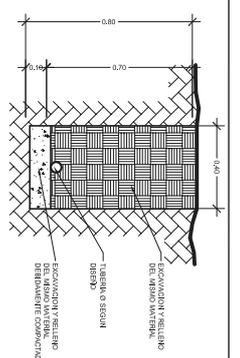
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR	
CONTENIDO: PLANTA PERFIL DISTRIBUCIÓN RAMAL 1.2 DE E-123 A E-142		PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO TOSACHUC, ALDEA TOMINCHUN, TAJUJULCO SAN MARCOS, UBICACIÓN: MUNICIPIO DE TAJUJULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS	
CALCULO DISEÑO Y DIBUJO Ing. MANUEL ALBERTO ARSIVILUCA OCHAMET	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO: WALTER AMARIS SANTOS MIRANDA FECHA: OCTUBRE DE 2009	ESCALA PLAN: INDICADA PERFIL: INDICADA	HOJA 09 DE 14

TANQUE DE DISTRIBUCION 20 M3.

CLIENTE (DISEÑO Y MONITOREO)	PROYECTO (DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE)	ESCALA
VALTER ADAMS SERRA SANCHEZ	VALTER ADAMS SERRA SANCHEZ	INDICADA
INGENIERO (DISEÑO Y MONITOREO)	INGENIERO (DISEÑO Y MONITOREO)	INDICADA
FECHA: OCTUBRE DE 2009	FECHA: OCTUBRE DE 2009	INDICADA
ING. JUAN CARLOS TORRECHIAN	ING. JUAN CARLOS TORRECHIAN	INDICADA

11 de 14

DETALLE DE ZANUEO



DETALLE CLORADOR

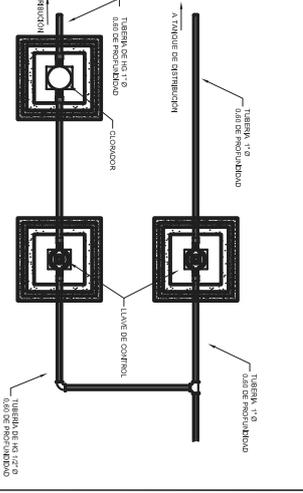
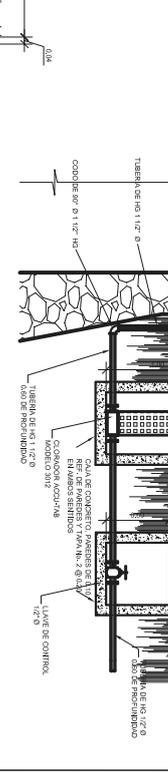
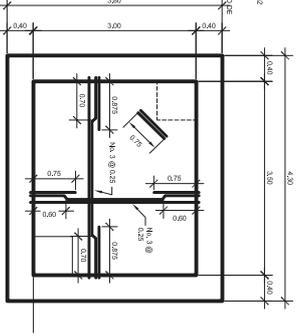
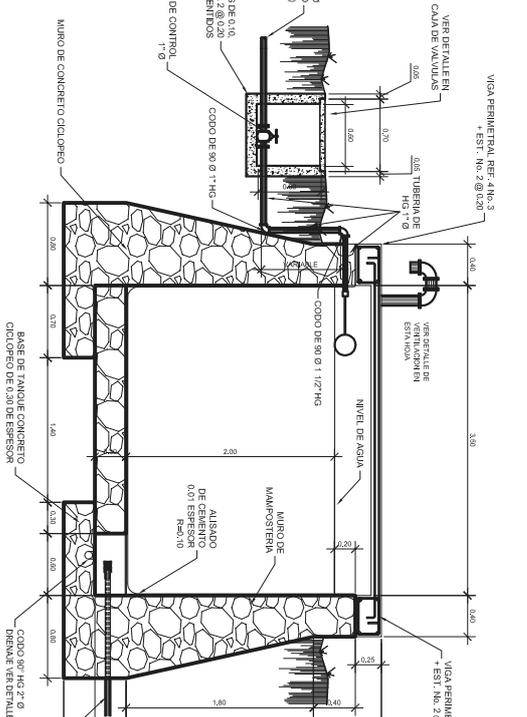
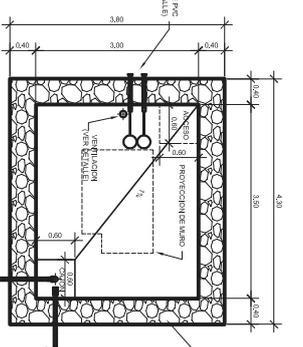


DIAGRAMA DE INSTALACION

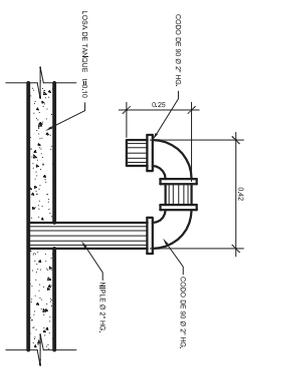
PLANTA ARMADO DE LOSA



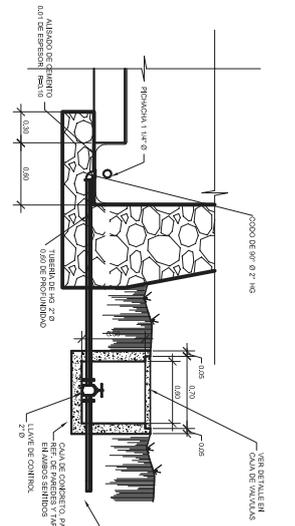
PLANTA TANQUE



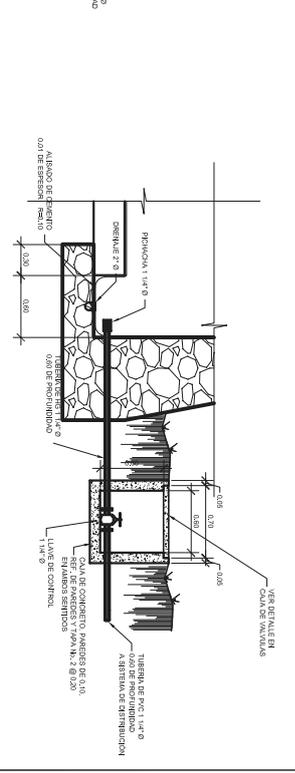
DETALLE DE MURO PARA TANQUE BAJO Y SOBRE NIVEL DE TIERRA



DETALLE DE VENTILACION



DETALLE DE DRENAJE SALIDA DE AGUA

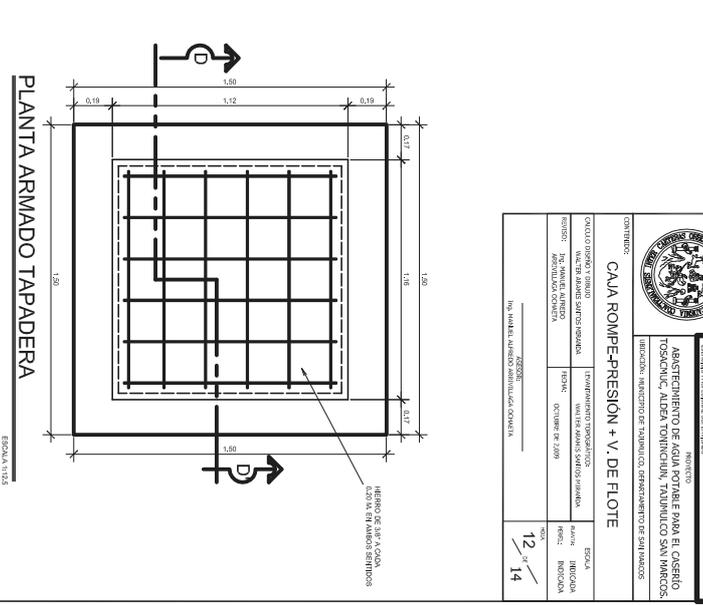
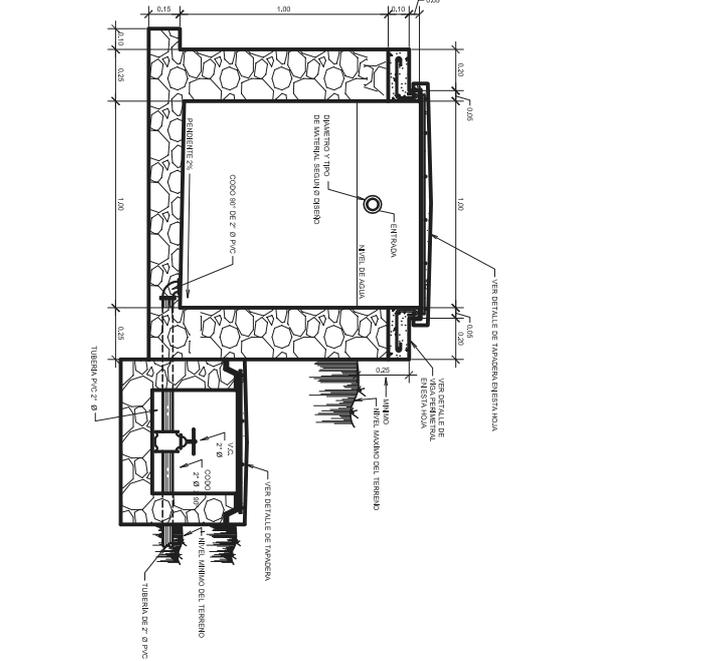
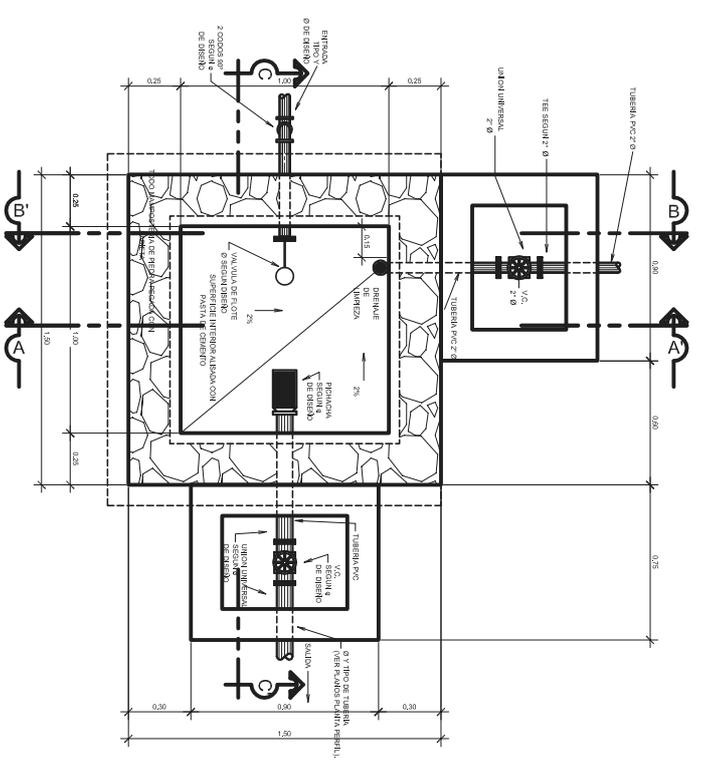


DETALLE DE CAJON Y SALIDA SALIDA DE AGUA



- ESPECIFICACIONES:**
- CONCRETO EL CEMENTO PARA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBERA CUMPLIR COMO MINIMO CON UN $f_c = 20$ MPA. LA PROTECCION DEL CEMENTO DEBERA SER DE TIPO ENGRASA PARA EL CEMENTO Y DE TIPO ENGRASA PARA EL CEMENTO.
 - ACERO DE REFUERZO: EL ACERO DE REFUERZO DEBE SER CONFORME A LA NORMA ASTM A618 GRADO 60.
 - MAMPUESTERIA DE PIEDRA: LA MAMPUESTERIA DEBERA CUMPLIR CON LA NORMA ASTM A131.

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA DE INGENIERIA EN CIVIL	
PROYECTO: ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERIO TOSCANCO, ALDEA TOSCANCO, MUNICIPIO SAN MARCOS		ESCALA: INDICADA	
CONTRATO: CAJA ROMPEPRESION + V. DE FLOTE		FECHA: OCTUBRE DE 2009	
CLIENTE: MUNICIPALIDAD DE SAN MARCOS		PROYECTISTA: INIA, INIA DEL CUERPO ARMAZONALIZADO GUATEMALA	
PROYECTISTA: INIA, INIA DEL CUERPO ARMAZONALIZADO GUATEMALA		FECHA: 12 de 14	

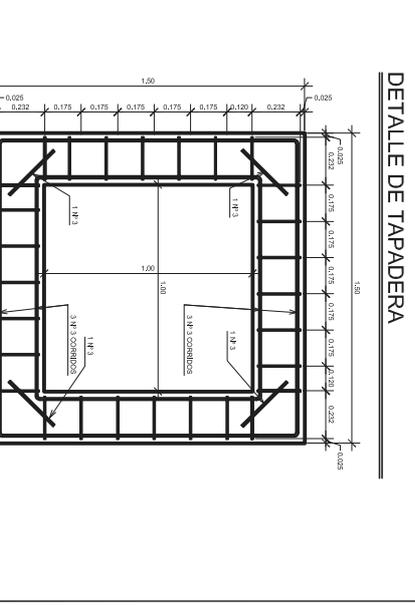
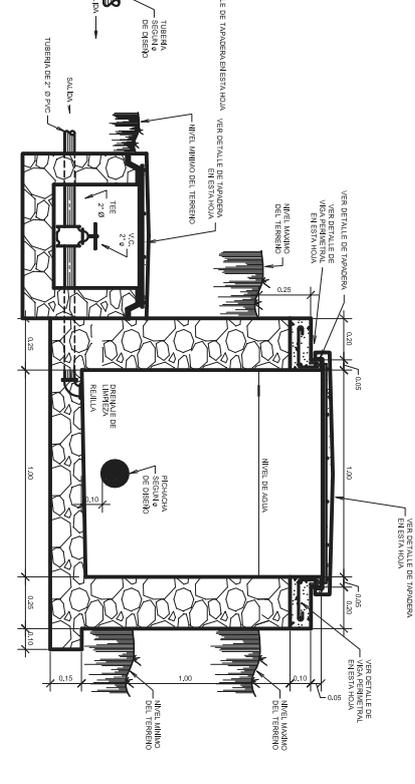
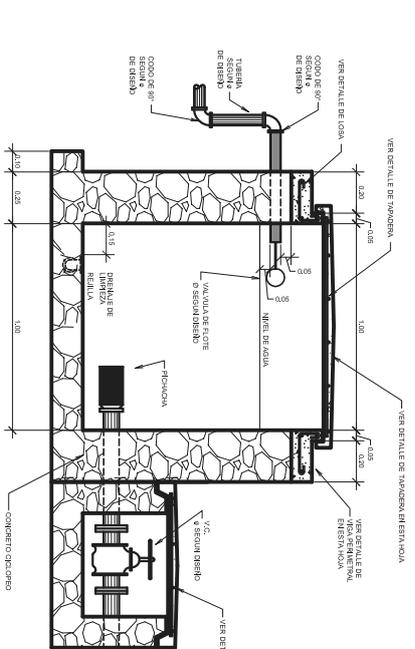


PLANTA CAJA ROMPEPRESION
ESCALA 1/125

SECCION A - A'
ESCALA 1/125

PLANTA ARMADO TAPADERA
ESCALA 1/125

- ESPECIFICACIONES:**
- EL CEMENTO PARA TODOS LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEBERA CUMPLIR COMO MINIMO CON UN V_c = 210 kg/m³ SEGUN LA PROPORCION DE CEMENTO DEPENDIENDO DEL TIPO DE MEZCLA RECIBIDA EN EL PLANTON DE LA OBRA
 - ACERO DE REINFORZO
 - EL ACERO DE REINFORZO DEBE SER COMERCIALIZADO CON UN V_c = 210 kg/m³
 - CEMENTO DEL CEMENTO
 - DEBERA LLEVAR UNA PROPORCION DE 1 M³ DE FLOTA POR CADA M³ DE CEMENTO DE 210 kg/m³



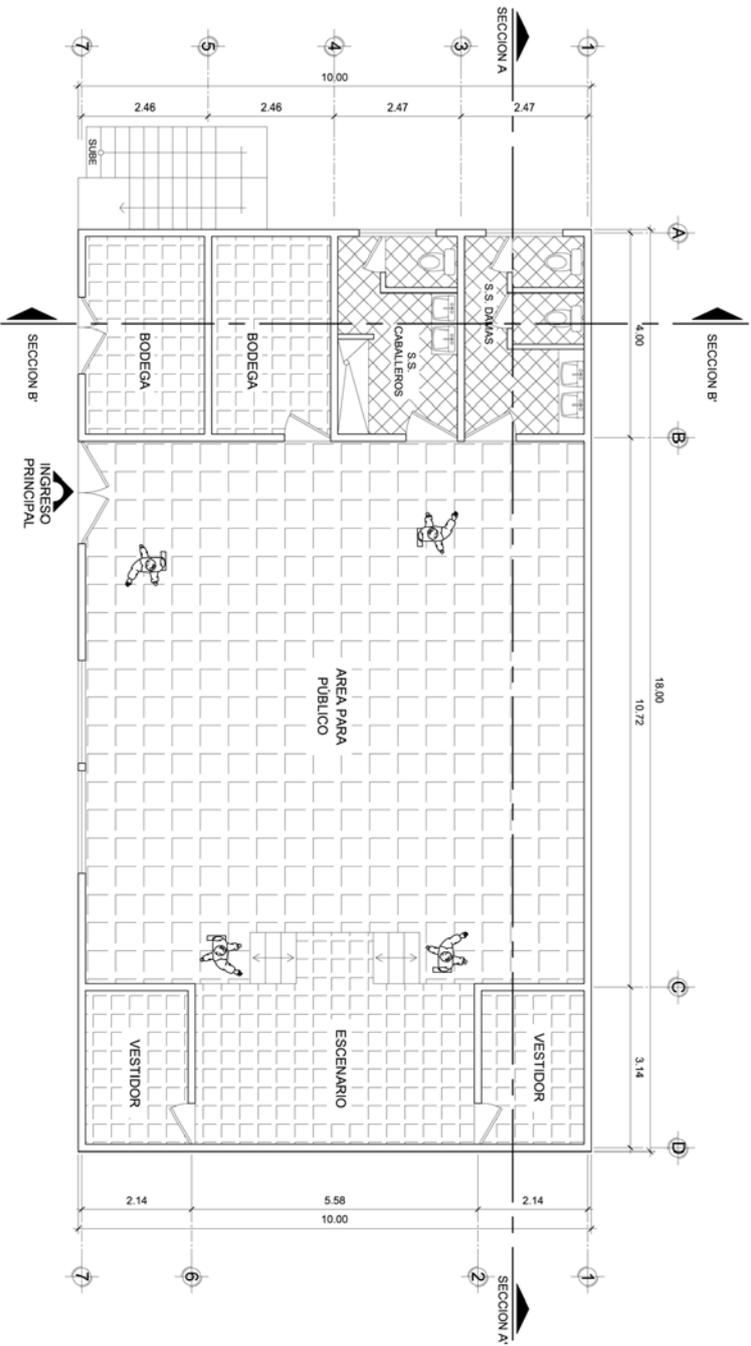
SECCION D - D'
ESCALA 1/10

DETALLE DE TAPADERA
ESCALA 1/10

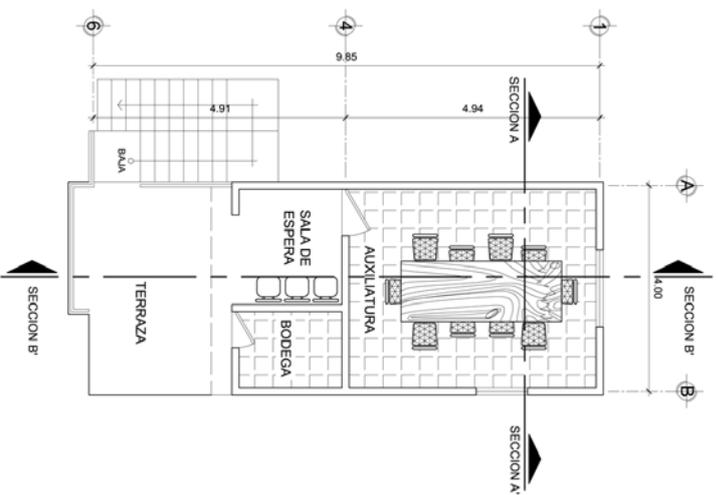
SECCION C - C'
ESCALA 1/125

SECCION B - B'
ESCALA 1/125

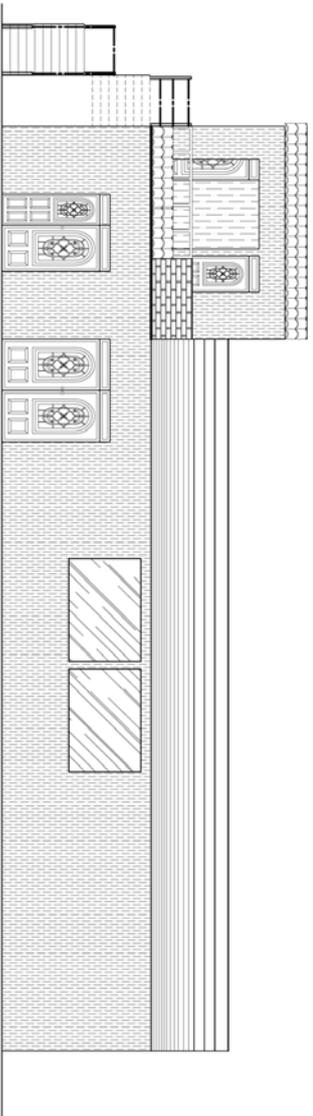
DETALLE ARMADO DE VIGA PERIMETRAL
ESCALA 1/125



PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:75

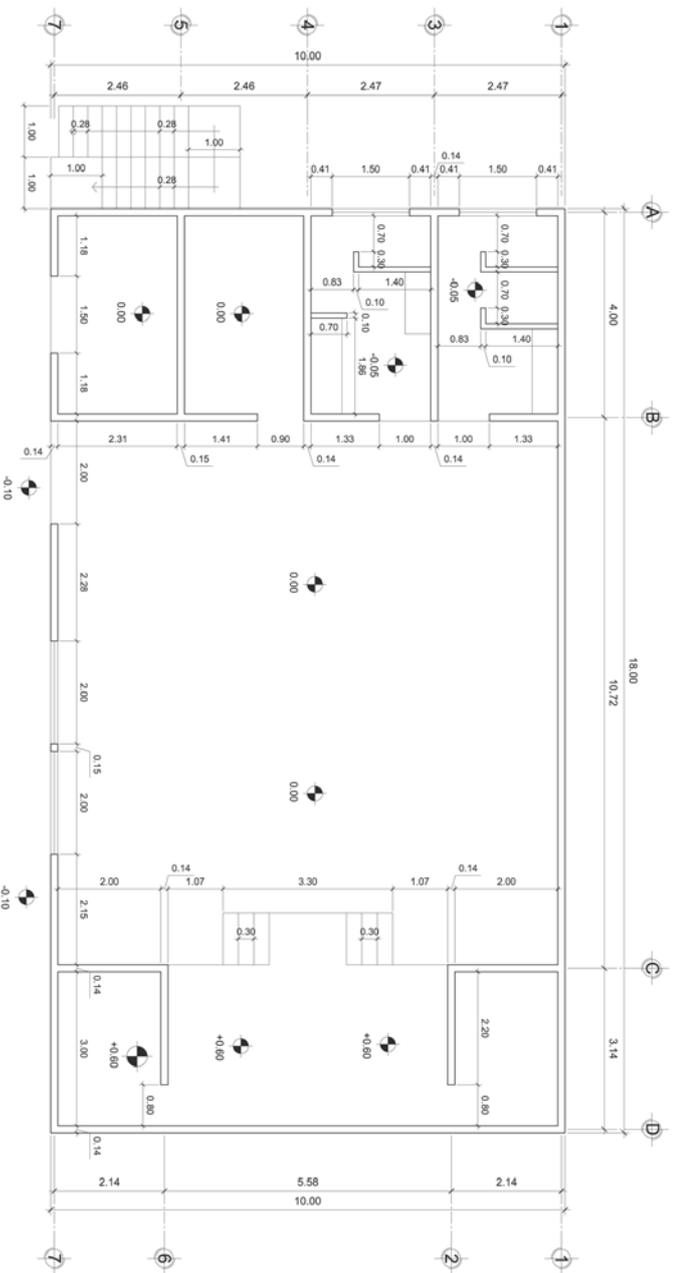


PLANTA DE DISTRIBUCIÓN
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:75

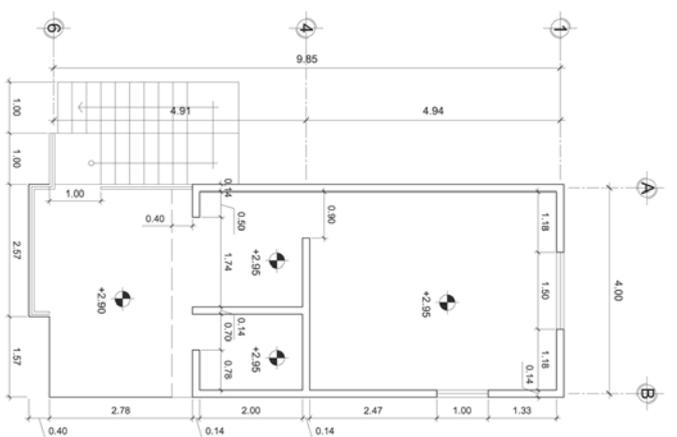


ELEVACIÓN FRONTAL
ESCALA 1:75

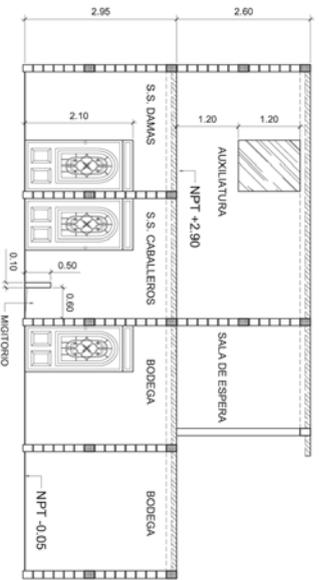
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
URBICIÓN		MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS	
CONTENIDO		PROYECTO	
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN		SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO NUEVA CANDELA, NUEVA CANDELA, TAJUMULCO SAN MARCOS	
INGENIERO	INGENIERO	REVISOR	INGENIERO
WALTER AYAS SANTOS MIRANDA	WALTER AYAS SANTOS MIRANDA	ING. MANUEL ALFREDO ARRIOLA OCHOA	ING. MANUEL ALFREDO ARRIOLA OCHOA
FECHA	FECHA	HORA	HORA
JUNIO DE 2010	JUNIO DE 2010	01	09
ASESOR		ASESOR	
ING. MANUEL ALFREDO ARRIOLA OCHOA		ING. MANUEL ALFREDO ARRIOLA OCHOA	



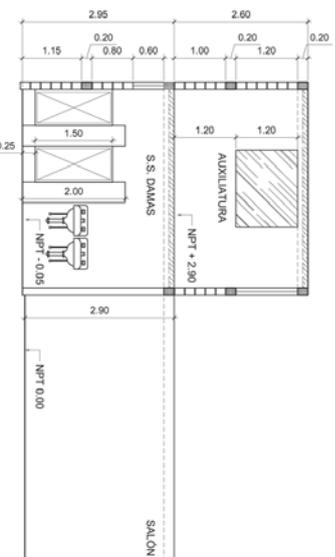
PLANTA ACOTADA + NIVELES
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:75



PLANTA ACOTADA + NIVELES
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:75



CORTE B-B
ESCALA 1:75



CORTE A-A
ESCALA 1:75



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

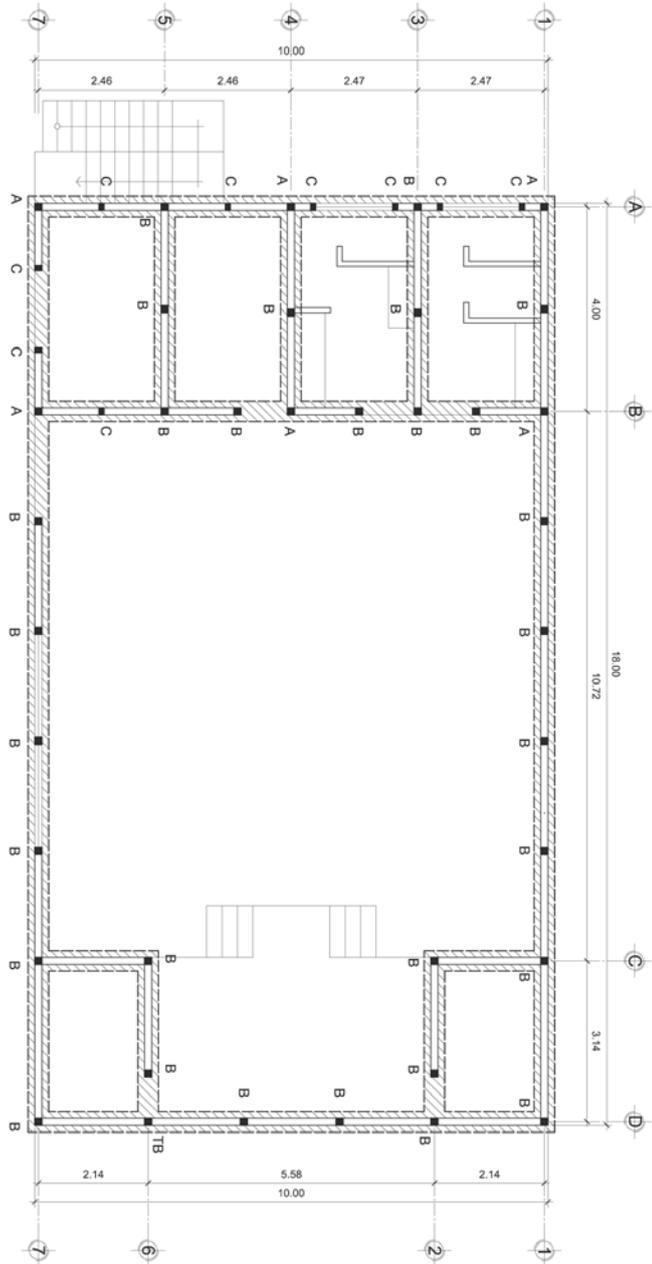
SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO
NUEVA CANDELARIA, TAJUMULCO SAN MARCOS

UBICACION MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
CONTENIDO PLANTA ACOTADA + NIVELES + CORTES
FECHA JUNIO DE 2010

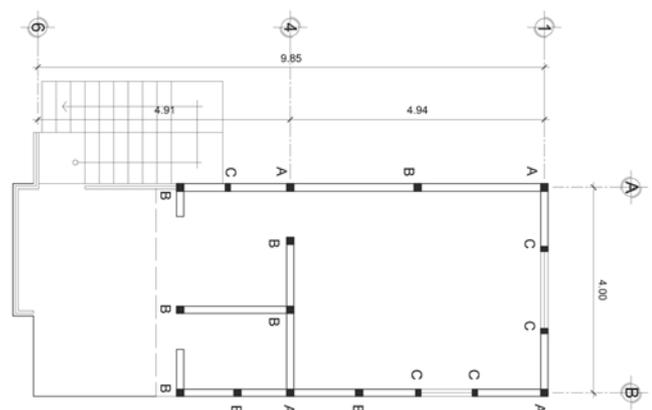
CALCULO DISEÑO Y DIBUJO WALTER AYAS SANTOS MIRANDA
REVISOR Ing. MANUEL ALFREDO ARREVALLO OCHOAETA

ASESOR Ing. MANUEL ALFREDO ARREVALLO OCHOAETA

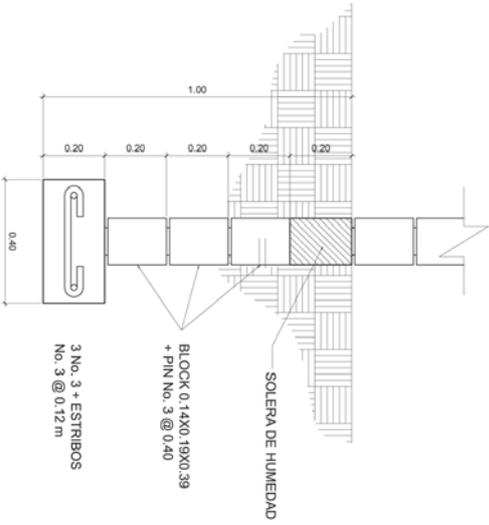
NÚM. 02 DE 09



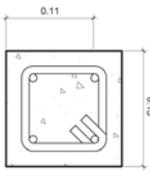
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:75



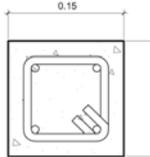
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:75



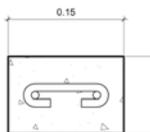
DETALLE CIMENTO CORRIDO
ESCALA 1:25



COLUMNA TIPO "A"
ESCALA 1:5

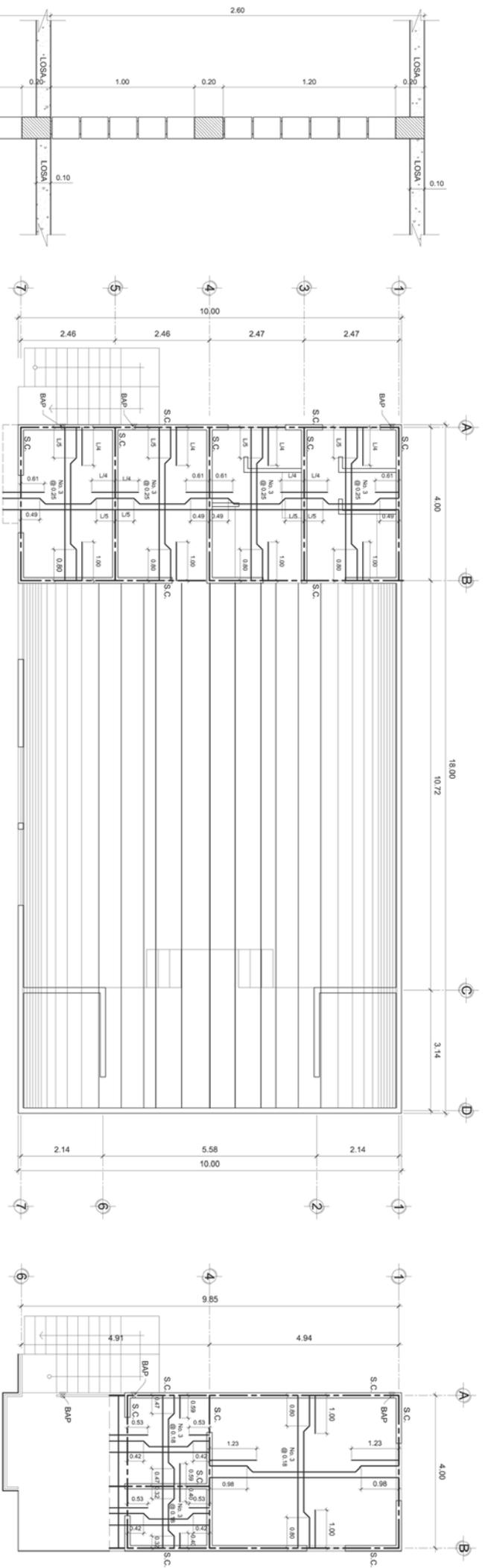


COLUMNA TIPO "B"
ESCALA 1:5

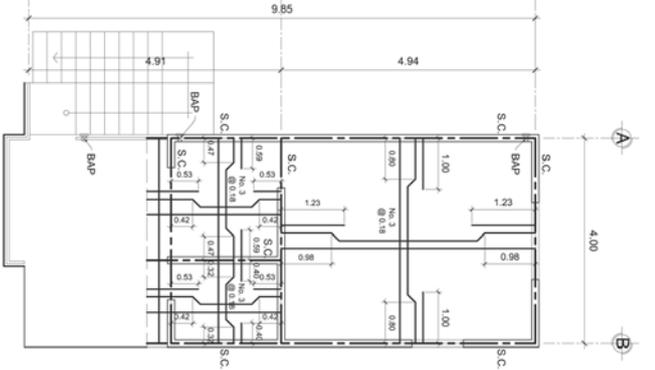


COLUMNA TIPO "C"
ESCALA 1:5

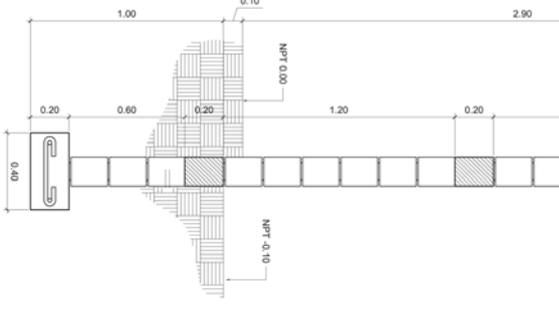
		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA	
		FACULTAD DE INGENIERIA	
UBICACION: MUNICIPIO DE TAJUJULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS		PROFESOR:	
CONTENIDO: PLANTA DE CIMENTACION + PLANTA DE COLUMNAS		FERRICION PROFESIONAL SUPERVISADO	
CALCULO DISEÑO Y DIBUJO: WALTER AYASIN SANTOS MIRANDA		PROYECTO: SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO NUEVA CANDELA, TAJUJULCO SAN MARCOS	
REVISOR: Ing. MANUEL ALFREDO ARREVALUAGA OCHERETA		FECHA: JUNIO DE 2010	
ASesor: Ing. MANUEL ALFREDO ARREVALUAGA OCHERETA		HORA: 04 DE 09	



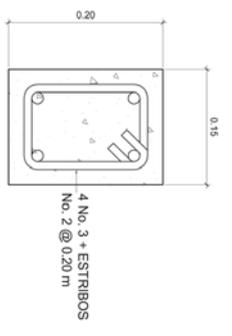
PLANTA ARMADO DE LOSA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/15



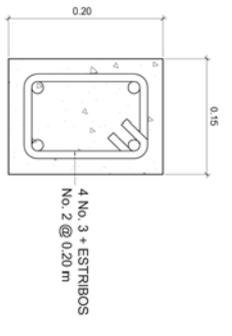
PLANTA ARMADO DE LOSA
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/15



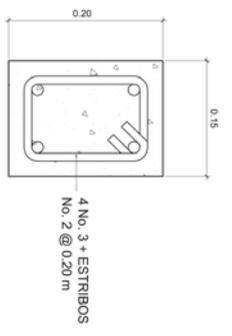
CORTE TÍPICO DE MURO
ESCALA 1/20



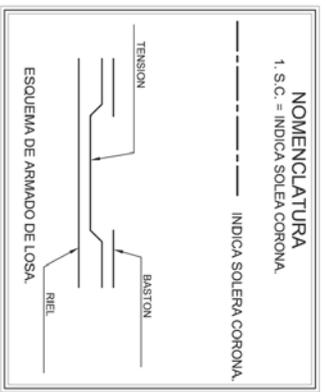
SOLEIRA CORONA
ESCALA 1/3



SOLEIRA INTERMEDIA
ESCALA 1/3



SOLEIRA HUMEDAD
ESCALA 1/3

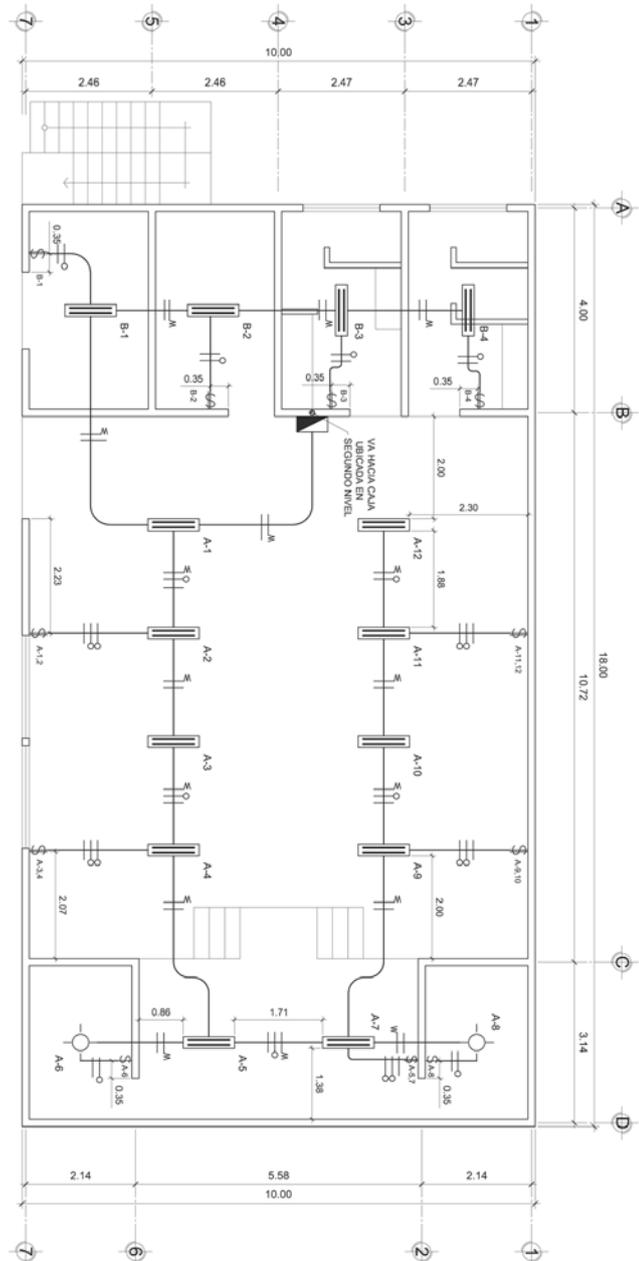


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR
PROFESOR
SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO
NUEVA CANDELARIA, TAJUMULCO SAN MARCOS

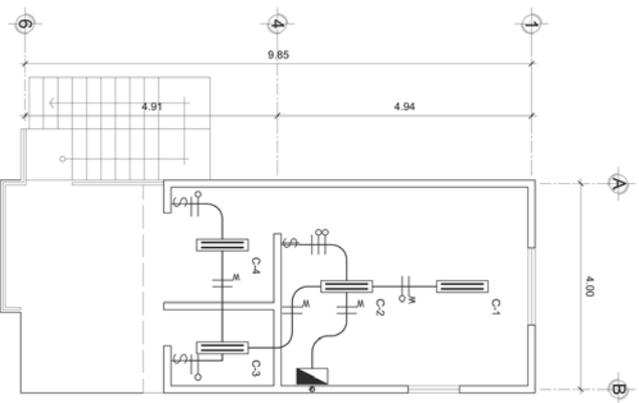
UBICACION: MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
CONTENIDO: **PLANTA ARMADO DE LOSA**
FECHA: JUNIO DE 2010

CALCULO DISEÑO Y DIBUJO: WALTER ARAMIS SANTOS MIRANDA
REVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARREVALA OCHERETA

ASESOR: ING. MANUEL ALFREDO ARREVALA OCHERETA
HORA: 05 DE 09



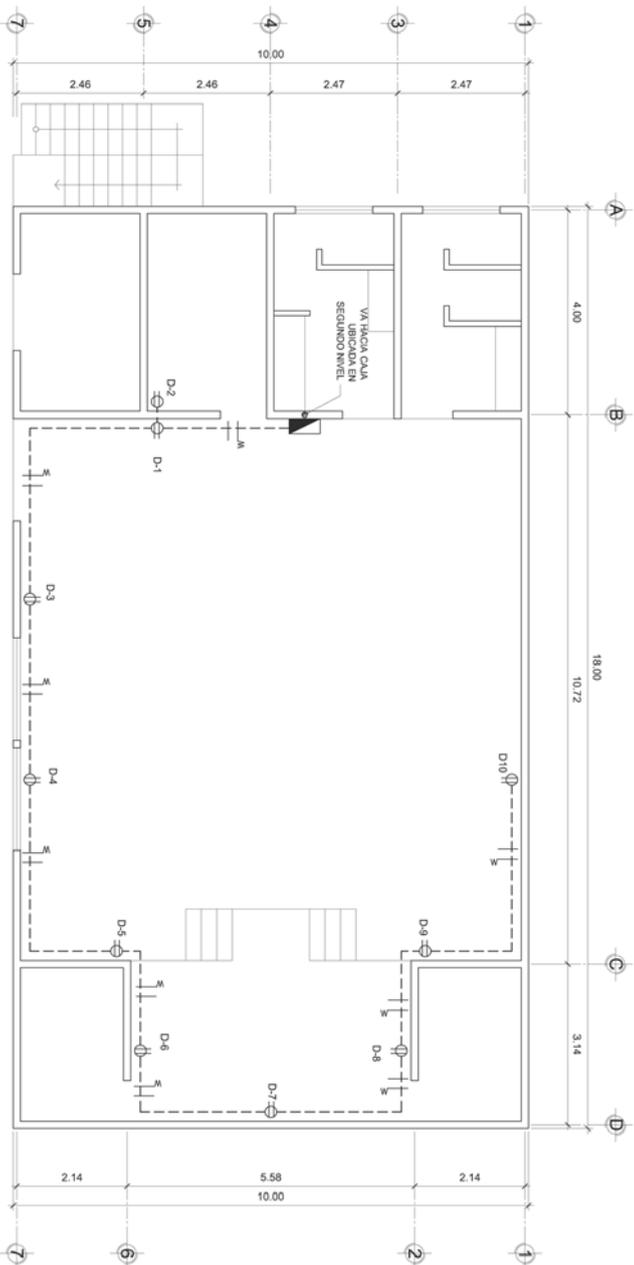
PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (iluminación)
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/15



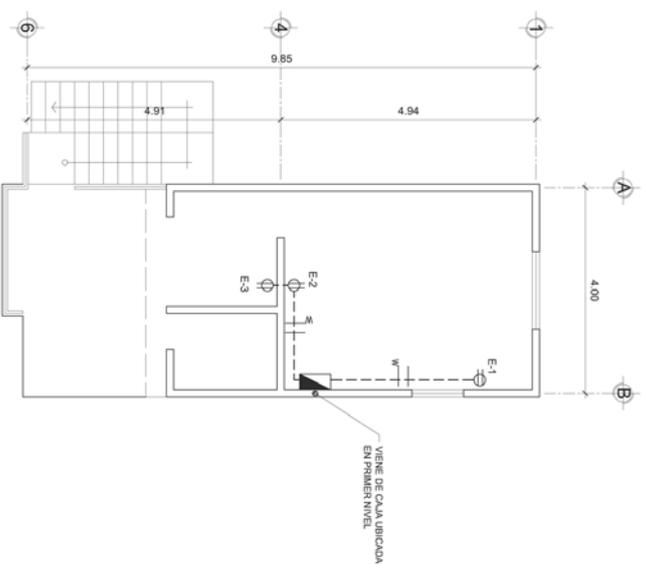
PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (iluminación)
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/15

NOMENCLATURA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	INDICA CAJA DE CIRCUITOS
	INDICA TUBO ELÉCTRICO Ø 3/4" COLGANTE EN TEGHO CURVO O POLIDUCTO EN LOSA
	INDICA LINEA NEUTRA
	INDICA LINEA POSITIVA
	INDICA RETORNO
	INDICA INTERRUPTOR SIMPLE
	INDICA INTERRUPTOR DOBLE
	INDICA FOCO COLGANTE
	INDICA LAMPARA EN CIELO O COLGANTE 2 X 40 W

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERIOR	
PROYECTO SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO NUEVA CANDELAJARA, TAJUMULCO SAN MARCOS	
UBICACIÓN	MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS
CONTENIDO	PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (iluminación)
CALCULO OBRERO Y OBRERO WALTER ABAMIS SANTOS MIRANDA	REVISOR Ing. MANUEL ALFREDO ARREVALA OCHOAETA
FECHA	JUNIO DE 2010
ASesor: Ing. MANUEL ALFREDO ARREVALA OCHOAETA	HORA 06 DE 09



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (fuerza)
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/25



PLANTA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA (fuerza)
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/25

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
▀	INDICA CABA DE CIRCUITOS
---	INDICA TUBO ELÉCTRICO Ø 3/4" EN PISO O PARED
⊥	INDICA LINEA NEUTRA
+	INDICA LINEA POSITIVA
⊕	INDICA TOMACORRIENTE



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
PROYECTO
SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO
NIEVA CANDELA, RAJA, TAJUMULCO SAN MARCOS

UBICACION MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS

CONTENIDO
**PLANTA DE INSTALACION
ELECTRICA (fuerza)**

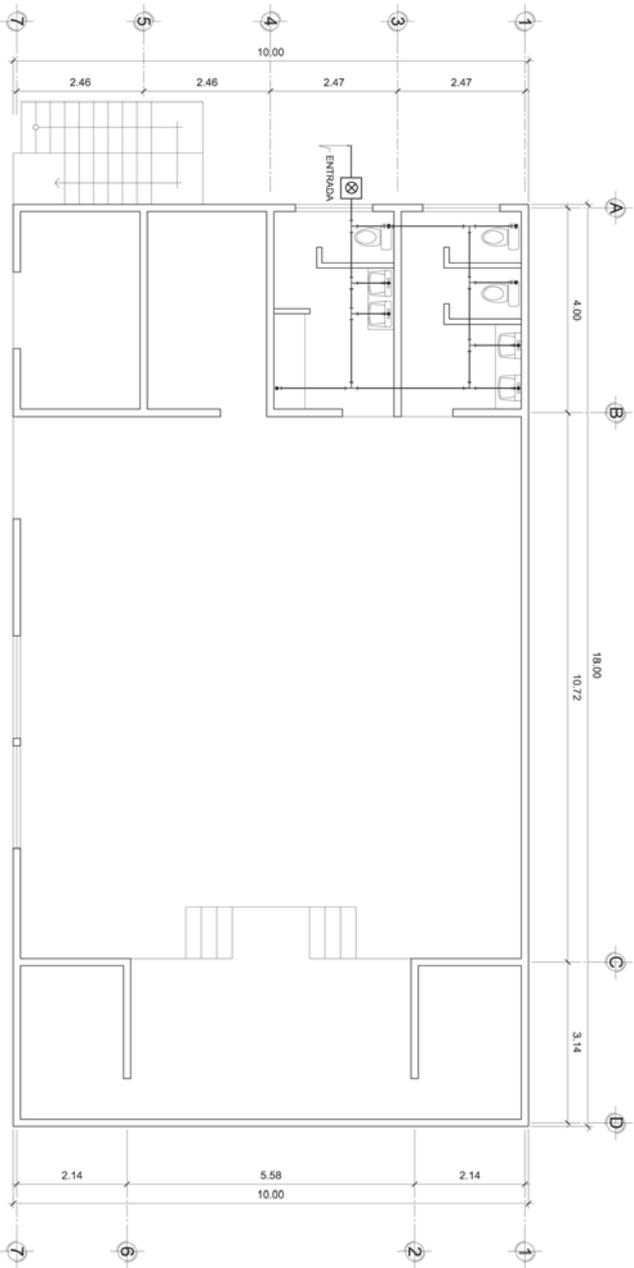
FECHA
JUNIO DE 2010

CALCULO DISEÑO Y DIBUJO
WALTER ARAMIS SANTOS MIRANDA

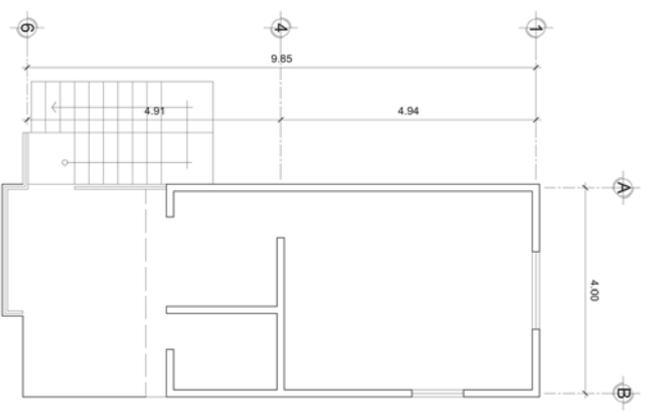
REVISOR
ING. MANUEL ALFREDO
ARREVALUAGA OCHOAETA

HORA
07 DE 09

ASESOR
ING. MANUEL ALFREDO ARREVALUAGA OCHOAETA



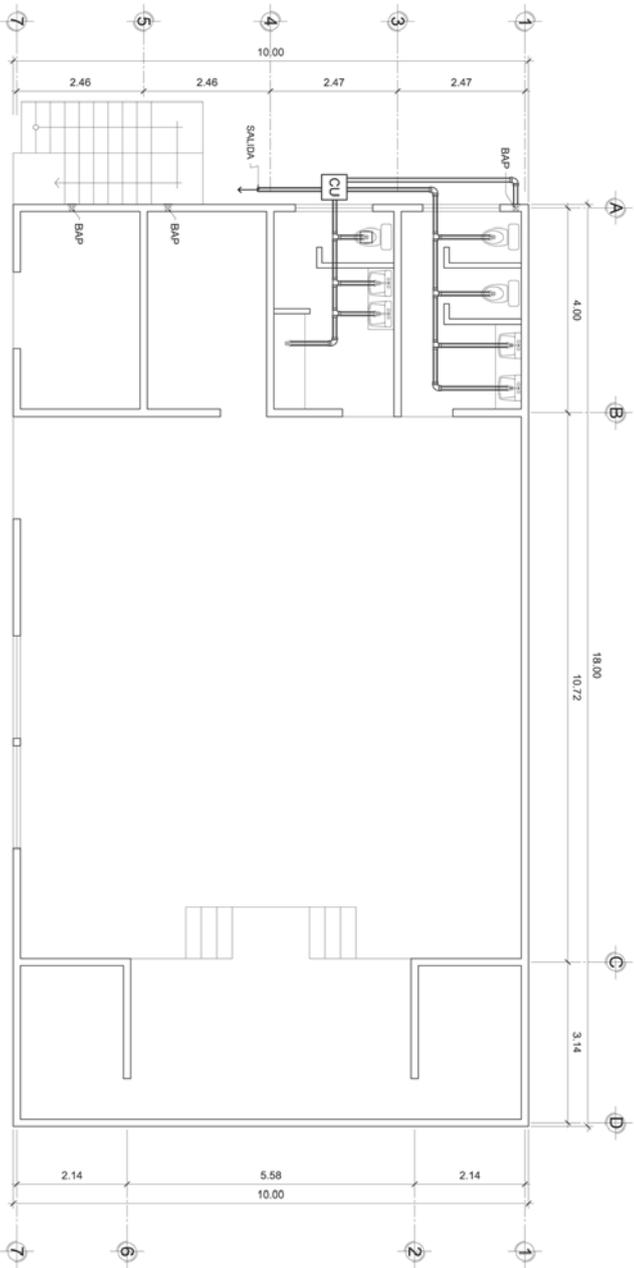
PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA
PRIMER NIVEL
ESCALA 1:75



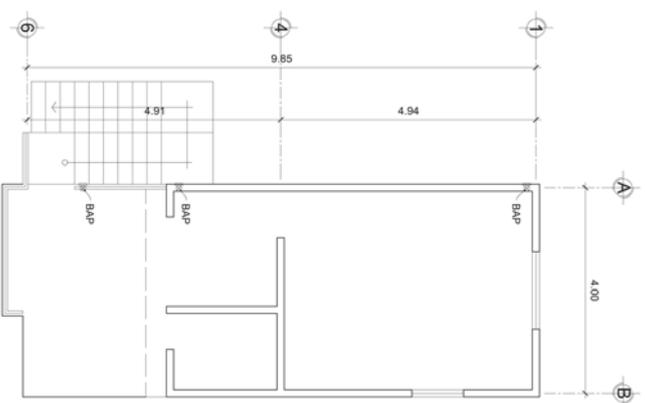
PLANTA DE INSTALACIÓN HIDRAULICA
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1:75

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA CODO VERTICAL A 90°
	INDICA CODO HORIZONTAL A 90°
	INDICA TEE VERTICAL A 90°
	INDICA TEE HORIZONTAL A 90°
	INDICA TUBO PVC Ø 3/4"
	INDICA LLAVE DE COMPUESTA

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO	
MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS		SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AJUJULAR CASERIO NIEVEA CANDELA RIA, TAJUMULCO SAN MARCOS	
UBICACION MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS		FECHA JUNIO DE 2010	
CONTENIDO PLANTA DE INSTALACION HIDRAULICA		CALCULO DISEÑO Y DIBUJO WALTER ARAMIS SANTOS MIRANDA	
REVISOR Ing. MANUEL ALFREDO ARBIVALLAGA COXMETTA		ASERJOR Ing. MANUEL ALFREDO ARBIVALLAGA COXMETTA	
HORA 08 DE 09			

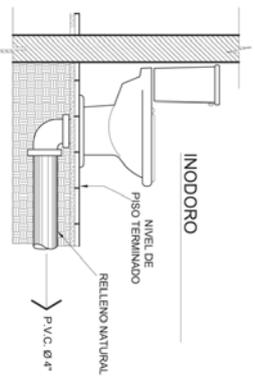


PLANTA DE DRENAJE
PRIMER NIVEL
ESCALA 1/125

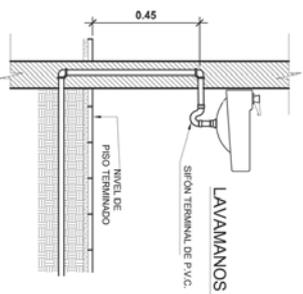


PLANTA DE DRENAJE
SEGUNDO NIVEL
ESCALA 1/125

NOMENCLATURA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	INDICA TUBO DE AGUAS NEGRAS PVC Ø 4"
	INDICA TUBO DE AGUAS PLUVIALES PVC Ø 3"
	INDICA CODDO VERTICAL A 90°
	INDICA TEE HORIZONTAL
	INDICA CODDO HORIZONTAL
	INDICA CAJA DE UNION
	INDICA BALADA DE AGUAS PLUVIALES



DETALLE DE INODORO
SIN ESCALA



DETALLE DE LAVAMANOS
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO PROYECTO	
SALON DE USOS MULTIPLES Y JUZGADO AUXILIAR CASERIO NIEVA CANDELARIA, TAJUMULCO SAN MARCOS	
UBICACION: MUNICIPIO DE TAJUMULCO DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS	FECHA: JUNIO DE 2010
PLANTA DE DRENAJE	
CALCULO DISEÑO Y DIBUJO: WALTER ARAMIS SANTOS MIRANDA	REVISOR: ING. MANUEL ALFREDO ARBIVALLAGA OCHOAETA
ASesor: ING. MANUEL ALFREDO ARBIVALLAGA OCHOAETA	HOJA: 09 DE 09

ANEXOS

- ✓ ANÁLISIS DEL AGUA DISEÑO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA EL CASERÍO TOSACMUC, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

- ✓ ESTUDIO DE SUELO PARA DISEÑO DE SALÓN DE USOS MÚLTIPLES PARA EL CASERÍO NUEVA CANDELARIA, MUNICIPIO DE TAJUMULCO, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.



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



Nº 004241

EXAMEN BACTERIOLOGICO		INF. No.A-305 850	
O.T. No. 26 077		EPS "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para el caserío Toxacmuc Tajumulco Sn. Marcos"	
INTERESADO	WALTER ARAMIS SANTOS (Carné No.200512105)	PROYECTO:	
MUESTRA RECOLECTADA POR	Interesado	DEPENDENCIA:	FACULTAD DE INGENIERÍA/USAC
LUGAR DE RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA:	Aldea Toninchum	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-09-28; 14 h55 min.
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LABORATORIO:	2009-09-29; 09 h 00 Min
MUNICIPIO:	Tajumulco	CONDICIONES DE TRANSPORTE:	Con refrigeración
DEPARTAMENTO:	San Marcos	SABOR:	-----
		SUSTANCIAS EN SUSPENSIÓN	No hay
ASPECTO:	Claro	COLOR RESIDUAL	-----
OLOR:	Inodora		
INVESTIGACION DE COLIFORMES (GRUPO COLI - AEROGENES)			
PRUEBAS NORMALES	PRUEBA PRESUNTIVA	PRUEBA CONFIRMATIVA	
		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/100cm ³		7	2
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 I. Calidad bacteriológica que no exige más que un simple tratamiento de desinfección. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de agua.			
Guatemala, 2009 -10-02			
Vo.Bo. Inga. Telma Maricela Cano Morales DIRECTORA CII/USAC		 Zenon Mucic Santos Ing. Químico Cot. No. 420 M. Sc. en Ingeniería Sanitaria Jefe Técnico Laboratorio	



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



Nº 004240

O.T. No. 26 077		ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO SANITARIO		INF. No. 23 821	
INTERESADO:	WALTER ARAMIS SANTOS (Carné No. 200512105)	PROYECTO:	EPS "Diseño del sistema de agua potable para el caserío Toxacmuc Tajumulco Sn. Marcos"		
RECOLECTADA POR:	Interesado	DEPENDENCIA:	USAC-FACULTAD DE INGENIERIA		
LUGAR DE RECOLECCIÓN:	Aldea Toninchun	FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN:	2009-09-28; 14 h 55 min.		
FUENTE:	Nacimiento	FECHA Y HORA DE LLEGADA AL LAB.:	2009-09-29; 09 h 00 min.		
MUNICIPIO:	Tajumulco	CONDICIÓN DEL TRANSPORTE:	Sin refrigeración		
DEPARTAMENTO:	San Marcos				
RESULTADOS					
1. ASPECTO:	Claro	4. OLOR:	Inodora	7. TEMPERATURA: (En el momento de recolección)	- - ° C
2. COLOR:	01,00 Unidades	5. SABOR:	-----	8 CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	69,00 µmhos/cm
3. TURBIEDAD:	00,12 UNT	6.potencial de Hidrógeno (pH) :	07,00 unidades		
SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L	SUSTANCIAS	mg/L
1. AMONIACO (NH ₃)	00,16	6. CLORUROS (Cl ⁻)	05,00	11. SOLIDOS TOTALES	49,00
2. NITRITOS (NO ₂ ⁻)	00,00	7. FLUORUROS (F ⁻)	00,10	12. SOLIDOS VOLÁTILES	05,00
3. NITRATOS (NO ₃ ⁻)	03,14	8. SULFATOS (SO ₄ ⁻²)	01,00	13. SOLIDOS FIJOS	44,00
4. CLORO RESIDUAL	--	9. HIERRO TOTAL (Fe)	00,01	14. SOLIDOS EN SUSPENSIÓN	01,00
5. MANGANESO (Mn)	00,011	10. DUREZA TOTAL	32,00	15. SOLIDOS DISUELTOS	37,00
ALCALINIDAD (CLASIFICACIÓN)					
HIDROXIDOS mg/L	CARBONATOS mg/L	BICARBONATOS mg/L	ALCALINIDAD TOTAL mg/L		
00,00	00,00	36,00	36,00		

OTRAS DETERMINACIONES _____

OBSERVACIONES: Desde el punto de vista física y química el agua cumple con la norma. Según normas internacionales de la Organización Mundial de la Salud para fuentes de Agua.

TÉCNICA "STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTEWATER" DE LA A.P.H.A. - A.W.W.A.- W.E.F. 21TH EDITION 2 005, NORMA COGUANOR NGO 4 010 (SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES) Y 29001 (AGUA POTABLE Y SUS DERIVADAS), GUATEMALA.

Guatemala, 2009-10-02

Vo.Bo.
Inga. Telma Mariela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Zenaida Mucry Santos
Ing. Químico Col. No. 420
M. Sc. en Ingeniería Sanitaria
Jefe Técnico Laboratorio

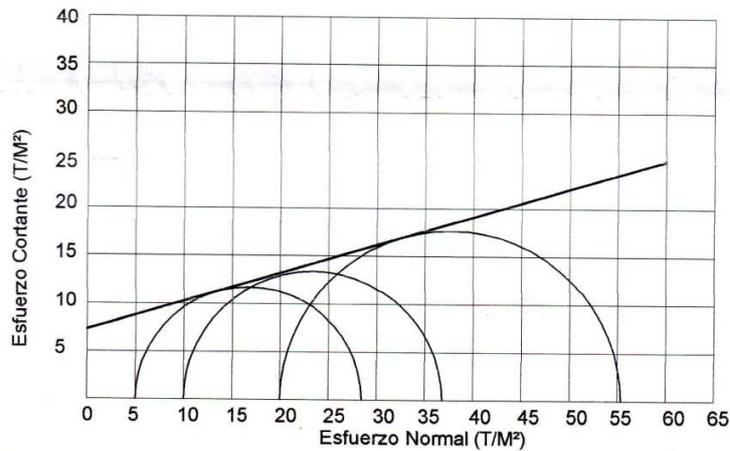


FACULTAD DE INGENIERIA -USAC
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12
Teléfono directo 2476-3992. Planta 2443-9500 Ext. 1502. FAX: 2476-3993
Página web: <http://cii.usac.edu.gt>



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 437 S.S. O.T.: 26,079
 INTERESADO: Walter Aramis Santos Miranda, carne 2005-12105.
 PROYECTO: EPS, Diseño de Salon de Usos Múltiples y Juzgado Auxiliar.
 UBICACIÓN: Caserío Nueva Candelaria, Tajumulco, Sn. Marcos. Fecha: 19 de Octubre de 2009.
 pozo: 1 Profundidad: 2.0 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.
 DESCRIPCIÓN DEL SUELO: Arcilla Limosa, color café oscuro
 DIMENSIÓN Y TIPO DE LA PROBETA: 2.5" X 5.0"
 OBSERVACIONES: Muestra proporcionada por el interesado.

PROBETA No.	1	1	1
PRESIÓN LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	23.46	26.78	35.34
PRESIÓN INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACIÓN EN ROTURA Er (%)	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 Maricela Cano Morales
DIRECTORA CIUSAC



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





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



Nº 008925

INFORME No. 438 S.S.

O.T. No. 26,079

Interesado: Walter Aramis Santos Miranda, carne 2005-12105.

Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.

Norma: A.A.S.H.T.O. T-27, T-11

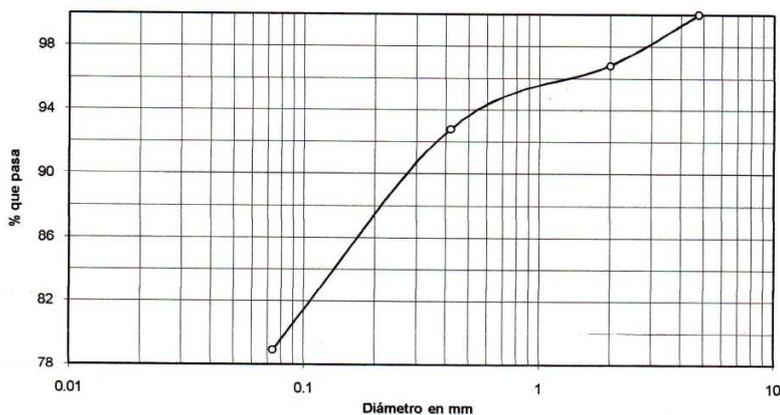
Proyecto: EPS, Diseño de Salon de Usos Múltiples y Juzgado Auxiliar.

Procedencia: Caserío Nueva Candelaria, Tajumulco, Sn. Marcos.

Fecha: 19 de Octubre 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 Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC



Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



