



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, Y EDIFICIO DEL RASTRO
MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

Manuel Rolando Moreno Posadas

Asesorado por el Ing. Silvio Rodríguez Serrano

Guatemala, mayo de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, Y EDIFICIO DEL RASTRO
MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
ASESORADO POR EL ING. SILVIO RODRÍGUEZ SERRANO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, MAYO DE 2014

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	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
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
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García de Sierra
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA
COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, Y EDIFICIO DEL RASTRO
MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil,
con fecha 7 de mayo de 2012.


Manuel Rolando Moreno Posadas



Guatemala, 06 de febrero de 2014

Ref.EPS.DOC.194.02.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Manuel Rolando Moreno Posadas** con carné No. **200815481**, de la Carrera de Ingeniería Civil, , procedí a revisar el informe final, cuyo título es **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARILLAS, ALDEA SAN RAFAEL Y EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.**

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. Silvio José Rodríguez Serrano

Asesor-Supervisor de EPS

Facultad de Ingeniería Civil

Universidad de San Carlos de Guatemala

ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS

Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS

Facultad de Ingeniería

c.c. Archivo
SJRS/ra



USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
12 febrero de 2014

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARILLAS, ALDEA SAN RAFAEL Y EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Rolando Moreno Posadas, con Carnet No. 200815481, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



Guatemala,
17 de marzo de 2014

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

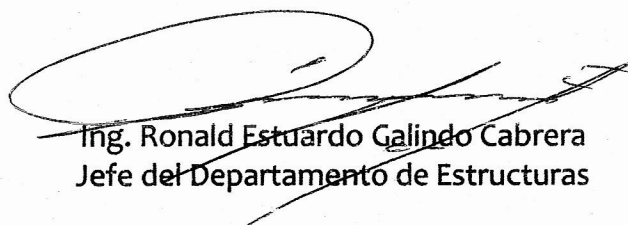
Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARILLAS, ALDEA SAN RAFAEL Y EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Manuel Rolando Moreno Posadas, quien contó con la asesoría del Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 20 de marzo de 2014

Ref.EPS.D.153.03.14

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARILLAS, ALDEA SAN RAFAEL Y EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Manuel Rolando Moreno Posadas**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Silvio José Rodríguez Serrano.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
Director Unidad de EPS



SJRS/ra



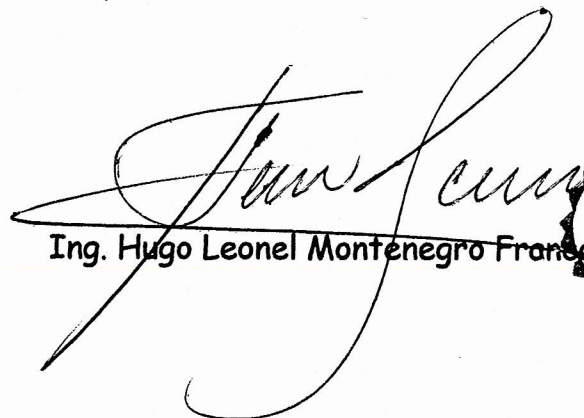
USAC
TRICENTENARIA
Universidad de San Carlos de Guatemala

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

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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor y Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Manuel Rolando Moreno Posadas, titulado **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, Y EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

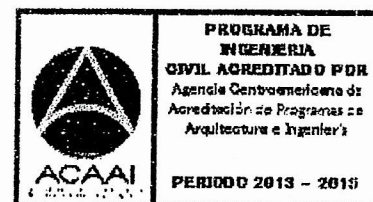

Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, mayo 2014

/bbdeb.

Mas de **134** años de Trabajo Académico y Mejora Continua



Universidad de San Carlos
de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Decanato

DTG. 209.2014

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, Y EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario **Manuel Rolando Moreno Posadas**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 7 de mayo de 2014

/gdech



ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por las bendiciones y sabiduría recibidas en el transcurso de mi vida y permitirme alcanzar este triunfo.
- Mi madre** Alcira Azucena Posadas de León, por el apoyo en todo momento. Por sus consejos, sus valores, motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor.
- Mi padre** Manuel Rolando Moreno Mejía, por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizan que me ha infundado siempre, le agradezco el cariño, la comprensión, la paciencia y el apoyo que ha brindado para la obtención de este triunfo.
- Mi hermana** Gabriela Moreno Posadas, porque siempre he contado con ella para todo, gracias a la confianza que siempre nos hemos tenido; por el apoyo y amistad. Para que no desmaye en su afán de cumplir con sus metas.

Mi hermano

Carlos Roberto Moreno Posadas, un especial agradecimiento por todo el apoyo, cariño que nos hemos brindado en el transcurso de nuestra vida.

Mi abuela

Clemencia Mejía agradecido, por sus esfuerzos ya que sin ella no podría haber llegado a culminar mis metas siempre te recordaremos gracias por compartir la alegría de mi triunfo.

Mis tías

Ana María, Marina Isabel y Guillermina Moreno Mejía por todo su apoyo y cariño mostrado en el transcurso de mi vida.

Mis primos

Juan Pablo Moreno, Verónica Luciel Torres Moreno, Alligheri Torres Moreno, Yoshuany Torres Moreno.

Amigos

Fredy Fernando Flores, Ricardo Almengor Posadas, David Pazmiño, Julio Norberto Reyes, Guillermo Muñoz Urrutia, con aprecio y cariño.

Mi novia

Némesis Judhit Hidalgo por su amor y apoyo incondicional en todo momento que me ha servido para salir adelante.

AGRADECIMIENTOS A:

- Dios** Por darme la vida, la fortaleza y alcanzar este triunfo, ya que sin su bendición nada de esto se podría llevar a cabo.
- Mis padres** Por demostrarme siempre que las metas se pueden alcanzar con esfuerzo y dedicación, por estar a mi lado en todo momento y por ser el mejor ejemplo a seguir, por ser unos excelentes padres. Este logro principalmente es de ustedes.
- Mis hermanos** Carlos Roberto y Gabriela Azucena Moreno Posadas, por el cariño y apoyo.
- Ing. Silvio Rodríguez** Por la asesoría brindada en la elaboración de este trabajo de graduación y darme sus consejos.
- Municipalidad de Mazatenango** Por darme la oportunidad de realizar el Ejercicio Profesional Supervisado (EPS) en sus instalaciones.
- Amigos** Por compartir momentos inolvidables, pero sobre todo por el apoyo y amistad, formando nuestra vida hacia el éxito.

Facultad de ingeniería

Por permitirme forjar mis conocimientos en sus aulas.

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por abrirme sus puertas y permitirme realizar uno de mis sueños.

ÍNDICE GENERAL

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

1.4.1.	Origen de la comunidad	8
1.4.2.	Actividad económica	8
1.4.3.	Idioma y religión	9
1.5.	Diagnóstico sobre las necesidades en servicios básicos e infraestructura del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez	9
1.6.	Descripción de necesidades	10
1.7.	Evaluación y priorización de necesidades.....	10
2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	11
2.1.	Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael Tierras del Pueblo, Mazatenango, Suchitepéquez.	11
2.1.1.	Descripción general del proyecto	11
2.1.2.	Tipo de fuente	11
2.1.3.	Caudal de aforo.....	12
2.1.4.	Dotación	12
2.1.5.	Método geométrico para el cálculo de la población futura.....	13
2.1.6.	Factores de consumo.....	14
2.1.7.	Cálculo de caudales	14
2.1.7.1.	Consumo medio diario	14
2.1.7.2.	Consumo máximo diario.....	15
2.1.7.3.	Caudal máximo horario	16
2.1.7.4.	Caudal de bombeo	17
2.1.7.5.	Caudal de uso simultáneo.....	17
2.1.8.	Calidad del agua y sus normas	18
2.1.8.1.	Análisis bacteriológico.....	23
2.1.8.2.	Análisis físicoquímico	24

2.1.9.	Levantamiento topográfico	25
2.1.9.1.	Altimetría.....	25
2.1.9.2.	Planimetría.....	25
2.1.10.	Cálculo hidráulico	25
2.1.10.1.	Línea de impulsión.....	26
2.1.10.2.	Cálculo de la potencia de la bomba.....	28
2.1.10.3.	Verificación del golpe de ariete.....	32
2.1.10.4.	Especificaciones del equipo de bombeo.....	33
2.1.10.5.	Información del pozo y sistema de bombeo.....	33
2.1.10.5.1.	Pozo perforado.....	34
2.1.10.5.2.	Datos del pozo.....	36
2.1.10.5.3.	Perfil estratigráfico.....	37
2.1.10.5.4.	Equipo de bombeo en pozo perforado	38
2.1.10.5.5.	Tanque elevado.....	39
2.1.11.	Cálculo y diseño de la línea de distribución	40
2.1.11.1.	Red de distribución	40
2.1.11.2.	Presiones.....	41
2.1.11.3.	Parámetros de diseño.....	41
2.1.12.	Volumen del tanque elevado	46
2.1.13.	Diseño del tanque elevado metálico	48
2.1.13.1.	Diseño del cuerpo del tanque metálico	48
2.1.13.1.1.	Tipos de juntas	50
2.1.13.1.2.	Cargas de diseño	50
2.1.13.1.3.	Esfuerzos unitarios	51

	2.1.13.1.4	Esfuerzos combinados.....	54
	2.1.13.2.	Diseño de la torre	55
2.1.14.		Sistema de desinfección.....	76
2.1.15.		Obras de arte	78
2.1.16.		Válvulas.....	79
2.1.17.		Conexiones domiciliarias.....	79
2.1.18.		Evaluación de Impacto Ambiental	80
2.1.19.		Elaboración de planos.....	86
2.1.20.		Elaboración de presupuesto.....	86
2.1.21.		Programa de operación y mantenimiento.....	87
2.1.22.		Evaluación socioeconómica	93
	2.1.22.1.	Valor Presente Neto	93
	2.1.22.2.	Tasa Interna de Retorno.....	95
3.		DISEÑO EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ.....	97
3.1.		Normas de diseño para rastros municipales	97
3.2.		Descripción del proyecto	97
	3.2.1.	Investigación preliminar.....	98
	3.2.1.1.	Reconocimiento del terreno.....	98
	3.2.1.2.	Distribución de ambientes	99
	3.2.1.3.	Tipo de estructura a diseñar.....	100
3.3.		Distribución de cargas.....	101
	3.3.1.	Carga viva	101
	3.3.2.	Cargas muertas.....	102
	3.3.3.	Carga de sismo	102
	3.3.4.	Carga viento	103
3.4.		Estudio de suelos.....	103

3.5.	Diseño del techo	106
3.5.1.	Análisis estructural de costaneras	106
3.5.1.1.	Cálculo de cargas	107
3.5.1.2.	Cálculo de momento (M)	108
3.5.2.	Diseño estructural de costaneras	109
3.5.2.1.	Chequeo por flexión.....	109
3.5.2.2.	Chequeo por cortante	110
3.5.2.3.	Chequeo por deflexión.....	111
3.5.3.	Diseño de tensores.....	113
3.6.	Marcos de acero.....	114
3.6.1.	Generalidades	115
3.6.2.	Forma y dimensiones	115
3.6.3.	Cargas de diseño.....	116
3.7.	Análisis y diseño aproximado del marco de acero.....	117
3.7.1.	Análisis aproximado y diagrama de momentos	118
3.8.	Diseño aproximado del marco de acero	133
3.9.	Análisis y diseño exacto del marco de acero.....	142
3.10.	Diseño de elementos complementarios.....	143
3.10.1.	Placa base del marco de acero	144
3.10.2.	Pernos de anclaje	149
3.10.3.	Tipos de uniones	151
3.11.	Diseño de muros	153
3.11.1.	Diseño de estructura en mampostería.....	158
3.11.2.	Cálculo de muro en mampostería.....	159
3.11.2.1.	Distribución de acero en columnas....	173
3.11.2.2.	Distribución de acero en soleras.....	175
3.12.	Diseño de cimiento corrido	176
3.12.1.	Chequeo a corte simple.....	181
3.12.2.	Chequeo a flexión.....	182

3.13.	Diseño de pedestal y zapata	184
3.13.1.	Área de zapata requerida	185
3.13.2.	Presión del suelo	186
3.13.3.	Chequeo a corte simple	187
3.13.4.	Chequeo a corte punzante	188
3.13.5.	Chequeo a flexión	189
3.14.	Diseño de instalaciones hidráulicas y eléctricas	193
3.15.	Elaboración de planos.....	194
3.16.	Elaboración de presupuesto.....	195
3.17.	Evaluación de Impacto Ambiental	198
CONCLUSIONES.....		207
RECOMENDACIONES		209
BIBLIOGRAFÍA.....		211
ÁPENDICES.....		213
ANEXOS.....		213

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de una conexión predial en el área rural.....	80
2.	Esquema de una viga con carga uniformemente distribuida.....	111
3.	Esquema deflexión de un elemento simplemente apoyado.....	112
4.	Esquema marco rígido de acero.....	120
5.	Geometría marco de acero a dos aguas.....	123
6.	Esquema de cargas y elástica caso I.....	127
7.	Esquema de cargas y elástica caso II.....	129
8.	Esquema de cargas y elástica caso III.....	131
9.	Dimensiones de columna y espaciamiento de costaneras.....	134
10.	Longitudes efectivas y factores para diseño de columnas.....	135
11.	Esquema de cargas para el diseño de la viga.....	137
12.	Datos del perfil 16 WF 36.....	140
13.	Dimensiones de rodilla.....	141
14.	Esquema placa base de columna.....	145
15.	Medidas placa base de columna.....	148
16.	Deflexión producida por una fuerza lateral en muro.....	159
17.	Dimensiones edificio rastro municipal.....	161

TABLAS

I.	Características físicas del agua	18
II.	Calidad bacteriológica del agua potable.....	20
III.	Características químicas tóxicas	21

IV.	Características químicas permisibles en el agua.....	22
V.	Caudales y diámetros en pozos mecánicos.....	36
VI.	Datos perforación pozo mecánico.....	36
VII.	Perfil estratigráfico	38
VIII.	Parámetros de diseño hidráulico.....	41
IX.	Impactos ambientales negativos durante la ejecución.....	84
X.	Impactos ambientales negativos durante la operación	85
XI.	Elaboración de presupuesto	86
XII.	Estimación de ingresos y egresos del sistema de agua potable.....	94
XIII.	Datos iniciales.....	122
XIV.	Resultados del análisis estructural.....	132
XV.	Tipos de bloques más usados	154
XVI.	Características de los bloques de concreto	155
XVII.	Resistencia a la compresión del mortero	157
XVIII.	Cálculo de rigideces.....	162
XIX.	Centro de corte de muros sentido X	163
XX.	Centro de corte de muros sentido Y	163
XXI.	Cálculo de centro de masa	164
XXII.	Cálculo carga de muros de mampostería	165
XXIII.	Distribución de carga lateral sentido X.....	168
XXIV.	Distribución de carga lateral sentido Y.....	168
XXV.	Distribución de momento de volteo sentido X.....	169
XXVI.	Distribución de momento de volteo sentido Y	170
XXVII.	Diseño por flexión	171
XXVIII.	Diseño por corte.....	173
XXIX.	Cálculo del refuerzo columnas.....	174
XXX.	Cálculo de refuerzo soleras	176
XXXI.	Elaboración de presupuesto	195
XXXII.	Instrumentos de evaluación ambiental.....	199

XXXIII. Instrumentos de evaluación ambiental 201

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
hm	Altura de muro
As	Área de acero
Asmin	Área de acero mínima
Az	Área de la zapata vista en planta
b	Base de la sección transversal de un elemento
C.D.T	Carga dinámica total
q_v	Carga ejercida por el viento
C.M	Carga muerta
P	Carga puntual
C.S	Carga sísmica
C.U	Carga última
C.V	Carga viva
Qb	Caudal de bombeo
Qmh	Caudal máximo horario
Qc	Consumo máximo horario
Qmd	Consumo medio diario
C.F	Cota final del tramo
C.I	Cota inicial del tramo
C.P.F	Cota pizométrica final del tramo
C.P.I	Cota pizométrica inicial del tramo
D	Dotación, lts/hab/día
fa	Esfuerzo de compresión axial
fb	Esfuerzo de flexión actuante

fm	Esfuerzo de flexión en la mampostería
fy	Esfuerzo de fluencia en el acero
Fa	Esfuerzo de ruptura de los bloques mampostería
Fp	Esfuerzo en placa metálica
fv	Esfuerzo permisible de corte
Fb	Esfuerzo permisible de flexión en acero
Fm	Esfuerzo permisible de la mampostería a flexión
tm	Espesor del muro
Fcu	Factor de carga última
G.A	Golpe de ariete
Lm	Longitud del muro
SEAOOC	Método para calcular fuerzas horizontales o corte basal en una estructura o edificio
Es	Módulo de elasticidad del acero
Em	Módulo de elasticidad de la mampostería
Sm	Módulo de sección de la mampostería
Sx	Módulo de sección de un elemento en acero
I	Momento de inercia de un elemento
d	Peralte de un elemento
Hf	Pérdida de carga de metros de agua (m.c.a)
W	Peso
Pm	Peso del muro de mampostería
P.D.F	Presión disponible al final del tramo
f'c	Resistencia a la compresión del concreto

GLOSARIO

Acero de refuerzo	Cantidad de acero requerido por un momento flexionante.
ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del concreto).
Aforo	Operación que consiste en medir el caudal de agua de una fuente.
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica
Agua potable	Agua sanitariamente segura (sin elementos patógenos ni elementos tóxicos) que es agradable a los sentidos (inodora, incolora e isóbara).
Análisis estructural	Determina los efectos máximos producidos por las cargas mayoradas sobre los elementos estructurales.
ASTM	(American Society for Testing and Materials). Sociedad Americana para Pruebas y Materiales.

Caudal	Es la cantidad de agua en unidades de volumen por unidad de tiempo (Volumen/t), que pasa en un punto determinado donde circule un líquido. En el sistema métrico decimal se mide en metros por segundo (m^3/seg).
Cimiento corrido	Es el que se construye para soportar la carga de los muros.
COGUANOR	Comisión Guatemalteca de Normas.
Columna	Elemento estructural que es utilizada principalmente para soportar cargas de compresión
Corte basal	Es la fuerza equivalente a la de un sismo.
Cota de cimentación	Altura donde se construyen los cimientos referidos a un nivel determinado.
Cota de terreno	En un plano topográfico es el número que indica la altura de un punto, sobre el nivel del mar o sobre otro plano de referencia.
Cota piezométrica	Máxima presión dinámica en cualquier punto de la línea de conducción o distribución es decir, la que alcanzaría una columna de agua si en dicho punto se colocará un manómetro.

Desinfección	Es la destrucción de casi todas las bacterias patógenas que existen en el agua por medio de sustancias químicas, calor, luz ultravioleta, etc.
Dotación	Es el volumen de consumo de agua por habitante día.
INFOM	Instituto de Fomento Municipal.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a aplicación de una fuerza a cierta distancia del centro de masa.
Momento resistente	Es el momento que puede resistir una estructura con cierta cantidad de refuerzo.
Pérdida de carga	Es la disminución de la presión, dentro de la tubería debido a la fricción.
Perfil topográfico	Delineación de la superficie de la tierra, según su altitud y altura, referidas a puntos de control.
Planos	Dibujos que representan un diseño y que son plasmados en papel.
Presión dinámica	Se produce cuando hay flujo de agua, la presión estática modifica su valor disminuyéndose la resistencia o fricción de las paredes de tubería.

Presión estática	Se produce cuando todo el líquido en la tubería y en el recipiente que la alimenta está en reposo; el punto de descarga libre se mide en metros columna de agua (m.c.a.).
Presupuesto	Cálculo anticipado del costo del proyecto.
SEAOC	Asociación de Ingenieros Estructurales de California (Structural Engineers Association of California).
Sismo	Carga que es inducida por un sismo y que provoca esfuerzos en la estructura.
Sobrecarga	Carga adicional a aplicada, que se toma como factor de seguridad.
Suelo	Conjunto de partículas que son producto de la desintegración de las rocas.
Topografía	Es el arte de representar un terreno en un plano, con su forma, dimensiones y relieve.
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa para Acueductos Rurales.
Valor soporte	Capacidad de carga de un suelo. En unidades de fuerza por unidad de área.

RESUMEN

Guatemala posee un nivel bajo de infraestructura en general y servicios de saneamiento, programas de salud, los cuales se ven reflejados en los municipios, comunidades, etc.

El presente trabajo está dividido en dos fase: en la primera fase se realizará un diagnóstico de la situación actual sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura de los caseríos; la segunda fase, denominada servicio técnico profesional, contiene el desarrollo del diseño de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael y el diseño edificio del rastro municipal para el municipio de Mazatenango, dichos proyectos fueron seleccionados con base en el diagnóstico y conjuntamente con autoridades municipales y pobladores beneficiarios.

La introducción de agua potable beneficiará a 6 habitantes por vivienda, con una vida útil de veintidós años. Es necesario realizar el proyecto para dar soluciones del problema de falta de agua potable para el desarrollo de las familias, evitando el riesgo de contraer enfermedades gastrointestinales.

El diseño del rastro municipal que beneficiará a los usuarios como a la población en general del municipio de Mazatenango, el cual contará con todas las especificaciones según el Reglamento para la Construcción de Rastros Municipales, según el Acuerdo Gubernativo 411-2002 para brindar un servicio de calidad a los usuarios y evitando así enfermedades por el consumo de alimentos en mal estado a la población consumidora.

OBJETIVOS

General

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para la comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael y edificio del rastro municipal para el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

Específicos

1. Realizar un diagnóstico sobre las necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.
2. Capacitar a la población para que se realice un adecuado mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector Barrillas, Aldea San Rafael.
3. Capacitar al personal del rastro municipal en la implementación de nuevo equipo y técnicas especializadas en el destace y faenado de los animales de abasto, para el municipio de Mazatenango.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de graduación que a continuación se presenta, contiene el desarrollo de los proyectos nombrados Diseño de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael y el diseño del edificio del rastro municipal para el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

Describe la recopilación de la información que el lugar posee: geografía, aspectos socioeconómicos, servicios públicos y generalidades acerca de la población. Estos datos fueron tomados en cuenta para un análisis detallado y minucioso en cuanto a servicios básicos e infraestructura que el municipio de Mazatenango requiere, concluyendo, en que son prioritarios los proyectos anteriormente mencionados.

Se describen en el siguiente trabajo todos los aspectos que intervienen en el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, desde los estudios preliminares como la topografía, hasta el diseño de todos los elementos que componen el sistema de abastecimiento de agua potable entre ellos la línea de conducción, red de distribución y un tanque elevado con el respectivo sistema de bombeo.

Para el diseño del edificio del rastro municipal se describen los estudios preliminares como: reconocimiento del lugar, estudio de suelos, también el diseño de los elementos que componen el edificio el cual está conformado por marcos de acero de alma llena, mampostería reforzada con techo de estructura metálica formado por costaneras y lámina zinc.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Monografía del lugar

La cabecera departamental de Suchitepéquez, Mazatenango se encuentra en la región VI o región suroccidental, posee una municipalidad de primera categoría, una cabecera departamental que es Mazatenango, aldeas entre las cuales se encuentran aldea Bracitos, Tahuexco, el Progreso, San Rafael y 17 barrios en los que sobresalen Aceituno, Buena Vista, el Porvenir, el Tejar, etc.

1.2. Características físicas

Las características físicas del municipio de Mazatenango más sobresalientes son el clima, el tipo de suelo, la topografía, las cuales hacen que el municipio sea el lugar más importante del departamento de Suchitepéquez, siendo el mismo la cabecera municipal de dicho departamento.

1.2.1. Ubicación y localización

La cabecera departamental de Suchitepéquez, Mazatenango, se encuentra situado en la parte noreste del departamento de Sololá, en la Región VI o Región Suroccidental. Tiene una extensión territorial de 356 kilómetros cuadrados y se localiza en la latitud 14° 32' 02" y en la longitud 91° 30' 12".

1.2.2. Colindancias

Limita al norte con los municipios de San Francisco Zapotitlán y Samayac (Suchitepéquez); al sur con los municipios de San Gabriel, San Lorenzo (Suchitepéquez) y el océano Pacífico; al este con los municipios de San Gabriel y San Bernardino (Suchitepéquez); y al oeste con el municipio de Cuyotenango (Suchitepéquez).

1.2.3. Topografía

El municipio de Mazatenango cuenta con una topografía plana en la cual la mayoría del terreno de este municipio se encuentra entre pendientes que varían entre 0 y 5 %.

1.2.4. Clima

El municipio de Mazatenango, Suchitepéquez se encuentra a una altura de 371,13 metros sobre el nivel del mar, por lo que generalmente el clima es cálido.

1.2.5. Tipo de vivienda y actividad económica

En promedio, las viviendas tienen 2,5 habitantes y albergan a 3 personas por cada habitación, lo que indica que a pesar de ser una ciudad desarrollada, existe hacinamiento dentro de las viviendas.

El material predominante en las paredes exteriores, el 56 % (8 741 viviendas) tienen paredes de block, un 28 % (4 429) tienen paredes de madera

y el resto en distintos materiales como ladrillo, concreto, adobe, lámina metálica y lepa que representa un 16 %.

De los materiales utilizados en la cubierta del techo, el 68 % (10 739 viviendas) tienen lámina metálica, un 20 % (3 070) tiene techo losa de concreto armado y el resto se distribuye entre paja, asbesto cemento, teja y otros, equivalentes al 12 %. El material predominante en el piso, un 43 % de las viviendas tiene una capa de concreto, un 20 % ladrillo de cemento, un 16 % de tierra, un 7 % ladrillo cerámico y el 14 % de ladrillo de barro, parque, madera u otros materiales.

1.2.6. Población y demografía

La proyección de población al 2012 es de 88 334 habitantes, de los cuales 45 483 son mujeres o sea el 51,49 % y 42 851 son hombres, correspondiéndole el 48,51 % del total de la población. La población es mayoritariamente urbana con un 62 % equivalente a 54 411 habitantes y la población rural corresponde al 38 % o sea 33 923 habitantes.

En lo que se refiere a población por grupos étnicos, un 27 % de la población es indígena, equivalente a 23 850 personas y 73 % es no indígena, correspondiéndole un total de 64 484 personas.

Considerando que el área del municipio es de 356 kilómetros cuadrados y la población estimada para el 2012 se establece una densidad poblacional por kilómetro cuadrado de 248 personas.

1.3. Características de infraestructura

A continuación se describen las características de infraestructura del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.

1.3.1. Vías de acceso

La ciudad de Mazatenango cuenta con una red vial clasificada en dos tipos de rutas: 9 kilómetros de rutas primarias y 10 kilómetros de rutas secundarias, en ambos tipos se trata de superficies pavimentadas. El municipio a nivel urbano cuenta con una red vial buena, pues la mayoría de sus cantones son accesibles por carretera; las aldeas y caseríos más lejanos, situados en la parte sur del municipio tienen conectividad a través de una carretera que pasa por los municipios Santo Domingo, San Lorenzo y Cuyotenango.

1.3.2. Servicios públicos

El municipio de Mazatenango a nivel de área urbana existen todos los servicios básicos entre ellos agua potable, drenajes, suministro de energía eléctrica, entre otros ya que hay comunidades en el área rural que carecen de algunos servicios básicos.

1.3.2.1. Educación

En el municipio de Mazatenango hay un total de 306 centros educativos por nivel y por sector, de los cuales un 72,98 % están ubicados en el área urbana y un 27,02 % en el área rural.

En lo que se refiere a la educación por tipo de sector, el número de establecimientos en el nivel pre primario bilingüe corresponde en un 100 % para el sector privado; el nivel parvulario, un 100 % para el sector oficial; el nivel primario, un 65 % para el sector oficial y un 35 % para el sector privado; el nivel primario de adultos, un 50 % para cada uno de los sectores oficial y privado; el nivel básico, un 80 % para el sector privado y un 10 % para cada uno los sectores oficial y cooperativo; finalmente, el nivel diversificado, un 91 % para el sector privado y un 9 % para el sector oficial.

En lo que respecta al sector público nivel primario existen un total de 63 escuelas, de las cuales 35 son catalogadas como rurales (55 %) y 28 como urbanas (45 %). Las urbanas están ubicadas en el casco urbano que constituye la ciudad de Mazatenango y los alrededores, mientras que las rurales se localizan principalmente en la parte sur del municipio.

Funcionan además a nivel diversificado, varios institutos de formación técnica, dentro de los cuales sobre sale el Instituto Oficial Técnico Vocacional George Kechesteiner y una escuela de enfermería, operada por el Ministerio de Salud Pública en la cual se puede optar a la carrera de Auxiliar de Enfermería.

1.3.2.2. Salud

El municipio de Mazatenango cuenta con un centro de salud que se localiza en la cabecera municipal existen otros cuatro puestos de salud ubicados en aldea Tahuexco, San José Churirín, Bracitos y comunidad Agraria La Vega, los cuales son atendidos por auxiliares de enfermería.

Como recurso humano, además de los médicos indicados, se cuenta con una odontóloga, una enfermera profesional, diez auxiliares de enfermería, un

técnico de saneamiento ambiental y sesenta y un comadronas. El medicamento es proporcionado por la jefatura de área de salud de Suchitepéquez.

El hospital nacional edificación con una antigüedad de más de 50 años y el hospital del Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS) brindan atención en casos de emergencias, enfermedad común, odontología y maternidad.

Fundación del Azúcar (FUNDAZÚCAR) y Asociación Pro Bienestar de la Familia (APROFAM) son instituciones que brindan beneficios en salud sobre todo a las personas de escasos recursos, la primera brindando atención médica general y la segunda lo relacionado a la planificación familiar y salud de la mujer.

1.3.2.3. Agua potable

Una de las principales debilidades es el abastecimiento de agua para sus comunidades, debido a que las principales fuentes se localizan en áreas fuera de los límites municipales y que en gran medida se ven amenazadas por la contaminación y deforestación de la que son objeto.

El porcentaje de hogares que están conectados a la red de distribución de agua, chorro uso exclusivo para varios hogares, chorro público es de 60,74 % de 14 lugares poblados 10 no cuentan con el servicio de agua y se abastecen de pozos artesianos. Solamente Mazatenango, cantón Montecristo, cantón Tabasco y aldea Bracitos cuentan con acceso a fuentes de agua mejorada.

La gran mayoría de servicios de agua no cuentan con plantas de potabilización a excepción de la cabecera municipal, que cuentan con una planta de tratamiento de agua potable.

1.3.2.4. Drenajes

De los 14 lugares poblados únicamente la cabecera municipal cuenta con el servicio de drenajes. El porcentaje de hogares que disponen de servicio sanitario es de 87,39 %. En el área urbana, de los hogares que cuentan con el servicio de drenajes, un 15,02 % no dispone de sistema de excretas y de ningún tipo de servicio higiénico por red de tubería o pozo ciego, en tanto que en el área rural es el 23,43 %. La red de drenajes de la cabecera municipal no cuenta con ningún tratamiento; las aguas son desfogadas directamente al río Sis y a los dos riachuelos que cruzan la ciudad. La mayoría de las aguas residuales de la cabecera municipal desfoga directamente a los ríos y riachuelos que atraviesan la ciudad sin ningún tipo de tratamiento. Los ríos y riachuelos que atraviesan la ciudad están siendo contaminados por una cantidad de 652,43 litros por segundo de aguas residuales que produce la población.

1.3.2.5. Energía eléctrica

Del total de las viviendas de Mazatenango el 92,3 % cuenta con energía en tanto que el 7,7 % carece de dicho servicio. De 14 lugares poblados, 12 cuentan con el servicio de energía eléctrica, con un total de 3 737 clientes y únicamente dos lugares carecen de este. El tipo de energía que facilita el desarrollo es la energía trifásica, con ella se pueden instalar plantas para procesos de producción, sin embargo algunos ramales de transmisión de

energía eléctrica del municipio son monofásicos, los cuales sirven únicamente para uso domiciliario, alumbrado público, micro y pequeñas empresas.

1.4. Características socioeconómicas

Las características socioeconómicas son una medida económica y sociológica combinada de la preparación laboral de una persona y de la posición económica y social individual o familiar en relación a otras personas, basado en los ingresos, educación y empleo.

1.4.1. Origen de la comunidad

Mazatenango es uno de los veinte municipios que conforman el departamento de Suchitepéquez, el cual se ubica al sur occidente del país. Antes de la venida de los españoles, dependía del reino Quiché, perteneciendo a él las raíces ancestrales. Prueba de ello es que muchos de los habitantes de este municipio todavía se comunican por medio del idioma materno quiche.

Suchitepéquez en el idioma materno significa nahual o xochiltepetl, (montaña florida, cerro de flores o tierra de flores de muchos colores). A esta región también se le conoce como Costa Grande que anteriormente comprendía la que hoy se denomina Costa Cuca, lugar donde libraron los primeros combates al invadir Pedro de Alvarado al frente de los ejércitos, el Reino de Guatemala, por la provincia del Soconusco.

1.4.2. Actividad económica

El municipio se ha caracterizado por ser un lugar donde la actividad comercial es la parte esencial en la economía de los pobladores. Dicha

tendencia se ha mantenido por más de 100 años y continúa hasta la fecha, según el censo nacional (2002) es la actividad comercial la que sobresale del resto. Sumado a esta actividad y con estrecha relación se encuentra la agricultura esto debido a que el municipio cuenta con una de las mejores tierras del país para dicha actividad.

Además del comercio, la agricultura y la prestación de servicios, sobresalen otras actividades como la industria manufacturera textil y de alimentos, la rama de la construcción, la enseñanza y los servicios financieros.

1.4.3. Idioma y religión

El idioma español es el que predomina en este lugar, pero antes de la llegada de los españoles, habitaban los quichés.

El patrono del municipio es San Bartolomé al cual se le realiza una festividad de carácter religioso y se celebra el 24 de agosto, siendo este el día de San Bartolo. Además se celebra con gran solemnidad la semana santa.

1.5. Diagnóstico sobre las necesidades en servicios básicos e infraestructura del municipio de Mazatenango, Suchitepéquez

En el municipio de Mazatenango es una prioridad la construcción de un nuevo edificio para el rastro municipal ya que este se encuentra en totalmente deteriorado y pone en peligro la salud de todos los habitantes del municipio, también la Comunidad del Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo ha priorizado la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable ya que no cuentan con el vital líquido y se abastecen de otras fuentes que pone en peligro la integridad física de las habitantes de dicha comunidad.

1.6. Descripción de necesidades

El problema que afrontan los habitantes de la Comunidad Sector Barrillas, Tierras del Pueblo del municipio es la falta del vital líquido que les permita mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector ya que tienen que acudir al uso de pozos artesanales y ríos bebiendo agua no apta para el consumo humano, los que hacen de la casa e incluso para higiene personal debido a la falta de un sistema de alcantarillado sanitaria y debido a la falta del proceso de potabilización del vital líquido. Los pozos artesanales y ríos representan un peligro para los niños y ancianos de la comunidad ya que en invierno se dificulta el acceso a los mismos.

Mientras que el municipio de Mazatenango el problema radica en que no se cuenta con instalaciones en buen estado, para brindar un servicio de calidad a los usuarios del rastro municipal como a los consumidores de carne, no garantizando la salubridad y la higiene de los mismos siendo esto un peligro para los consumidores de los productos.

1.7. Evaluación y priorización de necesidades

Según la evaluación de los proyectos y de acuerdo a las necesidades de las comunidades se priorizan básicamente en la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, Tierras del Pueblo y la construcción de un nuevo edificio para el rastro municipal ambos en el municipio de Mazatenango, Suchitepéquez.

2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael Tierras del Pueblo, Mazatenango, Suchitepéquez

A continuación se describen los diversos componentes del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad en estudio.

2.1.1. Descripción general del proyecto

Este proyecto consiste en diseñar un sistema de abastecimiento de agua potable mixto por bombeo y gravedad para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael Tierras del Pueblo, el cual está compuesto por los siguientes elementos: un tanque elevado con el respectivo sistema de bombeo, línea de impulsión y la red de distribución con un recorrido de 10,34 kilómetros en totalidad se usará tubería PVC la captación del agua se hará por medio de la perforación de un pozo mecánico, luego será conducida al tanque de almacenamiento y distribución. El tipo de conexión será domiciliar, abastecerá 350 viviendas. Con lo anterior se cumplen los requisitos de un buen sistema de abastecimiento de agua potable para dicha comunidad.

2.1.2. Tipo de fuente

En el medio ambiente se pueden encontrar diferentes fuentes de agua en estado natural, las cuales se clasifican en aguas meteóricas, superficiales y subterráneas.

El agua subterránea es muy buena en cuanto a la calidad del agua se refiere, ya que está es muy difícil que esté contaminada, para este caso será extraída por medio de la perforación de un pozo mecánico, el cual se ubica en la estación E-0. Ver plano planta de perfil.

2.1.3. Caudal de aforo

El procedimiento usado para aforar el pozo mecánico fue mediante la instalación de una bomba de prueba y la construcción de un drenaje en el área para que el agua pudiera fluir sin inconvenientes. Al medir el caudal también se obtuvo la profundidad del pozo. Este procedimiento se realizó durante 24 y 48 horas continuas, proporcionando un caudal de aforo de 130 galones/min y una profundidad de 400 pies.

2.1.4. Dotación

La dotación se establece en función a tres aspectos importantes, como lo son la demanda de la comunidad, la cual está en función de las costumbres, otro aspecto importante es la disponibilidad del caudal de la fuente y el tercer aspecto es la capacidad económica de financiar el mantenimiento y operación del sistema, sobre todo si el mismo es por bombeo.

Los estudios de demanda llevados para poblaciones de características semejantes pueden servir de base para fijar la dotación de una población; según las Normas de la Unidad Ejecutora del Programa para Acueductos Rurales (UNEPAR); para el área rural se puede considerar una dotación entre 60 lts/hab/día – 120 lts/hab/día.

En este caso basado en el clima, nivel de vida, actividades productivas, servicios comunales o públicos, calidad del agua, se estimó una dotación de 80 lts/hab/día para la comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo la cual pertenece al área rural de Mazatenango, Suchitepéquez.

2.1.5. Método geométrico para el cálculo de la población futura

Con el propósito de conocer la población total a beneficiar y con ello determinar la capacidad que debe tener cada elemento que conformará el sistema de abastecimiento de agua potable de la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.

Se utilizará el método matemático denominado geométrico o exponencial para estimar la población de diseño en un período de 21 años, considerando que la población crece a una tasa constante, con lo cual el crecimiento de la población se puede describir con la siguiente ecuación:

$$Pf = Po (1+r)^t$$

Donde:

Po = población actual (2013)

Pf = población al final del periodo de diseño (2034)

t = tiempo en años

r = tasa de crecimiento observada en el período (3,2 %)

Debido a que no se tienen registros ni estudios específicos de la tasa de crecimiento de la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del

Pueblo, se consideró los datos censales 2002 del Instituto Nacional de Estadística (INE), correspondientes al municipio de Mazatenango, Suchitepéquez, por lo que se optó a tomar la tasa de 3,2 %.

$$P_f = 2\,250 (1 + 0,032)^{21} = 4\,360 \text{ habitantes}$$

2.1.6. Factores de consumo

Estos son los valores que se dan a la variación que sufre el sistema en diferentes horas del día.

2.1.7. Cálculo de caudales

Para determinar los caudales del sistema de abastecimiento de agua potable de la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo, fue necesario asignar una dotación de agua en litros /habitante /día de acuerdo a las consideraciones de la guía de diseño de INFOM –UNEPAR al usuario y se determinó utilizar una dotación de 80 litros / habitante / día de acuerdo a las condiciones siguientes: por ser área rural, el clima, costumbres y por el tipo de servicio a prestar (domiciliar).

2.1.7.1. Consumo medio diario

Es la cantidad de agua que consume una población en un día. Este caudal se puede obtener del promedio de consumos diarios durante un año, pero cuando no se cuenta con registros de consumo diario se puede calcular en función de la población futura y a la dotación asignada en un día. El consumo medio diario en la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo, se calculó de la siguiente manera.

$$Q_{md} = \frac{D * P_f}{86\,400 \text{ seg/día}}$$

Donde:

Q_m = caudal medio en litros/segundos

D = dotación, lts/hab/día

P_f = población futura de habitantes

Al sustituir los datos en la fórmula se obtiene:

$$Q_{md} = \frac{80 \text{ lts/hab/día} * 4\,360 \text{ habitantes}}{86\,400 \text{ seg/día}} = 4,04 \text{ lts/seg}$$

El caudal disponible es 8,33 lts/seg y el caudal medio diario es 4,04 lts/seg, por lo que se deduce que el caudal disponible sí abastece a la comunidad.

2.1.7.2. Consumo máximo diario

Es el caudal de máximo consumo del agua durante 24 horas en un período de un año por la población, no tomando los gastos por incendios, este es el caudal que se utiliza al diseñar la línea de conducción del proyecto. Para el cálculo se utilizó el factor de día máximo (f.d.m), este valor según las normas de diseño INFOM - UNEPAR, varía entre 1,2 y 1,5 para el área rural, este valor se considerará 1,5 para poblaciones futuras menores de 1 000 habitantes y 1,2 para poblaciones futuras mayores de 1 000 habitantes, el cual es este caso.

El caudal de consumo máximo diario a ser transportado por la tubería de conducción se calculó de la siguiente manera.

$$Q_c = Q_m * f.d.m$$

Donde:

Q_c = consumo máximo diario (lts/seg)

Q_m = consumo medio diario

f.d.m = factor de día máximo según valor recomendado por normas de diseño INFOM - UNEPAR, para nuestro caso f.d.m igual a 1,2.

$$Q_c = 4,04 \text{ lts/seg} * 1,2 = 4,85 \text{ lts/seg}$$

2.1.7.3. Caudal máximo horario

Este caudal será el producto del caudal medio diario por un coeficiente que varía de 2,0 a 3,0, el cual depende del número de habitantes futuros a atender: para poblaciones menores de 1 000 habitantes se aplica el factor 2,5 o 3 y para poblaciones mayores de 1 000 habitantes se aplicará un factor de 2,0 a 2,2 que es este caso, por lo cual se asumió el factor 2,2.

$$Q_{mh} = Q_m * f.d.m$$

Donde:

Q_{mh} = consumo máximo horario (lts/seg)

Q_m = consumo medio diario

f.d.m = factor de hora máximo según valor recomendado por normas de diseño INFOM - UNEPAR, para nuestro caso f.d.m igual a 2,2.

$$Q_{mh} = 4,04 \text{ lts/seg} * 2,2 = 8,88 \text{ lts/seg}$$

2.1.7.4. Caudal de bombeo

En líneas de impulsión se diseñarán para producir el caudal máximo diario durante el tiempo de bombeo adoptado y es el caudal requerido para abastecer al reservorio (tanque de almacenamiento y distribución) y con ello poder cubrir la demanda de la población. Para el cálculo del caudal se utilizará la fórmula sugerida en la guía de diseño de INFOM – UNEPAR. Ver inciso 2.1.10.1 línea de impulsión.

2.1.7.5. Caudal de uso simultáneo

Es un valor con base a la probabilidad de que todas las viviendas de un ramal hagan uso simultáneamente del sistema. El caudal de uso simultáneo, no debe ser menor de 0,2 lts/seg. Se determina según la siguiente ecuación:

$$Q_i = k \sqrt{n - 1}$$

Donde:

Q_i = caudal uso simultáneo no menor de 0,20 lts/seg.

K = coeficiente de vivienda, cuyo valor se encuentra entre 0,15 y 0,20

$k = 0,15$ sí $n < 55$ viviendas o $0,20$ sí $n > 55$ viviendas.

n = número de viviendas al final del período.

2.1.8. Calidad del agua y las normas

El agua es un elemento indispensable para la vida, por lo que, la calidad de esta debe ser sanitariamente segura para el consumo humano. Para determinar la calidad sanitaria del agua es necesario efectuar un examen fisicoquímico sanitario y bacteriológico, los cuales deben acatar las Normas COGUANOR NGO 29001.

El agua debe llenar normas en cuanto a condiciones:

Físicas:

Aquellas relativas al comportamiento físico, que determinan la calidad.

- Debe ser clara, transparente, fresca, inodora e insípida
- Temperatura: no mayor de 5 °C a la del medio ambiente
- Color: por debajo de 20 ppm, en la escala estándar platino – cobalto
- Turbiedad: por debajo de 20 ppm, en la escala de sílice
- Olor: inapreciable
- Sabor: inapreciable

Tabla I. **Características físicas del agua**

Características	LMA	LMP
Color	5.0 u	35.0 u (1)
Olor	No rechazable	No rechazable
Potencial de		

Continuación de la tabla I.

Hidrógeno (2)	7.0 – 7.5	6.5 – 8.5
Sólidos totales	500.0 mg/L	1000.0 mg/L
Temperatura	15.0 -25.0 ⁰ C	34.0 ⁰ C
Sabor	No rechazable	No rechazable
Turbiedad	5.0 UNT o UTJ	15.0 UNT o UTJ (3)
(1) Unidades de color en escala de platino – cobalto (2) En unidades de pH (3) Unidades de turbiedad, sea en unidades Jackson (UTJ) o unidades nefelométricas (UNT).		

Fuente: COGUANOR. *Normas para exámenes bacteriológico y físico – químico sanitario*.
 Norma 29001.p. 75.

Bacteriológicas:

Aquellas relativas a la presencia de bacterias, que determinan la calidad. Una muestra normal estará constituida por 5 porciones iguales de 10 ml.

Grupo coliforme: es el definido en los métodos normales para los exámenes de agua de la American Public Health Association (A.P.H.A.) que incluye todos los bacilos aeróbicos o anaeróbicos facultativos, gramnegativos, no esporógenos, que fomentan la lactosa en formación de gas dentro de las 48 horas a 35 °C.

Requisitos: de todas las porciones normales examinadas, no más del 10 % podrá mostrar la presencia de organismos del grupo coliforme.

Ocasionalmente: 3 o más de las 5 porciones de 10 ml, podrá mostrar la presencia de E.Coli.

Tabla II. **Calidad bacteriológica del agua potable**

ORGANISMOS	LÍMITES
<p>TODA EL AGUA DE BEBIDA Coliformes fecales (termorresistentes)</p>	<p>No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 ml</p>
<p>AGUA TRATADA QUE LLEGA AL SISTEMA DE DISBRIBUCIÓN Coliformes fecales (termorresistentes)</p> <p>Coliformes totales</p>	<p>No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 ml</p> <p>No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 ml</p>
<p>AGUA TRATADA QUE SE HALLA EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN Coliformes fecales (termorresistentes)</p> <p>Coliformes totales</p>	<p>No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 ml</p> <p>No deben ser detectadas en ninguna muestra de 100 ml</p> <p>En el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberán estar ausentes en el 95 % de las muestras tomadas durante cualquier período de 12 meses.</p>

Continuación de la tabla II.

- Si se detecta E.Coli o bacterias coliformes en general, deben adoptarse inmediatamente medidas para investigar la situación, en caso de las bacterias Coliformes en general, se debe como mínimo repetir el muestreo; si las bacterias se detectan también en la nueva muestra, se deben realizar inmediatamente nuevas investigaciones para determinar la causa.
- E.Coli es el indicador más preciso de contaminación fecal. El recuento de coliformes fecales (termorresistentes) es una opción aceptable. Los coliformes totales no son un indicador aceptable de la calidad sanitaria del abastecimiento de agua en las zonas rurales.

Fuente: COGUANOR. *Normas para exámenes bacteriológico y físico – químico sanitario*. Norma 29001.p. 75.

Químicas:

Aquellas relativas a sustancias contenidas en el agua de consumo, que determina la calidad.

La tabla presenta los límites de concentración de sustancias químicas que no deben observarse en el agua.

Tabla III. **Características químicas tóxicas**

Tóxicos	ppm	Tóxicos	ppm
Plomo	0,1	Calcios	75

Continuación de la tabla III.

Arsénico	0,05	Cloruros	200
Selenio	0,01	Cobre	0,05
Mercurio total	0,001	Hierro	0,1
Cianuro	0,05	Manganeso	0,05
Cadmio	0,01	Sulfato	200
Otras sustancias químicas	---	Zinc	5
Detergentes aniónicos	0,2	Alcalinidad	No debe contener
Aceite mineral	0,01	---	Alcalinidad cáustica
Dureza total	100	PH	No menor de 7 ni mayor de 8,5

Fuente: COGUANOR. *Normas para exámenes bacteriológico y físico – químico sanitario.*
Norma 29001.p. 75.

Tabla IV. **Características químicas permisibles en el agua**

Límites permisibles

Características	LMA Miligramos/litro	LMP Miligramos/litros
Detergentes aniónicos	0.2	1
Aluminio (Al)	0.05	0.1
Amoníaco	----	1.5
Bario (Ba)	----	1
Calcio (Ca)	75	150
Cinc (Zn)	3	7
Cloruro (Cl-)	100	250
Cobre (Cu)	0.05	1.5
Dureza total (CaCO ₃)	100	500
Hierro total (Fe)	0.1	1

Continuación de la tabla IV.

Magnesio (Mg)	50	100
Manganeso (Mn)	0.05	0.5
Níquel (Ni)	0.01	0.02
Nitrato	----	45
Nitrito	----	0.01
Substancias fenólicas	0.001	0.002
Sulfato (SO)	100	250
LMA = Límite máximo aceptable que debe tener el agua potable		
LMP = Límite máximo permisible que debe tener el agua potable		

Fuente: COGUANOR. *Normas para exámenes bacteriológico y físico – químico sanitario.*
Norma 29001.p. 75.

Se tomó una muestra de la fuente de abastecimiento de la Comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo, para análisis de laboratorio. Los resultados obtenidos se encuentran en la sección de apéndices.

2.1.8.1. Análisis bacteriológico

La principal causa de enfermedades humanas de origen entérico, tales como bacterias, virales y parasitósicas son organismos de origen microbiológico.

La contaminación por excremento animal constituye el mayor peligro, no solamente en el agua de bebida sino también a través de la preparación de comida. El objetivo primario del examen bacteriológico del agua es la detección de esa polución fecal.

Aunque es posible determinar la presencia en el agua de numerosos gérmenes patógenos, el aislamiento e identificación de muchos de ellos es a menudo muy complicado y a veces sólo cualitativo.

De acuerdo a los resultados de la muestra obtenida del laboratorio de agua del Instituto de Fomento Municipal (INFOM), según el análisis.

De acuerdo a los resultados de la muestra obtenida del laboratorio de agua del INFOM y según el análisis bacteriológico del agua no cumple con los requerimientos de dicho análisis establecido en la Norma COGUANOR NGO 29001, por lo cual se debe realizar un tratamiento correcto para eliminar las impurezas en el agua, los resultados del análisis se encuentran en la sección de apéndices.

2.1.8.2. Análisis físicoquímico

Los análisis físicos son los que se efectúan para determinar las características físicas del agua: color, turbiedad, olor, sabor y temperatura, las cuales son de menor importancia, desde el punto de vista sanitario. Los análisis químicos son los que definen los límites mínimos de potabilidad para consumo humano.

De acuerdo a los resultados de la muestra obtenida del laboratorio de agua del INFOM y según el análisis físicoquímico el agua no cumple con los requerimientos del análisis establecido en la Norma COGUANOR NGO 29001, por lo cual se debe realizar un tratamiento correcto para eliminar las impurezas en el agua, los resultados del análisis se encuentran en la sección de apéndices.

2.1.9. Levantamiento topográfico

Previo a los trabajos topográficos se realizó un recorrido desde la captación a la comunidad, para determinar la certeza de los derechos de paso, utilizando en dicho recorrido un GPS, para determinar la diferencia de la altura del pozo mecánico con respecto a la comunidad. El levantamiento topográfico para el presente proyecto contuvo dos acciones principales: la altimetría y la planimetría.

2.1.9.1. Altimetría

Se encarga de la medición de las diferencias de nivel o elevación entre los puntos del terreno, las cuales representan las distancias verticales medidas a partir de un plano horizontal de referencia.

2.1.9.2. Planimetría

Sólo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario (vista en planta), que se supone es la superficie de la tierra. La ubicación de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra, se hace mediante la medición de ángulos y distancias, a partir de puntos y líneas de referencia proyectadas sobre un plano horizontal.

2.1.10. Cálculo hidráulico

Para realizar el cálculo se hizo uso de la fórmula de Hazzen – Williams, por considerarse la más adecuada. Esta ecuación expresa las relaciones de flujos de agua en conductos circulares a presión o conductos que fluyen llenos.

La ecuación es:

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

Donde:

Hf = pérdida de agua en metros de agua (m.c.a)

L = longitud (metros) por un factor de pendiente 1,03

Q = caudal de diseño (litros/segundo)

d = diámetro de tubería en pulgadas (“)

c = coeficiente de diseño para PVC. c = 150. Hg = 100

La velocidad se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$V = Q/A$$

Donde:

Q = caudal (litros/segundo)

A = área de la tubería

2.1.10.1. Línea de impulsión

Se conoce como la tubería que conecta de la fuente al tanque de almacenamiento y distribución. Cuando un sistema se diseña por bombeo, se requiere considerar un caudal de bombeo suficiente para abastecer el consumo máximo diario en un determinado período de bombeo.

El caudal de bombeo es un parámetro muy importante, ya que con base en este se define el diámetro de la línea de impulsión, como también una velocidad adecuada. Para determinar el caudal de bombeo es importante definir antes el período de bombeo, el caudal se determina en función del caudal que proporcionará la fuente. Se recomienda que el período de bombeo sea de 8 a 12 horas.

El caudal de bombeo necesario para cubrir con la demanda diaria se utiliza la siguiente expresión:

$$Q_b = \frac{(Q_c)(24)}{h_b}$$

Donde:

Q_b = caudal de bombeo (lts/seg)

h_b = horas de bombeo

Q_c = consumo máximo diario (lts/seg)

Considerando 12 horas de bombeo. La expresión queda de la siguiente manera:

$$Q_b = \frac{(4,84)(24)}{12} = 9,672 \text{ litros/seg}$$

Este caudal será bombeado a través de toda la línea de impulsión hasta el tanque de almacenamiento y distribución.

2.1.10.2. Cálculo de la potencia de la bomba

Considerando que la vida útil de los equipos de bombeo oscilan entre 5 y 10 años y que el caudal de bombeo según recomendaciones no debe variar, para mantener las condiciones hidráulicas de diseño de la línea de impulsión, se propone que se varíen las horas de bombeo según la demanda de la población.

Para estimar el diámetro de la tubería de impulsión se utilizará la ecuación de BRESS, siendo esta:

$$D = K * Q^{1/2}$$

Donde:

D = diámetro en metros de la tubería

K = factor que oscila en 0,7 a 1,6 normalmente se toma 1,2

Q = caudal de bombeo en m³/seg

$$D = 1,2 * (0,00967)^{1/2} = 118,02 \text{ mm.}$$

Existen dos opciones se toma un diámetro de 114.30 milímetros (4") o un diámetro de 141,30 milímetros (5"), para la selección del diámetro de la tubería a utilizar se hará el cálculo de las velocidades y se seleccionará la mayor.

Para el cálculo de las velocidades se utiliza la siguiente la ecuación la cual se detalla en el cálculo hidráulico.

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

Cálculo de la velocidad tubería de diámetro 114.30 milímetros (4")

$$V = \frac{(1,974 * 9,672)}{(4,26)^2} = 1,05 \text{ m/seg}$$

Cálculo de la velocidad tubería de diámetro 141.30 milímetros (5")

$$V = \frac{(1,974 * 9,672)}{(5,05)^2} = 0,75 \text{ m/seg}$$

Chequeando las velocidades para las tuberías respectivamente se elige la mayor y trabajamos con la tubería de 114.30 milímetros (4") que es la más adecuada para nuestro diseño ya que nos produce una velocidad de 1,05 m/seg.

Se procede a calcular la carga dinámica total con base en las pérdidas de todos los componentes del sistema con la ecuación siguiente. Ver 2.1.10 cálculo hidráulico.

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

Cálculo de la carga dinámica total (C.D.T)

- Altura del nivel dinámico a la boca del pozo

$$H_s = 265 \text{ pies} = 135 \text{ pies} = 80,77 \text{ metros}$$

- Pérdida de carga en tubo de columna utilizando la ecuación de Hazen & Williams.

$$H_f = \frac{(1.743,811 * 80,77 * 9,672^{1,85})}{4,26^{4,87} * 100^{1,85}} = 1,60 \text{ metros}$$

- Altura de la boca del pozo a la descarga

$$H = \text{altura torre} + \text{distancia entre el pozo y tanque}$$

$$H = 12 \text{ metros} + 3 \text{ metros} = 15 \text{ metros}$$

- Pérdidas de carga en línea de impulsión Hazen & Williams

$$H_f = \frac{(1.743,811 * 15,00 * 9,672^{1,85})}{4,26^{4,87} * 100^{1,85}} = 0,29 \text{ metros}$$

- La carga por velocidad ($V^2/2g$)

$$H_{\text{velocidad}} = (1,05 \text{ m/seg})^2 / (2 * 9,81) = 0,056 \text{ metros}$$

- Pérdidas menores 10 % línea de impulsión

$$H_{\text{menores}} = 10 \% * 0,29 \text{ metros} = 0,029 \text{ metros}$$

- Pérdida por especificaciones 5 metros

Sumando las pérdidas anteriormente calculadas se obtiene la carga dinámica total (C.D.T).

$$C.D.T = 80,77 + 1,60 + 15,00 + 0,29 + 0,056 + 0,029 + 5 = 102,75 \text{ metros}$$

Para el cálculo de pérdida de carga en tubo de columna, pérdida de carga en línea de impulsión se utilizó la ecuación de Hazzen y Williams.

$$\text{Potencia bomba} = \frac{C.D.T. * Qb}{76 * e}$$

Donde:

C.D.T = carga dinámica total

Qb = caudal de bombeo

e = eficiencia (0,70)

$$\text{Potencia bomba} = \frac{102,75 * 9,672}{76 * e} = 18,68 \text{ H.P.}$$

Agregando un 25 % a la capacidad para compensar el desgaste normal del equipo.

Potencia de la bomba = 23,35 H.P

Potencia de la bomba comercial = 25 H.P

Según el análisis anterior la potencia de la bomba a utilizarse será de 25 H.P por ser una potencia comercial.

2.1.10.3. Verificación del golpe de ariete

Golpe de ariete es un fenómeno de una onda de presión creada por cambios relativamente repentinos en la velocidad del líquido, se produce en la tubería cuando una válvula se cierra rápidamente o cuando se interrumpe el ciclo de bombeo, provocando que el agua que circulaba normalmente se detenga y el rebote se convierta en una onda de agua que se distribuya en la tubería y forme una sobre presión que pueda dañar la tubería, accesorios, equipo; por lo cual se puede prever si se conoce cuál es la sobre presión que genera. Para el cálculo del golpe de ariete se utilizó la siguiente ecuación.

$$G.Ariete = \frac{145}{\sqrt{1 + \frac{(E \text{ agua})(d)}{(E \text{ tubería})(e)}}} * vel$$

Donde:

G.A = golpe de ariete

E agua = módulo de elasticidad del agua (Kg/cm²)

E tubería = módulo de elasticidad del material en este caso HG (Kg/cm²)

d = diámetro interno de la tubería (mm)

e = espesor de pared de la tubería a utilizar (mm)

vel = velocidad que se produce en la tubería de impulsión

$$G.Ariete = \frac{145}{\sqrt{1 + \frac{(20\,670)(110,14)}{(2\,100\,000)(3,66)}}} * 1,05 = 133,72 \text{ m.}$$

Caso crítico = C.D.T. + G.A. = 102,75 + 133,71 = 236,46 m.c.a \cong 375,68 P.S.I y tomando en cuenta que la presión de trabajo para la tubería de hierro

galvanizado es de 700 P.S.I, se concluye que el golpe de ariete no provocará ruptura en la tubería, sin embargo como factor de seguridad para el equipo de bombeo se instalará una válvula de alivio por golpe de ariete.

2.1.10.4. Especificaciones del equipo de bombeo

Las condiciones de trabajo de una bomba están definidas principalmente por tres características: gasto de bombeo (caudal de bombeo), altura de bombeo (carga dinámica total) y la velocidad de rotación del equipo. Estas características a la vez originan para cada situación una eficiencia y una potencia requerida. Por lo cual las especificaciones del equipo de bombeo son:

- Bomba sumergible, acoplada a un motor eléctrico
- Líquido a bombear: agua
- La carga dinámica total a vencer: 102.75 m equivalentes a 337,02 pies
- Caudal de bombeo: 9,672 litros/seg
- El diámetro del equipo de bombeo no debe ser mayor a Ø 8"
- El diámetro de acople entre el equipo de bombeo y tubería de impulsión debe ser de Ø 4".
- La eficiencia del conjunto motor bomba: 70 %
- El motor eléctrico debe funcionar con un voltaje de 440 voltios
- La potencia de la bomba debe ser de 25 H.P

2.1.10.5. Información del pozo y sistema de bombeo

A continuación se presentan datos importantes del pozo mecánico que fueron tomados en cuenta en el diseño de la bomba sumergida.

2.1.10.5.1. Pozo perforado

Los pozos perforados deberán cumplir con los siguientes requerimientos para el buen funcionamiento:

- Ubicarse en zonas no inundables y de fácil acceso para el mantenimiento
- Perforarse aguas arriba de cualquier fuente real o potencial de contaminación y protegerse contra riesgos de contaminación.
- No deberán localizarse a menos de 20 metros de los tanques sépticos, letrinas, sumideros, campos de infiltración o cualquier otra fuente de contaminación similar.
- El diámetro de la tubería de revestimiento del pozo deberá seleccionarse de acuerdo con las características del acuífero del consumo querido.
- El espacio comprendido entre la perforación y el tubo de revestimiento deberá sellarse con mortero rico en cemento hasta mínima de 3 metros el cual se conoce como sello sanitario.
- El tubo de revestimiento deberá sobresalir un mínimo de 25 centímetros del piso terminado de la caseta de bombeo.
- El acondicionamiento del terreno en los alrededores del pozo debe hacerse de tal forma que garantice que las aguas superficiales drenen hacia fuera.
- Antes de entubar el pozo, deberá correrse un registro eléctrico para establecer el diseño que tendrá la rejilla y la ubicación respecto a los acuíferos a explotar.
- En las zonas adyacentes al acuífero se colocarán rejillas previamente diseñadas de acuerdo a la granulometría del mismo, de tal forma que impidan el paso de arenas que puedan dañar los equipos de bombeo y obstruir el pozo. La velocidad del agua de entrada por los orificios o

ranuras de la rejilla o en el filtro, no debe exceder de 0,03 metros/segundo. Podrá utilizarse tubo ranurado con soplete de acetileno.

- En acuíferos con material permeable de diámetro muy pequeño y uniforme, se debe construir un empaque de grava o filtro, alrededor de la rejilla o zona de ranura. Con este fin el espacio anular en la zona de filtración debe tener como mínimo 5 centímetros. Hay que tomar en cuenta que el diámetro de la perforación será 10 centímetros más grande que el diámetro de la tubería de revestimiento.
- Terminada la perforación y después de entubar el pozo debe limpiarse y desarrollarse para sacar los residuos de perforación, y conglomerados de arena, utilizando aire comprimido o cubeta mecánica adecuada.
- La producción efectiva de los pozos deberá estimarse con base en la prueba de producción de bombeo continuo, la cual durará mínimo 24 horas a caudal constante, midiendo caudal y abatimiento del nivel freático, por medio de bomba de capacidad adecuada. Deberá hacerse además una prueba de recuperación de 24 horas de duración.
- Los materiales de la tubería de revestimiento, rejilla, columna de las bombas y además elementos en contacto con el agua, deberán ser resistentes a la acción corrosiva de esta y soportar los esfuerzos máximos a que puedan estar sometidos.

En la siguiente tabla se muestra el caudal de consumo con el respectivo diámetro de tubería de revestimiento más común en los pozos mecánicos.

Tabla V. **Caudales y diámetros en pozos mecánicos**

Caudal (Consumo)	Diámetro de la tubería de revestimiento
Hasta 10 litros/segundo (158 gpm)	152 mm (6”)
De 10 a 15 litros/segundo (de 158 a 237 gpm)	203 mm (8”)
De 15 a 25 litros/segundo (de 237 a 396 gpm)	254 mm (10”)
De 25 a 40 litros/segundo (de 396 a 634 gpm)	305 mm (12”)

Fuente: elaboración propia.

2.1.10.5.2. Datos del pozo

A continuación en la presenta tabla se muestran la información relacionada a la perforación del pozo mecánico ubicado en la Comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo del municipio de Mazatenango.

Tabla VI. **Datos perforación pozo mecánico**

Información pozo mecánico Comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo	
Método de perforación	Percusión con perforadora 60-l
Diámetro de la tubería	8 pulgadas

Continuación de la tabla VI.

Temperatura del agua	20 grados
Profundidad del pozo	400 pies
Total de tubería ranurada	280 pies
Nivel estático	80 pies
Nivel dinámico	265 pies
Producción	130 galones/minuto
Sello sanitario	Entre 80 a 100 pies
Filtro de grava	Entre 80 a 400 pies

Fuente: elaboración propia.

2.1.10.5.3. Perfil estratigráfico

Un perfil estratigráfico es una especie de radiografía del suelo en estudio, en donde se identifica y describen las características físicas, geológicas de las diferentes capas o estratos que componen el suelo en estudio ya que el suelo está compuesto por capas o estratos que varían las propiedades conforme se profundiza en el mismo.

En la siguiente tabla se presenta el perfil estratigráfico del suelo en estudio para la perforación del pozo mecánico.

Tabla VII. **Perfil estratigráfico**

Estrato	Profundidad (pies)	
	Desde	Hasta
Roca gris	0	20
Roca café	20	30
Roca roja y arena	30	80
Roca negra	80	170
Roca gris y arena	170	200
Roca blanca y arena	200	280
Roca gris y arena	280	380
Barro negro	380	400

Fuente: elaboración propia.

En la sección de apéndices se encuentra el esquema del perfil estratigráfico del suelo en estudio.

2.1.10.5.4. Equipo de bombeo en pozo perforado

La capacidad de la bomba y la potencia del motor deberán ser suficientes para elevar el caudal de bombeo previsto contra la altura máxima de diseño, la eficiencia de la bomba en ningún caso será menor del 60 %.

La bomba debe instalarse a una profundidad tal que se asegure una sumergencia que garantice el enfriamiento adecuado.

A la salida del caudal de bombeo deberán proveerse como mínimo los siguientes dispositivos.

- Manómetro en la descarga.
- Tubería de limpieza.
- Válvulas de retención y de paso en la línea de descarga.
- Junta flexible en la línea de descarga.
- Protección contra golpe de ariete si fuera necesario.
- Elementos que permitan determinar en cada caso la altura del nivel de bombeo.

La capacidad del motor deberá calcularse para suministrar la potencia requerida por la bomba (considerando el rendimiento del conjunto), más una capacidad de 10 a 25 % para compensar el desgaste normal del equipo.

En el sistema de bombeo se utiliza energía potencial del agua con la diferencia que para llevarla a ese nivel de energía se utiliza un equipo de bombeo que proporcione la energía necesaria (energía mecánica) para elevar el nivel natural de la fuente a un nivel aprovechable. Para ver el diseño del equipo de bombeo ver 2.1.10.1 (línea de impulsión).

2.1.10.5.5. Tanque elevado

Los tanques elevados podrán ser de concreto o metálicos, atendiendo criterios económicos. Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Que el nivel mínimo de agua en el tanque sea suficiente para conseguir las presiones adecuadas en la red de distribución.
- Que la tubería de rebose descargue libremente.

- Que la tubería de salida hacia el servicio sea reentrante como mínimo 20 centímetros.
- Tubo de desagüe con la correspondiente válvula de compuerta, que permite vaciar el tanque.
- Dispositivo para ventilación convenientemente protegidos, instalándose uno por cada 30 m² de superficie como mínimo.
- Escaleras interiores y exteriores en caso de que las dimensiones excedan de 1,20 metros de alto.
- Caja común o cámara seca para facilitar la operación de las llaves y válvulas del tanque.
- Las tuberías de rebose desagüe no se conectarán directamente a los alcantarillados; deberán tener una descarga libre de 1,00 metros como mínimo y siempre se buscará un desfogue adecuado, donde no cause daño o erosión.
- Los extremos de las tuberías de rebose y desagüe deben protegerse para impedir el paso de insectos y otros animales.

2.1.11. Cálculo y diseño de la línea de distribución

En el cálculo y diseño de línea de distribución es muy importante mantener la presión adecuada para que el sistema sea eficiente en cualquier punto de la red distribución de agua potable.

2.1.11.1. Red de distribución

Se aceptarán ramales abiertos que partan de la tubería matriz de distribución siempre que terminen en conexiones prediales o domiciliarias, servicios públicos, o en casos excepcionales, en puntos muertos provistos de válvulas que sirvan para la limpieza de la tubería.

2.1.11.2. Presiones

En consideración a la menor altura de las edificaciones en medios rurales, las presiones tendrán los siguientes valores.

- Mínima 10 metros (presión de servicio)
- Máxima 40 metros (presión de servicio)

2.1.11.3. Parámetros de diseño

Los criterios técnicos tomados en consideración para el desarrollo de los cálculos hidráulicos, se presentan en la siguiente tabla.

Tabla VIII. **Parámetros de diseño hidráulico**

PARÁMETROS DE DISEÑO	
SISTEMA	FACTORES
Período de diseño	21 años (2013 - 2034)
Población actual	2 250 habitantes
Población futura	4 360 habitantes
Dotación (lts/hab/día)	80 (lts/hab/día)
Factor de conducción f.d.m	1,2
Consumo máximo diario Qc	4,85 lts/seg
Factor de distribución f.h.m.	2.2
Consumo máximo horario	8,88 lts/seg
Capacidad de almacenamiento (ver 2.1.13.2)	130 m ³

Fuente: elaboración propia.

A manera de ejemplo, se diseñará el tramo comprendido en la siguiente estación E-27 y la estación E-57.

La ubicación de la fuente con respecto del tanque de distribución permite que el sistema sea por gravedad, por lo que se realizará un diseño hidráulico.

Valores de diseño hidráulico

Longitud de diseño	= 652,98 metros
Caudal de diseño	= 1,137 litros/segundo
Número de vivienda	= 22
Población actual	= 132
Población futura del diseño	= 256
Cota de terreno inicial E-23	= 995,73 m.s.n.m
Cota de terreno final E-60	= 982,23 m.s.n.m

- Cálculo de la carga disponible

Primero se calcula la pérdida de carga disponible o diferencia de nivel entre las estaciones, es decir:

$$H = (\text{cota inicial del tramo E-27} - \text{cota final del tramo E-57})$$

$$H = (995,73 \text{ m} - 982,23 \text{ m}) = 13,50 \text{ m.}$$

- Cálculo de diámetro teórico

Para calcular el diámetro de la tubería, necesario para cumplir con los requerimientos hidráulicos, se efectúa mediante la fórmula de Hazen Williams.

Sustituyendo valores:

$$D_{\text{teórico}} = \left[\frac{(1\,743,811 * 625,98 * 1,137^{1,85})}{15,50 * 150^{1,85}} \right]^{\frac{1}{4,87}} = 1,60 \text{ pulgadas}$$

Se opta por el diámetro comercial de 2", diámetro interno 2,095".

- Cálculo de pérdida real para el diámetro propuesto

Una vez definido el diámetro interno de la tubería, se procede a calcular el valor real de la pérdida en este tramo; por medio de la ecuación de Hazen Williams.

$$H_f = \frac{(1\,743,811 * 625,98 * 1,137^{1,85})}{150^{1,85} * 2,095^{4,87}} = 3,68 \text{ m}$$

- Cálculo de la velocidad

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

Donde:

V = velocidad del agua en metros/segundo

Q = caudal en litros por segundo (litros/segundo)

D = diámetro interno de la tubería en pulgadas

Sustituyendo valores:

$$V = \frac{(1,974 * 1,137)}{(2,095)^2} = 0,51 \text{ m/s}$$

Verificación de la velocidad, cuyo rango es de 0,30 a 6,00 m/s, por lo que está dentro del rango permisible.

- Cálculo de la cota piezométrica

La cota piezométrica final del tramo se calcula restando la cota piezométrica al inicio del tramo, menos las pérdidas del tramo, por lo tanto; se calcula de la siguiente manera:

$$C.P.F = C.P.I - H_f$$

Donde:

C.P.I = cota piezométrica inicial del tramo

C.P.F = cota piezométrica final del tramo

H_f = pérdida por fricción o pérdida de carga

Sustituyendo valores:

$$C.P.I = 1003,82 \text{ m}$$

$$C.P.F = 1003,82 \text{ m} - 3,58 \text{ m} = 1000,24 \text{ m}$$

- Cálculo de presión estática

Se calcula de la siguiente manera: cota inicial de tramo menos la cota final del terreno de dicho tramo.

$$P_{est} = C.I - C.F$$

Donde:

C.I = cota inicial del tramo

C.F = cota final del tramo

Pest = presión estática

$$P_{est} = (995,73 \text{ m} - 982,23 \text{ m}) = 13,50 \text{ m}$$

- Cálculo de presión disponible

La presión se calcula de la siguiente manera: cota piezométrica final menos la cota final del terreno de dicho tramo.

$$P.D.F = C.P.F - C.T.I$$

Donde:

P.D.F = presión disponible al final del tramo

C.P.F = cota piezométrica final del tramo

C.T.F = cota del terreno al final del tramo

Sustituyendo valores:

$$P.D.F = 1000,24 \text{ m} - 982,23 \text{ m} = 18,01 \text{ m}$$

2.1.12. Volumen del tanque elevado

Los tanques juegan un papel importante para el diseño del sistema de distribución de agua potable, tanto del punto de vista económico, así como por la importancia en el funcionamiento hidráulico del sistema y en el almacenamiento de un servicio eficiente.

Los requisitos sanitarios para un tanque son las siguientes:

- Cubierta hermética, que impida la penetración de aves, agua del exterior, polvo, con pendiente para drenar el agua de lluvia.
- Evitar la entrada de luz para evitar el crecimiento de algas.
- El tubo de ventilación tendrá abertura hacia abajo, con rejilla para evitar los insectos y el polvo.
- Escotilla de visita para inspección de limpieza, ubicada cerca de la tubería de entrada, para facilitar el aforo del caudal en cualquier momento.
- El diámetro mínimo de tubería de rebalse será igual al de la tubería de entrada del tanque.
- El tubo de salida se colocará al lado opuesto del tubo de entrada para que el agua circule en el tanque.
- Debe tener escaleras interiores y exteriores si el tanque excede de 1,2 metros de alto.

El tanque para el almacenamiento de agua debe diseñarse para que supla las demandas máximas horarias esperadas en la red de distribución. De esta forma se mantiene una reserva adecuada para el caso en el que se interrumpa la distribución de las líneas o fuente de abastecimiento, y para casos de incendio. El volumen del tanque deber ser igual a la suma de los requerimientos siguientes.

El caudal de agua llega a los tanque es prácticamente constante, por lo que puede almacenarse agua en los períodos en que el consumo es menor para cubrir los de mayor consumo. Para cubrir la demanda de agua en las horas de mayor consumo, siendo su volumen igual a 25 % al 40 % del caudal medio diario.

Para la Comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo, cuya población 4 361 habitantes por criterio se diseñó un tanque para un volumen del 35 % del caudal medio, más un 7 % por eventualidades.

$$Q_m = 4,03 \text{ litros/segundo}$$

$$\text{Volumen} = Q_m * 86\,400/1\,000$$

$$\text{Volumen} = 35 \% * (4,03 * 86,4)$$

$$\text{Volumen} = 1,07 * (121,867 \text{ m}^3)$$

$$\text{Volumen} = 130,39 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen tanque metálico} = \pi/4 * d^2 * h$$

$$\text{Volumen tanque metálico} = \pi/4 * 5,2^2 * 6,10$$

$$\text{Volumen tanque metálico} = 130,00 \text{ m}^3$$

2.1.13. Diseño del tanque elevado metálico

A continuación se detalla el diseño del tanque elevado que tiene una capacidad de almacenamiento de 130 m^3 , el cual se diseñará en dos partes las cuales son, el cuerpo y la torre del tanque elevado.

2.1.13.1. Diseño del cuerpo del tanque metálico

- Diseño del techo

El techo no está sometido a presión directamente por el líquido que contiene el tanque, en este caso se considera que la presión es nula, por lo que su espesor viene dado en la mayoría de los casos por efectos de corrosión. Se asume para todo el tanque un espesor mínimo por corrosión de $1/8''$, pero por razones comerciales se utilizará lámina de un espesor de $1/4''$ para el techo, este será de forma cónica con una altura de 0,90 metros.

- Diseño del cuerpo

Forma cilíndrica

Altura: 6,10 m

Diámetro: 5,2 m

El esfuerzo para el tanque se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$S = 2,6 \text{ hd/t}$$

Incluyendo un factor de eficiencia de la soldadura $\emptyset = 0,85$

$$S = 2,6 \text{ hd}/\emptyset t$$

$$t = 2,6 \text{ hd}/\emptyset S$$

$$S = \text{esfuerzo unitario máximo (lb/pulg}^2\text{)} = 15\,000$$

h = altura del líquido en pies

d = sección analizada en pies

t = espesor en pulgadas

\emptyset = factor de eficiencia de soldadura = 0,85

$$t = 2,6 \text{ hd}/\emptyset S$$

$$= 2,6 ((20,013) \cdot (17,060) / (0,85 \cdot 15\,000))$$

t = 1/5" debido a que el espesor de lámina no es muy comercial, se usará un espesor de 3/16"

- Diseño del fondo cónico

Según la formula siguiente:

$$S = 2,6 \text{ hd}(\sec\theta)/t$$

Altura: 0,50 m

Incluyendo el factor de eficiencia de soldadura $\emptyset = 0,85$

$$S = 2,6 \text{ hd}(\sec\theta)/t$$

$$t = 2,6 \text{ hd}(\sec\theta)/\emptyset S$$

θ = ángulo que forma el fondo del tanque con la vertical de un punto cualquiera

$$t = 2,6 \text{ hd}(\sec\theta)/\emptyset S$$

$$= 2,6 ((21,654) \cdot (17,060) \cdot (\sec 45) / (0,85 \cdot 15\,000))$$

$$= 0,05 + 1/8" \text{ por corrosión} = 0,175"$$

t = 1/4" por razones comerciales

2.1.13.1.1. Tipos de juntas

El empalme o unión de placas del tanque, partes y conexiones se hará por medio de soldadura. Pueden usarse tornillos para uniones secundarias y para empalmes de columnas que resistan principalmente cargas de compresión. Pernos tratados o laminados en frío pueden ser usados para conexiones barras a tracción que tengan los extremos previstos para estos accesorios.

Las roscas de los tornillos serán pulidas para evitar la rebaba exterior y prevenir una fácil remoción de las tuercas. Las uniones entre juntas traslapadas de placas del fondo se encuentran soportadas directamente en una plataforma de cimentación, serán soldadas continuamente en el lado superior únicamente, todas las demás juntas traslapadas de placas en contacto con el líquido serán soldadas continuamente en ambos lados.

2.1.13.1.2. Cargas de diseño

- Carga muerta: será el peso estimado de todas las construcciones permanentes y accesorios. El peso unitario del acero se considerará como 490 libras/pie cúbico (7 850 kilogramos/ metro cúbico), y el del concreto entre los límites de 144 a 150 libras/pie cúbico (2 300 kilogramos/metro cúbico).
- Carga viva: será el peso estimado de todo el líquido cuando el tanque está lleno hasta el rebosadero y todas las demás cargas vivas que correspondan. El peso unitario del agua se considerará 62,4 libras/pie cúbico (1 000 kg/metro cúbico).

- Carga por viento: en lugares donde deba considerarse esta carga se asumirá que es de 30 libras/pie cuadrado (150 kilogramos/metro cuadrado), en superficie planas verticales y de 18 a 20 libras/pie cuadrado (90 – 100 kilogramos/metro cuadrado), en proyecciones de áreas de superficies cilíndricas y 15 libras/pie cuadrado (75 kilogramos/metro cuadrado), en proyecciones de áreas de doble curvatura (placas) y superficies cónicas.
- Cargas de sismo: se asumirá que la carga completa lateral sobre la estructura (techo, paredes, fondo y la proyección del tubo de admisión), actúa sobre la estructura, en el centro de gravedad de estas cargas.

2.1.13.1.3. Esfuerzos unitarios

Excepto para soportes de techo, todos los miembros de acero serán diseñados y proporcionados para que durante la aplicación de cualquiera de las cargas previamente mencionadas, o cualquiera combinación de ellas, el máximo esfuerzo no exceda los valores especificados.

Esfuerzos Unitarios – Tracción

Tipo	Esfuerzo unitario máximo (libras/pulgadas ²)
Acero estructural en sección neta	15 000
Pernos y otras partes roscadas	15 000
Acero en fundición	11 250
Placas de acero en paredes del tanque	15 000

Esfuerzos Unitarios – Compresión

Tipo	Esfuerzo unitario máximo (libras/pulgadas ²)
Placas de paredes	15 000
Acero estructural y metal de soldadura	15 000
Rigidizadores de vigas de alma llena, almas de sección laminadas al pie del filete	18 000
Acero de fundición	15 000

Esfuerzos Unitarios – Flexión

Tipo	Esfuerzo unitario máximo (libras/pulgadas ²)
Tensión en las fibras extremas excepto	
Placas para base de columnas	15 000
Placas para base de columnas	15 000
Compresión en las fibras extremas de disecciones laminadas y vigas de alma llena miembros compuestos para valores de LD/BT menores o iguales de 600	15 000
LD/BT, mayor de 600	9 000 000 (LD/BT)
L = longitud no soportada, D = peralte del miembro, B = ancho del miembro, T = espesor de su patín en Compresión.	
Pines en fibra extrema	22 500
Acero de fundición	11 250

Esfuerzos Unitarios – Corte

Tipo	Esfuerzo unitario máximo (libras/pulgadas ²)
------	--

Pines y pernos tratados, en agujeros rimados o barrenados	11 250
Pernos corrientes	7 500
Almas de vigas y vigas de alma llena, sección total	9 750
Acero de fundición	7 325
Placas del tanque y uniones estructurales, de material de acero	11 250

Esfuerzos Unitarios – Aplastamiento

Tipo	Esfuerzo unitario máximo (libras/pulgadas ²)
Pines	24 000
Áreas en contacto con superficies laminadas	22 500
Áreas en contacto de materiales similares	20 250
Expansión de rodillos y arcos de diámetro (d)	600 d
d = diámetro (pulgadas)	

Concreto:

2 500 libras/pulgada cuadrada

3 000 libras/pulgada cuadrada

4 000 libras/pulgada cuadrada

5 000 libras/pulgada cuadrada

	Corte doble	Corte simple
Pernos tratados, en agujeros rimados, O barrenados	30 000	24 000
Pernos corrientes	18 750	15 000

2.1.13.1.4. Esfuerzos combinados

Esfuerzos axiales y de flexión: todos aquellos miembros diferentes de las columnas, sujetos a esfuerzos axiales y de flexión, serán proporcionados para que la cantidad $(f_a/F_a + f_b/F_b)$ no exceda la unidad. Las columnas, sujetas tanto a esfuerzos axiales y de flexión, serán proporcionadas para que el término $(f_a + f_b)$, no exceda del valor de P/A , tal como se describe más adelante.

F_a : esfuerzo unitario que se permitiría, si únicamente existiera el esfuerzo axial; F_b : esfuerzo unitario que se permitiría, si únicamente existiera el esfuerzo de flexión; f_a : esfuerzo unitario de flexión real, igual a dividir el momento de flexión por el módulo de sección del miembro.

Pernos: los pernos sujetos a corte y fuerzas de tensión, serán proporcionados, para que los esfuerzos unitarios combinados no excedan el esfuerzo unitario permisible para pernos en tensión únicamente. Los pernos en tensión tendrán las cabezas en formas especiales para proveer una adecuada resistencia al corte a través de ella.

En el diseño de cimentaciones de concreto, sin embargo, el incremento en los esfuerzos de diseño, cuando se incluye viento y cargas muerta y viva pueden ser 33,33 % tanto para los esfuerzos permisibles en el concreto, como en el acero de refuerzo, permitidos por la última revisión del Instituto Americano del Concreto (ACI) Norma 318, previendo que las cimentaciones en el diseño, no sean menores que las requeridas por la combinación de cargas muerta y viva actuando independientes.

Espesores mínimos

Espesores mínimos para cualquier parte de la estructura de un tanque metálico elevado.

Tanques no mayores de 120 pies de diámetro	1/4"
Tanques mayores de 120 pies de diámetro	5/16"
Tanques mayores de 200 pies de diámetro	3/8"

Valores de diseño de soldaduras

Soldaduras acanaladas

Tensión	85 %
Compresión	100 %
Corte	75 %

Soldaduras de filete

Corte transversal	65 %
Corte longitudinal	50 %

2.1.13.2. Diseño de la torre

- Diseño de la estructura

4 columnas inclinadas a 1/8

Altura de torre: 12 m

Separación de columnas: 7,85 m

Longitud de riostras horizontales: variable

Longitud de riostras diagonales: variable

Dado que el viento no es crítico en el medio para la mayor parte de las estructuras, solamente se analizará por sismo, por lo que se necesita integrar el peso total de la estructura, tal como se presenta a continuación.

- Integración del peso tanque elevado
 - Cálculo peso del agua dentro del tanque elevado

$$\text{Peso del agua} = 1\,000 \text{ kg/m}^3 * 130 \text{ m}^3 = 130\,000 \text{ kg}$$

- Cálculo peso de la tapadera del tanque elevado

$$\text{Peso de la tapadera: peso} = A_{\text{tapa}} * t_{\text{tapa}}$$

$$A = (\pi * D^2) / 4 = (\pi * 5,2^2) / 4 = 21,237 \text{ m}^2$$

$$t = 1/4" = 0,00635$$

$$P = 21,237 \text{ m}^2 * 0,00635 \text{ m} * 7\,850 \text{ kg/m}^3 = 1\,058,62 \text{ kg}$$

- Cálculo peso del cuerpo del tanque elevado

$$\text{Peso del cuerpo: Peso} = A_{\text{cilindro}} * t_{\text{cilindro}}$$

Donde:

$$A = h_{\text{cilindro}} * \text{Perímetro del cilindro}$$

$$\text{Perímetro} = \pi * D_{\text{cilindro}}$$

$$\text{Perímetro} = \pi * 5,2 \text{ m} = 16,336 \text{ m}$$

$$A = 6,2 \text{ m} * 16,336 \text{ m} = 99,651 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso} = 99,651 \text{ m}^2 * 0,00635 \text{ m} * 7\,850 \text{ kg/m}^3 = 4\,967,37 \text{ kg}$$

- Cálculo peso del fondo del tanque elevado

$$\text{Peso del fondo: peso: perímetro del fondo} = A_{\text{fondo}} * t_{\text{fondo}}$$

$$A = (\pi * D^2) / 4 = (\pi * 5,2^2) / 4 = 21,237 \text{ m}^2$$

$$t = 1/4" = 0,00635$$

$$P = 21,237 \text{ m}^2 * 0,00635 \text{ m} * 7\,850 \text{ kg/m}^3 = 1\,058,62 \text{ kg}$$

- Cálculo peso de accesorios (asumido) = 800 kg

$$\text{Peso total del tanque lleno con agua} = 137\,884,61 \text{ kg} = 137\,900 \text{ kg}$$

Ahora se da seguimiento a incorporar el peso de la torre estructural, que es de la siguiente manera.

- Peso de la torre

$$\text{Peso de las columnas } \varnothing = 12" = 4 * 12 \text{ m} * 38,34 \text{ kg/m} = 1\,840,32 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de las breizas horizontales} = 20 * 50,65 \text{ kg} = 1\,013 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de las breizas horizontales} = 32 * 50,65 \text{ kg} = 1\,620,80 \text{ kg}$$

$$\text{Peso total de la torre} = 4\,474,12 \text{ kg} = 4\,475,00 \text{ kg}$$

Tomando en cuenta ambos pesos, tanto el del tanque lleno con agua y el de la torre, el peso total es 142 375,00 kg. Con la existencia de estos datos se

puede dar continuación al diseño y realizar un análisis por sismo, el análisis se hará según el código SEAOC, de la manera siguiente:

Fórmula de SEAOC:

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

V = corte basal

Z = 1,00, ya que el riesgo de sismo es mínimo

I = 1,00, factor que depende de la importancia de sus características

K = 2,5, ya que es un tanque elevado

C = 1/15 raíz T; donde T = 0,0906 H/ raíz (B)

S = 1,5, factor que depende del tipo de suelo

Donde H es la altura del centro de gravedad del depósito del tanque y B es la longitud paralela a la fuerza del sismo que resiste.

$$V = 1 * 1,5 * 2,5 * 0,087 * W = 0,3268W$$

$$\text{Peso/columna} = 142\ 375,00 \text{ kg}/4 = 35\ 593,75 \text{ kg}$$

Corte que actúa en el tanque: $V = 0,3268 * 137\ 900 \text{ kg} = 45\ 065,72 \text{ kg}$

Corte que actúa en la torre: $V = 0,3268 * 4\ 475 \text{ kg} = 1\ 462,43 \text{ kg}$

Se recomienda aumentar las cargas un 25 % como factor de seguridad:

$$V_{\text{total}} = 45\ 065,72 + 1\ 462,43 = 46\ 528,15 \text{ kg}$$

Por lo tanto:

$$V_{\text{total}} = 46\,528,15 * 1,25 = 58\,160,44 \text{ kg}$$

- Cálculo de los momentos actuantes

$$M' = 45\,062,81 \text{ kg} * 1,25 * 15,05 \text{ m} = 847\,744,18 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M'' = 1\,462,34 \text{ kg} * 1,25 * 6,15 \text{ m} = 11\,241,71 \text{ kg} - \text{m}$$

$$M_{\text{total}} = 858\,985,88 \text{ kg} - \text{m}$$

Los momentos fueron calculados con respecto a la base de la torre,
Análisis de los sentidos xx – yy.

- Cálculo del corte y momento por marco

V_m = corte por marco

$$V_m = V_{\text{total}}/2 = 58\,156,44 \text{ kg}/2 = 29\,078,22 \text{ kg}$$

M_m = momento por marco

$$M_m = 858\,985,88 \text{ kg} - \text{m} / 2 = 429\,492,94 \text{ kg} - \text{m}$$

- Cálculo de la reacción en el punto o

R_o = reacción en el punto o

R_o = M_m /separación entre columnas

$$R_o = 429\,492,94 \text{ kg} - \text{m} / 7,85 \text{ m} = 54\,712,477 \text{ kg}$$

P_{1-2} = esfuerzo entre columnas 1 – 2

$$P_{1-2} = (M'_1 + M''_1) / \text{separación entre columnas}$$

$M'_1 =$ momento de V' respecto del punto 1

$$M'_1 = 56\,328,51 \text{ kg} * 3,175 \text{ m} = 178\,843,04 \text{ kg} - \text{m}$$

$M''_1 =$ momento de V' respecto del punto 1

$$M''_1 = 1\,827,925 \text{ kg} * 3,175 \text{ m} = 5\,803,64 \text{ kg} - \text{m}$$

$$P_{1-2} = 186\,646,08 / 7,85 = 23\,521,87 \text{ kg}$$

- Analizando en el sentido $xy - yx$

El valor de la fuerza en el arrioste diagonal será

$$AD = (R_o - P_{1-2}) * \text{Sec } \theta$$

$$AD = (54\,712,477 \text{ kg} - 23\,521,87 \text{ kg}) * \text{sec } 25 = 34\,415,03 \text{ kg} = 74,74 \text{ Kips}$$

- Fuerza máxima sobre una columna

$$P_{\text{max}} = M_{\text{total}} / \text{dist}$$

$$P_{\text{max}} = 858\,985,88 / 7,85 = 109\,424,95 \text{ kg}$$

- Diseño de columnas

$$C = P_{\text{max}} + (P / \text{columna})$$

$$C = 109\,424,95 \text{ kg} + 35\,593,75 \text{ kg} = 145\,018,70 \text{ kg} = 319,04 \text{ Kips}$$

Utilizando una columna con un diámetro de $\emptyset = 12''$

Datos

$$A = 14,60 \text{ plgs}^2$$

$$r = 4,38 \text{ plgs}$$

$$K = 1$$

$$L = 3 \text{ m} = 9,48 \text{ ft} = 118,08 \text{ plgs}$$

$$Kl/r = 1*(118,08)/4,38 = 26,96$$

Según la AISC para la relación de 27

$$F_a = 20,15 \text{ y } 1,33F_a$$

Hay que revisar lo siguiente $f_a < F_a$; $f_a = C/A$

$$F_a = 20,15 * 1,33 = 26,80 \text{ Kips/plgs}^2 = 27 \text{ Kips/plg}^2$$

$$f_a = 319,04 \text{ Kips}/14,60 \text{ plgs}^2 = 21,85 \text{ Kips/plg}^2$$

Si cumple con la exigencia que $f_a < F_a$, por lo cual se puede asegurar que una columna circular de diámetro de 12" es adecuada para soportar las cargas actuantes.

- Diseño de los miembros diagonales

Perfil C 8" X 8,5" X 3/8"

$$T = 74,74 \text{ Kips}$$

$$A = 5,51 \text{ plgs}^2$$

$$r = 2,82 \text{ plgs}$$

$$K = 1$$

$$L = 328,7 \text{ plgs}$$

$$Kl/r = 1*(328,7)/2,82 = 116,52$$

Según la AISC para la relación de 117

$$F_a = 10,71 \text{ y } 1,33F_a$$

Hay que revisar lo siguiente $f_a < F_a$; $f_a = C/A$

$$F_a = 10,71 * 1,33 = 14,24 \text{ Kips/plg}^2$$

$$f_a = 74,74 \text{ Kips}/5,51 \text{ plgs}^2 = 13,56 \text{ Kips/plg}^2$$

Como conclusión $f_a < F_a$, por lo tanto si es apropiada a utilizar.

- Diseño de arriostres horizontales

Perfil C 8" X 8,5" X 3/8"

Utilizando una columna con un diámetro de $\varnothing = 12$ "

$$C = 63,05 \text{ Kips}$$

$$A = 5,51 \text{ plgs}^2$$

$$r = 2,82 \text{ plgs}$$

$$K = 1$$

$$L = 308,97 \text{ plgs}$$

$$Kl/r = 1*(308,97)/2,82 = 109,56$$

Según la AISC para la relación de 110

$$F_a = 11,67 \text{ y } 1,33F_a$$

Hay que revisar lo siguiente $f_a < F_a$; $f_a = C/A$

$$F_a = 11,67 * 1,33 = 15,52 \text{ Kips/plgs}^2$$

$$f_a = 63,05 \text{ Kips}/5,51 \text{ plgs}^2 = 11,44 \text{ Kips/plg}^2$$

Como conclusión $f_a < F_a$, por lo tanto si es apropiada a utilizar.

- Placa base para la columna

$$A = P_t/F_p$$

Donde:

$$F_p = 0,35 * f'_c \text{ (} f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 3\,000 \text{ lbs/plg}^2 \text{)}$$

$$F_p = 0,35 * 3\,000 = 1\,050,00 \text{ lbs/plg}^2$$

$$P_t = F_a * A = 20\,150 \text{ lb/plg}^2 * 14,6 \text{ plg}^2 = 294\,190,00 \text{ lbs}$$

$$A = 294\,190,00 \text{ lbs}/1\,050,00 \text{ lb/plg}^2 = 280,19 \text{ plg}$$

$$A = \sqrt{280,18} = 16,74 \text{ plgs} = 18 \text{ plg}$$

- Presión real de contacto en la placa

$$q = P_t / B * C$$

$$q = 294\,190,00 \text{ lbs}/(18 * 18) = 907,99 \text{ lbs/plg}^2$$

$$M = \frac{q * n^2}{2}$$

$$M = \frac{907,99 * 3^2}{2} = 4\,085,96 \text{ lbs-plg}$$

- Espesor de la placa base

$$M = \sqrt{\frac{3 * q * (m^2 \text{ o } n^2)}{F_b}} \quad \text{o} \quad t = \sqrt{\frac{6M}{F_b}}$$

Donde:

F_b = Esfuerzo de trabajo a flexión = $0,75F_y$ (AISC)

$F_b = 0,75 * (36\,000 \text{ lbs/plg}^2) = 27\,000 \text{ lbs/plg}^2$

$m = n$ = proyección de la placa fuera de la columna (plg)

q = presión real de contacto

$$t = \sqrt{\frac{6M}{F_b}}$$

$$t = \sqrt{\frac{6 * (4\,085,96)}{27\,000}} = 0,91 \text{ plg} = 1 \text{ plg.}$$

La placa a utilizar será de 18"X18"x1"

- Diseño de pernos de anclaje

El caso crítico para analizar los pernos es cuando el tanque se encuentra vacío por lo que se tiene.

$$109\,424,95 \text{ kg} - 35\,593,75 \text{ kg} = 73\,831,20 \text{ kg} = 160,02 \text{ Kips}$$

- Diseño de pernos a tensión

$$F_t = 0,60 * F_y$$

$$F_t = 0,60 * 36\ 000 = 21\ 600 \text{ lbs/plg}^2$$

- Cálculo area requerida para esfuerzos de tensión

$$A \text{ requerida} = \frac{F \text{ tensión}}{F_t}$$

$$A \text{ requerida} = \frac{160\ 020,00 \text{ lbs}}{21\ 600 \text{ lbs/plg}^2} = 7,41 \text{ plg}^2$$

$$n = \frac{7,41 \text{ plg}^2}{6} = 1,23 \text{ plg}^2$$

- Diseño de pernos por corte

$$F_v = 0,40 * F_y$$

$$F_v = 0,40 * 36\ 000 = 14\ 400 \text{ lbs/plg}^2$$

- Cálculo área requerida para esfuerzos de corte

$$A \text{ requerida} = \frac{F \text{ corte}}{F_t}$$

$$A \text{ requerida} = \frac{74\,740,00 \text{ lbs}}{14\,400 \text{ lbs/plg}^2} = 5,190 \text{ plg}^2$$

$$n = \frac{5,190 \text{ plg}^2}{6} = 0,87 \text{ plg}^2$$

Los pernos a utilizar según la AISC serán de 1 3/8" de diámetro tipo A490 especificados por las Normas ASTM.

- Diseño de cimiento

Datos cimentación

4 pedestales

4 zapatas de 2 * 2 m²

Profundidad = 1,5 m

Valor soporte del suelo 15,00 ton/m²

Datos Pedestal

Ancho = 0,50 m

Altura del pedestal = 3 * (ancho)

H = 3 * 0,50 = 1,50 m

Refuerzo pedestal

El pedestal debe trabajar para el cimiento como una columna corta por lo tanto la relación de esbeltez tiene ser menor o igual a 22. El código ACI asigna los siguientes parámetros:

Si $E < 22$, se trata de una columna corta

Si $22 < E < 100$, se trata de una columna intermedia

Si $E > 100$, se trata de una columna larga

Para determinar la relación de esbeltez de una columna se aplica la ecuación siguiente:

$$E = (K * Lu)/r$$

Donde:

K = factor de pandeo, se le da el valor de 1

Lu = longitud libre entre apoyos

El radio de giro se calcula según la sección de la columna

$r = 0,30$ para columnas cuadradas o rectangulares

$r = 0,25$ para columnas circulares

por lo tanto

$E = (1 * 1,5)/0,30 = 5 < 22$, se trata de una columna corta

- Carga axial

El momento causado por la componente horizontal de la carga de la columna se considera como despreciable ya que el ángulo de inclinación de la columna metálica transmisora de la fuerza es muy pequeño.

El código ACI asigna la siguiente fórmula para el cálculo de la resistencia última para una columna corta:

$$P_u = \Phi * (0,85f'_c * (A_g - A_s) + (F_y * A_s))$$

Donde:

P_u = resistencia última

Φ = factor de compresión (0,70)

A_g = área de sección de la columna

A_s = área de acero en cm^2

f'_c = resistencia nominal del concreto = 210 kg/cm^2

f_y = resistencia de fluencia del acero = 2810 kg/cm^2

La sección del pedestal tendrá desde 2,54 cm (1") hasta 3 cm (1 1/4") de la columna hasta la placa base en todo su alrededor y esta será la sección del pedestal.

Se tomará $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y acero de grado 40. Se utilizará acero mínimo el cual está establecido por la ACI que sea el 1 % del área de la sección.

$$A_g = 50 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 2500 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (0,01) * (2500 \text{ cm}^2) = 25 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 0,70 * (0,85 * 210 * (2500 - 25) + (2810 * 25)) = 358426,25 \text{ kg} = 788537,75 \text{ lbs}$$

Para el refuerzo mínimo por corte, el ACI señala un espaciamiento mínimo por corte igual o menor que la mitad del lado corto del pedestal y un recubrimiento mínimo de 5 cm.

Espaciamiento por corte:

$$S = d/2$$

Donde:

d = es el ancho de la columna menos el recubrimiento

$$d = 0,50 - 0,05 = 0,45 \text{ m} = 45 \text{ cm}$$

$$S = 45/2 = 22,5 \text{ cm}$$

Se utilizarán 4 varillas No.7 (7/8") y 4 varillas No.6 (3/4") con estribos No.3 (3/8") con un espaciamiento de 20 cm.

- Diseño de zapatas

Primero se obtendrá el momento de volteo respecto a la base de apoyo para el cálculo de estabilidad.

$$M_v = F_s * H$$

$$M_e = P_T * 3600 * L$$

Donde:

M_v = momento de volteo (ton-m)

M_e = momento estabilizante (ton-m)

F_s = fuerza de sismo

H = altura de la base del pedestal de la zapata a la mitad del depósito

P_T = peso total de la estructura

L = separación entre columnas

Al existir fuerzas laterales actuando provocan el momento de volteo; este momento causa el desplazamiento del peso de la estructura del eje de soporte a una distancia X_u .

$$X_u = M_v/P_T$$

La estabilidad permanecerá asegurada si se cumple con la siguiente condición.

$$X_u < (L/6)$$

Donde L es el diámetro y también cuando la relación entre el momento estabilizante y el momento de volteo sea mayor o igual a 1,5.

$$CE = \text{Coeficiente de estabilidad} \geq 1,5$$

$$CE = M_e/M_v$$

- Peso de la estructura

$$\text{Peso pedestal} = \text{Volumen} * \delta_{\text{concreto}}$$

$$\text{Peso pedestal} = 0,50 \text{ m} * 0,50 \text{ m} * 1,50 \text{ m} * 2400 \text{ kg/m}^3 = 900 \text{ kg}$$

$$P_T = (P_{\text{depósito}} + P_{\text{torre}}) + P_{\text{pedestal}}$$

$$P_T = 35\,593,75 \text{ kg} + 900 \text{ kg} = 36\,493,75 \text{ kg} = 36,49 \text{ ton}$$

- Verificación por volteo

$$\text{La carga de sismo se toma como } F_s = 10\% P_T$$

$$F_s = 10\% * (36,49 \text{ ton}) = 3,65 \text{ ton}$$

$$H = 15,05 + 1,5 = 16,55 \text{ m}$$

$$Mv = F_s * H$$

$$Mv = 3,65 \text{ ton} * 16,55 \text{ m} = 60,40 \text{ ton} - \text{m}$$

$$X_u = Mv/P_T$$

$$X_u = 60,40 \text{ ton-m}/36,49 \text{ ton}$$

$$X_u = 1,65 \text{ m}$$

- Cálculo de cargas

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

$$L = 0,50 \text{ (ancho pedestal)}$$

$$\text{Peso del cuerpo del tanque} = 7\,900 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del líquido} = 130\,000 \text{ kg}$$

$$\text{Carga muerta} = 5 \text{ ton}/4 = 1,25 \text{ ton}$$

$$\text{Carga viva} = 100 \text{ ton}/4 = 25 \text{ ton}$$

- Diseño de zapatas

$$A_{\text{zapata}} = Pt/V_s$$

$$Pt = \text{carga de trabajo}$$

$$V_s = \text{valor soporte del suelo (ton/m}^2\text{)}$$

$$V_s = 15 \text{ ton/m}^2$$

$$A'_{\text{zapata}} = (CM + CV)/V_s$$

$$A'_{\text{zapata}} = (1,25 + 25)/15 = 1,75 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{zapata}} = \text{factor} * A'_{\text{zapata}}$$

$$A_{\text{zapata}} = 1,20 * 1,75 \text{ m}^2 = 2,1 \text{ m}^2$$

$$L = \sqrt{A_{\text{zapata}}} = 1,45 \text{ m} \approx 1,50 \text{ m}$$

- Cargas de diseño

P_d = carga de diseño

$P_d = P_u / A_{zapata}$

$P_u = (1,4CM + 1,7CV)$

$P_u = ((1,4 * 1,25) + (1,7 * 25)) = 44,25 \text{ ton}$

$P_d = 44,25 \text{ ton} / 2,25 \text{ m}^2 = 19,67 \text{ ton/m}^2$

- Verificación por flexión

$$V_c = 0,85 * 0,53 * (\sqrt{f'c}) * b * d$$

$$V_u = P_d * A$$

$$A = L * d$$

Donde:

V_c = resistencia última del concreto por corte

V_u = esfuerzo de corte actuante

- Chequeo: $V_c > V_u$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * (\sqrt{210}) * 150 * (d / 1000)$$

$$V_c = 1053,16 * (d / 1000)$$

$$V_u = 19,67 * 1,50 * (((1,50 - 0,50) / 2) - (d / 100))$$

$$V_u = 29,51 * (0,50 - d / 100)$$

$$d = 0,40 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

$$V_c = 42,13 \text{ ton}$$

$V_u = 2,95 \text{ ton}$, la condición si cumple $V_c > V_u$

- Verificación por punzonamiento

$$V_c = 0,85 * 1,06 * b * d * (\sqrt{f'c})$$

$$V_u = P_d * (A_{\text{zapata}} - A_{\text{pz}})$$

$$t = 40 \text{ cm}$$

$$d = t - \text{recubrimiento} - (\Phi/2) \quad \Phi = 3/4" = 1,905 \text{ cm}$$

$$d = 40 - 5 - (1,905/2) = 34,04 \text{ cm}$$

$b_o = \text{Perímetro punzonante}$

$$b_o = 4 * (40 + d)$$

$$b_o = 4 * (40 + 34,04) = 296,16 \text{ cm}$$

$$A_{\text{punzonamiento}} = ((40 + d/2)/100)^2$$

$$A_{\text{punzonamiento}} = ((40 + 34,04/2)/100)^2 = 0,325 \text{ m}^2$$

- Cálculo del cortante en el concreto

$$V_c = 0,85 * 1,06 * (d/1000) * b_o * (\sqrt{210})$$

$$V_c = 0,85 * 1,06 * (34,04/1000) * 296,16 * (\sqrt{210}) = 131,67 \text{ ton}$$

- Cálculo del cortante último en el concreto

$$V_u = P_d * (A_{\text{zapata}} - A_{\text{punzonamiento}})$$

$$V_u = 19,67 * ((1,50 * 1,50) - (0,325)) = 37,86 \text{ ton}$$

Si chequea $V_c > V_u$

- Diseño de acero de refuerzo

$$M = Pd * (L^2/2)$$

$$L = (l/2 - n/2)$$

Donde:

$l/2$ = longitud media de la zapata

$n/2$ = longitud media de la sección de la columna (pedestal)

$$M = 19,67 * ((1,50/2) - (0,50/2)) = 2 458,75 \text{ kg-cm}$$

Datos

$$A_s = M / (\beta * f'_c * (d - t))$$

$$d = 34,04 \text{ cm}$$

$$b = 150 \text{ cm}$$

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

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

$$\beta = 0,85$$

$$t = 2,5 \text{ cm (recubrimiento mínimo)}$$

$$M = 2 458,75 \text{ kg-m}$$

$$A_s = (2 458,75 \text{ kg-cm}) / (0,85 * 210 * (34,04 - 2,5)) = 43,66 \text{ cm}^2$$

- Cálculo del acero mínimo (A_{smin})

$$A_{smin} = (14,1/F_y) * b * d$$

$$A_{smin} = (14,1/2 810) * 150 * 34,04 = 25,63 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto como el $A_{s_{min}}$ es menor que el A_s calculado, utilizaremos el mayor para el acero de la zapata.

El armado se hará con 11 No.7 (7/8") a cada 10 cm, en ambos sentidos tomando en cuenta un factor de seguridad se procederá a utilizar una zapata de 1,5 m X 1,5 m con un peralte de 40 cm.

Especificaciones de diseño

Columnas

Suponer que el ($F_y = 36 \text{ Ksi}$), ($kl/r \leq 200$)

La relación de esbeltez kl/r siendo l la longitud de la columna desde nudo a nudo sin soporte, en pies, r es el radio de giro, k se le da un valor de igual a 1.

Con la relación de esbeltez, se calculó el esfuerzo unitario permisible F_a en la tabla de esfuerzos permitidos para miembros a compresión, en el manual AISC.

Acero estructural: el material que se ajuste a las siguientes normas, podrá ser usado bajo estas especificaciones:

- Acero estructural con límite de fluencia mínimo de $29,5 \text{ kg/mm}^2$ y con un espesor máximo de 12,7 mm, ASTM A529.
- Tubos de acero, con o sin costura, negros y galvanizados, por inmersión en caliente, ASTM A53.
- Tubos de acero al carbono para usos estructurales, formados en frío, con o sin costura, de sección circular o de otras formas, ASTM A500.

- Acero estructural, ASTM A36
- Lámina de acero de baja aleación y alta resistencia, laminada en caliente y laminada en frío, resistente a la corrosión, ASTM A606.
- Lámina de acero al carbono laminado en caliente, para uso estructural, ASTM A570.
- El fabricante deberá presentar informes certificados de las pruebas de laboratorio de los materiales a usar, de acuerdo con las normas ASTM A6 o ASTM A568, para uso aceptable de los materiales.

Tornillos

Los tornillos de acero cumplirán con la última edición de una de las siguientes Normas:

- Sujetadores estándar de acero al bajo carbono, roscados interna o externamente, ASTM A307.
- Tornillos de alta resistencia para conexiones de acero estructural incluyendo tuercas y arandelas, ASTM A325.
- Tornillos de acero de aleación templados y endurecido para conexiones de acero estructural, ASTM A490.

2.1.14. Sistema de desinfección

El tratamiento de desinfección se hará por medio de hipoclorador. La ubicación del hipoclorador se hará en la estación E-0, justo antes de la entrada al tanque de almacenamiento.

A continuación se hace el cálculo de la cantidad de hipoclorito de calcio se necesita saber el aforo de que ingresa al tanque de almacenamiento para poder realizar el cálculo. Para este caso el caudal es 9,672 litros/seg.

Luego se debe calcular la solución del cloro al 0,1 % (1 por millar) de la cantidad de agua que ingresa al tanque de almacenamiento en un día. La cantidad de agua que ingresa en un día al tanque es 835,66 m³ esta cantidad se divide entre mil dando como resultado 0,836 m³ de cloro.

Se debe tomar en cuenta que la solución se prepara para 3 días entonces la cantidad de solución sería igual 2,508 m³ para 3 días, es muy importante mencionar que el grado de pureza del hipoclorito de calcio es de 65 %.

Se establece la dosis de cloro en mg/lit, es un valor que varía entre 0,80 a 1,20 mg/lit, se toma el promedio que es 1 mg/lit.

Para calcular la cantidad de cloro a utilizar en gramos, se usa la siguiente ecuación:

$$C = (V \cdot D) / (G/100)$$

Donde:

C = cantidad de hipoclorito de calcio a utilizar en gramos

V = volumen de solución para 3 días

D = dosis de cloro (1 mg/lit)

G = grados de pureza del hipoclorito de calcio, (65 %)

Resolviendo la ecuación:

$$C = (2,508 \text{ lts} * 1,00) / (65/100) = 3\ 858,46 \text{ gramos de hipoclorito de calcio}$$

Al hacer la conversión necesaria, resulta que se deben utilizar para 3 días 136 onzas, se utilizarán cada 3 días una cantidad de solución de 2,508 m³ donde se disolverán 15 onzas de hipoclorito de calcio al 65 % de pureza.

2.1.15. Obras de arte

La línea de conducción es un sistema de abastecimiento de agua potable por gravedad o bombeo, que es el conjunto de tuberías válvulas, accesorios, estructuras y obras de arte encargadas de la conducción del agua desde la captación hasta el reservorio, aprovechando la carga estática existente.

Las obras de arte utilizadas en las líneas de conducción son cajas rompepresión que se utilizan, cuando en un tramo de tubería se tiene un fuerte desnivel, también se utilizan pasos aéreos o de zanjón cuando se quiere librar una depresión del terreno o atravesar un río, las cajas unificadoras de caudal que sirven para reunir dos o más caudales previamente captados, cajas distribuidoras de caudal que se emplean para poder dividir el caudal en uno, dos o más partes, dependiendo del número de comunidades o sectores, cajas para válvulas que sirven para proteger cualquier válvula que sea necesaria instalar en el sistema tales como, válvulas de limpieza, válvulas reguladoras de presión, válvulas de limpieza, entre otras.

2.1.16. Válvulas

Válvulas de aire

Estas válvulas se utilizan debido a que el aire disuelto en el agua, o aquel que quede atrapado dentro de la tubería, tiende a depositarse en los puntos altos del perfil de la tubería. La cantidad de aire que se acumule puede reducir la sección de la tubería y por lo tanto, su capacidad de conducción. La ubicación de las válvulas de aire se detalla en los planos constructivos.

Válvulas de limpieza

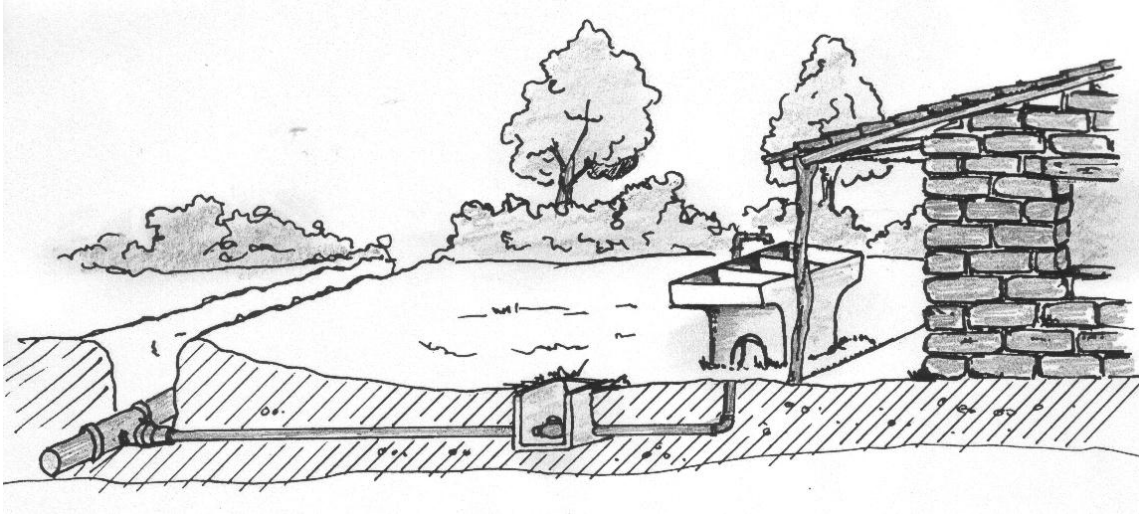
Son aquellas que se usan para extraer todos los sedimentos que se pueden acumular en los puntos bajos de las tuberías; se deben colocar única y exclusivamente en la línea de conducción, ya que en la línea de distribución, los grifos realizan esta función.

Estas válvulas se componen básicamente por una tee a la cual se conecta lateralmente un niple (tubería menor de 6 m), además de una válvula de compuerta que se puede abrir para que, por medio del agua, se expulsen de la tubería los sólidos acumulados.

2.1.17. Conexiones domiciliarias

Se entiende por conexión domiciliar al servicio que permite la instalación de un grifo o unidades dentro y fuera de una vivienda. Por razones económicas este servicio es menos aconsejable en el área rural, pero por razones urbanísticas y que la Comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo, se empleará este tipo de conexión en el proyecto.

Figura 1. **Esquema de una conexión predial en el área rural**



Fuente: INFOM-UNEPAR. Manual de operación y mantenimiento. p. 4.

2.1.18. Evaluación de Impacto Ambiental

En la construcción o ejecución de todo proyecto de infraestructura en general como son una línea de impulsión, un tanque elevado y una red de distribución de agua potable, todas las actividades realizadas por el ser humano en la tierra o el entorno, genera un cambio o impacto en los componentes ambientales; ambiente físico, biológico y social. Este impacto puede ser de carácter positivo, negativo irreversible, negativo con posibles mitigaciones o neutros.

De acuerdo con las leyes actuales, se pueden realizar dos tipos de estudios de impacto ambiental:

Impacto ambiental no significativo o evaluación rápida, impacto ambiental significativo o evaluación general.

El estudio de impacto ambiental no significativo o evaluación rápida, se realiza por medio de una visita de observación al sitio propuesto para el proyecto por parte de los técnicos en materia, aprobados por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN) y por cuenta del interesado, para determinar si la acción propuesta no afecta de manera significativa, el ambiente. El criterio debe basarse en proyectos similares según tamaño, localización e indicadores que se crean pertinentes.

El estudio de impacto ambiental significativo o evaluación general se podrá desarrollar en dos fases:

- Fase preliminar o de factibilidad
- Fase completa

La fase preliminar o de factibilidad deberá tener datos de la persona interesada descripción del proyecto y escenario ambiental, principales impactos y medidas de mitigación sistema de disposición de desechos, plan de contingencia, plan de seguridad humana y otros que se consideren necesarios.

La fase completa, generalmente, se aplica a proyectos con grandes impactos y debe ser un estudio, lo más completo posible, además de lo establecido en fase preliminar, deberá responder a una serie de interrogantes necesarios para determinar el impacto que tendrá el proyecto.

- ¿Qué sucederá al medio ambiente como resultado de la ejecución del proyecto?
- ¿Cuál es el alcance de los cambios que sucedan?
- ¿Qué importancia tienen los cambios?
- ¿Qué puede hacerse para prevenirlos o mitigarlos?
- ¿Qué opciones o posibilidades son factibles?
- ¿Qué piensa la comunidad del proyecto?

Para la construcción de un sistema de abastecimiento de agua potable, el impacto generado se considera poco significativo por lo que se puede realizar una evaluación rápida. Esta evaluación debe contener información básica, establecer con suficiente nivel de detalle los impactos negativos previstos y las medidas de mitigación propuestas.

Evaluación rápida

- Información del proyecto
 - Nombre de la comunidad: Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.
 - Municipio: Mazatenango.
 - Departamento: Suchitepéquez.
- Tipo de proyecto

Línea de impulsión con su tanque elevado y red de distribución de agua potable.

- Consideraciones especiales

Consideraciones sobre áreas protegidas

- ¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente? no
 - Nombre del área protegida: no aplica
 - Categoría de manejo del área protegida: no aplica
 - Base legal de la declaratoria del área protegida: no aplica
 - Ente administrador del área protegida: no aplica
 - Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida: no se encuentra dentro de áreas protegidas.
 - Por la ubicación del proyecto dentro de áreas SIGAP: el proyecto no requiere un estudio de impacto ambiental.
-
- Consideraciones sobre ecosistemas naturales
- ¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural? no
 - ¿Estado actual del ecosistema? no aplica
-
- Otras consideraciones
- Zona de alto valor escénico: no
 - Área turística: no
 - Sitio ceremonial: no
 - Sitio arqueológico: no
 - Área de protección agrícola: no
 - Área de asentamiento humano: no
 - Área de producción forestal: no
 - Área de producción pecuaria: no

Tabla IX. **Impactos ambientales negativos durante la ejecución**

Impactos Ambientales	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
	Executor	Comunidad	Municipalidad
Remoción de la cobertura vegetal	X		
Movimiento de material	X		
Disposiciones inadecuadas de materiales de desperdicio	X		
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	X		
Alteración del paisaje natural		X	
Cambios en la estructura del suelo	X		
Generación de desechos sólidos	X		

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Impactos ambientales negativos durante la operación**

Impacto ambiental previsto	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
Actividad	Comité de Mantenimiento	Comunidad	Municipalidad
Disminución del nivel del agua subterránea.	X	X	X
Pequeñas inundaciones debido a fugas en sistema de agua.	X		
Disposición inadecuada de las aguas residuales.	X	X	
Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza.	X	X	

Fuente: elaboración propia.

Al observar los impactos ambientales negativos generados se considera que el proyecto de agua potable en la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo, son ambientalmente viables. También, se prevé que habrá impactos sociales de carácter positivo, al mejorar la salud de los habitantes de la comunidad al contar con agua sanitariamente segura para el consumo.

2.1.19. Elaboración de planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los resultados obtenidos en el diseño hidráulico, los cuales se muestran completos en los apéndices.

2.1.20. Elaboración de presupuesto

A continuación se presentan los precios unitarios del proyecto de abastecimiento de agua potable para la comunidad en estudio, tomando en cuenta la elaboración de los planos y las especificaciones técnicas del proyecto.

Tabla XI. **Elaboración de presupuesto**

No	Renglón	Cantidad	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Rotulo de identificación del proyecto	1	Unidad	Q 2 500,00	Q 2 500,00
2	Bodega	1	Unidad	Q 18 000, 00	Q 18 000, 00
3	Trabajos preliminares	10 340,00	MI	Q 8,00	Q 82 720,00
4	Tanque de distribución	1	Unidad	Q 551 244,00	Q 551 244,00
5	Línea de impulsión	1	Unidad	Q 171 634,00	Q 171 634,00
6	Línea de distribución				
7	Tubería PVC 160 PSI de Ø 4"	632	MI	Q 86,73	Q 54 815,90

Continuación de la tabla XI.

8	Tubería PVC 160 PSI de Ø 3"	219	MI	Q 70,92	Q 15 531,75
9	Tubería PVC 160 PSI de Ø 2 1/2"	659	MI	Q 50,44	Q 33 242,00
10	Tubería PVC 160 PSI de Ø 2"	1744	MI	Q 59,11	Q 103 092,90
11	Tubería PVC 160 PSI de Ø 1 1/2"	1964	MI	Q 54,14	Q 106 324,00
12	Tubería PVC 160 PSI de Ø 1"	11570	MI	Q 44,00	Q 50 913,00
13	Tubería PVC 160 PSI de Ø 3/4"	3283	MI	Q 49,16	Q161394,70
14	Conexión domiciliar	375	Unidad	Q 1 000,20	Q 375 075,00
Total					Q 1 693 245,25
Imprevistos 5 %					Q 84 662,26
Total					Q 1 777 907,51

Fuente: elaboración propia.

2.1.21. Programa de operación y mantenimiento

Operación

Es importante considerar este aspecto, pues ningún sistema de agua potable puede funcionar por sí solo, ni de manera adecuada si se opera de

forma incorrecta. Por otra parte, su mantenimiento es indispensable. Por tal razón se debe nombrar un encargado de aguas, para que resuelva los problemas técnicos, operativos y administrativos, que se presenten durante el servicio del sistema de agua potable, con un salario por Q 55,00 día contratado, por servicios personales, el salario mensual es de Q 1 650,00.

Mantenimiento

En UNEPAR se ha plantado que mensualmente se requiere un monto que equivale al 0,40 % del costo total del proyecto, con este porcentaje se toma en cuenta el mantenimiento tanto preventivo, como correctivo y se da de la manera siguiente.

$$R = (0,004 * \text{Costo Total}) / \text{periodo de diseño}$$

Tratamiento

Como tratamiento se refiere a la desinfección aplicada al agua en el tanque de distribución debido a que los tratamientos adicionales serán contemplados en el costo del proyecto. La desinfección más frecuente en los acueductos rurales se realizan con hipoclorito de calcio, este es dosificado en una cantidad de aproximada de 1 gramo por millar, por lo que los gastos por el tratamiento estará en función del valor actual del hipoclorito de calcio y del caudal que entra al tanque. La presentación del hipoclorito de calcio en el mercado es en forma de polvo con una determinada concentración, por lo que los gastos ocasionados por el tratamiento estarán en función del caudal de entrada al tanque, de la concentración que presente el hipoclorito de calcio y del costo. La cantidad de hipoclorito de calcio se calculó previamente ver subtítulo 2.1.14. Sistema de desinfección.

Depreciación de equipo

Esto se utilizará únicamente en casos en el que el sistema sea por bombeo, esta bomba habrá que sustituirla en un período de tiempo determinado. En el área rural un equipo de bombeo se deja de utilizar cuando la misma no presta el más mínimo servicio a la comunidad, por lo que se supondrá que el valor de rescate del equipo de bombeo será cero, La depreciación se calculará de la siguiente manera.

Costo mensual por depreciación = Costo equipo de bombeo / (vida útil del equipo en años * 12)

Combustibles

El valor del gasto por combustibles se aplicará únicamente en sistemas por bombeo. El factor de operación indica el gasto que ocasiona un motor de cada uno de los elementos que le servirán en un momento determinado para el funcionamiento.

Factor de operación

- Motor de gasolina 0,060 gal/hora/hp
- Motor diesel 0,040 gal/hora/hp
- Motor eléctrico 0,075 gal/hora/hp

Calculándose de la siguiente manera:

$$C.C = F.O * P_b * H_p * 30 * \text{costo combustible/galón}$$

Donde:

C.C = costo ocasionado mensualmente por combustibles en quetzales/galón

F.O = factor de operación

Pb = período de bombeo en horas al día

Hp = potencia de la bomba en caballos de fuerza

Propuesta de tarifa

Para el funcionamiento eficaz del sistema de agua potable y también asegurar el cumplimiento de la vida útil del proyecto, se debe establecer una cuota mensual por el servicio de agua potable que se brinda. Para establecer la tarifa más adecuada, existen diversos puntos de vista, entre estos están las tarifas según las variaciones en los precios establecidos. Según este criterio las tarifas pueden ser clasificadas de la siguiente manera.

- El sistema uniforme

Este sistema se refiere a cuando se establece un solo precio unitario, cualquiera que sea la clase de consumo o el volumen del mismo. En el sistema uniforme, el volumen de agua consumida se cobrará mensualmente por una cuota general a la población y el cobro mensual se calcula dividiendo el total del gasto en el total de servicios.

- El sistema diferencial

Se aplica este sistema cuando la tarifa incluye precios unitarios variables para las diferentes clases de servicio. La diferenciación se efectúa tomando en cuenta algunos aspectos: según las clases de consumo, de acuerdo con el

volumen de agua consumida, según el avalúo catastral de la propiedad, de acuerdo con zonas de presión o bombeo.

Considerando las características económicas y socioculturales de la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo se optará por aplicar el sistema de tarifa uniforme. En el cálculo de la tarifa uniforme se suman gastos ocasionados en el sistema y se divide por el número de conexiones domiciliarias tomando en cuenta los siguientes factores: datos de la topografía, del diseño hidráulico, del presupuesto y costos actuales del presente año.

Cálculo de tarifa propuesta

- Operación (salario fontanero)

Q 55,00 diarios

Costo mensual = Q 55,00/día * 30 días = Q 1 650,00

- Mantenimiento

El costo total del proyecto es de Q 1 777 907,51

$R = (0,004 * Q 1 777 907,51) / 6 = Q 1 185,27$

- Tratamiento

El costo de 100 lbs de hipoclorito de calcio en polvo es de Q 925,00

El costo de 1 gramo de hipoclorito de calcio en polvo = $Q 925,00 / (454 \text{ gr/lb} * 100 \text{ lbs}) = Q 0,020 / \text{gr}$

Costo mensual por tratamiento = $1 285,18 \text{ gr} * 30 \text{ días} * Q 0,020 = Q 771,00$

- Depreciación equipo

$$\text{Depreciación} = \text{Q } 143\,000,00 / (5 \text{ años} * 12 \text{ (mes/año)}) = \text{Q } 2\,383,33$$

- Combustibles

Motor eléctrico, cargo por energía Q/kW-h = 2,276 (tarifa energuate)

$$\text{C.C} = 0,075 * 12 \text{ horas/día} * 18,65 \text{ kW} * 30 \text{ días} * \text{Q } 2,276/\text{kW-h}$$

$$\text{C.C} = \text{Q } 1\,146,08$$

Resumen de gastos

Operación	Q 1 650,00
Mantenimiento	Q 1 185,27
Tratamiento	Q 771,00
Depreciación equipo	Q 2 383,33
Combustible	Q 1 146,08
TOTAL GASTOS =	Q 13 616,10

La tarifa propuesta según el presente proyecto se calculará dividiendo el total a recaudar mensualmente entre el número de conexiones domiciliarias de la siguiente manera:

$$\text{Tarifa propuesta calculada} = \text{Q } 13\,616,10 / 375 = \text{Q } 36,31$$

2.1.22. Evaluación socioeconómica

El proyecto de agua potable tiene un enfoque para el análisis de la evaluación en este sentido, deben considerarse los efectos indirectos y de valorización social, de beneficio y costo que con lleva la instalación y manejo. Sin embargo, una evaluación económica del proyecto ofrece indicadores de viabilidad para la realización.

La evaluación de proyectos por medio de métodos matemáticos y financieros es de utilidad para conocer la rentabilidad que generarán. Para ello se utilizarán los métodos del Valor Presente Neto y la Tasa Interna de Retorno, que se describen a continuación.

2.1.22.1. Valor Presente Neto

El Valor Presente Neto es un método que toma en cuenta la importancia de los flujos de efectivo en función de tiempo. Consiste en encontrar la diferencia entre el valor actualizado de los flujos de beneficio y de las inversiones y otros egresos.

Se evaluará el costo y beneficio que con llevará la realización y funcionamiento del proyecto y qué tipos de medidas se tomarán para que la población beneficiada mantenga en óptimas condiciones las partes que componen el proyecto.

La Municipalidad de Mazatenango pretende invertir Q 1 777 907,51 en la ejecución del proyecto de abastecimiento de agua potable para la Comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.

Se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 1 650,00 mensuales. Se estima contar con los siguientes ingresos: por la instalación de la acometida se realizará un pago único de Q 250,00 por vivienda, se fijará un aporte mensual por vivienda de Q 36,31. Suponiendo una tasa del 12 % al final de los 21 años de vida útil, se determina la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Tabla XII. **Estimación de ingresos y egresos del sistema de agua potable**

RUBRO	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q 1 777 907,51
Ingreso inicial	(Q 250/viv)(375)	Q 93 750,00
Costos anuales	(Q 1650/mes)(12 meses)	Q 19 800,00
Ingreso anual	(Q 36,31)(375 viv)(12 meses)	Q 163 395,00
Vida útil, en años		21 años

Fuente: elaboración propia.

Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, se tiene entonces que el Valor Presente Neto del proyecto se calcula de la siguiente manera.

$$\text{VPN} = -1\,777\,907,51 + 93\,750,00 - 19\,800 (1 + 0,12)^{21} + 163\,395,00$$

$$(1 + 0,12)^{21}$$

$$\text{VPN} = -132\,778,92$$

2.1.22.2. Tasa Interna de Retorno

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

$$\text{Costo} = \text{Inversión inicial} - \text{VPN}$$

$$\text{Costo} = 1\,777\,907,51 - 132\,778,92 = \text{Q. } 1\,645\,128,59$$

$$\text{Costo} / \text{Beneficio} = \text{Q. } 1\,645\,128,59 / 4360 = \text{Q } 377,32$$

Las instituciones de inversión social, toman las decisiones con base en el valor anteriormente obtenido y las disposiciones económicas que posean.

3. DISEÑO DE EDIFICIO DEL RASTRO MUNICIPAL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

3.1. Normas de diseño para rastros municipales

Rastro es aquel establecimiento donde se sacrifican y preparan los animales de abasto, destinados para el consumo humano, y que debe estar sometido a una vigilancia sanitaria constante, para velar por la salud pública.

Los rastros deben cumplir con ciertas normas y códigos que los regulan para garantizar la salubridad de los alimentos y el correcto funcionamiento, entre los cuales se encuentran el Reglamento de Rastros para Bovinos, Porcinos y Aves (Acuerdo Gubernativo 411-2002), Reglamento de Inocuidad de los Alimentos (Acuerdo Gubernativo 969-99), Código de Salud (Decreto 90-97), Código Municipal (Decreto 58-88) y otros acuerdos relacionados a la inocuidad de los alimentos.

3.2. Descripción del proyecto

El edificio consiste en un sistema estructural de marcos de acero a dos aguas conformado por perfiles de alma llena, los cuales tendrán arrostro lateral formado por muros de mampostería reforzada y una cubierta metálica hecha con costaneras, cubierta de lámina zinc.

3.2.1. Investigación preliminar

Antecedentes

Uno de los problemas que tiene el municipio de Mazatenango es que no cuenta con un rastro municipal en buen estado ya; que el rastro actual tiene aproximadamente 70 años que no recibe mantenimiento según los trabajadores del mismo. Las instalaciones del rastro actual no se encuentran en estado adecuado para brindar un buen servicio de destace y faenado de los animales de abasto y las técnicas de destace no son las apropiadas por lo cual no se garantiza la salubridad de los alimentos como la carne y derivados.

3.2.1.1. Reconocimiento del terreno

Actualmente en el lugar que se tiene destinado para el nuevo rastro municipal; se encuentra en las afueras del casco urbano de Mazatenango y está ocupado por el rastro actual; que será demolido para darle lugar al nuevo edificio.

La topografía del terreno donde se pretende construir el nuevo edificio del rastro municipal no muestra muchas variaciones ya que la superficie en la comunidad es bastante plana, y con un tipo de suelo bastante adecuado para construcción de este tipo de estructura.

Tiene las siguientes dimensiones

- 40,00 metros de largo
- 40,00 metros de ancho
- 1 600,00 metros cuadrados

3.2.1.2. Distribución de ambientes

El diseño arquitectónico definirá la distribución de ambientes en la cual deben tomarse aspectos como la ubicación del terreno, dimensiones del terreno y a los requerimientos de las normas para la construcción de rastros municipales para bovinos, porcinos y aves.

El dimensionamiento de los ambientes se hará de la mejor manera posible, para brindar comodidad, seguridad, garantizar un buen funcionamiento de las instalaciones y garantizar la salubridad de los alimentos de consumo diario.

El rastro municipal consta de dos partes

Área exterior

- Área Administrativa: estará localizada en la entrada del sitio, para llevar control del ganado que entra y sale de las instalaciones y los cobros etc.
- Área de Servicios de Inspección Veterinaria: ubicada en un lugar donde pueda observar y supervisar distintas fases del proceso de faenado.
- Áreas de Maniobras y Estacionamiento: es el área utilizada para la permanencia de vehículos que llegan a cargar producto cárnico y para las maniobras de los camiones de carne y ganado para los corrales.
- Corrales: deben estar techados, por lo menos en un cincuenta por ciento (50 %). Frecuentemente se encuentran al aire libre pero también deben contemplarse áreas así mismo como la colocación de bebederos en cada uno de ellos y piso de concreto con rugosidad antideslizante con desnivel para el adecuado drenaje.

- Área de Servicio Sanitario y Duchas para el personal operario: de preferencia es mejor que los sanitarios estén fuera del rastro.
- Área de Guardianía.
- Embarcaderos vacuno y porcino.

Área interior

- Áreas de Destace Vacuno y Porcino: la cual está compuesta por el área de aturdimiento e insensibilización que se encuentra inmediata a la puerta de ingreso, proveniente de los corrales, área de caído se encuentra inmediata al área de sacrificio, área de sangrado, área de desollado, área de eviscerado.
- Área de Carga de Carne: debe encontrarse inmediata a la puerta de salida de las áreas interiores del edificio.
- Área de Calderas: son áreas de escaldado que pueden incorporarse al propio matadero si el combustible no ocasiona condiciones indeseables,
- Área de Limpieza de Equipo: es donde se lavan las carretillas y equipo de mano de los operarios.
- Área de Depósito de Desechos Sólidos: es donde se almacenan los productos no comestibles derivados del destace y faenado de los animales de abasto, a los cuales se debe dar el tratamiento adecuado.
- Área de Almacenamiento: debe encontrarse inmediata al área de descarga de carne.

3.2.1.3. Tipo de estructura a diseñar

Para un edificio existen diversos tipos de estructuras; el diseñador debe saber qué tipo de estructura conviene por las condiciones presentadas en cada uno de los casos. Para determinar el tipo de estructura a utilizar deberá tomarse

en cuenta los siguientes factores: el uso al cual vaya a destinarse el edificio, la forma y dimensiones que tenga el terreno donde se va a construir, la clase de terreno donde se va a cimentar, los recursos económicos, la velocidad con que se requiera construir y concluir la obra, etc.

Después de tomar en cuenta los requerimientos anteriores estructuralmente se puede construir con concreto reforzado, mampostería reforzada y perfiles de acero de alma llena.

3.3. Distribución de cargas

Para la distribución de cargas en la estructura se deben considerar las cargas ambientales entre ellas el sismo y el viento, como también la carga viva y el peso de la estructura denominado carga muerta.

3.3.1. Carga viva

Son aquellas cargas producidas por el uso y ocupación de la estructura, las cuales no deben incluir cargas ambientales tales como la carga de viento, sismo, ni la carga muerta.

Para este caso: según las Normas de la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica (AGIES), para cubiertas livianas utilizar 50 kg/m^2 .

3.3.2. Cargas muertas

Las cargas muertas son las que están integradas por el peso propio de los diferentes elementos que conforman la estructura, tales como lámina, costanera, perfiles de acero, muros, etc.

3.3.3. Carga de sismo

En Guatemala, un país de alto riesgo sísmico, se diseñan y refuerzan las estructuras contra tales eventos, para lo cual es necesario calcular las fuerzas dinámicas horizontales y verticales que se generan, aproximándolas a fuerzas estáticas equivalentes.

Para el cálculo del corte basal en la estructura se utilizó el Método SEAOC (Structural Engineers Association of California).

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo transmite a la estructura en su base, está dado por la fórmula:

$$V = ZIKCSW$$

Donde:

Z = coeficiente de riesgo sísmico

I = coeficiente de importancia de la estructura

K = coeficiente que depende del tipo de la estructura

C = coeficiente relacionado al período de vibración de la estructura

S = coeficiente que depende del suelo

W = peso propio de la estructura

Para estructuras livianas o de un nivel; ZIKCSW es igual a 0,10 como coeficiente, por lo tanto:

$$V = 0,10 W$$

Para el cálculo del sismo se utilizará el criterio anterior ya que la estructura es de un nivel y es liviana.

3.3.4. Carga viento

Se asumirá que es de 30 libras/pie cuadrado (150 kilogramos/ metro cuadrado), en superficies planas verticales y de 18 a 20 libras/pie cuadrado (90 – 100 kilogramos/metro cuadrado), en proyecciones de áreas de superficies cilíndricas y 15 libras/pie cuadrado (75 kilogramos/metro cuadrado), en proyecciones de áreas de doble curvatura (placas) y superficies cónicas. En estructuras diseñadas para velocidades de viento mayores de 100 millas/hora (160 kilómetro/hora), todas las presiones unitarias anteriores serán ajustadas en proporción del cuadrado de la velocidad, asumiendo que las presiones de arriba son para una velocidad de 100 millas/hora.

3.4. Estudio de suelos

Ensayo triaxial

El valor soporte del suelo, también llamado capacidad de carga o apoyo de los cimientos es una característica de cada sistema de suelo-cimentación, y no solo una cualidad intrínseca del suelo.

Para el estudio de suelos, se excavó un pozo con una profundidad de 3,00 m, del cual se extrajo una muestra inalterada de 1 pie³ para dicho proyecto. A la muestra inalterada, se le practicó el ensayo de compresión triaxial, no drenada no consolidada, según la Norma ASTM D-2850. Los resultados obtenidos se muestran en los apéndices.

Determinación del valor soporte del suelo

La determinación de la calidad y tipo de suelo donde se construirá el edificio es de gran importancia, ya que sobre dicho suelo es donde recaerán todas las cargas originadas por la estructura. Para calcular dicha capacidad se utilizó el método de Terzaghi. Para calcular el valor soporte del suelo se utilizará la siguiente ecuación:

$$q_0 = 1,3 * C_u * \gamma * D_c * N_q + 0,4 * B * \gamma * N_r$$

Donde:

q_0 = valor de esfuerzo límite

C_u = coeficiente de Cohesión del suelo (4,27 T/m²)

Φ = ángulo de fricción interna (19,85°)

N_c = factor de capacidad de carga debido a la cohesión

γ_s = peso específico del suelo

D_c = desplante del cimiento (1,20 m)

N_q = factor de capacidad de carga debido a la sobre carga

B = base de la zapata (1,00 m)

N_r = factor de capacidad de carga debido al peso del suelo

F_s = factor de seguridad ($F_s = 4$)

- Calculando el factor de capacidad de carga debido a la sobre carga (Nq)

$$Nq = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) * e^{\pi \tan \phi}$$

$$Nq = \tan^2 \left(45 + \frac{19,85^\circ}{2} \right) * e^{\pi \tan(19,85^\circ)} = 6,30$$

- Calculando el factor de capacidad de carga debido a la cohesión (Nc)

$$Nc = \cot \phi (Nq - 1)$$

$$Nc = \cot 19,85^\circ (6,30 - 1) = 14,68$$

- Calculando el factor de capacidad de carga debido al peso del suelo (Ny)

$$Nr = 2 (Nq + 1) * \tan \phi$$

$$Nr = 2 (6,30 + 1) * \tan 18,85^\circ = 4,98$$

- Calculando el valor de esfuerzo límite (qo)

$$q_o = 1,3 * C_u * N_c + \gamma * D_c * N_q + 0,4 * B * \gamma * N_r$$

$$q_o = (1,3 * 4,27 * 14,68) + (1,62 * 1,20 * 6,30) + (0,4 * 1 * 1,62 * 4,98)$$

$$q_o = 97,37 \text{ T/m}^2$$

- Calculando el valor soporte del suelo en estudio (V_s)

$$V_s = \left(\frac{q_o}{F_s} \right)$$

$$V_s = \left(\frac{97,37 \text{ T/m}^2}{4} \right) = 24,34 \text{ T/m}^2$$

3.5. Diseño del techo

El techo de la nave industrial estará formado por lámina zinc calibre 26 y costaneras longitudinales de acero que irán sujetadas a las vigas de acero, los cuales contarán con tensores de acero como rigidizantes de la estructura.

3.5.1. Análisis estructural de costaneras

Para el análisis y diseño de costaneras se tomarán en cuenta los requerimientos del manual de la octava edición del Instituto Americano para la Construcción en Acero (AISC).

Determinación de ancho tributario (AT)

Espaciamiento recomendado entre costaneras (S) = 0,80 – 1,20 metros

Cálculo número de costaneras

$$\text{No. costaneras} = d/S$$

Donde:

d = distancia del parte aguas donde irán las costaneras (10,28 metros)

S = espaciamiento entre costaneras(S = 1,00 m)

$$\text{No. costaneras} = 10,28 \text{ m}/1,00 \text{ m} = 10,28 \text{ unidades}$$

Se pueden tomar 10 o 11 costaneras por criterio tomaremos 10 para determinar el espaciamiento final de las costaneras.

$$S_f = 10,28 \text{ m}/10 = 1,03 \text{ m}$$

El espaciamiento final entre costaneras o ancho tributario es de 1,03 metros.

3.5.1.1. Cálculo de cargas

Integración cargas por metro cuadrado de superficie

- Carga muerta
 - Peso de la lámina $6,44 \text{ Kg/m}^2$
 - Peso instalaciones $15,00 \text{ Kg/m}^2$
- Carga viva
 - Peso trabajador $39,00 \text{ Kg/m}^2$
- Carga ambiental
 - Carga de viento $q = 0,004819 V_z^2$

Donde:

q = carga de viento por unidad de superficie (Kg/m^2)

V_z = velocidad de diseño del viento (Km/h)

Carga de viento $q = 0,004819 * (56 \text{ km/h})^2 = 15,11 \text{ Kg/m}^2$

Carga total $= 75,55 \text{ Kg/m}^2$

Determinación de carga uniformemente distribuida W (Kg/m)

Una vez determinado el ancho tributario y la carga total por metro cuadrado, se procede al cálculo de la carga uniformemente distribuida (W).

$W = (\text{carga total}) * (\text{ancho tributario}) + \text{peso propio de la costanera}$

Donde:

Peso propio de la costanera = $2,69 \text{ kg/m}$ (propuesto)

$$W = 75,55 \text{ kg/m}^2 * 1,03 \text{ m} + 2,69 \text{ kg/m} = 77,82 \text{ kg/m}$$

3.5.1.2. Cálculo de momento (M)

Se asume que la costanera se comportará como una viga simplemente apoyada en los extremos, por lo que el momento lo determinamos como:

$$M = WL^2 / 8$$

Donde:

M = momento actuante o calculado (kg-m)

W = carga uniformemente distribuida (kg/m)

L = distancia entre marcos de acero (m)

$$M = (77,82 \text{ kg/m}) * (5,70 \text{ m})^2/8 = 316,05 \text{ kg-m}$$

3.5.2. Diseño estructural de costaneras

Las costaneras deben de diseñarse para soportar flexión, esfuerzo cortante y deflexión sin deformarse, por lo que se chequeará si la costanera a proponerse cumple con los requisitos anteriormente expuestos.

3.5.2.1. Chequeo por flexión

Para diseñar una viga a flexión es necesario que los esfuerzos reales no excedan los valores permisibles correspondientes para el material. Para el diseño a flexión en costaneras se debe determinar el módulo sección, que resulta de dividir el momento flexionante entre el esfuerzo admisible, se dice que una viga soportará la flexión si el esfuerzo permisible, se dice que una viga soportará la flexión si el módulo de sección de la viga es menor que el módulo de sección de la costanera de acero a usarse. El módulo de sección se obtiene de la siguiente manera

$$S = M/f$$

Donde:

S = módulo de sección calculado (cm^3)

M = momento actuante o calculado (kg-cm)

f = esfuerzo permisible del acero de costanera = 0,6 (f_y), según AISC,
si se sabe que $f_y = 36\,000,00$ psi o $2\,530,00$ kg/cm^2 .

Por lo tanto $f = 0,6 * (2\,530,00) = 1\,518,00$ kg/cm^2

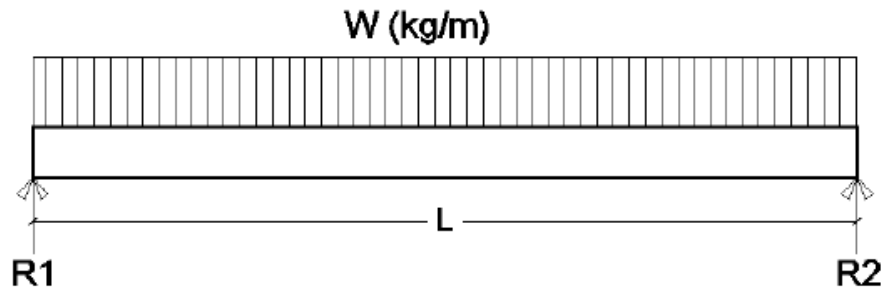
$$S = (316,05 * 100 \text{ kg-cm}) / 1\,518,00 \text{ kg}/\text{cm}^2 = 20,82 \text{ cm}^3$$

El módulo de sección obtenido es $S = 20,82 \text{ cm}^3$, por lo que se propone una sección de 8" x 2" x 1/2" que tiene módulo de sección de $S_x = 29,62 \text{ cm}^3$ por lo cual se concluye que la costanera propuesta cumple con el chequeo por flexión.

3.5.2.2. Chequeo por cortante

Para una viga simplemente apoyada las reacciones se calculan de la siguiente manera:

Figura 2. Esquema de una viga con carga uniformemente distribuida



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

$$R1 = R2 = WL/2$$

$$R1 = R2 = (77,82 \text{ kg/m}) \cdot (5,70 \text{ m}) / 2 = 221,79 \text{ kg}$$

Determinación del cortante

Existe la condición que el corte promedio no debe exceder a 1 020,00 kg/cm² según las especificaciones del AISC.

$$\tau = \frac{R}{\text{Área de sección}} = \frac{221,79 \text{ kg}}{5,14 \text{ cm}^2} = 43,15 \text{ kg/cm}^2$$

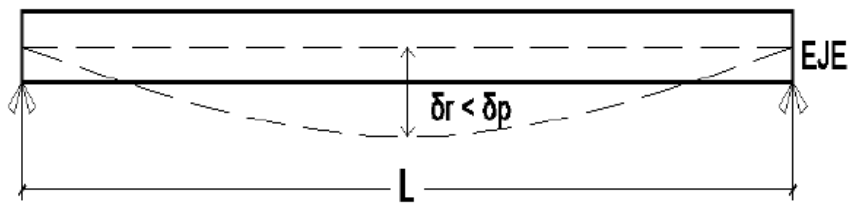
43,15 kg/cm² < 1 020,00 kg/cm² por lo tanto la costanera resiste los esfuerzos cortantes.

3.5.2.3. Chequeo por deflexión

Se le conoce como deflexión a la distancia perpendicular del eje neutro de la costanera hasta el punto más lejano de la elástica. La deflexión real debe ser

menor que la deflexión permisible, $\delta_r < \delta_p$, los valores de las mismas se verifican a continuación.

Figura 3. **Esquema deflexión de un elemento simplemente apoyado**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

$$\delta_r = \frac{12.7WL^3}{384EI}$$

Donde:

δ_r = deflexión real

W = carga uniformemente distribuida

L = longitud de la costanera

E = módulo de elasticidad del acero (2 037 950,00 kg/cm²)

I = inercia de la costanera (cm⁴)

$$\delta_r = \frac{12,7 * (0,78 \text{ kg/cm}) * (570,00)^3}{384 * (2\,037\,950,00 \text{ kg/cm}^2) * (300,97 \text{ cm}^4)} = 0,01 \text{ cm}$$

Deflexión permisible

$$\delta_p = L/360$$

Donde:

L = longitud de la costanera (cm)

$$\delta_p = 570,00 \text{ cm}/360 = 1,58 \text{ cm}$$

Como $\delta_r < \delta_p$, ($0,01 < 1,58$) se concluye que la sección propuesta es apropiada para el diseño establecido. Por lo que la sección de costanera a usarse es de 8" x 2" x 1/2".

3.5.3. Diseño de tensores

Un tensor es un elemento sometido a cargas de tensión axial. Un miembro dúctil, sin agujeros y sometido a una carga de tensión, puede resistir, sin fracturarse, una carga mayor que la correspondiente al producto del área de la sección transversal y del esfuerzo de fluencia del acero, gracias al endurecimiento por deformación.

El esfuerzo de un miembro carga axialmente a tensión está dado por:

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

Donde:

P = es la magnitud de la carga actuante

A = área de la sección transversal del elemento

Las especificaciones AISC según el método LRFD estipulan que la resistencia de diseño de un miembro a tensión, ϕP_n , será la menor de los valores obtenidos usando las dos expresiones expuestas a continuación.

$$P_n = F_u * A_e$$

$$P_u = \phi * F_y * A_g \quad \text{con } \phi=0,90$$

Donde:

A_e = área neta efectiva (cm² o mm²)

A_g = área bruta del miembro (cm² o mm²)

F_y = tensión de fluencia en el acero (kgf/ cm², MPA)

F_u = tensión última especificada del tipo de acero (kgf/ cm², MPA)

3.6. Marcos de acero

El edificio del rastro municipal para el casco urbano de la ciudad de Mazatenango estará formado por marcos de acero estructural A-36 según las especificaciones de las Normas de acero AISC.

3.6.1. Generalidades

Esta estructura está integrada principalmente por el marco rígido o pórtico rígido de acero y los largueros, así también como los demás elementos complementarios que servirán para el soporte y la unión de los distintos elementos principales.

Las ventajas de la construcción de estructuras de acero frente a otro tipo de construcciones son entre otras la alta resistencia, elasticidad y ductilidad. Pero puede ser que la principal ventaja de este tipo de construcciones sea la rapidez del montaje, ya que se pueden fabricar en plantas y luego montar en obra.

Los perfiles utilizados en los marcos rígidos son tipo I patín ancho utilizados para vigas y columnas, acero A36 normado por la ASTM con punto de fluencia de 36 000,00 lb/plg² (2 530,00 kg/cm²).

El método de diseño utilizado es el de diseño por aproximaciones sucesivas. Este método trabaja con las especificaciones de la octava edición del manual del Instituto Americano para la construcción de Acero (AISC).

Conociendo el diseño de forma y la carga crítica, se realiza el análisis aproximado del pórtico para determinar las fuerzas internas máximas que soportan los elementos.

3.6.2. Forma y dimensiones

La estructura de acero que mejor se ajusta a estas condiciones por economía y ahorro en altura libre es el pórtico o marco rígido en acero. La mayor parte de los marcos rígidos en acero tienen apoyos articulados o se dice

que son que son simplemente apoyados, es decir que los apoyos no tiene restricción al momento.

La forma del marco rígido o pórtico de acero es a dos aguas con una pendiente del 24 %, el espaciamiento entre marcos es de 5,711 metros, de acuerdo a las dimensiones del terreno disponible y a la distribución de ambientes, las dimensiones del marco de acero son las siguientes.

3.6.3. Cargas de diseño

Las cargas aplicadas en el marco de acero son la carga muerta, las cargas vivas, y las cargas ambientales. Como carga muerta se considera el peso propio de la estructura, largueros o costaneras y la carga de la cubierta con una sobre carga. Como las cargas vivas se consideran las cargas de montaje, lluvia entre otras. Entre las cargas ambientales se consideran el viento y el sismo. A continuación se detallan los valores de las cargas de análisis y diseño aproximado.

Carga muerta

- Peso propio 20 kg/m^2 proyección horizontal
- Peso costaneras 5 kg/m^2
- Peso lámina calibre 26 $6,44 \text{ kg/m}^2$
- Peso por sobrecarga 15 kg/m^2

Carga viva

- Montaje, lluvia 50 kg/m^2 proyección horizontal

Cargas ambientales

- Carga de viento 48 Kg/m^2 (velocidad de diseño 100 Km/h)

- Carga de sismo $4,66 \text{ Kg/m}^2$ (considerada 10 % de la C.M)

3.7. Análisis y diseño aproximado del marco de acero

Un marco rígido con apoyos empotrados es hiperestático, esto quiere decir que el número de incógnitas o fuerzas, verticales y momentos es mayor que el número de ecuaciones disponibles, las cuales se obtienen de sumatorias de fuerzas en los distintos ejes y de la sumatoria de momentos en un punto determinado. Para aplicar esta suposición en la realidad, la placa del pie de la columna, debe anclarse a la zapata, con el objetivo de evitar movimiento en los ejes. Como resultado de ello el análisis es afectado por las dimensiones relativas de las piezas que lo constituyen en donde el modelo matemático es la suposición de apoyos articulados.

Se necesita suponer dimensiones de prueba, para cada miembro y analizar la estructura resultante, para ver si las secciones consideradas resultan satisfactorias. Si las dimensiones iniciales consideradas resultan deficientes, debe considerarse otro grupo de secciones o dimensiones, para luego ser verificadas y en caso necesario repetir el procedimiento. Este procedimiento de proponer una sección y verificarla es conocido como diseño por aproximaciones sucesivas.

Si las secciones supuestas inicialmente no son seleccionadas con criterio, el problema puede resultar sumamente largo. Sin embargo, existe gran cantidad de información publicada sobre análisis de marcos rígidos en acero, que permite al calculista estimar desde un principio muy aproximado los momentos del marco que se está diseñando. Con esos momentos pueden establecerse dimensiones finales de los elementos del marco, mismas que acortarán considerablemente el problema.

La información publicada, generalmente está en forma de ecuaciones que dan los valores de H (las componentes horizontales de la reacción) para diferentes condiciones de carga.

Estas ecuaciones pueden encontrarse los anexos, formulas establecidas por la AISC (American Institute of Steel Construction), con las que se pueden estimar los valores de H y calcularse por estática los momentos aproximados, las dimensiones de los elementos pueden fijarse y en realidad serán las dimensiones finales o estarán muy cerca de las mismas.

3.7.1. Análisis aproximado y diagrama de momentos

Para el inicio del análisis se debe contar con los siguientes datos:

- Luz del marco (L)
- Longitud de la nave (Ln)
- Espaciamiento entre marcos E
- Altura columna-rodilla (h)
- Altura de rodilla-cumbrera (f)
- Pendiente a partir de la horizontal (%)
- Longitud de la viga (m)
- Altura total (h+f) (Ht)

Procedimiento del análisis aproximado: este procedimiento consiste en estudiar cada una de las fuerzas a la que está sometida la estructura, en un área determinada, dando origen a cargas distribuidas uniformemente (lb/pie). Si es el caso de una carga puntual, será en libras fuerzas (lb).

Las cargas del análisis debe ser por:

- Carga muerta
- Carga viva
- Carga última
- Carga por viento
- Carga por sismo

En el análisis se deben tomar las siguientes consideraciones

- El esfuerzo a tensión del acero (F_y) es igual a 36 000,00 psi (A-36)
- Al momento del análisis se supondrá que los apoyos son articulados, para que no existan momentos y facilite el cálculo; de lo contrario como se mencionó anteriormente es un caso hiperestático.
- Inicialmente se considera que el módulo de elasticidad (E_s) y la inercia (I) son iguales. Entonces, la rigidez de la columna y de la viga es la misma, quedando de la siguiente manera:

$$K_{\text{viga}} = K_{\text{columna}} = (EI) / L = I / L$$

- Para el cálculo de las componentes se utilizarán las ecuaciones que se muestran a continuación.

Para el presente proyecto se utiliza el método de análisis aproximados de marcos rígidos (según: McCormac, Jack C. *Diseño de estructuras metálicas*), el cual establece ecuaciones con las que se pueden estimar los valores en la base de las columnas por medio de las cuales puede calcularse por estática los momentos aproximados, en varios puntos de marco.

Formulas generales:

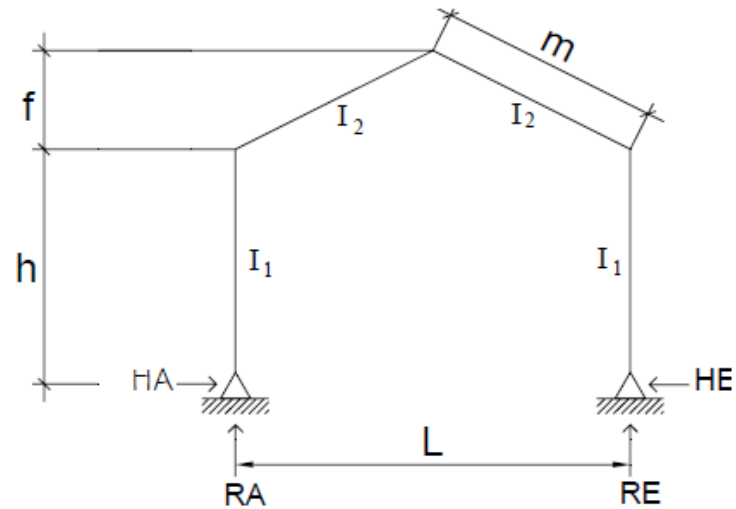
$$K = (I_2) / (I_1 M)$$

$$Q = f / h$$

$$N = 4 (Q^2 + 3Q + K + 3)$$

$$m = \sqrt{f^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2}$$

Figura 4. **Esquema marco rígido de acero**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

- Selección de los casos

La selección de los casos depende de las condiciones planteadas por el problema a resolver y estas varían en función del tipo de estructura o sistema estructural utilizado, se analizaron los casos para carga distribuida uniformemente, carga aplicada en la parte lateral del techo y una carga puntual simulando la fuerza del sismo.

- Descripción de los casos

Caso I: se aplicará debido a que la carga está distribuida uniformemente sobre el techo.

Caso II: la carga esta aplicada únicamente en la parte lateral del techo, tomando en cuenta que la parte de la unión de la rodilla de la columna hacia el pie de la columna no afectará ya que la carga de viento posible será absorbida por el muro mampostería.

Caso III: en este caso se utilizará una carga puntual, tal como si actuara un sismo.

Las ecuaciones para el cálculo de las reacciones en los apoyos y los momentos en los diferentes miembros del marco de acero para cada caso se describen a continuación.

- Combinación de cargas

Se agrupan los datos resultantes del análisis en una tabla, en donde se eligen únicamente los valores críticos y en base a los datos críticos se procede

a realizar el diseño de los diferentes elementos que componen el marco estructural.

- Cálculo de componentes y momentos para el marco de acero

A continuación se presenta el procedimiento para el análisis estructural para marcos de acero a dos aguas por medio del método de aproximaciones sucesivas.

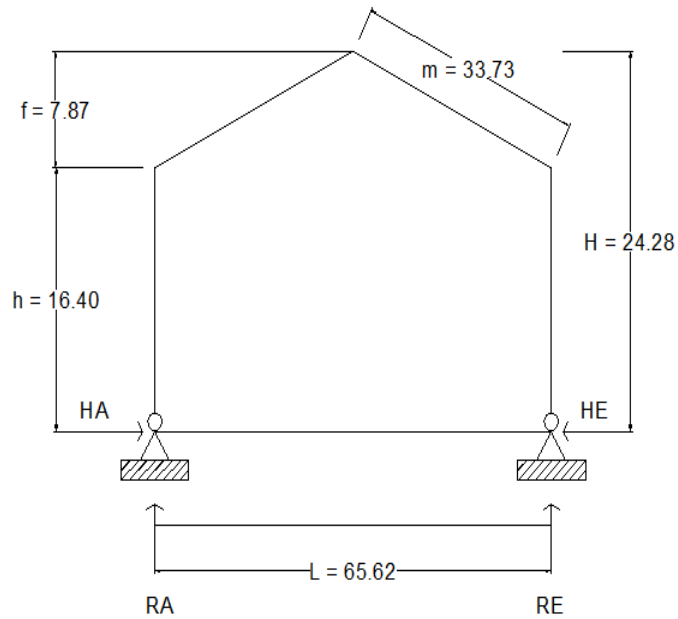
Tabla XIII. Datos iniciales

Descripción	Unidades	
	Metros	Pies
Luz del marco (L)	20	65,62
Longitud de la nave (Ln)	40	131,23
Espaciamiento entre marcos (E)	5,7	18,70
Altura de columna-rodilla (h)	5	16,40
Distancia entre rodilla-cumbrea (f)	2,4	7,87
Distancia viga inclinada (m)	10,28	33,73
Altura total suelo-cumbrera (Ht)	7,4	24,28
Pendiente de la cumbrera (P)	24 %	

Fuente: elaboración propia.

A continuación se presenta un esquema de la geometría del marco de acero de acuerdo a los datos de la tabla XIII.

Figura 5. Geometría marco de acero a dos aguas



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Integración de cargas para la estructura

- Carga muerta
 - Peso propio del marco de acero 4,09 lb /pie²
 - Peso de lámina galvanizada 1,32 lb/ pie²
 - Peso de costaneras 1,02 lb/ pie²
 - Otras cargas 3,07 lb/ pie²
 - Carga muerta (CM) 9,49 lb /pie²

Carga lineal distribuida (WM lb/pie)

$$WM_{\text{muerta}} = 9,49 \text{ lb/pie}^2 * 18,70 \text{ pie} = 177,46 \text{ lb /pie}$$

- Carga viva
 - Viva 10,22 lb/ pie

Carga lineal distribuida (WV lb/pie)

$$WViva = 10,22 \text{ lb/pie} * 18,70 = 191,11 \text{ lb /pie}^2$$

- Carga última

$$W = 1,7 \text{ CV} + 1,4 \text{ CM}$$

$$W = 1,7 (10,22) + 1,4 (9,49)$$

$$W = 30,66 \text{ lb/pie}^2$$

Carga última lineal distribuida WU (lb /pie)

$$WULTIMA = 30,66 \text{ lb /pie}^2 * 18,70 \text{ pie} = 573,34 \text{ lb/ pie}$$

- Carga de viento

La presión del viento se calculó con la siguiente ecuación

$$q = 0,004819 * Vz^2$$

Donde:

q = carga de viento por unidad de superficie (kg/m²)

Vz² = velocidad del viento (km/hora)

Calculando:

$$q = 0,004819 * (100 \text{ km/h})^2 = 48,19 \text{ kg/m}^2 = 9,85 \text{ lb/pie}^2$$

- Carga de viento (W_w) $9,85 \text{ lb/pie}^2$

Carga de viento lineal distribuida ($W_w \text{ lb/pie}$)

$$W_w = 9,85 \text{ lb/pie}^2 * 18,70 \text{ pie} = 184,20 \text{ lb, /pie}$$

- Carga de sismo
 - $C_{\text{sismo}} = CM + 25 \% CV$
 - $C_{\text{sismo}} = (9,49) + 0,25 (10,22)$
 - $C_{\text{sismo}} = 12 \text{ lb/pie}^2$

Carga de sismo lineal distribuida $W_{\text{sismo}} \text{ (lb/pie)}$

$$W_{\text{sismo}} = 12 \text{ lb/pie}^2 * 18,70 \text{ pie} = 224,40 \text{ lb/pie}$$

Factores para el cálculo de las fuerzas en los apoyos

$$\text{Rigidez} = K_{\text{col}} = K_{\text{viga}} = K = (I_2 h) / (I_1 m)$$

$$\text{Condición } I_1 = I_2 \text{ y } E_1 = E_2$$

Con lo cual se obtienen los siguientes factores:

$$K = h / m = 16,40 / 33,73 = 0,49$$

$$Q = f / h = 7,87 / 16,40 = 0,48$$

$$N = 4 (Q^2 + 3Q + K + 3) = 4 (0,48^2 + 3*0,48 + 0,49 + 3) = 20,46$$

Selección casos y procedimiento

Análisis de marco de acero, según criterio para los siguientes casos de carga.

Caso I: carga uniformemente distribuida

En todos los casos, los momentos negativos son los que producen tensión en las fibras exteriores de la sección del marco y compresión en las fibras interiores.

Caso I

$$R_A = R_E = R = \frac{W_u * L}{2}$$

$$H_A = H_E = H = \frac{W_u * L^2}{8 * h * N}$$

$$M_B = M_D = -H * h$$

$$M_c = \frac{R * L}{4} - H * (h + f)$$

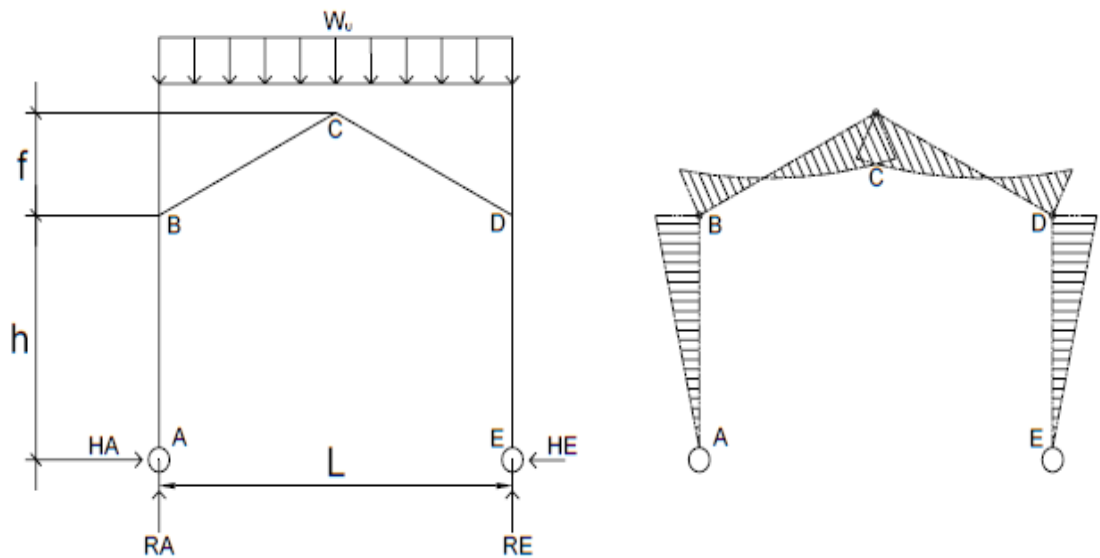
Donde:

RA = RE = reacciones en los apoyos del marco

MB = momento en rodilla del marco

MC = momento en cumbrera del marco

Figura 6. Esquema de cargas y elástica caso I



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Calculo de reacciones y momentos

$$R_A = R_E = R = \frac{573,34 * 65,62}{2} = 18,81 \text{ kips}$$

$$H_A = H_E = H = \frac{573,34 * 65,62^2}{8 * 16,40 * 20,46} (8 + 5 * 0,48) = 9,80 \text{ kips}$$

$$M_B = M_D = -(9,80) * (16,40) = 160,72 \text{ kip-pie}$$

$$M_C = \left(\frac{18,81 * 65,62}{4} \right) - 9,80 * (16,40 + 7,87) = 70,73 \text{ kip-pie}$$

Caso II: carga horizontal uniforme e inclinada, porción única

$$R_A = R_E = R = \frac{W_u * f * (2h + f)}{2 * L}$$

$$H_A = W_u * f - H_E$$

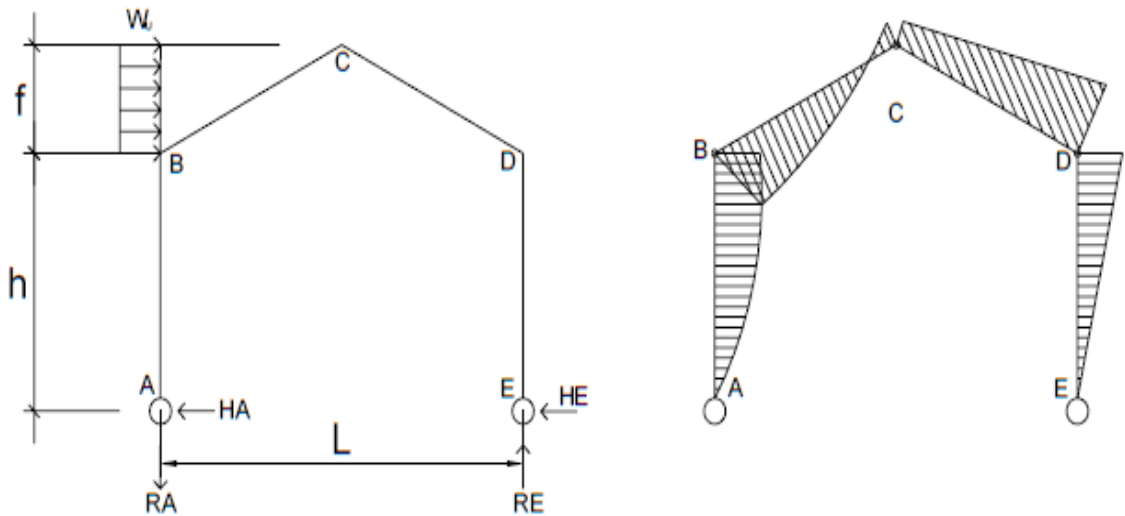
$$H_E = \frac{W_u * f}{4 * N} * (8K + 24 + 20Q + 5Q^2)$$

$$M_B = H_A * h$$

$$M_D = -H_E * h$$

$$M_C = \frac{R * L}{2} - H_E * (h + f)$$

Figura 7. Esquema de cargas y elástica caso II



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Cálculo de reacciones y momentos

$$RA = RE = R = \frac{184,20 * 7,87 * (2 * 16,40 + 7,87)}{2 * 65,62} = 0,45 \text{ kip}$$

$$HE = \left(\frac{184,20 * 7,87}{4 * 20,46} \right) * (8 * 0,49 + 24 + 20 * 0,48 + 5 * 0,48^2) = 0,68 \text{ kip}$$

$$HA = (184,20 * 7,87) - 684,88 = 0,76 \text{ kip}$$

$$M_B = (0,76) * (16,40) = 12,46 \text{ kip - pie}$$

$$M_D = -HE * h = -(0,68) * (16,40) = 11,15 \text{ kip-pie}$$

$$M_C = \left(\frac{0,45 * 65,62}{2}\right) - 0,68 * (16,40 + 7,87) = -1,74 \text{ kip-pie}$$

Caso III: Carga horizontal concentrada en cualquier punto de la columna

Condición solo si $b \leq h$

Donde

b = posición en pies de la carga, a partir del punto A

$$P = \text{área} * C_{sismo} = (E * L) * (12 \text{ lb/pie}^2) = (18,70 * 65,62) * (12) = 14,72 \text{ kip}$$

Condición $0 < b \leq 1$, Se toma el valor de 0,75, ya que el valor de 1 es un valor crítico.

Ecuaciones para el caso III

$$R_A = R_E = R = \frac{P(b * h)}{L}$$

$$H_A = P - HE$$

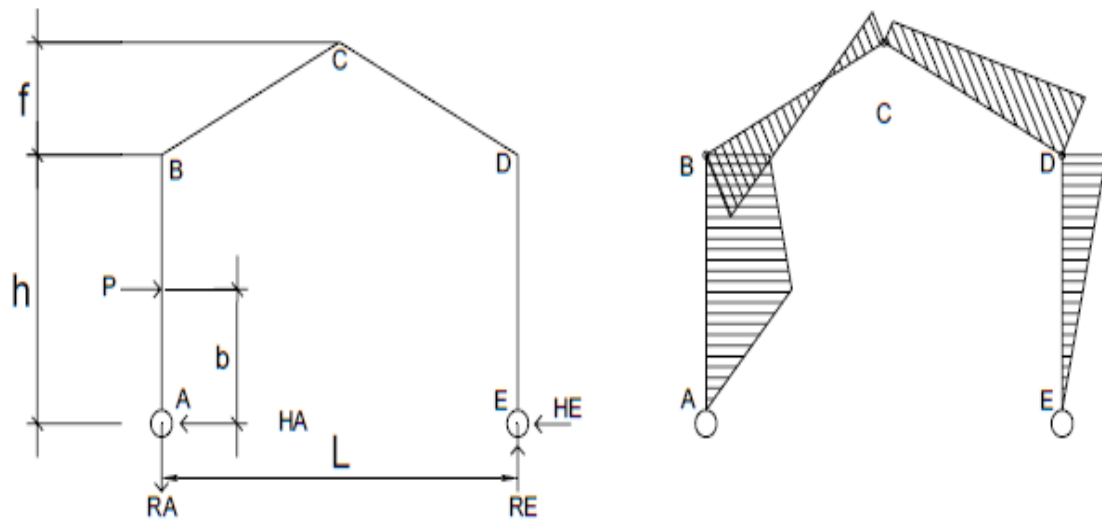
$$HE = \frac{Pb}{N} (3K - b^2K + 3Q + 6)$$

$$M_B = H_A h - Ph(1 - 0,75)$$

$$M_D = -HE * h$$

$$M_C = \frac{RL}{2} - HE(h + f)$$

Figura 8. Esquema de cargas y elástica caso III



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Cálculo de reacciones y momentos

$$RA = RE = R = \frac{(14,72)(0,75 * 16,40)}{65,62} = 2,76 \text{ kip}$$

$$H_E = \frac{(14,72 * 0,75)}{20,46} * [(3 * 0,49) - (0,75^2 * 0,7) + (3 * 0,48) + 6] = 8,52 \text{ kip}$$

$$H_A = 14,72 - 8,52 = 6,20 \text{ kip}$$

$$M_B = (6,20)(16,40) - (14,72 * 16,40)(1 - 0,75) = 41,33 \text{ kip}$$

$$M_D = -11,67 * 16,40 = 191,39 \text{ kip}$$

$$M_C = \left(\frac{2,76 * 65,62}{2}\right) - 8,52(16,40 + 7,87) = -116,22 \text{ kip}$$

Combinación de cargas

Tabla XIV. **Resultados del análisis estructural**

LOCALIZACIÓN	CASO I	CASO II	CASO III	CASO CRITICO
CARGAS (KIP)				
RA	18,81	0,45	2,56	18,81
RE	18,81	0,45	2,56	18,81
HA	9,80	0,76	6,2	9,80
HE	9,80	0,68	8,52	9,80
MOMENTOS (KIP-PIE)				
MB	160,72	12,46	41,33	160,72
MD	160,72	11,15	191,39	191,39
MC	70,73	1,74	116,22	116,22

Fuente: elaboración propia.

3.8. Diseño aproximado del marco de acero

El diseño en acero esta normado y regido por el código AISC (American Institute of Steel Construction). El cual brinda los criterios que deben cumplir los diferentes elementos estructurales de acero que componen el marco.

Por ello se hace notar la importancia de algunas recomendaciones que sugiere el código AISC, las cuales son las siguientes:

Para flexo - compresión: en la columna.

$$\left(\frac{fa}{Fb} \right) + \left(\frac{fb}{Fb} \right) < 1$$

$$(fa + fb) < 0,60 Fy$$

Donde:

N = fuerza normal que existe en la columna

A = área de la sección transversal

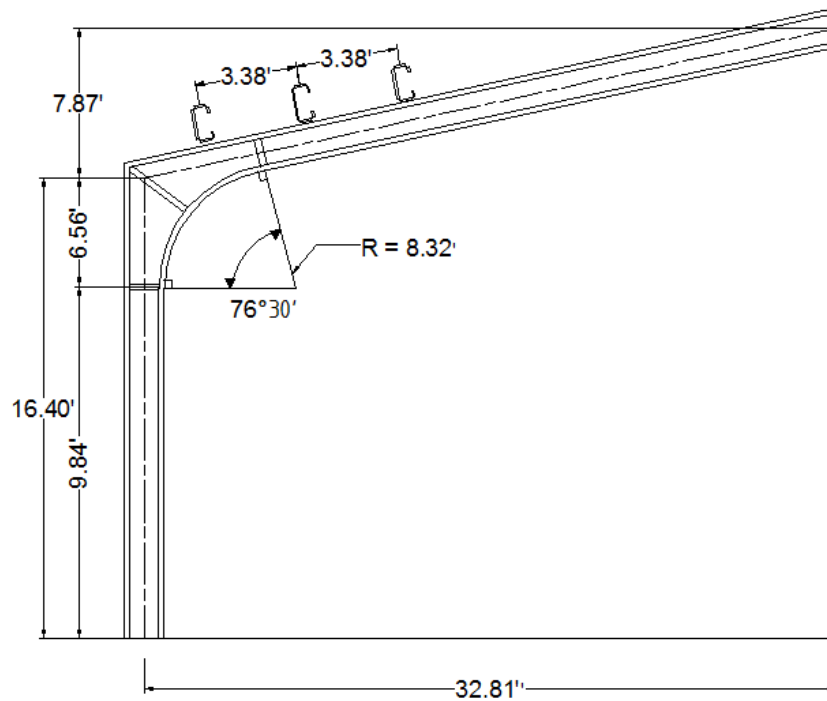
M = momento flexionante máximo en la barra en consideración

S = módulo de sección transversal de la columna respecto al eje alrededor del que se presenta la deflexión.

A continuación se presentan las dimensiones propuestas para el marco de acero compuesto por perfiles WF A-36, normados por la ASTM, los perfiles tienen un punto de fluencia mínimo de 250 MPA (36 Ksi), y un límite de rotura mínimo de 400 MPA (32 Ksi).

Dimensiones propuestas para el marco de acero

Figura 9. **Dimensiones de columna y espaciamiento de costaneras**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Diseño de columna

Para el diseño de columnas se propone una sección de perfil y se chequea que esta cumpla con los requisitos de carga, la cual se obtuvo del análisis estructural.

Figura 10. Longitudes efectivas y factores para diseño de columnas

La geometría deformada se muestra en línea discontinua	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Valor teórico de K	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Valor recomendado para condiciones aproximadas	0.65	0.80	1.2	1.0	2.10	2.0
Vínculo en el extremo	<ul style="list-style-type: none"> Restricción a la rotación y desplazamiento Rotación libre - restricción al desplazamiento Restricción a rotación - desplazamiento libre Rotación y traslación libres 					

Fuente: Manual de acero construcción, segunda edición (AISC). p. 310.

Se proponen inicialmente los siguientes datos

Perfil propuesto 16 WF 36

Tabla 1- 2. Manual de acero construcción, segunda edición (AISC)

- Propiedades

$A = 10,60 \text{ plg}$

$d/ A_f = 5,30$

$S_x = 56,50$

$r_x = 6,51 \text{ plg}$

- Cálculo esfuerzo axial en el elemento (f_a)

$$f_a = \frac{R_A}{A} = \frac{18,81}{10,60} = 1,77 \text{ Ksi}$$

$$\frac{K * L}{r} = \frac{(1,00)(12)(9,84)}{6,51} = 18,14$$

- Cálculo del esfuerzo permisible para carga axial en acero (F_a)

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(18,14)^2}{2(126,1)^2} \right] * 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(18,14)}{8(126,1)} - \frac{18,14}{8(126,1)^3}} = 20,72 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{1,77}{20,72} = 0,09 < 0,15$$

- Esfuerzo de flexión actuante (f_b)

$$f_b = \frac{(12)(9,80)(9,84)}{56,50} = 20,48 \text{ Ksi}$$

- Esfuerzo permisible de flexión en acero (F_b)

$$F_b = \frac{12\,000}{(12)(9,84)(5,30)} = 19,17 < 22 \text{ Ksi} \Rightarrow \frac{f_b}{F_b} = \frac{20,48}{22} = 0,93$$

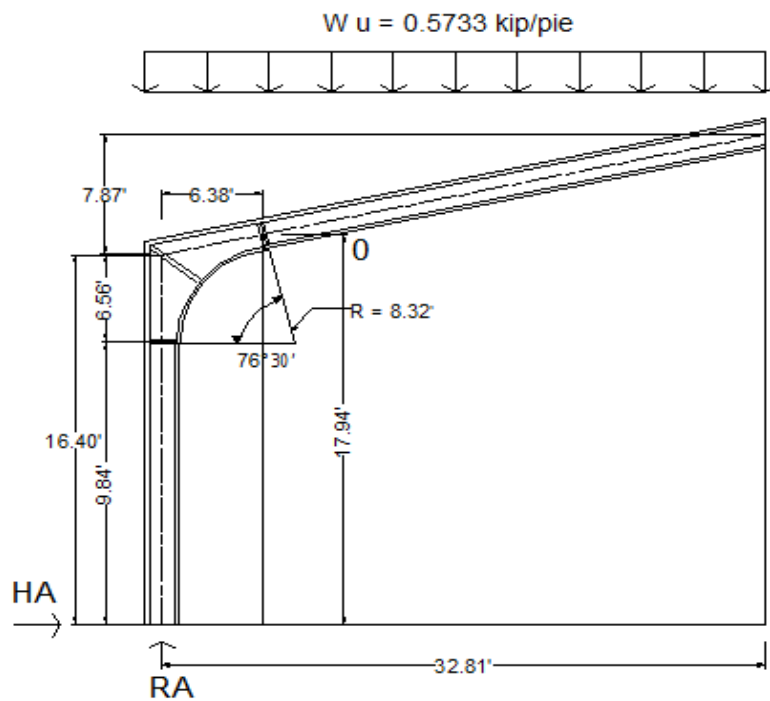
- Chequeo

$$\frac{1,77}{20,72} + \frac{20,48}{22} = 1,02 < 1$$

Con los resultados anteriores se concluye que la sección propuesta para la columna 16 WF 36 es ligeramente pesada, por criterio es correcto utilizar la sección propuesta, cumpliendo con los requerimientos de diseño del AISC.

Diseño de la viga

Figura 11. **Esquema de cargas para el diseño de la viga**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Calculando el momento máximo actuante

$$\begin{aligned}\Sigma M_{\text{máx}0} &= -(9,8)(17,94) + (18,81)(6,38) - (6,38)(0,5733)(6,38/2) = \\ &= - 67,47 \text{ kip-pie}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}T_{\text{máx}} &= (9,8)(\text{sen } 76^{\circ} 30') + (18,81 - (6,38 * 0,5733))(\text{cos } 76^{\circ} 30') \\ &= 13,07 \text{ kip}\end{aligned}$$

Perfil propuesto 16 WF 36

Tabla 1- 2. Manual de acero construcción, segunda edición (AISC)

- Propiedades

$$A = 10,60 \text{ plg}^2$$

$$d/ Af = 5,30$$

$$Sx = 56,50$$

$$rx = 6,51 \text{ plg}$$

- Cálculo esfuerzo axial en el elemento (fa)

$$f_a = \frac{13,07}{10,60} = 1,23 \text{ Ksi}$$

$$\frac{K * L}{r} = \frac{(1,00)(12)(27,17)}{6,51} = 50,08$$

- Cálculo del esfuerzo permisible para carga axial en acero (Fa)

$$F_a = \frac{\left[1 - \frac{(50,08)^2}{2(126,1)^2} \right] * 36}{\frac{5}{3} + \frac{3(50,08)}{8(126,1)} - \frac{50,08}{8(126,1)^3}} = 18,35 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_a}{F_a} = \frac{1,23}{18,35} = 0,07 < 0,15$$

- Esfuerzo de flexión actuante (fb)

$$f_b = \frac{(12)(6,47)}{56,50} = 13,69 \text{ Ksi}$$

- Esfuerzo permisible de flexión en acero (Fb)

$$F_b = 22 \text{ Ksi}$$

$$\frac{f_b}{F_b} = \frac{13,35}{22} = 0,62$$

- Chequeo

$$\frac{1,23}{18,35} + \frac{13,69}{22} = 0,70 < 1$$

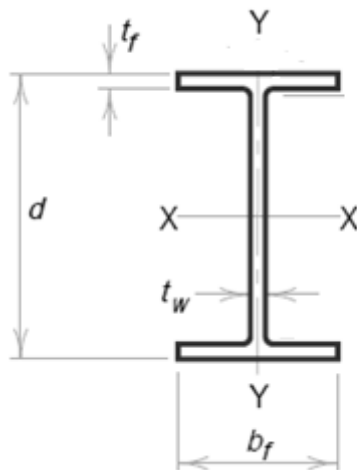
Con los resultados anteriores se concluye que la sección propuesta para la viga 16 WF 36 cumple con los requerimientos de diseño del AISC.

Chequeo de radio de rodilla

Una vez se han establecido los peraltes de las columnas y traveses puede hacerse lo mismo con las dimensiones de las rodillas. A menudo se establecen más sobre la base que la rodilla tenga una apariencia agradable, Korn (de referencia previa) recomienda que se use un radio mínimo de 2 1/2 veces el peralte de la columna o la viga, si estos fueran distintos debe usarse el mayor de los dos.

Para este caso se obtuvieron los siguientes perfiles

Figura 12. Datos del perfil 16 WF 36



Fuente: Manual de diseño en acero, segunda edición (AISC). p. 26.

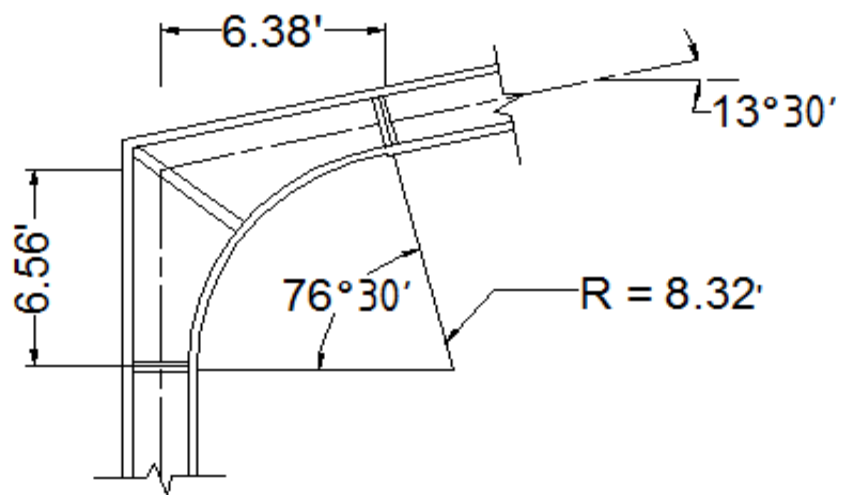
16 WF 36 ($d = 15,85''$, $b_f = 6,992''$, $t_f = 0,428$, $t_w = 0,299$) (columna)

16 WF 36 ($d = 15,85''$, $b_f = 6,992''$, $t_f = 0,428$, $t_w = 0,299$) (viga)

Se procede a comprobar si el radio de giro es el adecuado para las secciones que componen el marco de acero.

Diseño de rodilla

Figura 13. Dimensiones de rodilla



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

La mitad del ángulo central vale

$$\theta = (90^{\circ} - 13^{\circ}30') / 2 = 38^{\circ}15' = 0,67 \text{ rad}$$

La longitud crítica del patín es igual a

$$L_c = \theta * R = 5,30 * b$$

El ancho del patín de la rodilla debe ser el mismo que el de los patines WF 16 x 36 o sea $b = 15,85''$, dando el siguiente resultado.

$$0,67 * R = 5,30 * b$$

Despejando el radio queda

$$R = (5,30*b)/(0,67) \text{ donde } b = 15,85''$$

Resolviendo

$$R = 125,38 = 125 \text{ plg}$$

Con los resultados anteriores se concluye que el radio de diseño es igual a 8,32' (99,84 plg) es satisfactorio porque se encuentra dentro del rango esperado.

3.9. Análisis y diseño exacto del marco de acero

El análisis y diseño exacto del marco de acero se realizará de la misma forma que el análisis y diseño aproximado con la variante que los cálculos de las fuerzas internas en los diferentes elementos del marco se realizarán con la fuerza exacta horizontal.

Para calcular la carga de los elementos que componen el marco de acero se multiplicará el peso lineal por la longitud del elemento.

Cálculo del peso propio del marco

Carga lineal del perfil 16 WF 36 = 36 b /pie (Tablas AISC)

- Peso de la viga

$$W \text{ viga} = (36 \text{ lb/pie})(33,73 \text{ pie})(\text{sen } 13^{\circ} 30') = 283,47 \text{ lb}$$

- Peso de la columna

$$W \text{ columna} = (36 \text{ lb/pie})(16,40 \text{ pie}) = 590,40 \text{ lb}$$

- Peso total del marco de acero

$$W_{\text{viga}} + W_{\text{columna}} = 2(283 \text{ 47,00} + 590 \text{ 40,00}) = 1 \text{ 746,94 lb}$$

Para obtener la carga total distribuida sobre el marco se divide la carga total del marco entre la luz del marco dando el siguiente resultado.

$$W_{\text{uniforme marco}} = 1 \text{ 746,94 lb}/65,62 \text{ pie} = 26,62 \text{ lb/pie}$$

El valor asumido como peso propio del marco de acero fue de 4,09 lb/pie² dando una carga linealmente distribuida de 76,48 lb/pie siendo este mayor que valor mayor que el calculado por lo que se concluye que el diseño aproximado es el diseño final del marco de acero.

3.10. Diseño de elementos complementarios

Una vez finalizado el diseño del marco de acero lo cual consistió en determinar las secciones de los perfiles que formarán los elementos se procede a realizar el diseño de los elementos que no conforman el marco de acero en sí, pero que se utilizan en este tipo de estructuras para obtener una mayor eficiencia del diseño estos elementos son la placa base para la columna, los

pernos de anclaje de la placa base para la cimentación de concreto y los tipos de uniones entre los elementos del marco de acero.

3.10.1. Placa base del marco de acero

El área de la placa de base se encuentra fácilmente dividiendo la carga de la columna entre el esfuerzo unitario de compresión permisible del concreto, dependiendo de la calidad del mismo. El espesor de la placa se determina suponiendo que se comporta como un voladizo invertido, cuyo momento máximo se localiza en el borde de la columna y utilizando la dimensión m o n, cualquiera que sea la mayor (ver figura ilustrativa). Se supone que la carga de la columna está distribuida uniformemente sobre el área rectangular punteada que se muestra en la figura.

Procedimiento para el diseño de la placa base para la columna:

- Paso 1. Determinar el área mínima (A_{min}) requerida de la placa

$$A_{min} = P / F_P$$

Donde:

A_{min} = área de la placa en plg^2 o cm^2

P = carga total de la columna en lb o kg

F_P = esfuerzo permisible de compresión en la mampostería en lb/plg^2 o kg/cm^2

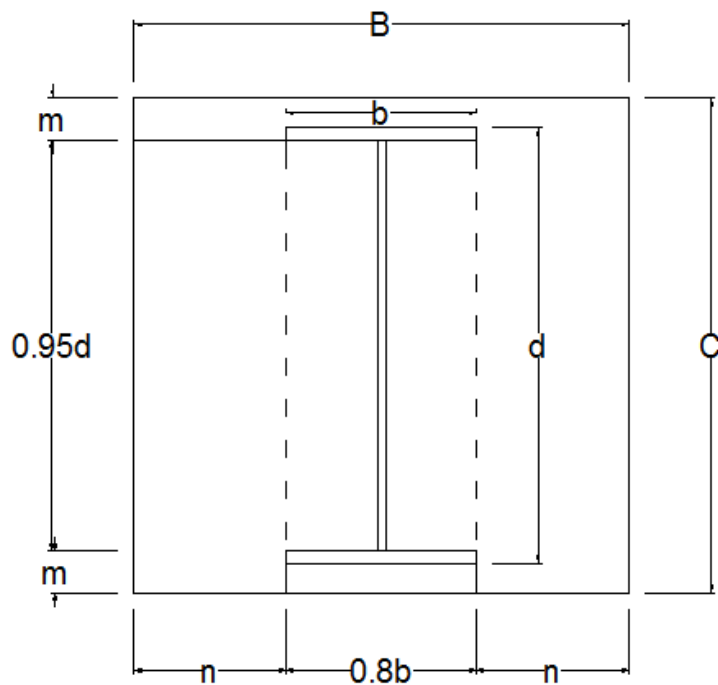
Las especificaciones AISC señalan F_P como $0,25 * f_c$ cuando toda el área del concreto está cubierta por la placa e igual a $0,375 * f_c$ cuando el área de la

placa es un tercio del área del concreto, Para un tipo de concreto usado comúnmente, $f'c = 3\ 000\ \text{lb/plg}^2$ ($210\ \text{kg/cm}^2$), por lo que $F_P = 750\ \text{lb/plg}^2$ ($52\ \text{kg/cm}^2$).

- Paso 2. Determinar medidas de la placa

Mediante un esquema semejante a la figura 14, seleccionando una placa cuya área sea igual a $B * C$ y con dimensiones m y n como se muestra en la figura siguiente.

Figura 14. **Esquema placa base de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

- Paso 3. Calcular las dimensiones m y n

Para el cálculo de m y n se utilizan los valores 0,95 d y 0,80 b, como se aprecia en la figura.

- Paso 4. Determinar el espesor de la placa

Para determinar el espesor de la placa se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$t = \sqrt{\frac{3 * p * (m^2 \text{ o } n^2)}{F_b}}$$

Donde:

t = espesor de la placa, en pulgadas

P = presión real sobre la mampostería en lb /plg²

$$p = \frac{P}{B * C}$$

m o n = proyección de la placa, por fuera de la columna en plg

F_b = esfuerzo permisible en la fibra extrema de placa de apoyo en lb/ plg²

El esfuerzo permisible según las especificaciones AISC señalan un valor de F_b igual a 0,25 * F_y, para acero A-36 F_b = 0,75 * 36 000 = 27 000 lb/ plg².

Calculando

- Paso 1. Área requerida

$$A_{\min} = \frac{18\,680 \text{ lb}}{0,25 * 3\,000 \text{ lb/plg}^2} = 24,91 \text{ plg}^2$$

Proponiendo medidas

$$B = 18 \text{ plg}$$

$$C = 18 \text{ plg}$$

$$A = 18 * 18 = 324 \text{ plg}^2$$

Condición $A > A_{\min}$

- Paso 2.

De las tablas del AISC se obtendrán las propiedades del perfil 16 WF 36

Datos del perfil

$$d = 15,85 \text{ plg}$$

$$b_f = 6,992 \text{ plg}$$

$$t_f = 0,428 \text{ plg}$$

$$t_w = 0,299 \text{ plg}$$

- Paso 3. Calculo de las dimensiones m y n
 - Cálculo de m

$$0,95 * d = 0,95 * 15,85 = 15,06 \text{ plg}$$

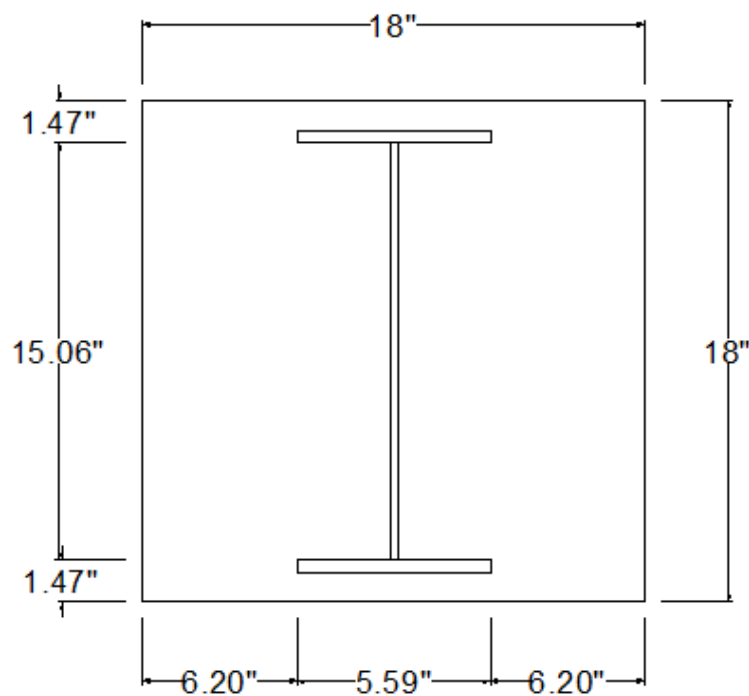
$$m = \frac{18 - 15,06}{2} = 1,47 \text{ plg}$$

- Calculo de n

$$0,80 * b = 0,80 * 6,992 = 5,59 \text{ plg}$$

$$n = \frac{18 - 5,29}{2} = 6,20 \text{ plg}$$

Figura 15. **Medidas placa base de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

- Paso 4. Cálculo del espesor

$$n > m$$

Como n es mayor que m será el dato que se utilizará para el cálculo del espesor de la platina de acuerdo a la siguiente ecuación.

Presión real

$$p = \frac{18\,680}{18 * 18} = 57,65 \text{ lb/plg}^2$$

$$t = \sqrt{\frac{3 * 57,65 * 6,20^2}{27\,000}} = 0,50 \text{ plg}$$

Dimensiones de la placa base para la columna 18" x 18" X 1/2".

3.10.2. Pernos de anclaje

En el diseño de pernos de anclaje deben tomarse en cuenta las especificaciones del AISC, por lo cual los dos chequeos que se deben de realizar a los pernos de anclaje son el chequeo por tensión y corte.

- Diseño de pernos a tensión

$$F_t = 0,60 * F_y$$

$$F_t = 0,60 * 36\,000,00 = 21\,600,00 \text{ lb/plg}^2$$

Cálculo de área requerida para esfuerzo de tensión

$$\text{Arequerida} = \frac{F_{\text{tension}}}{F_t}$$

$$\text{Arequerida} = \frac{18\,680 \text{ lb}}{21\,600 \text{ lb/plg}^2} = 0,86 \text{ plg}^2$$

$$n = \frac{0,86 \text{ plg}^2}{6} = 0,14 \text{ plg}^2$$

$\emptyset = 1/2 \text{ plg/c/perno}$. Pero por razones comerciales se usarán pernos de 1".

- Diseño de pernos por corte

$$F_v = 0,40 * F_v$$

$$F_v = 0,40 * 36\,000 = 14\,400 \text{ lb/plg}^2$$

Cálculo de área requerida para esfuerzo de corte

$$\text{Arequerida} = \frac{F_{\text{corte}}}{F_v}$$

$$\text{Arequerida} = \frac{9\,500 \text{ lbs}}{14\,400 \text{ lb/plg}^2} = 0,66 \text{ plg}^2$$

$$n = \frac{0,66 \text{ plg}^2}{6} = 0,11 \text{ plg}^2$$

$\emptyset = 1/2$ plg/c/perno. Pero por razones comerciales se usarán pernos de 1”.

Los pernos a utilizar según los requerimientos AISC serán de 1” de diámetro tipo A490 especificados por las Normas ASTM.

3.10.3. Tipos de uniones

Las uniones o juntas son elementos complementarios en el diseño de estructuras metálicas pero que ayudan a que el comportamiento de la estructura debe ser más eficiente de acuerdo a las cargas solicitantes. Los tipos más comunes de juntas son tres remachadas, atornilladas y soldadas.

Normalmente la selección del tipo de junta por usarse en una estructura determinada, está sujeta a una serie de factores entre los que se pueden citarse:

- Los ordenamientos de los códigos locales de construcción
- Economía
- Preferencia del proyectista
- Disponibilidad de los buenos soldadores o remachadores
- Condiciones de cargas (estáticas o de fatiga)
- Preferencia del fabricante y equipo disponible

Es muy complicado hacer una lista del conjunto definido de reglas de las que pueda seleccionarse el mejor tipo de elemento de conexión para cualquier estructura dada.

Se presentan a continuación algunos de los conceptos que pueda ayudar a decidir qué tipo de junta es el más conveniente.

- Los tornillos ordinarios son a menudo económicos para estructuras ligeras sujetas a cargas estáticas pequeñas y para miembros secundarios como largueros, correas, riostras, etc), en estructuras mas grandes.
- El montaje a base de tornillos es más rápido e incluye mano de obra menos diestra que para soldar o remachar, sin embargo el costo de los tornillos de alta resistencia, es elevado.
- Si una estructura va a desarmarse más tarde, el remachado y la soldadura serían descartados, dejando el trabajo abierto a la utilización de tornillos.
- Para cargas de fatiga las juntas con tornillos de alta resistencia tipo fricción es excelente, mientras que las juntas soldadas o de tornillos de alta resistencia tipo apoyo también son muy buenos.
- La soldadura requiere menores cantidades de acero proporciona las juntas que lucen más atractivas, y tiene una zona de aplicación más amplia que otros tipos de conexiones.
- Cuando se desean juntas resistentes a momentos, continuas y rígidas la soldadura probablemente será seleccionada.
- La soldadura es universalmente aceptada como satisfactoria para el trabajo de taller.
- Los remaches, que pueden ser instalados rápidamente en el taller con remachadoras pesadas están, a pesar de eso están perdiendo terreno constantemente frente al crecimiento constante de la soldadura y tornillos de alta resistencia.
- Para el trabajo en obra, los remaches están siendo rápidamente desplazados excepto para ciertos trabajos en puentes.

3.11. Diseño de muros

- **Mampostería**

Está formada por muros construidos con piezas prismáticas macizas o con celdas, unidas con mortero aglutinante.

La mampostería reforzada permite realizar construcciones en altura hasta unos seis pisos unidas con mortero aglutinante y reforzado con varillas de acero, denominándose mampostería confinada si el refuerzo se concentra en elementos verticales y horizontales de concreto conocidos comúnmente como mochetas y soleras, mientras que si se localiza distribuido entre los elementos mampuestos se designa como mampostería integral, es decir que las varillas de acero corrugado estarán colocadas verticalmente entre los agujeros o celdas de las piezas prefabricadas.

- **Elementos de un sistema de mampostería reforzada**

Los materiales con que se conforman los muros de mampostería son: las unidades prefabricadas para levantado o mampuestos, morteros, grout si es mampostería integral o reforzada interiormente, concreto si es mampostería confinada y acero de refuerzo.

Para este caso se utilizará concreto ya que el sistema estructural es de mampostería confinada y acero estructural.

- Unidades de mampostería

Son las unidades prefabricadas usadas para el levantado de los muros de mampostería reforzada, generalmente son ladrillos de barro cocido o bloques de concreto cuya función básica será dividir los ambientes y la función estructural soportar esfuerzos de compresión.

- Bloques de concreto

Esta es una de las unidades más modernas utilizadas en la construcción de mampostería, la aceptación está justificada por las cualidades intrínsecas como la rapidez de ejecución, la facilidad en el manejo y la proporción adecuada de las dimensiones. Este tipo de unidades generalmente poseen un gran porcentaje de vacíos, también deberán cumplir con la Norma COGUANOR NGO 41 054 en lo referente a calidad, dimensiones, porcentaje de absorción y clasificación por resistencia.

Tabla XV. **Tipos de bloques 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
	15	20	40	14	19	39
Medio bloque de pared o muro	20	20	20	19	19	19
	15	20	20	14	19	19
Bloque de tabique	10	20	40	9	19	39
Medio bloque de tabique	10	20	20	9	19	19

Fuente: elaboración propia.

Estos datos son similares para los bloques tipo U, a excepción del bloque de tabique porque no hay block U para este tipo de unidad.

En la siguiente tabla se muestran algunas de las características de los bloques de concreto.

Tabla XVI. **Características de los bloques de concreto**

Tipo de bloque	Grosor de paredes del bloque	Variaciones permisibles para las 3 dimensiones	Resistencia a compresión 28 días	Máxima absorción de agua 24 hrs,
A	3,0 cm	4 mm	50 kg/cm ²	30 %
B	2,5 cm	4 mm	35 kg/cm ²	30 %
C	2,5 cm	4 mm	25 kg/cm ²	30 %

Fuente: Normas FHA. p. 8-10.

- **Mortero**

Los morteros usados para mampostería deberán ser una mezcla plástica de materiales cementantes y arena bien graduada que permite 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 la trabajabilidad, capacidad para retención de agua, teniendo en cuenta que servirá de apoyo para las unidades de mampostería, también deberá de contribuir a la resistencia a compresión del elemento estructural; el tamaño nominal de las partículas que conforman la mezcla será de 2,5 mm.

Los morteros utilizados en la ejecución de las juntas horizontales y verticales de los elementos estructurales, se tipifican en función de su resistencia mínima a compresión a 28 días según lo indicado a continuación.

- Tipo de mortero

Tipo I calidad de resistencia elevada dando una resistencia mínima a la compresión a 28 días de 175 kg/cm^2 , tipo II calidad intermedia dando una resistencia a los 28 días igual a 125 kg/cm^2 y tipo 3 de calidad normal dando una resistencia a los 28 días de 50 kg/cm^2 .

- Resistencia a la compresión

La resistencia a compresión del mortero va a estar en función directa de la dosificación de la mezcla, los morteros son clasificados en tres tipos: I, II y III.

En la tabla XVII se indica la dosificación por volumen para cada tipo de mortero así como su resistencia a la compresión.

Tabla XVII. Resistencia a la compresión del 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 mayor de 3 veces la suma de los volúmenes de cemento y cal usados	175
II	1,00	0,25 a 0,50		125
III	1,00	0,50 a 1,25		50

Fuente: Normas AGIES NR – 9:2000. p. 5.

El tipo de mortero a utilizar en nuestro proyecto será tipo I con una proporción de 1:3 dando una resistencia a compresión de 175 kg/cm².

- Concreto

El concreto no es más que una mezcla heterogénea de arena, grava, cemento y agua al fraguar adquiere las características de dureza y resistencia necesarias, en algunas ocasiones se les pueden agregar aditivos para modificar las características.

La resistencia del concreto depende de muchos factores tales como los materiales, el diseño de la mezcla, el colocado y curado del mismo.

- Acero de refuerzo

Este material es utilizado tanto para 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 A703 o ASTM A615, siendo equivalente a la Norma COGUANOR NGO 36 011. El uso de las varillas lisas estará limitado a estribos, eslabones y otros dispositivos de amarre.

Existen diferentes resistencias del refuerzo, siendo las más utilizadas el grado 40, grado 60 y hasta grado 70 (alta resistencia), en este caso se utilizarán varillas corrugadas grado 40.

3.11.1. Diseño de estructura en mampostería

La estructura que se analiza es de un nivel, de mampostería reforzada, con cubierta constituida de marcos rígidos de acero estructural sujetos a costaneras.

Para el diseño de los muros se procedió a utilizar el método simplificado de diseño en muros de mampostería. Este asume que solo los muros paralelos a la dirección del sismo contribuyen a la resistencia, despreciando la contribución de los muros transversales a la dirección de la fuerza aplicada.

Para este método es necesario calcular

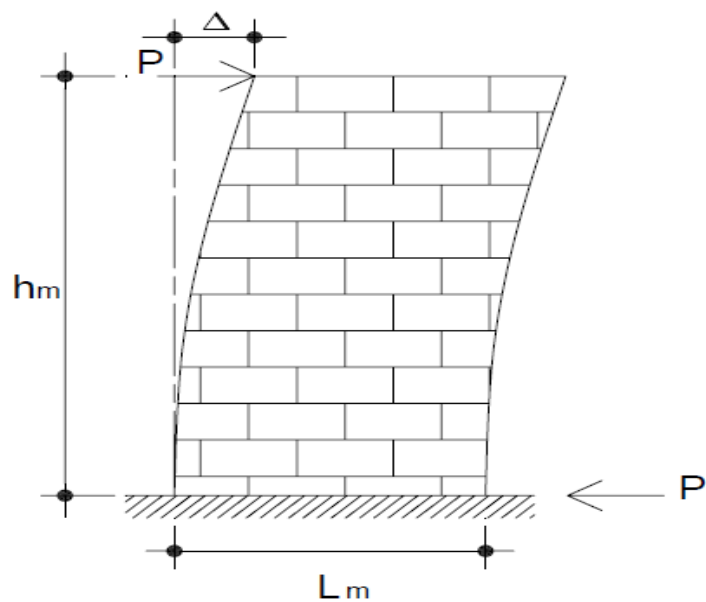
- La rigidez de cada muro en la dirección del sismo
- El centro de corte de muros
- Centro de masa
- La carga lateral y su distribución
- La distribución del momento de volteo

3.11.2. Cálculo de muro en mampostería

Cálculo de rigideces en muros

Debido a que la cubierta es de lámina galvanizada y sostenida por marcos de acero, los muros de mampostería se consideran en voladizo, ya que no cargan ningún elemento de la cubierta.

Figura 16. Deflexión producida por una fuerza lateral en muro



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Ecuaciones:

$$\Delta = \left[\frac{P * (4a^3 + 3a)}{E * t_m} \right]$$

$$R = \frac{t_m}{(4a^3 + 3a)}$$

$$a = \frac{h_m}{L_m}$$

Donde:

Δ = deflexión permisible entre soportes adyacentes de muros

P = carga lateral

R = rigidez

R_0 = relación altura/longitud

t_m = espesor del muro

h_m = altura de las paredes entre soportes horizontales

L_m = largo de las paredes entre soportes verticales

E_m = módulo de elasticidad de la mampostería ($0,622 \cdot 10^5 \text{ kg/m}^2$)

E_v = módulo de elasticidad en corte ($0,40 E_m$)

F_b = esfuerzo permisible de la mampostería por flexión, donde $0,33 f'm$

Para el cálculo del momento de inercia se utilizará la siguiente ecuación

$$I = \text{momento de inercia} \left(I = \frac{1}{12} * t * L^3 \right)$$

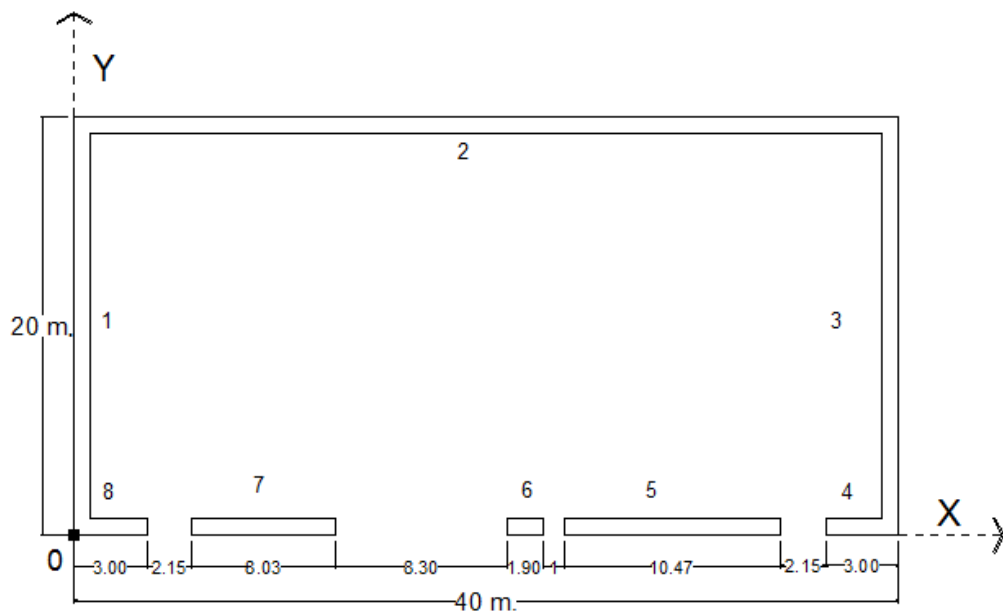
Mampostería de block

Se asumen muros en voladizo, debido a que la cubierta estará soportada por marcos de acero, los cuales no transmitirán cargas a los muros, y ello

constituye un diafragma flexible simplemente soportado y articulado en los extremos.

No se determina el centro de rigidez del módulo, al no considerarse esfuerzos de corte por torsión.

Figura 17. Dimensiones edificio rastro municipal



Fuente: elaboración propia, con programa de AutoCad 2012.

Las rigideces se calculan en la tabla XVIII de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$R = \frac{t_m}{(4a^3 + 3a)}$$

Tabla XVIII. **Cálculo de rigideces**

Muro	Lm	hm	a	tm	RXE
1	20	7,4	0,37	0,15	0,114
2	40	5	0,13	0,15	0,392
3	20	7,4	0,37	0,15	0,114
4	3	5	1,67	0,15	0,006
5	10,5	5	0,48	0,15	0,081
6	1,9	5	2,63	0,15	0,002
7	8	5	0,63	0,15	0,053
8	3	5	1,67	0,15	0,006

Fuente: elaboración propia.

La rigidez se deja en función de E para trabajar con valores pequeños para simplificar el análisis, esto no afecta el análisis.

Cálculo de centro de corte muros

Se obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y_{cc} = \frac{\sum Y_i * R}{\sum R * E}, X_{cc} = \frac{\sum X_i * R}{\sum R * E}$$

A continuación en la siguiente tabla se presentan los cálculos para obtener el centro de corte de los muros de mampostería reforzada.

Tabla XIX. **Centro de corte de muros sentido X**

Muro	R x E	Yi	Yi x R
2	0,392	20	7,837
4	0,006	0	0,000
5	0,081	0	0,000
6	0,002	0	0,000
7	0,053	0	0,000
8	0,006	0	0,000
	Σ 0,540		Σ 7,837

Fuente: elaboración propia.

$$Y_{cc} = 7,837/0,540 = 14,51 \text{ m}$$

Tabla XX. **Centro de corte de muros sentido Y**

Muro	R x E	Xi	Xi x R
1	0,114	0	0,000
3	0,114	40	4,571
	Σ 0,229		Σ 4,571

Fuente: elaboración propia.

$$X_{cc} = 4,571/0,229 = 20,00 \text{ m}$$

El centro del corte en los muros de mampostería se encuentra ubicado en las coordenadas (Y_{cc}, X_{cc}) igual a (14,51, 20,00) m.

Cálculo de centro de masa

El cálculo de centro de masa de muros se obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Y_{cm} = \frac{\sum Y_i * L_m}{\sum L_m}, X_{cm} = \frac{\sum X_i * L_m}{\sum L_m}$$

Tabla XXI. **Cálculo de centro de masa**

Muro	Lm	Xi	Yi	Xi x Lm	Yi x Lm
1	20	0	10	0	200
2	40	20	20	800	800
3	20	40	10	800	200
4	3	40	0	120	0
5	10,5	29,6	0	310,8	0
6	1,9	22,4	0	42,56	0
7	8	9,15	0	73,2	0
8	3	1,5	0	4,5	0
	Σ 106,40			Σ2 151,06	Σ1 200,00

Fuente: elaboración propia.

$$Y_{cm} = 1\ 200,00/106,40 = 11,28\ m$$

$$X_{cm} = 2\ 151,6/106,40 = 20,22\ m$$

El centro de masa en los muros de mampostería se encuentra ubicado en las coordenadas (Ycm, Xcm) igual a (11,28, 20,22) m.

Cálculo carga de los bloques de mampostería

El cálculo de la carga muerta debido al peso de los bloques se mampostería de obtiene de acuerdo a la siguiente ecuación.

$$P_m = (P_{\text{bloque}}) \cdot (h_m) \cdot (L_m)$$

Donde:

P_m = carga de los bloques de mampostería

P_{bloque} = carga unitaria del bloque $P_{\text{bloque}} = 120 \text{ kg/m}^2$

h_m = altura del muro

L_m = longitud del muro

Tabla XXII. **Cálculo carga de muros de mampostería**

Muro	Lm	hm	Área (m²)	Carga mampostería (kg/m²)	Pm (kg)
1	20,00	7,40	148,00	120	17760,00
2	40,00	5,00	200,00	120	24000,00
3	20,00	7,40	148,00	120	17760,00
4	3,00	5,00	15,00	120	1800,00

Continuación de la tabla XXII.

5	10,50	5,00	52,50	120	6300,00
6	1,90	5,00	9,50	120	1140,00
7	8,00	5,00	40,00	120	4800,00
8	3,00	5,00	15,00	120	1800,00
					$\Sigma 75360,00$

Fuente: elaboración propia.

$$P_m = 75\,360,00 \text{ kg} = 75,36 \text{ ton}$$

Cálculo de cargas laterales

Todo edificio debe ser diseñado y construido para resistir un mínimo de fuerza sísmica lateral, que puede ser resistida por marcos estructurales o por muros. En este caso se diseñará para que esta fuerza sea resistida por muros de mampostería reforzada.

El cálculo de las fuerzas laterales se realizará por el Método SEAOC (Structural Engineers Association of California). Ver (3.3.4. carga de sismo)

$$V_b = 0,10 W_t$$

Donde

V_b = corte basal

W_t = carga total (CM + 25 % CV)

CM = carga mampostería (75 360,00 kg)

CV = carga viva (100 kg/m²)

- Obteniendo corte basal

$$V_b = 0,10 W_t$$

$$V_b = 0,10 (76\,360 \text{ kg} + 20\,000 \text{ kg})$$

$$V_b = 9\,636,00 \text{ kg}$$

- Cálculo de momento de volteo

$$M_v = P * h$$

Donde:

M_v = momento de volteo

h = altura crítica de los muros ($h = 7,4 \text{ m}$)

$$P_x = P_y = P = 9\,636,00 \text{ kg}$$

$$M_v = 9\,636,00 \text{ kg} * 7,4 \text{ m} = 71\,306,40 \text{ kg-m}$$

- Cálculo de excentricidades

$$\text{Sismo en X: } e_y = Y_{cm} - Y_{cc}$$

$$\text{Sentido Y: } e_x = X_{cm} - X_{cc}$$

Donde:

$e_{x,y}$ = excentricidad en el eje X o Y

X_{cm}, Y_{cm} = eje del centro de masa en el sentido X o Y

X_{cc}, Y_{cc} = eje del centro de corte en el sentido X o Y

- Resolviendo las ecuaciones

$$e_y = Y_{cm} - Y_{cc} = 11,28 - 14,51 = -3,23 \text{ m} + 1,00 \text{ m} = -2,23 \text{ m}$$

$$TP_x = 9\,636,00 \text{ kg} * 2,23 \text{ m} = -21\,488,28 \text{ kg-m}$$

$$e_x = X_{cm} - X_{cc} = 20,22 - 20,00 = 0,22 \text{ m} + 2,00 \text{ m} = 2,22 \text{ m}$$

$$TP_y = 9\,636,00 \text{ kg} * 2,22 \text{ m} = 21\,391,92 \text{ kg-m}$$

Distribución de carga lateral

Tabla XXIII. **Distribución de carga lateral sentido X**

Muro	Rx	Ycc	Rx*Ycc ²	$\left[\frac{R_x}{\sum R_x} \right] P_x$	Jp	$Y \left[\frac{R_x}{\sum R_x} \right] TP_x$	Vs
2	0,392	14,51	82,497	6996,308	205,04	595,848	7592,156
4	0,006	14,51	1,343	113,879	205,04	-9,699	104,181
5	0,081	14,51	16,975	1439,553	205,04	-122,601	1316,952
6	0,002	14,51	0,391	33,150	205,04	-2,823	30,327
7	0,053	14,51	11,075	939,230	205,04	79,991	1019,221
8	0,006	14,51	1,343	113,879	205,04	9,699	123,578
	$\sum 0,540$		$\sum 113,623$				

Fuente: elaboración propia

Tabla XXIV. **Distribución de carga lateral sentido Y**

Muro	Ry	Xcc	Ry*Xcc ²	$\left[\frac{R_x}{\sum R_x} \right] P_x$	Jp	$Y \left[\frac{R_x}{\sum R_x} \right] TP_x$	Vs
1	0,114	20,00	45,710	4818,00	205,04	238,449	5056,449

Continuación de la tabla XXIV.

3	0,114	20,00	45,710	4818,00	205,04	-238,449	4579,551
	$\Sigma 0,228$		$\Sigma 91,421$				

Fuente: elaboración propia.

Distribución del momento de volteo

$$Mv = 71\,306,40 \text{ kg-m}$$

Para la distribución del momento de volteo se utilizará la siguiente ecuación:

$$M_i = \left(\frac{R_i}{\sum R} \right) * Mv$$

Tabla XXV. **Distribución de momento de volteo sentido X**

Muro	Rx	Mvix
2	0,392	51772,677
4	0,006	842,707
5	0,081	10652,691
6	0,002	245,313
7	0,053	6950,305
8	0,006	842,707

$\Sigma 0,540$

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXVI. **Distribución de momento de volteo sentido Y**

Muro	Ry	Mvy
1	0,114	35653,20
3	0,114	35653,20
Σ 0,228		

Fuente: elaboración propia.

En el diseño de la mampostería deben realizarse varios chequeos para asegurarse del buen funcionamiento estructural de la misma entre los cuales se tiene:

- Diseño por flexión
- Diseño a corte

Diseño por flexión: el diseño a flexión consiste en comparar el esfuerzo producido por las cargas en la mampostería (f_m), con el esfuerzo permisible de la mampostería a flexión (F_m), este último debe ser mayor para que el chequeo sea correcto.

Datos

$$f'_m = 0,70 \cdot F_u = 0,70 \cdot 25 \text{ kg/cm}^2 = 17,5 \text{ kg/cm}^2$$

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

$$S_m = (t_m \cdot L_m^2) / 6$$

Donde:

S_m = módulo de sección de la mampostería

t_m = espesor del muro

L_m = longitud del muro

$$F_m = 0,33 * f'm = 0,33 * 17,5 = 5,775 \text{ kg/cm}^2$$

Donde:

F_m = esfuerzo permisible de la mampostería a flexión

$f'm$ = resistencia a compresión de la mampostería

Tabla XXVII. **Diseño por flexión**

Muro	Momento (kg-cm)	Módulo de sección (cm³)	Longitud (cm)	Espesor (cm)	f'm	Fm
1	3569630,114	10000000	2000	15	0,357	5,775
2	5177267,682	40000000	4000	15	0,129	5,775
3	3561009,886	10000000	2000	15	0,356	5,775
4	84270,733	225000	300	15	0,375	5,775
5	1065269,118	2756250	1050	15	0,386	5,775
6	24531,279	90250	190	15	0,272	5,775
7	695030,456	1600000	800	15	0,434	5,775
8	84270,733	225000	300	15	0,375	5,775

Fuente: elaboración propia

El diseño por flexión es satisfactorio ya que todos los resultados obtenidos de la tabla cumplen con la condición que $f_m < F_m$.

Diseño por corte

El refuerzo a corte lo constituyen las soleras o refuerzo horizontal y si tienen las siguientes condiciones si $f_v < F_v$ se tiende a utilizar el refuerzo mínimo pero si $f_v > F_v$ el acero de refuerzo tiene que calcularse para garantizar el buen funcionamiento de la mampostería para las fuerzas cortantes.

Ecuaciones a utilizar para el cálculo:

$$f_v = \frac{Vd}{L_m * t_m}$$

$$F_v = K * \sqrt{f'_m}$$

$$V_s = \frac{A_v * f_s * d}{S}$$

Donde:

f_v = corte de diseño = $1,5 V_s$

f'_m = resistencia a compresión de la mampostería

k = constante del material ($K = 0,30$ para block)

A_v = área de acero en la solera

S = separación entre soleras

d = peralte efectivo

f_s = $0,5 * F_y$

Datos

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

$d = 1,50$ (igual en todos los muros)

$t_m = 15 \text{ cm}$ (igual en todos los muros)

$L_m =$ longitud del muro en cm (variable)

$V_s =$ cortante en Kg (variable)

Tabla XXVIII. **Diseño por corte**

Muro	Corte V_s (kg)	Largo (cm)	Espesor (cm)	f_v	F_v
1	5056,449	2000	15	0,253	1,255
2	7592,156	4000	15	0,190	1,255
3	4579,551	2000	15	0,229	1,255
4	104,181	300	15	0,035	1,255
5	1316,952	1050	15	0,125	1,255
6	30,327	190	15	0,016	1,255
7	1019,221	800	15	0,127	1,255
8	123,578	300	15	0,041	1,255

Fuente: elaboración propia.

El diseño por cortante es satisfactorio ya que todos los resultados obtenidos de la tabla cumplen con la condición que $f_v < F_v$.

3.11.2.1. Distribución de acero en columnas

La distribución de acero en las columnas se hace tomando en cuenta los criterios de diseño del ACI y las Normas de la Planificación FHA, tomando en

cuenta que los chequeos por flexión y cortante fueron satisfactorios la cantidad de acero en las columnas será la mínima de acuerdo al código ACI y las Normas de Planificación FHA, de haber sido el caso contrario el refuerzo tendría que calcularse para cada elemento.

Criterios de diseño para el refuerzo en columnas:

ACI $A_{min} = 0,0007 \cdot t_m \cdot L_m$

FHA $A_{min} = 0,0008 \cdot t_m \cdot L_m$

Los dos criterios son igual de válidos, para este caso, se utilizará el criterio del ACI con un espesor de muro de 15 cm constantes en todos los muros.

Tabla XXIX. **Cálculo del refuerzo columnas**

Muro	Espesor (cm)	Longitud (cm)	Refuerzo columnas (cm²)
1	15	2 000	21
2	15	4 000	42
3	15	2 000	21
4	15	300	3,5
5	15	1 050	11
6	15	190	2
7	15	800	8,5
8	15	300	3,5

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de acero se distribuye dependiendo el número de columnas la cual está en función de la longitud del muro y teniendo en cuenta que la separación máxima entre columnas es de 3,00 metros según AGIES (sección 6.3).

3.11.2.2. Distribución de acero en soleras

La distribución de acero en las columnas se hace tomando en cuenta los criterios de diseño del ACI y las Normas de la Planificación FHA, tomando en cuenta que los chequeos por flexión y cortante fueron satisfactorios la cantidad de acero en las columnas será la mínima de acuerdo al código ACI y las Normas de Planificación FHA, de haber sido el caso contrario el refuerzo tendría que calcularse para cada elemento.

Criterios de diseño para el refuerzo en soleras:

ACI $A_{min} = 0,0013 \cdot t_m \cdot h_m$

FHA $A_{min} = 0,0015 \cdot t_m \cdot h_m$

Los dos criterios son igual de válidos, para este caso, se utilizará el criterio del ACI con un espesor de muro de 15 cm constantes en todos los muros. Ver planos para detalles de columnas.

Tabla XXX. **Cálculo de refuerzo soleras**

Muro	Espesor (cm)	Longitud (cm)	Refuerzo soleras (cm ²)
1	15	740	14,5
2	15	500	10
3	15	740	14,5
4	15	500	10
5	15	500	10
6	15	500	10
7	15	500	10
8	15	500	10

Fuente: elaboración propia.

La cantidad de acero se distribuye dependiendo el número de soleras la cual está en función de la altura del muro y teniendo en cuenta que la separación máxima entre soleras es de 2,50 metros según AGIES (sección 6.3). Ver planos para detalles de soleras.

3.12. Diseño de cimiento corrido

Cálculo de carga distribuida en muros

El cálculo de la carga distribuida para los muros de mampostería se realiza con la siguiente ecuación, el resultado servirá para el diseño del cimiento corrido.

$$W_{\text{muro}} = \frac{W_{\text{columna}} + W_{\text{solera}} + W_{\text{mampostería}}}{\text{Longitudmuro}}$$

Para el cálculo de la carga de las columnas se multiplica el número de columnas por la altura y por el peso específico del concreto, para las soleras la cantidad multiplicada por la longitud y por el peso específico del concreto, y por último para encontrar la carga de los muros de mampostería se multiplica el área por el peso de los bloques que es de 120 kg/m².

Calculando la carga distribuida en muro de longitud de 20 metros

Carga de columnas

No. columnas = 8

Volumen columnas = $(0,15 * 0,15 * 6,20) = 0,14 \text{ m}^3$

$Y_c = 2,40 \text{ ton/m}^3$ (peso específico del concreto)

Resolviendo

$$W_{1 \text{ columna}} = 8 * 0,14 * 2,40 = 2,69 \text{ Ton}$$

Carga soleras

No. soleras = 4

Longitud soleras = 20 m

Volumen soleras = $0,15 * 0,20 * 20 = 0,60 \text{ m}^3$

Resolviendo

$$W_{1 \text{ soleras}} = 4 * 0,60 * 2,4 = 5,76 \text{ Ton}$$

Carga de la mampostería

$$\text{Área} = 20 * 5 = 100 \text{ m}^2$$

$$W \text{ block} = 120 \text{ kg/m}^2$$

Resolviendo

$$W_{1 \text{ mampostería}} = 100 * 120 = 12\ 000 \text{ kg} / 1\ 000 = 12,00 \text{ Ton}$$

Para el obtener la carga total del muro se tendrá que calcular la carga de la parte superior del muro ya que este está formado por dos secciones una cuadrada y la otra triangular, los cálculos siguientes se realizaron de la misma forma anteriormente mencionada.

$$W_{2 \text{ columna}} = 6 * 0,05 * 2,40 = 0,78 \text{ Ton}$$

$$W_{2 \text{ soleras}} = 2 * 0,31 * 2,4 = 1,49 \text{ Ton}$$

$$W_{2 \text{ mampostería}} = 24 * 120 = 1\ 680 \text{ kg} / 1\ 000 = 1,68 \text{ Ton}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación para el cálculo de carga distribuida en el muro obtenemos.

$$W_{\text{muro}} = \frac{3,46 + 7,25 + 13,68}{20} = 1,22 \text{ Ton/m}$$

Calculando la carga distribuida en muro de longitud de 40 metros

Los cálculos para el muro de 40 metros se realizaron de la misma forma que para el muro de 20 metros obteniendo el siguiente resultado de carga distribuida.

$$W_{\text{muro}} = \frac{5,38 + 11,52 + 24}{40} = 1,02 \text{ Ton/m}$$

Para la carga muerta se toma 1,22 Ton/m por ser el dato crítico el cual pertenece al muro de longitud igual a 20 metros.

Para este proyecto se considerará una carga viva de 50 kg/m² dando una carga distribuida en el muro de 20 metros igual a 2 Ton/m.

Cálculo de carga última en muro de mampostería (W_u)

$$W_u = 1,4 W_{\text{muerta}} + 1,7 W_{\text{viva}}$$

$$W_u = 1,4 * 1,22 + 1,7 * 2 = 5,11 \text{ Ton/m}$$

Cálculo factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{1,4 W_{\text{muerta}} + 1,7 W_{\text{viva}}}{W_{\text{muerta}} + W_{\text{viva}}} = \frac{1,4 * 1,22 + 1,7 * 2}{1,22 + 2} = 1,59$$

Datos para el diseño del cimiento corrido

$$W_u = 5,11 \text{ Ton/m}$$

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

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

$$V_s = 24,34 \text{ Ton/m}^2$$

$$Y_s = 1,62 \text{ Ton/m}^3 \text{ (peso específico del suelo)}$$

$$Y_c = 2,40 \text{ Ton/m}^3 \text{ (peso específico del concreto)}$$

$$F_{cu} = 1,59 \text{ (factor de carga última)}$$

Cálculo del área del cimiento

Carga de trabajo:

$$W' = \frac{W_u}{F_{cu}} = \frac{5,11}{1,59} = 3,21 \text{ ton/m}$$

Área de zapata

$$A_{zapata} = \frac{1,50 * W'}{V_s} = \frac{1,5 * 3,21}{24,34} = 0,20 \text{ m} \Rightarrow 0,40 \text{ m}$$

Cálculos del espesor

$$t_{min} = [15 + \emptyset + \text{recubrimiento}]$$

Asumiendo varilla No. 3 ($\emptyset = 0,95 \text{ cm}$)

$$t_{min} = [15 + 0,95 + 2,5] = 18,45 \text{ cm} \Rightarrow 20,00 \text{ cm}$$

Chequeo presión del suelo

Integración de cargas

$$P_{Total} = P_{suelo} + P_{cimiento} + W'$$

$$P_{suelo} = \text{desplante} * A_z * Y_s = 1,20 * 0,40 * 1,62 = 0,78 \text{ Ton}$$

$$P_{cimiento} = A_z * t * Y_c = 0,40 * 0,20 * 2,4 = 0,19 \text{ Ton}$$

$$W'' = W' * A_u = 3,21 * 1,00 = 3,21 \text{ Ton}$$

$$P_{Total} = 0,78 + 0,19 + 3,21 = 4,18 \text{ Ton}$$

La presión sobre el suelo será

$$q_{\text{máx}} = \frac{P_{\text{Total}}}{Az} = \frac{4,18 \text{ ton}}{0,40 \text{ cm}^2} = 20,90 \text{ Ton/m}^2$$

$q_{\text{máx}} < V_s$ chequear condición, No excede el valor soporte del suelo.
Siendo la distribución de presión uniforme, no existen presiones de tensión en el suelo.

Debido a que la presión es constante se hace que:

$$q_{\text{dis}} = q_{\text{max}} * F_{cu}$$

Entonces:

$$q_{\text{dis}} = 20.90 * 1,59 = 33,23 \text{ Ton/m}^2$$

3.12.1. Chequeo a corte simple

Datos:

$t = 20 \text{ cm}$

Varillas 3/8"

Recubrimiento = 2,5 cm

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - \varnothing/2 = 20 - 2,5 - 0,95/2 = 17,03 \text{ cm}$$

Calculando cortante actuante (V_{act})

$$\text{Ancho actuante} = 0,50/2 - 0,15/2 - 0,1703 = 0,0047 \text{ m}$$

$$V_{act} = A_{act} * q_{dis} * A_u = 0,0047 * 33,23 * 1 = 0,16 \text{ Ton}$$

Cálculo de corte en el concreto

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 17,03 = 11,12 \text{ Ton.}$$

$V_c > V_{act}$ por que se concluye que el espesor $t = 20$ cm soporta el cortante simple.

3.12.2. Chequeo a flexión

Cálculo del momento actuante

$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2 * A_u}{2} = \frac{33,23 * 0,18^2 * 1}{2} = 0,54 \text{ Ton - m} = 540 \text{ kg - m}$$

Cálculo de acero de refuerzo

Datos:

$$M_u = 540 \text{ kg-m}$$

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$d = 17,03 \text{ cm}$$

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

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

Para el cálculo del área de acero se utilizara la siguiente ecuación.

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,00382 * f'_c}} \right] * \frac{0,85 * f'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[40 * 17,03 - \sqrt{(40 * 17,03)^2 - \frac{540 * 40}{0,00382 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2810}$$

$$A_s = 1.27 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero mínimo

$$A_{min} = 0,40 * \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d = 0,40 * \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 40 * 17,03$$

$$A_{min} = 1.37 \text{ cm}^2$$

$A_s < A_{min}$, entonces se tomará el $A_{min} = 1,37 \text{ cm}^2$

Armado cimiento corrido utilizando varillas No.3 ($A_s = 0,71 \text{ cm}^2$)

Número de varillas = $A_{min} / A_s \text{ varilla No.3}$

$$\text{Número de varillas} = 1,37 \text{ cm}^2 / 0,71 \text{ cm}^2$$

$$\text{Número de varillas} = 1,93 = 2 \text{ varillas No.3}$$

Por seguridad se utilizarán 3 No.3 y eslabones No.2 @ 20 cm

3.13. Diseño de pedestal y zapata

Cálculo carga muerta

Carga lineal del perfil 16 WF 36 = 36 lb /pie (53,67 kg/m) (tablas AISC)

Integración de cargas

$$W \text{ viga} = (53,67 \text{ kg/m}) * (10,28 \text{ m})(\text{sen } 13^{\circ} 30') = 128,80 \text{ kg}$$

$$W \text{ columna} = (53,67 \text{ kg/m}) * (5 \text{ m}) = 268,35 \text{ kg}$$

$$W \text{ costanera} = (7,5 \text{ kg/m}) * 5,7 \text{ m} * 11 = 470,25 \text{ kg}$$

$$W \text{ lamina} = (6,44 \text{ kg/m}^2) * 10,28 \text{ m} * 5,7 \text{ m} = 377,36 \text{ kg}$$

$$W \text{ total} = 1,10 * (1 244,76 \text{ kg}) = 1 369,24 \text{ kg} = 1,37 \text{ Ton}$$

En el cálculo de la carga muerta se consideró un 10 % adicional debido a cargas no consideradas en cuenta como traslape de láminas, pernos, cumbrera entre otros.

Calculo de carga viva

$$W \text{ carga viva} = (50 \text{ kg/m}^2) * (5,7 * 10,28 \text{ m}^2) = 2 929,80 \text{ kg} = 2,93 \text{ Ton}$$

Teniendo las cargas vivas y la carga muerta se procede a calcular la carga última que nos servirá para el diseño de la zapata.

$$P_u = 1,4 W \text{ muerta} + 1,7 W \text{ viva}$$

$$P_u = 1,4 * 2,93 + 1,7 * 2,93 = 9,08 \text{ Ton}$$

Antes de empezar el diseño de la zapata es necesario calcular el factor de carga última (Fcu).

$$F_{cu} = \frac{1.4 W_{muerta} + 1.7 W_{viva}}{W_{muerta} + W_{viva}} = \frac{(1,4 * 1,37) + (1,7 * 2,93)}{1,37 + 2,93} = 1,60$$

Datos diseño zapata concéntrica para marco estructural de acero

$$P_u = 9,08 \text{ Ton}$$

$M_{ux} = M_{uy} = 0$ (por condición inicial del apoyo articulado del marco de acero)

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

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

$$V_s = 24,34 \text{ Ton/m}^2$$

$$Y_s = 1,62 \text{ Ton/m}^3$$

$$Y_c = 2,4 \text{ Ton/m}^3$$

$$F_{cu} = 1,60$$

Para empezar el cálculo se tiene que proponer una sección de la columna que posteriormente será verificada, para este caso.

Sección columna = 0,40 m * 0,40 m

Desplante de cimentación = 1,20 m

3.13.1. Área de zapata requerida

$$P' = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{9,08 \text{ ton}}{1,60} = 5,68 \text{ ton.}$$

$$\text{Azapata requerida} = \frac{1,50 * P'}{V_s} = \frac{150 * 5,68 \text{ ton}}{24,34 \text{ ton/m}^2} = 0,35 \text{ m}^2$$

$$B = \sqrt{0,35} = 0,59 \text{ m} \Rightarrow 1,00 \text{ m por seguridad}$$

La zapata a diseñar será cuadrada de dimensiones de 1,00 m con un espesor de 20 cm.

3.13.2. Presión del suelo

Integrando las cargas

$$P_{\text{Total}} = P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} + P_{\text{columna}} + P'$$

$$P_{\text{suelo}} = \text{desplante} * A_z * Y_s = 1,20 * 1,00 * 1,62 = 1,94 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{cimiento}} = A_z * t * Y_c = 1,00 * 0,20 * 2,4 = 0,48 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{columna}} = A_{\text{col}} * L_{\text{col}} * Y_c = 0,40^2 * 1,20 * 2,4 = 0,46 \text{ Ton}$$

$$P' = 5,68 \text{ Ton}$$

$$P_{\text{Total}} = 1,94 + 0,48 + 0,46 + 5,68 = 8,56 \text{ Ton}$$

La presión del suelo se calcula con la siguiente ecuación

$$q_{\text{máx}} = \frac{P_{\text{Total}}}{A_z} = \frac{8,56 \text{ ton}}{1 \text{ m}^2} = 8,56 \text{ Ton/m}^2$$

$q_{\text{máx}} < V_s$ no excede el valor soporte del suelo.

En este análisis no se toman en cuenta las presiones tensionales en el suelo debido a que la presión es distribuida uniformemente. Por motivos de

diseño se trabaja con una presión constante debajo de la zapata y se considera la presión última de diseño.

$$q_{dis} = q_{max} * F_{cu}$$

Entonces:

$$q_{dis} = 8,56 * 1,60 = 13,70 \text{ Ton/m}^2$$

3.13.3. Chequeo a corte simple

Datos

$$t = 20 \text{ cm}$$

$$\text{Varilla No.4} = \varnothing = 1/2''$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec} - \varnothing/2 = 20 - 5 - 1,27/2 = 14,37 \text{ cm}$$

Calculando cortante actuante (Vact)

$$\text{Ancho actuante} = 1,00/2 - 0,40/2 - 0,144 = 0,16 \text{ m}$$

$$V_{act} = A_{act} * q_{dis} = 0,16 * 13,70 * 1,00 = 2,19 \text{ Ton}$$

Calculó de corte en el concreto

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * \sqrt{210} * 100 * 20 = 13,06 \text{ Ton.}$$

$V_c > V_{act}$ por que se concluye que el espesor $t = 20$ cm soporta el cortante simple.

3.13.4. Chequeo a corte punzante

Datos

$$d = 14,37 \text{ cm}$$

b_o = perímetro de sección crítica de punzonamiento

$$b_o = 4 (40 + d) = 4 (40 + 14,37) = 217,48 \text{ cm}$$

Calculando corte punzonante actuante

$$\text{Área corte actuante} = (1,00 * 1,00) - (0,54 * 0,54) = 0,71 \text{ m}^2$$

$$V_{act} = 13,70 \text{ Ton/m}^2 * 0,71 \text{ m}^2 = 9,73 \text{ Ton}$$

Calculando el cortante punzonante resistente

$$V_c = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f'c} * b_o * d$$

$$V_c = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210} * 217,48 * 20 = 56,79 \text{ Ton.}$$

Como se cumple la condición $V_{act} < V_c$ se concluye que las dimensiones de la zapata soportan el cortante punzonante.

3.13.5. Chequeo a flexión

Calculando el momento actuante

$$M_u = \frac{q_{dis} * L^2}{2} = \frac{13,70 * 0,30^2}{2} = 0,62 \text{ ton - m}$$

Datos

$$M_u = 616,50 \text{ kg - m}$$

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

$$d = 20 \text{ cm}$$

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

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

Para el cálculo del área de acero se utilizará la siguiente ecuación

$$A_s = \left[b * d - \sqrt{(bd)^2 - \frac{M_u * b}{0,00382 * f'_c}} \right] * \frac{0,85 * f'_c}{F_y}$$

$$A_s = \left[100 * 20 - \sqrt{(100 * 20)^2 - \frac{616,50 * 100}{0,00382 * 210}} \right] * \frac{0,85 * 210}{2\,810}$$

$$A_s = 1,23 \text{ cm}^2$$

Cálculo de área de acero mínimo

$$A_{min} = 0.40 * \left(\frac{14,1}{F_y} \right) * b * d = 0,40 * \left(\frac{14,1}{2810} \right) * 100 * 20$$

$$A_{min} = 4,01 \text{ cm}^2$$

$A_s < A_{smin}$, entonces se tomará el $A_{smin} = 4,01 \text{ cm}^2$. Armado cimiento corrido utilizando varillas No. 4 ($A_s = 1,27 \text{ cm}^2$).

Número de varillas = $A_{smin} / A_s \text{ varilla No.4}$

Número de varillas = $4,01 \text{ cm}^2 / 1,27 \text{ cm}^2$

Número de varillas = 3,16 = 4 varillas No.4

La zapata será de 1 m * 1m con espesor de 20 cm y un armado que por seguridad será de 7 No.4 en ambos sentidos a cada 15 cm. Ver detalles de armado en planos.

Diseño pedestal de zapata

Ancho = 0,40 m

Altura del pedestal = 1,20 m

Refuerzo pedestal

El pedestal debe trabajar para el cimiento como una columna corta por lo tanto la relación de esbeltez tiene ser menor o igual a 22. El código ACI asigna los siguientes parámetros:

Si $E < 22$, se trata de una columna corta

Si $22 < E < 100$, se trata de una columna intermedia

Si $E > 100$, se trata de una columna larga

Para determinar la relación de esbeltez de una columna se aplica la fórmula siguiente:

$$E = (K * Lu)/r$$

Donde:

K = factor de pandeo, se le da el valor de 1

Lu = longitud libre entre apoyos

El radio de giro se calcula según la sección de la columna

$r = 0,30$ para columnas cuadradas o rectangulares

$r = 0,25$ para columnas circulares

por lo tanto

$E = (1 * 1,20)/0,30 = 4 < 22$, se trata de una columna corta

Carga axial:

El momento causado por la componente horizontal de la carga de la columna se considera como despreciable ya que el ángulo de inclinación de la columna metálica transmisora de la fuerza es muy pequeño.

El código ACI asigna la siguiente fórmula para el cálculo de la resistencia última para una columna corta:

$$P_u = \Phi * (0,85f'_c * (A_g - A_s) + (F_y * A_s))$$

Donde:

P_u = resistencia última

Φ = factor de compresión (0,70)

A_g = área de sección de la columna

A_s = área de acero en cm^2

f'_c = resistencia nominal del concreto = 210 kg/cm^2

F_y = resistencia de fluencia del acero = 2810 kg/cm^2

Se tomará $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ y acero de grado 40. Se utilizará acero mínimo, el cual está establecido por la ACI que sea el 1 % del área de la sección.

$$A_g = 40 \text{ cm} * 40 \text{ cm} = 1600 \text{ cm}^2$$

$$A_s = (0,01) * (1600 \text{ cm}^2) = 16 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 0,70 * (0,85 * 210 * (1600 - 16) + (2810 * 16)) = 242,88 \text{ Ton}$$

Para el refuerzo mínimo por corte, el ACI señala un espaciamiento mínimo por corte igual o menor que la mitad del lado corto del pedestal y un recubrimiento mínimo de 5 cm.

Espaciamiento por corte:

$$S = d/2$$

Donde:

d = es el ancho de la columna menos el recubrimiento

$$d = 0,40 - 0,05 = 0,35 \text{ m} = 35 \text{ cm}$$

$$S = 35/2 = 17,5 \text{ cm}$$

Armado pedestal utilizando varillas No.5 ($A_s = 1,99 \text{ cm}^2$)

Número de varillas = $A_{smin} / A_s \text{ varilla No.4}$

Número de varillas = $16 \text{ cm}^2 / 1,99 \text{ cm}^2$

Número de varillas = 8 varillas No.5

Se utilizarán 8 varillas No.5 (5/8") con estribos No.3 (3/8") con un espaciamiento de 15 cm.

3.14. Diseño de instalaciones hidráulicas y eléctricas

Las instalaciones que regularmente se colocan en un rastro son las hidráulicas, sanitarias, eléctricas y de gas. En el diseño y colocación se debe garantizar lo siguiente:

- Seguridad de operación
- Capacidad adecuada para prestar el servicio
- Servicio constante
- Protección contra agentes nocivos, principalmente ambientales

Para estas instalaciones se tomaron en cuenta los siguientes criterios según el reglamento de rastros del acuerdo 411-2002.

Instalación hidráulica

Los rastros deberán estar abastecidos con agua potable en cantidades suficientes para sacrificar y faenar, estimándose un volumen promedio mínimo de un mil (1 000) litros por bovino, quinientos (500) litros por porcino y veinticinco (25) litros por ave.

Para las instalaciones hidráulicas se utilizará pvc de ¾” en circuito cerrado para la instalación hidráulica en general del rastro.

Instalación eléctrica

Corredores aéreos para los corrales de inspección anterior al sacrificio con luz natural suficiente o en defecto, con una fuente lumínica con intensidad de cincuenta (50) unidades pie candela, equivalente a s seiscientos cinco (605) unidades Lux.

En la instalación eléctrica deben tomar en cuenta los siguientes factores

Área de matarife	200 – 400 voltios/12 amperios
Área de corte con sierra	48 voltios
Trampa de insensibilizado	220 voltios

Instalaciones sanitarias y pluviales

En un rastro municipal el sistema sanitario y pluvial debe ser separativo, sólidos, agua residual y aguas pluviales, tomando en cuenta lo siguiente:

Tubería de 6” agua residual

Tubería pvc de 4” a 6” y en extensiones de 8” a 10” agua pluvial

3.15. Elaboración de planos

La elaboración de los planos se realizó con base en los resultados obtenidos en el análisis y el diseño estructural de los diferentes elementos que componen el edificio, los cuales se muestran completos en los anexos.

3.16. Elaboración de presupuesto

A continuación se presentan los precios unitarios del proyecto del edificio del nuevo rastro municipal para la ciudad de Mazatenango, tomando en cuenta la elaboración de los planos y las especificaciones técnicas del proyecto.

Tabla XXXI. **Elaboración de presupuesto**

No.	DESCRIPCIÓN DEL RENGLON	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO	TOTAL
1	Trazo y estaqueo del terreno	ML	483,71	Q24,00	Q11 609,04
2	Bodega de almacenamiento	Global	1	Q8 356,00	Q8,356,00
3	Excavación y relleno para cimentación	ML	483,71	Q78,17	Q37 811,61
4	Cimiento corrido de 20 x 40 cms 6 No,3 Est, No,2 @20 cm	ML	483,71	Q244,99	Q118 504,11
5	Zapatatas de 1,00 x 1,00 m 10 No,2 ambos sentidos	Unidad	10	Q890,00	Q8 900,00
6	Zapatatas de 0,90 x 0,90 con 6 No,4 ambos sentidos	Unidad	65	Q688,00	Q44 720,00
7	Zapatatas 0,60 x 0,60 5 No, 3 ambos sentidos	Unidad	59	Q258,00	Q15 222,00
8	Columna 30 x30 con 4N,3 +2No,3 + est, No,2 @ 15 cms	ML	251,5	Q285,00	Q71 677,50
9	Columna 15 x15 con 4N,3 + est, No,2 @ 20 cms	ML	212,18	Q280,00	Q59 410,40
10	Columna 14x10 con 2No,3 + Est No,2 @20 cms	ML	66,18	Q253,00	Q16 743,54
11	Solera de Humedad de 15x20 con 4No,3 + Est No,2 @ 20 cms	ML	483,71	Q192,00	Q92 872,32
12	Levantado de block de 14x19x39 (Incluye muros de relleno)	M2	1384,5	Q207,00	Q286 591,50

Continuación de la tabla XXXI.

13	Solera intermedia de 15x20 con 4No3 + Est 2No,2 @20cms	ML	444,46	Q282,00	Q125 337,72
14	Solera de remate de 15x20 con 4No3 + Est 2No,2 @20cms	ML	457,16	Q282,00	Q128 919,12
15	Viga Mojinete de 15x20 con 4No3 + Est 2No,2 @20cms	ML	39,5	Q289,00	Q11 415,50
16	Piso de concreto de 210 kg/cm2 area de corrales	M2	429,69	Q343,00	Q147 383,67
17	Pavimento rigido de 15 cms, En area de descargas	M2	658	Q399,00	Q262 542,00
18	Tallado de columna y solera	ML	1461	Q72,00	Q105,192,00
19	Columna corta de 40x40 cms 4 No,5 + 4 No,4 + Est, No,3 @ 15 cms	ML	20,8	Q1,075,00	Q22 360,00
20	Columna de perfil I 16 WF 36, incluye platinas y pernos	ML	48	Q1,254,00	Q60 192,00
21	Vigas de perfil I 16 WF 36, incluye platinas y pernos	ML	162	Q1 143,00	Q185 166,00
22	Cubierta de lámina troquelada Aluzinc calibre 26 con estructura metálica de costaneras	M2	860,64	Q483,00	Q415 689,12
23	Canal para agua pluvial	ML	80	Q145,00	Q11 600,00
24	Suministro de e instalación de azulejos de 20x20 cms en área de sacrificios	M2	242	Q233,00	Q56 386,00
25	Rampa de acceso de ovinos y porcinos	UNIDAD	2	Q10 444,00	Q20 888,00
26	Barandal y puertas en corrales con tubería galvanizada de 4"	ML	279	Q213,00	Q59 427,00
27	Losa de concreto 3000 Psi espesor 10 cms en área administrativa	M2	87,48	Q824,00	Q72,083,52
28	Suministro e instalación de piso cerámico	M2	39,6	Q272,00	Q10 771,20
29	Antideslizante de 20x20 en en baños del módulo administrativo	M2	25,46	Q267,00	Q6 797,82

Continuación de la tabla XXXI.

30	Instalación inodoros lavamanos, urinales y duchas en baños del módulo administrativo	Global	1	Q8 006,00	Q8 006,00
31	bajada de agua pluvial de Ø = 4"	UNIDAD	15	Q121,00	Q1 815,00
32	Suministro e instalación de tubería de pvc de Ø=4", para agua pluvial	ML	169	Q86,00	Q14 534,00
33	Suministro e instalación de pvc de 6" y 4", incluye cajas de registro y caja de sifón	ML	157	Q182,00	Q28 574,00
34	Suministro e instalación de tubería de pvc de Ø=1/2", para agua potable	ML	180,82	Q103,00	Q18 624,46
35	Puerta de 1x2,10 metros	UNIDAD	15	Q1 975,00	Q29 625,00
36	Puerta de 0,6x1,50 m en servicio sanitario	UNIDAD	7	Q1 395,00	Q9 765,00
37	Suministro e instalación de luz y fuerza	Global	1	Q40 840,00	Q40 840,00
38	Caja de control de registro con rejillas de 0,85x0,6 mt	UNIDAD	2	Q4 245,00	Q8 490,00
39	Suministro e instalación de lavatrastos de 1 ala 1 fosa	UNIDAD	7	Q1 276,00	Q8 932,00
40	Ventanas de metal con vidrio de 4mm, en modulo administrativo	UNIDAD	7	Q1 656,00	Q11 592,00
41	Cisterna de concreto armado de 5,00 x5x2,5 m con sistema hidroneumático y bomba de 3 HP	Global	1	Q14 ,012,00	Q140 012,00
42	Suministro e instalación de portón de 6 x 2,40 metros	UNIDAD	1	Q21 425,00	Q21 425,00
43	Suministro e instalación de puerta principal de dos hojas de 1,35x 2,40 metros	UNIDAD	1	Q3 100,00	Q3 100,00
44	Columnas, vigas y riel guía para el traslado de producto de bovinos y porcinos	ML	1	Q231 739,00	Q231 739,00

Continuación de la tabla XXXI.

45	Cajón de aturdimiento	UNIDAD	4	Q26 523,00	Q106 092,00
46	Rotulo de identificación del proyecto	UNIDAD	1	Q4 503,00	Q4 503,00
TOTAL					Q3 162 237,15

Fuente: elaboración propia.

3.17. Evaluación de Impacto Ambiental

Tratamiento de los Desechos y Eliminación de las Aguas Residuales:

La prevención y contención de los desechos de la carne de los subproductos es una necesidad económica y de higiene pública. La principal fuente de contaminación se encuentra en las aguas residuales de los mataderos que incluyen heces, orina, sangre, pelusa, lavazas y residuos de la carne; así como de grasas de los canales, los suelos, los utensilios, alimentos no digeridos por los intestinos, las tripas de los animales sacrificados y a veces vapor condensado procedente del tratamiento de los despojos.

Para el tratamiento de normas de higiene adecuadas, la industria de elaboración de productos químicos está obligada a utilizar grandes cantidades de agua, lo que contribuye un factor importante del costo de elaboración. El tratamiento posterior en la planta y su descargo final de vertederos aceptables aumenta los gastos generales por lo que resulta esencial que se utilice el volumen mínimo de agua (100 000 m³ al año).

Después de un pretratamiento o de un tratamiento completo adecuado se suele disponer de varios medios de eliminación.

- Una autoridad responsable del tratamiento parcial o total de los desechos urbanos.
- Vertederos que dan a los océanos sin tratamiento adicional
- Una planta de tratamiento de desechos y de allí a las aguas que los reciben.
- Las instalaciones de riego después de un tratamiento primario y el paso por un tamiz fino.

El Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales es el encargado de proporcionar el dictamen final, avalando el proyecto, luego de llevar el control específico del impacto ambiental que el proyecto tendrá, A continuación se presenta un cuadro con los instrumentos de evaluación ambiental que se deben tomar en cuenta.

Tabla XXXII. **Instrumentos de evaluación ambiental**

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL				
Instrumento de evaluación ambiental	Aplicación	Condiciones	Procedimiento	Aprobación
Evaluación ambiental estratégica.	Se aplica en la evaluación de planes y programas.	Se debe aplicar a los planes y programas del sector público.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Continuación de la tabla XXXII.

Evaluación ambiental inicial.	Se aplica a proyectos de bajo impacto y bajo riesgo ambiental.	El proponente lo puede aplicar como una autoevaluación ambiental.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.	Se aplica a la evaluación de proyectos de medio o alto impacto y riesgo ambiental.	Se requiere la participación de un consultor ambiental.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Fuente: Elaborado por el Arq. Roberto Archila Ríos, a partir del Artículo 12 del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 431 – 2007 de fecha 17 de septiembre 2007.

Tabla XXXIII. Instrumentos de evaluación ambiental

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN AMBIENTAL				
Instrumento de evaluación ambiental	Aplicación	Condiciones	Procedimiento	Aprobación
Evaluación de riesgo ambiental	Se aplica como un instrumento complementario para evaluar proyectos donde los riesgos ambientales son altos.	Se requiere la participación de un consultor ambiental.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
Evaluación de impacto social	Se aplica como un instrumento complementario para evaluar proyectos donde existen conflictos sociales potenciales.	Se requiere la participación de un consultor ambiental.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
Diagnóstico ambiental	Se aplica para evaluar proyectos en la etapa de operación.	Se requiere la participación de un consultor ambiental.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).

Continuación de la tabla XXXIII.

Evaluación de efectos acumulativos	Se aplica para evaluar los impactos y riesgos de varios proyectos dentro de un área delimitada, construidos en diferentes momentos.	Se requiere la participación de un consultor ambiental.	Presentar el expediente ante la ventanilla única del MARN con base en los términos de referencia.	Será aprobada por la Dirección General de Ambiente y Recursos Naturales (MARN).
------------------------------------	---	---	---	---

Fuente: Elaborado por el Arq. Roberto Archila Ríos, a partir del Artículo 12 del Reglamento de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental, Acuerdo Gubernativo No. 431 – 2007 de fecha 17 de septiembre 2007.

Higiene Ambiental

La única solución para prevenir las enfermedades transmitidas por la carne y luchar contra ellas en los países desarrollados es evitar la contaminación ambiental, ante todo de agentes patógenos de origen biológico, lo que puede lograrse con el abastecimiento de agua potable y un saneamiento adecuado.

La evacuación de aguas sucias del matadero no presenta dificultades especiales, sin embargo en los países tropicales en desarrollo, donde las aguas servidas no se tratan debidamente, las aguas sucias evacuadas de manera inadecuada se convierten en un foco de propagación de enfermedades y constituyen un peligro sanitario inmediato para el hombre y los animales, no solo en las cercanías del matadero, sino también a distancias considerables ya

que el material infectado por bacterias, virus y parásitos lo transportan animales necrófagos, aves, moscas, mosquitos, etc. La situación suele agravarse por escasez de agua para diluir las aguas sucias.

Antes de decidir que métodos se utilizarán para evacuar las aguas sucias sin contaminar peligrosamente el ambiente, se debe emprender una investigación cuidadosa de factores como:

- La naturaleza y permeabilidad del subsuelo
- La distancia a que se encuentran los lugares de habitación humana
- La disponibilidad de una fuente de agua potable permanente

El desvío de las aguas sucias del matadero no debe desviarse directamente hacia los ríos o lagos existentes

Se debe de recordar que después de que la sangre sale del cuerpo del animal vivo, permanece es estado líquido durante un período muy breve. Luego se coagula en una masa sólida que puede obstruir los canales abiertos y cerrados.

Las aguas sucias de un matadero siempre contienen partículas sólidas que provienen o bien del piso de matanza o de bien de la tripería. Estas deben pasar por un tamiz. Todos los canales deben cubrirse con algún tipo de rejillas para evitar la entrada de roedores.

Las autoridades locales deben decidir el método final de evacuación de las aguas residuales y no se debe autorizar ni aceptar que esta se realice en un lago o río fijo, porque la evacuación de aguas sucias en las masas de agua existentes conduce sólo a la contaminación de estas.

Saneamiento Ambiental

Se ha llegado a la comprensión plena de que el saneamiento ambiental y la higiene requieren inversiones, equipos, capacitación, habilidad y la colaboración del personal y la administración. Los beneficios que se derivan de la adhesión a estos principios son de tal magnitud e importancia que con la educación adecuada no serán difíciles de aceptar.

El saneamiento ambiental y la higiene de la carne tienen influencia decisiva sobre:

- La salud de los que trabajan en la matanza de animales y las actividades conexas.
- La comestibilidad y la calidad del almacenamiento de la carne.
- La salud del consumidor.
- La prevención de la contaminación ambiental con agentes patógenos de origen animal que pueden propagar enfermedades al hombre y animales fuera del matadero.
- Las autoridades encargadas del saneamiento ambiental y la higiene de la carne deberán garantizar que no se propague contaminación o enfermedad alguna del matadero al mercado o las zonas circundantes.

Medidas de mitigación

- Cercar la zona.
- Emplear materiales de construcción adecuados; dotar de pisos de cemento el lugar de matanza y tripería. Para facilitar el mantenimiento de las normas de higiene, los suelos de la zona cercada serán, preferiblemente, impermeables.

- Seleccionar los emplazamientos para los mataderos.
- Prohibir el acceso de vehículos y personas no autorizadas a la zona de matanza.
- Atender a los animales antes de la matanza.
- Separar la sangre del agua durante el sangrado.
- Sacar rápidamente las cabezas, las patas, los cueros y las pieles del piso de matanza.
- Preparar las canales en carriles aéreos y mesas de desuello y sacarlas rápidamente del lugar del sacrificio.
- Realizar una evisceración cuidadosa, incluida la atadura de los intestinos con una ligadura o nudo y tener cuidado de no perforar las vísceras, el útero y la vejiga.
- Extraer rápidamente los animales decomisados, o partes de éstos y colocarlas en una fosa especial.
- Diferenciar y separar las operaciones limpias de las sucias.
- Proporcionar transportadores y equipos de saneamiento.
- Suministrar agua fría y caliente para mantener en condiciones higiénicas el lugar de matanza y los equipos.
- Limpiar diariamente el recinto con agua (caliente, de ser posible) después de haber concluido la matanza.
- Dotar el local de instalaciones para la higiene del personal, tales como lavamanos, duchas y retretes.
- Garantizar mediante exámenes médicos regulares que el personal no padezca enfermedades infecciosas, y que no tenga furúnculos o heridas supurantes.
- Luchar contra los roedores, aves necrófagas, u otros animales e insectos a fin de evitar la propagación de agentes patógenos.
- Adoptar métodos seguros para la evacuación de aguas sucias.
- Utilizar energía renovable.

CONCLUSIONES

1. Para llevar a cabo el diseño del sistema de abastecimiento de agua potable se tomaron en cuenta diversos factores para determinar la forma adecuada y que diera los resultados óptimos para transportar el vital líquido desde la fuente hasta la comunidad, por lo cual se optó por realizar un sistema mixto por bombeo y gravedad, debido a factores como la topografía del lugar y el tipo fuente que era necesaria para abastecer como también la calidad del vital líquido. La forma más adecuada de distribuir el vital líquido fue por medio de ramales abiertos para abastecer a toda la comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.
2. Los resultados de los exámenes de calidad del agua, revelaron que la fuente de abastecimiento en este caso un pozo mecánico desde el punto de vista bacteriológico, no exige más que un simple tratamiento de desinfección por medio de cloro para garantizar la potabilidad del agua.
3. Para llevar a cabo el diseño del edificio del rastro municipal para el casco urbano de la Mazatenango, se tomaron en cuenta criterios de diseño de los códigos ACI 318-2005, que rige el diseño de concreto armado y AISC que norma el diseño en acero, con el fin de cumplir con las normas de calidad que existen en la construcción de obras civiles tanto en concreto armado, como en acero estructural, garantizando la durabilidad del edificio y seguridad del mismo.

4. La construcción del nuevo edificio del rastro municipal beneficiará a los usuarios del mismo, como a consumidores de los productos derivados del destace de los animales de abasto que es la población en general de la ciudad de Mazatenango y lugares aledaños, para brindar un mejor servicio y garantizar la salubridad de los alimentos de consumo diario.

RECOMENDACIONES

1. Actualizar los precios presentados en los presupuestos, antes de la construcción, debido a que los precios tanto de los materiales y maquinaria pesada están sujetos a la fluctuación constante de la moneda con respecto al dólar.
2. Establecer medidas de supervisión y control de todas las fases de ejecución de los proyectos tanto del edificio del rastro municipal como de la construcción del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector Barrillas, debido a la ubicación en áreas propensas a peligros naturales para lograr niveles aceptables de mitigación y riesgo.
3. Garantizar una supervisión técnica en la adquisición de materiales de construcción, verificando que cumplan con lo establecido en este proyecto.
4. Contratar personal calificado para la ejecución del edificio del rastro municipal como del sistema de abastecimiento de agua potable, para garantizar la calidad en la construcción de estos proyectos.
5. Brindar capacitación a la población de la comunidad Sector Barrillas, aldea Tierras del Pueblo para garantizar un buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua potable, con énfasis a cuidar los recursos naturales como es el vital líquido.

6. Capacitar y equipar al personal del rastro municipal en las técnicas del faenado de los animales de abasto para garantizar la salubridad de los alimentos de consumo diario como lo es la carne.

BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUIZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria*
1. Trabajo de graduación Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2007. 196 p.
2. American Concrete Institute. *Reglamento de las construcciones de Concreto reforzado (ACI 318-08) y Comentarios*. Traducido por el Instituto Mexicano del Cemento y Concreto. 2a ed. México: Noriega Limusa, 2008. 471 p.
3. American Institute of Steel Construction. *Manual de of steel construction, Allowable Stress Design*. 9a ed. Chicago, USA, 1989. 1993 p.
4. Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica. *Normas de seguridad estructural de edificios y obras de infraestructura para la República de Guatemala*. Guatemala: AGIES, 2010. 75 p.
5. DOMÍNGUEZ TUT, José Francisco. *Diseño y planificación de una línea de impulsión y un tanque elevado para el abastecimiento de agua potable de los municipios de San Francisco, Petén; y Diseño y planificación de un salón comunal en la comunidad de San Martín, Las Flores, San Francisco, Petén*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2009.191 p.

6. McCORMAC, Jack C. *Diseño de estructuras metálicas*. México: Alfaomega, 1991.789 p.
7. NILSON, Arthur H. *Diseño de estructuras de concreto*. 12a ed. México: Mc Graw Hill. Duodécima edición, 2004.706 p.
8. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. *Reglamento de rastros para bovinos, porcinos y aves. Acuerdo Gubernativo 411-2002*. Guatemala: MAGA. 2002. 22 p.
9. SANTIAGO GÓMEZ, Elioth Vinicio. *Guía para el curso de estructuras metálicas I*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995. 90 p.
10. Tánchez López, Carlos Humberto. *Diseño de introducción de agua potable por bombeo a la comunidad Las Maravillas, municipio de Frajaines, departamento de Guatemala*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2003. 107 p.

APÉNDICES

- Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable.
- Planos diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.
- Planos del edificio del rastro Municipal, para el Casco Urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.

ANEXOS

1. Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable para la comunidad Sector Barrillas, aldea San Rafael, Tierras del Pueblo.
 - Análisis físico químico del agua
 - Análisis bacteriológico
 - Perfil estratigráfico del pozo mecánico
2. Diseño del edificio del rastro municipal, para el casco urbano de Mazatenango, Suchitepéquez.
 - Ensayo de laboratorio de suelo, triaxial no drenado – no consolidado.



INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM- LABORATORIO DE AGUA

11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbena, Guatemala
Teléfono/fax: 2472-3499
laboratorio@infom.org.gt www.infom.org.gt



INFORME DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE AGUA MUESTRA No. 1295-12

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCH	
Punto de muestreo:	Construcción del sistema de agua potable, sector Varillas, aldea Tierras del Pueblo	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L): -----
Fuente:	Pozo	pH <i>in situ</i> (unidades): -----
Municipio:	Mazatenango	Temperatura <i>in situ</i> (°C): -----
Departamento:	Suchitepéquez	Técnica de preservación: Refrigeración
Fecha de captación:	10-Septiembre-2012	Fecha de recepción: 11-Septiembre-2012
Hora de captación:	14:30	Hora de recepción: 13:00
Responsable de captación:	Otto Vinicio Ochoa (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)	

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

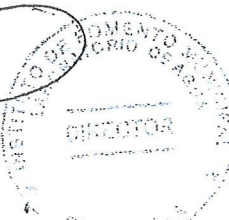
ITEM	PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDADES	LMA (2)	LMP (3)	RESULTADO
1	Color aparente	Unidades Pt-Co	5.0	35.0	<1.0
2	Hierro total	mg/L Fe	0.100	1.000	<0.05
3	Manganeso total	mg/L Mn	0.050	0.500	<0.08
4	Nitrato	mg/L NO ₃ ⁻	Nsc (4)	10	25
5	Nitrito	mg/L NO ₂ ⁻	Nsc (4)	1	<0.01
6	Sulfato	mg/L SO ₄ ²⁻	100.000	250.000	14
7	Turbiedad	UNT	5.0	15.0	<0.5
8	Cloruro	mg/L Cl ⁻	100.000	250.000	<10
9	Dureza total	mg/L CaCO ₃	100.000	500.000	80
10	Calcio	mg/L Ca	75.000	150.000	19
11	Magnesio	mg/L Mg	50.000	100.000	8.7
12	Conductividad	µS/cm	100	750	180
13	pH	Unidades pH	7.0 - 7.5	6.5 - 8.5	6.7
14	Temperatura	°C	15.0 - 25.0	34.0	21
15	Olor a temperatura ambiente	Organoléptico	No rechazable	No rechazable	No Rechazable

(2) LMA = límite máximo aceptable (3) LMP = límite máximo permisible (4) Nsc = no se contempla en la norma

OBSERVACIONES

- Los límites máximos aceptables y permisibles corresponden a la Norma para agua potable COGUANOR NGO 29001 (Acuerdo Gubernativo 986-1999) publicada en el Diario de Centro América el 4 de febrero de 2000. Los parámetros analizados corresponden a los establecidos en el numeral E2, inciso 5.4 de dicha norma.
- El responsable de la captación no informó sobre los resultados de temperatura y pH *in situ*, por lo tanto, los resultados de dichos parámetros corresponden a los medidos en el laboratorio.
- De acuerdo con los resultados obtenidos el NITRATO del agua de la muestra NO CUMPLE con los requerimientos fisicoquímicos establecidos en la Norma COGUANOR NGO 29001.


Jorge Mario Estrada Asturias
Ingeniero Químico, Colegiado 685





INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL -INFOM-
LABORATORIO DE AGUA
 11 Avenida "A" 11-67, zona 7, La Verbená, Guatemala
 Teléfono/fax: 2472-3499



INFORME DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA
MUESTRA No. 1296-12

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA ⁽¹⁾

Interesado:	MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO SUCHITEPEQUEZ		
Punto de muestreo:	Construcción del sistema de Agua Potable Sector Varillas Aldea Tierras del Pueblo	Cloro residual <i>in situ</i> (mg/L):	----
Fuente:	Pozo	pH <i>in situ</i> (unidades):	----
Municipio:	Mazatenango	Temperatura <i>in situ</i> (° C):	----
Departamento:	Suchitepéquez	Técnica de preservación:	Refrigeración
Fecha de captación:	10-Sep-2012	Fecha de recepción:	11-Sep-2012
Hora de captación:	14:30	Hora de recepción:	13:00
Responsable de captación:	Otto Vinicio Ochoa (Personal ajeno al Laboratorio INFOM)		

(1) Los datos fueron copiados textualmente de la tarjeta de identificación de la muestra.

RESULTADOS

ITEM	PARÁMETRO BACTERIOLÓGICO	RESULTADO	UNIDADES
1	<i>Escherichia coli</i>	<1	NMP/100 mL ⁽²⁾
2	Grupo Coliforme Total	2	NMP/100 mL ⁽²⁾
3	Conteo Heterotrófico en Placa	40	UFC/mL ⁽³⁾

(2) Número más probable en 100 ml de muestra
 (3) unidades formadoras de colonias por mililitro

OBSERVACIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos, la muestra de agua **No cumple con los requerimientos bacteriológicos establecidos en la Norma COGUANOR 29001.**
- La Norma para agua potable COGUANOR NGO 29 001 (aprobada por Acuerdo Gubernativo 986-1999, Publicado en el Diario de Centroamérica, el 4 de febrero de 2000), en el inciso 5.1.1 establece que el Número Más Probable en 100 ml de muestra para el grupo **Coliforme Total debe ser menor que 2.0.**
- El examen del grupo Coliforme Total y *Escherichia coli* se realizó a través de la Prueba de Sustrato Enzimático en pozos múltiples, según lo establece la Norma Guatemalteca COGUANOR NGO 29 018 h21, en el inciso 7.2. (aprobada por Acuerdo Gubernativo 510-2005, publicado en el Diario de Centroamérica el 19 de octubre de 2005).
- El Conteo Heterotrófico en Placa se realizó a través del método de Vertido, utilizando como medio de cultivo Agar Plate-Count.



William Estrada Vargas
 Químico Biólogo, Colegiado 2241
 Supervisor Microbiológico



Vo.Bo. Jorge Mario Estrada Asturias
 Ingeniero Químico, Colegiado 685
 Director del Laboratorio



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL, DIAGRAMA DE MOHR

INFORME No.: 0706 S.S.

O.T.: 31,993

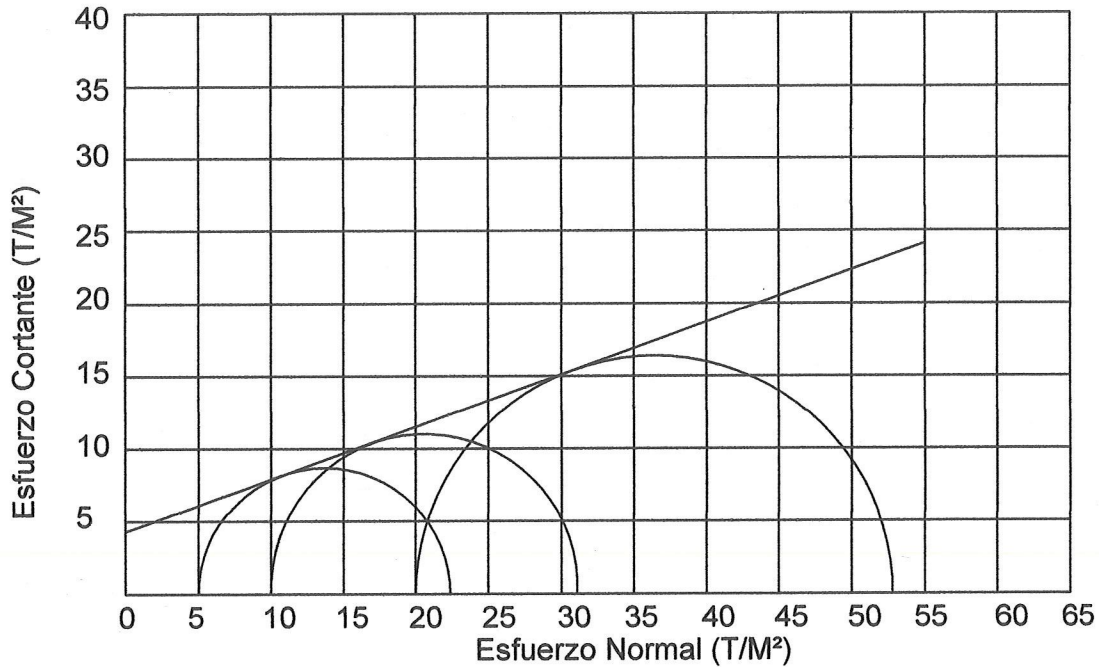
INTERESADO: Manuel Rolando Moreno Posadas, Carne No. 2008-15481

PROYECTO: EPS-Diseño del Edificio del Rastro Municipal para el Casco Urbano de Mazatenango, Suchitepequez

Ubicación: Mazatenango, Suchitepequez

Fecha: 04 de octubre del 2013

pozo: 1 Profundidad: 3.00 metros Muestra: 1



PARAMETROS DE CORTE:

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA : $\phi = 19.85^\circ$	COHESIÓN: $C_u = 4.27 \text{ T/m}^2$
---	--

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

PROBETA No.	1	1	1
PRESION LATERAL (T/m ²)	5	10	20
DESVIADOR EN ROTURA q(T/m ²)	13.69	22.47	36.40
PRESION INTERSTICIAL u(T/m ²)	x	x	x
DEFORMACION EN ROTURA Er (%)	2.0	3.5	5.5
DENSIDAD SECA (T/m ³)	1.29	1.29	1.29
DENSIDAD HUMEDA (T/m ³)	1.62	1.62	1.62
HUMEDAD (%H)	37.9	37.9	37.9

Vo. Bo.

Inga. Telma Maricela Cano Morales
DIRECTORA CII/USAC

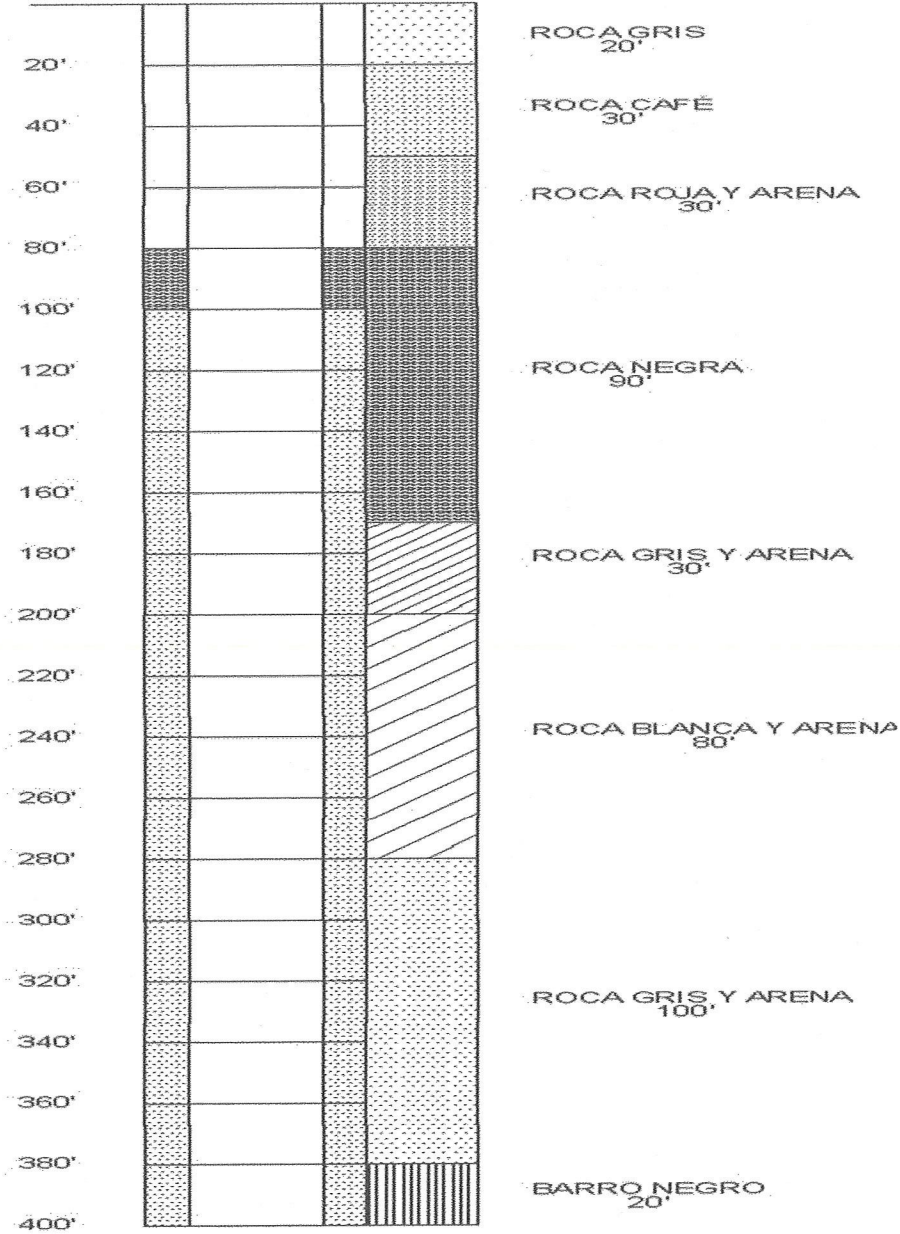


Atentamente,

Ing. Omar Enrique Medrano Méndez
Jefe Sección Mecánica de Suelos



**Perfil estratigráfico del pozo mecánico Comunidad Sector Barrillas, aldea
Tierras del Pueblo.**



Dirección Municipal de Planificación (DMP)

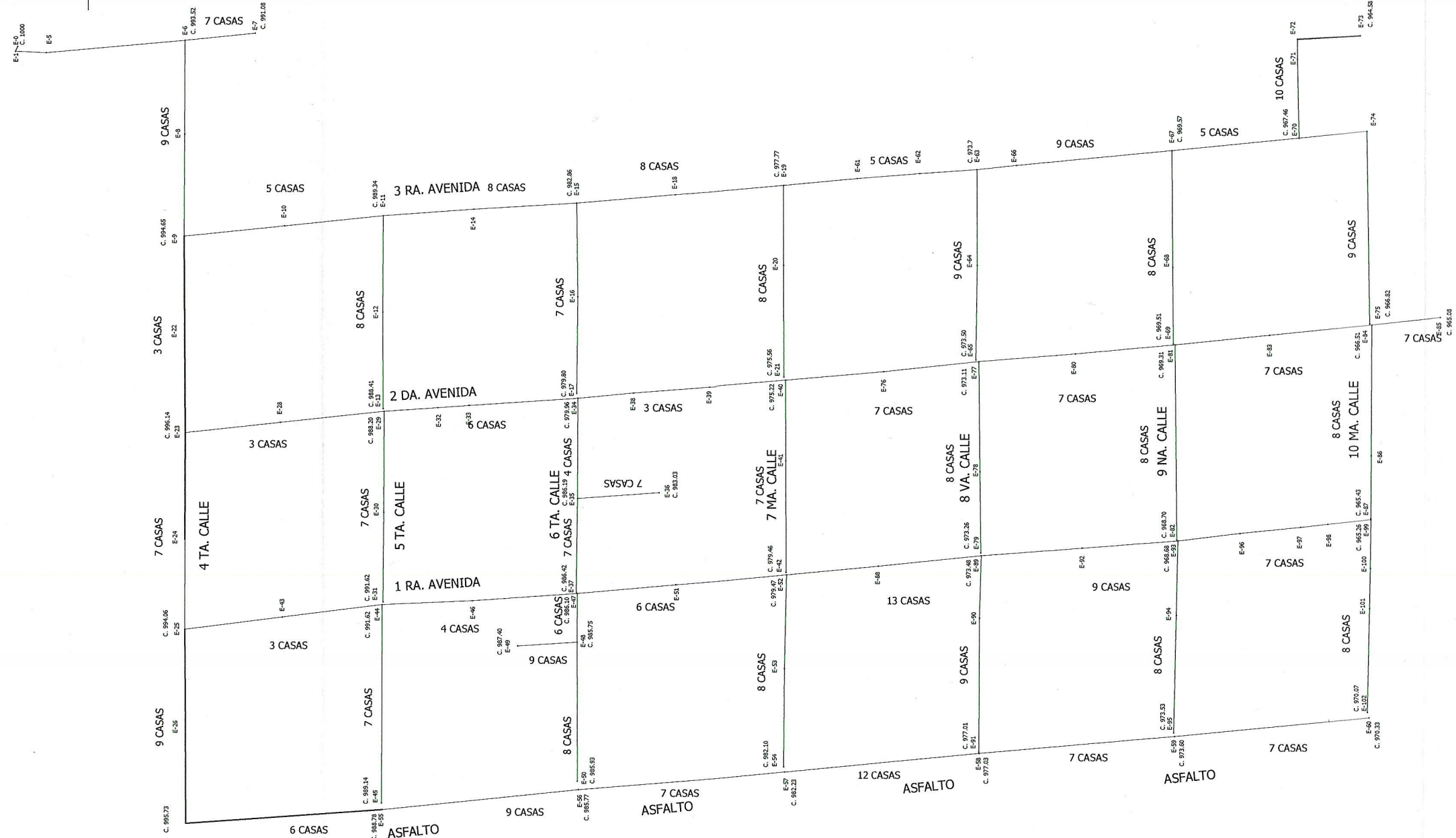
Mazatenango Suchitepéquez.

Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable

Tramo		Cota terreno		Longitud	Hf	clase	C	Caudal	Φ" teórico	Φ" nominal	Φ interno (")	vel	hf	cota piezométrica		Presión disponible		Presión estática	
Est	Po.	inicial	final		disponible									inicial	final	inicial	final	inicial	final
0	6	1012	995.73	194.63	16.27	250	150	8.00	2.53	4	3.97	1.00	1.81	1012	1010.19	0	14.46	0	16.27
6	7	995.73	991.08	78.13	4.65	250	150	0.17	0.63	3/4	0.93	0.4	0.70	1010.19	1009.49	14.46	18.41	16.27	4.65
6	9	995.73	994.65	218.35	1.08	250	150	9.00	4.72	4	4.154	1.03	2.02	1009.49	1007.47	18.41	12.82	4.65	1.13
9	11	994.65	989.34	222.02	5.31	250	150	2.42	2.07	2.5	2.655	0.68	1.60	1007.47	1005.87	12.82	16.53	1.13	5.31
11	13	989.34	988.41	214.42	0.93	250	150	0.20	1.13	3/4	0.93	0.45	2.42	1005.87	1003.45	16.53	15.04	5.31	0.93
11	15	989.34	982.86	215.45	6.48	250	150	2.10	1.88	2	2.095	0.95	3.79	1005.87	1002.09	16.53	19.23	5.31	6.48
15	17	982.86	979.8	211.49	3.06	250	150	0.17	0.84	3/4	0.93	0.4	1.86	1002.09	1000.22	19.23	20.42	6.48	3.06
15	19	982.86	977.77	215.71	5.09	250	150	1.74	1.83	2	2.095	0.78	2.66	1002.09	999.43	19.23	21.66	6.48	5.09
19	21	977.77	975.56	212.93	2.21	250	150	0.20	0.95	3/4	0.93	0.45	2.40	999.43	997.03	21.66	21.47	5.09	2.21
19	63	977.77	973.7	216.34	4.07	250	150	1.34	1.74	2	2.095	0.60	1.66	999.43	997.77	21.66	24.07	5.09	4.07
63	65	973.7	973.5	211.41	0.20	250	150	0.22	1.62	3/4	0.93	0.50	2.97	997.77	994.80	24.07	21.30	4.07	0.2
63	67	973.70	969.57	218.00	4.13	250	150	1.00	1.56	2	2.095	0.45	0.97	997.77	996.80	24.07	27.23	4.07	4.13
67	69	969.57	969.51	214.81	0.06	250	150	0.20	1.98	3/4	0.93	0.45	2.42	996.80	994.37	27.23	24.86	4.130	0.06
67	70	969.57	967.46	216.34	2.11	250	150	0.587	1.46	1 1/2	1.676	0.41	1.06	996.80	995.74	27.23	28.28	4.130	2.110
70	73	967.46	964.58	180.11	2.88	250	150	0.24	0.94	3/4	0.93	0.56	3.07	995.74	992.66	28.28	28.09	2.110	2.882
70	75	967.46	966.82	289.99	0.64	250	150	0.22	1.36	3/4	0.93	0.50	4.07	995.74	991.67	28.28	24.85	2.110	0.64
9	23	994.65	994.50	218.15	0.15	250	150	6.58	6.29	4	3.97	0.82	1.41	1007.47	1006.06	12.82	11.56	1.13	0.15
23	29	994.50	988.20	222.11	6.30	250	150	2.35	1.98	2	2.095	1.06	4.78	1006.06	1001.28	11.56	13.08	0.15	6.3
29	31	998.20	991.62	211.95	6.58	250	150	0.17	0.72	3/4	0.93	0.4	1.91	1001.28	999.37	13.08	7.75	6.3	6.58
29	34	998.20	979.96	215.84	18.24	250	150	2.102	1.52	2	2.095	0.95	3.79	1001.28	997.48	13.08	17.52	6.3	18.24
34	35	979.96	973.15	111.59	6.81	250	150	0.44	0.90	1	1.161	0.64	1.92	997.48	995.57	17.52	22.42	18.24	6.81
35	36	973.15	970.52	90.44	2.63	250	150	0.17	0.73	3/4	0.93	0.4	0.80	995.57	994.77	22.42	24.25	6.81	2.63
35	37	973.15	971.62	104.64	1.53	250	150	0.17	0.84	3/4	0.93	0.4	0.92	994.77	993.85	22.42	22.23	6.81	1.53
34	40	979.96	975.22	216.72	4.74	250	150	1.516	1.77	2	2.095	0.68	2.08	997.48	995.41	17.52	20.19	18.24	4.74
40	42	975.22	979.46	213.95	-4.24	250	150	0.17	3/4	3/4	0.93	0.4	1.88	995.41	993.52	20.19	14.06	4.74	-4.24
40	77	975.22	973.11	216.27	2.11	250	150	1.271	1.95	2	2.095	0.57	1.50	993.52	992.02	14.06	18.91	-4.24	2.11

Continuación datos del Diseño hidráulico.

77	79	973.11	972.55	212.59	0.56	250	150	0.20	1.25	3/4	0.93	0.45	2.40	992.02	989.63	18.91	17.08	2.11	0.56
77	81	973.11	969.31	218.90	3.80	250	150	0.90	1.52	1.5	1.464	0.83	4.62	992.02	987.40	18.91	18.09	2.11	3.8
81	82	969.31	968.70	217.32	0.61	250	150	0.20	1.24	3/4	0.93	0.4	2.45	987.40	984.95	18.09	16.25	3.8	0.61
81	84	969.31	966.51	219.31	2.80	250	150	0.54	1.33	1	1.161	0.79	5.47	987.40	981.94	18.09	15.43	3.8	2.8
84	85	966.51	965.43	77.21	1.08	250	150	0.17	0.85	3/4	0.93	0.39	0.68	981.94	981.26	15.43	15.83	2.8	1.08
84	87	966.51	965.08	215.20	1.43	250	150	0.20	1.04	3/4	0.93	0.45	2.43	981.94	979.51	15.43	14.43	2.8	1.43
23	25	994.50	994.06	218.67	0.44	250	150	3.82	4.10	4	4.154	0.44	0.41	1006.06	1005.65	11.56	11.59	0.15	0.44
25	44	994.06	991.62	220.74	2.44	250	150	2.30	2.38	2 1/2	2.537	0.71	1.80	1005.65	1003.85	11.59	12.23	0.44	2.44
44	45	991.62	989.70	220.36	1.92	250	150	0.17	0.92	3/4	0.93	0.38	1.83	1003.85	1002.01	12.23	12.31	2.44	1.92
44	47	991.62	986.10	217.29	5.52	250	150	2.06	1.93	2	2.095	0.93	3.68	1003.85	1000.16	12.23	14.06	2.44	5.52
47	48	986.10	985.75	54.14	0.35	250	150	0.55	1.54	1 1/2	1.676	0.38	0.23	1000.16	999.93	14.06	14.18	5.52	0.35
48	49	985.75	979.47	66.31	6.28	250	150	0.21	0.62	3/4	0.93	0.49	0.88	999.93	999.05	14.18	19.58	0.35	6.28
48	50	985.75	985.06	154.50	0.69	250	150	0.19	1.11	3/4	0.93	0.43	1.65	999.93	998.28	14.18	13.22	0.35	0.69
47	52	986.10	982.10	54.14	4.00	250	150	1.42	1.34	1 1/2	1.676	1.00	1.37	1000.16	998.79	14.06	16.69	5.52	4
52	54	982.10	979.47	66.31	2.63	250	150	0.19	0.71	3/4	0.93	0.43	0.71	998.79	998.09	16.69	18.62	4	2.63
52	89	982.10	977.01	154.50	5.09	250	150	1.09	1.43	1 1/2	1.676	0.77	2.39	998.79	996.41	16.69	19.40	4	5.09
89	91	977.01	973.48	218.70	3.53	250	150	0.21	0.89	3/4	0.93	0.49	2.90	996.41	993.51	19.40	20.03	5.09	3.53
89	93	977.01	973.53	213.21	3.48	250	150	0.76	1.44	1 1/2	1.676	0.53	1.68	996.41	994.73	19.40	21.20	5.09	3.48
93	95	973.53	968.68	217.68	4.85	250	150	0.19	0.80	2	0.93	0.43	2.32	994.73	992.41	21.20	23.73	3.48	4.85
93	99	973.53	970.07	219.88	3.46	250	150	0.36	1.09	1	1.161	0.52	2.55	994.73	992.18	21.20	22.11	3.48	3.46
99	102	970.07	965.26	218.79	4.81	250	150	0.19	0.80	3/4	0.93	0.43	2.33	992.18	989.85	22.11	24.59	3.46	4.81
25	27	994.06	993.52	215.67	0.54	250	150	1.393	2.67	3	3.088	0.3	0.27	1005.65	1005.38	11.59	11.86	0.44	0.54
27	55	995.73	988.78	219.07	6.95	250	150	1.173	1.49	2	2.193	0.48	1.05	1005.38	1004.33	11.86	15.55	0.54	6.95
55	56	988.78	985.77	218.71	3.01	250	150	1.027	1.68	2	2.193	0.42	0.82	1004.33	1003.52	11.86	17.75	6.95	3.01
56	57	985.77	982.23	215.20	3.54	250	150	0.807	1.48	1 1/2	1.676	0.57	1.90	1003.52	1001.62	17.75	19.39	3.01	3.54
57	58	982.23	977.03	217.20	5.20	250	150	0.636	1.25	1 1/2	1.676	0.45	1.23	1001.62	1000.38	19.39	23.35	3.54	5.2
58	59	977.03	973.60	217.26	3.43	250	150	0.342	1.07	1	1.161	0.50	2.35	1000.38	998.04	23.35	24.44	5.2	3.43
59	60	973.60	970.33	216.25	3.27	250	150	0.171	0.83	3/4	0.93	0.4	1.90	998.04	996.13	24.44	25.80	3.43	3.27



LIBRETA TOPOGRAFICA

EST	NO	EST	NO	ELEVACION	OTRANOM
1	1	1	1	985.00	100
1	2	1	2	985.00	100
1	3	1	3	985.00	100
1	4	1	4	985.00	100
1	5	1	5	985.00	100
1	6	1	6	985.00	100
1	7	1	7	985.00	100
1	8	1	8	985.00	100
1	9	1	9	985.00	100
1	10	1	10	985.00	100
1	11	1	11	985.00	100
1	12	1	12	985.00	100
1	13	1	13	985.00	100
1	14	1	14	985.00	100
1	15	1	15	985.00	100
1	16	1	16	985.00	100
1	17	1	17	985.00	100
1	18	1	18	985.00	100
1	19	1	19	985.00	100
1	20	1	20	985.00	100
1	21	1	21	985.00	100
1	22	1	22	985.00	100
1	23	1	23	985.00	100
1	24	1	24	985.00	100
1	25	1	25	985.00	100
1	26	1	26	985.00	100
1	27	1	27	985.00	100
1	28	1	28	985.00	100
1	29	1	29	985.00	100
1	30	1	30	985.00	100
1	31	1	31	985.00	100
1	32	1	32	985.00	100
1	33	1	33	985.00	100
1	34	1	34	985.00	100
1	35	1	35	985.00	100
1	36	1	36	985.00	100
1	37	1	37	985.00	100
1	38	1	38	985.00	100
1	39	1	39	985.00	100
1	40	1	40	985.00	100
1	41	1	41	985.00	100
1	42	1	42	985.00	100
1	43	1	43	985.00	100
1	44	1	44	985.00	100
1	45	1	45	985.00	100
1	46	1	46	985.00	100
1	47	1	47	985.00	100
1	48	1	48	985.00	100
1	49	1	49	985.00	100
1	50	1	50	985.00	100
1	51	1	51	985.00	100
1	52	1	52	985.00	100
1	53	1	53	985.00	100
1	54	1	54	985.00	100
1	55	1	55	985.00	100
1	56	1	56	985.00	100
1	57	1	57	985.00	100
1	58	1	58	985.00	100
1	59	1	59	985.00	100
1	60	1	60	985.00	100
1	61	1	61	985.00	100
1	62	1	62	985.00	100
1	63	1	63	985.00	100
1	64	1	64	985.00	100
1	65	1	65	985.00	100
1	66	1	66	985.00	100
1	67	1	67	985.00	100
1	68	1	68	985.00	100
1	69	1	69	985.00	100
1	70	1	70	985.00	100
1	71	1	71	985.00	100
1	72	1	72	985.00	100
1	73	1	73	985.00	100
1	74	1	74	985.00	100
1	75	1	75	985.00	100
1	76	1	76	985.00	100
1	77	1	77	985.00	100
1	78	1	78	985.00	100
1	79	1	79	985.00	100
1	80	1	80	985.00	100
1	81	1	81	985.00	100
1	82	1	82	985.00	100
1	83	1	83	985.00	100
1	84	1	84	985.00	100
1	85	1	85	985.00	100
1	86	1	86	985.00	100
1	87	1	87	985.00	100
1	88	1	88	985.00	100
1	89	1	89	985.00	100
1	90	1	90	985.00	100
1	91	1	91	985.00	100
1	92	1	92	985.00	100
1	93	1	93	985.00	100
1	94	1	94	985.00	100
1	95	1	95	985.00	100
1	96	1	96	985.00	100
1	97	1	97	985.00	100
1	98	1	98	985.00	100
1	99	1	99	985.00	100
1	100	1	100	985.00	100

LIBRETA TOPOGRAFICA

EST	NO	EST	NO	ELEVACION	OTRANOM
1	1	1	1	985.00	100
1	2	1	2	985.00	100
1	3	1	3	985.00	100
1	4	1	4	985.00	100
1	5	1	5	985.00	100
1	6	1	6	985.00	100
1	7	1	7	985.00	100
1	8	1	8	985.00	100
1	9	1	9	985.00	100
1	10	1	10	985.00	100
1	11	1	11	985.00	100
1	12	1	12	985.00	100
1	13	1	13	985.00	100
1	14	1	14	985.00	100
1	15	1	15	985.00	100
1	16	1	16	985.00	100
1	17	1	17	985.00	100
1	18	1	18	985.00	100
1	19	1	19	985.00	100
1	20	1	20	985.00	100
1	21	1	21	985.00	100
1	22	1	22	985.00	100
1	23	1	23	985.00	100
1	24	1	24	985.00	100
1	25	1	25	985.00	100
1	26	1	26	985.00	100
1	27	1	27	985.00	100
1	28	1	28	985.00	100
1	29	1	29	985.00	100
1	30	1	30	985.00	100
1	31	1	31	985.00	100
1	32	1	32	985.00	100
1	33	1	33	985.00	100
1	34	1	34	985.00	100
1	35	1	35	985.00	100
1	36	1	36	985.00	100
1	37	1	37	985.00	100
1	38	1	38	985.00	100
1	39	1	39	985.00	100
1	40	1	40	985.00	100
1	41	1	41	985.00	100
1	42	1	42	985.00	100
1	43	1	43	985.00	100
1	44	1	44	985.00	100
1	45	1	45	985.00	100
1	46	1	46	985.00	100
1	47	1	47	985.00	100
1	48	1	48	985.00	100
1	49	1	49	985.00	100
1	50	1	50	985.00	100
1	51	1	51	985.00	100
1	52	1	52	985.00	100
1	53	1	53	985.00	100
1	54	1	54	985.00	100
1	55	1	55	985.00	100
1	56	1	56	985.00	100
1	57	1	57	985.00	100
1	58	1	58	985.00	100
1	59	1	59	985.00	100
1	60	1	60	985.00	100
1	61	1	61	985.00	100
1	62	1	62	985.00	100
1	63	1	63	985.00	100
1	64	1	64	985.00	100
1	65	1	65	985.00	100
1	66	1	66	985.00	100
1	67	1	67	985.00	100
1	68	1	68	985.00	100
1	69	1	69	985.00	100
1	70	1	70	985.00	100
1	71	1	71	985.00	100
1	72	1	72	985.00	100
1	73	1	73	985.00	100
1	74	1	74	985.00	100
1	75	1	75	985.00	100
1	76	1	76	985.00	100
1	77	1	77	985.00	100
1	78	1	78	985.00	100
1	79	1	79	985.00	100
1	80	1	80	985.00	100
1	81	1	81	985.00	100
1	82	1	82	985.00	100
1	83	1	83	985.00	100
1	84	1	84	985.00	100
1	85	1	85	985.00	100
1	86	1	86	985.00	100
1	87	1	87	985.00	100
1	88	1	88	985.00	100
1	89	1	89	985.00	100
1	90	1	90	985.00	100
1	91	1	91	985.00	100
1	92	1	92	985.00	100
1	93	1	93	985.00	100
1	94	1	94	985.00	100
1	95	1	95	985.00	100
1	96	1	96	985.00	100
1	97	1	97	985.00	100
1	98	1	98	985.00	100
1	99	1	99	985.00	100
1	100	1	100	985.00	100

CROQUIS DE PLANTA HIDRAULICA

ESCALA: 1:200

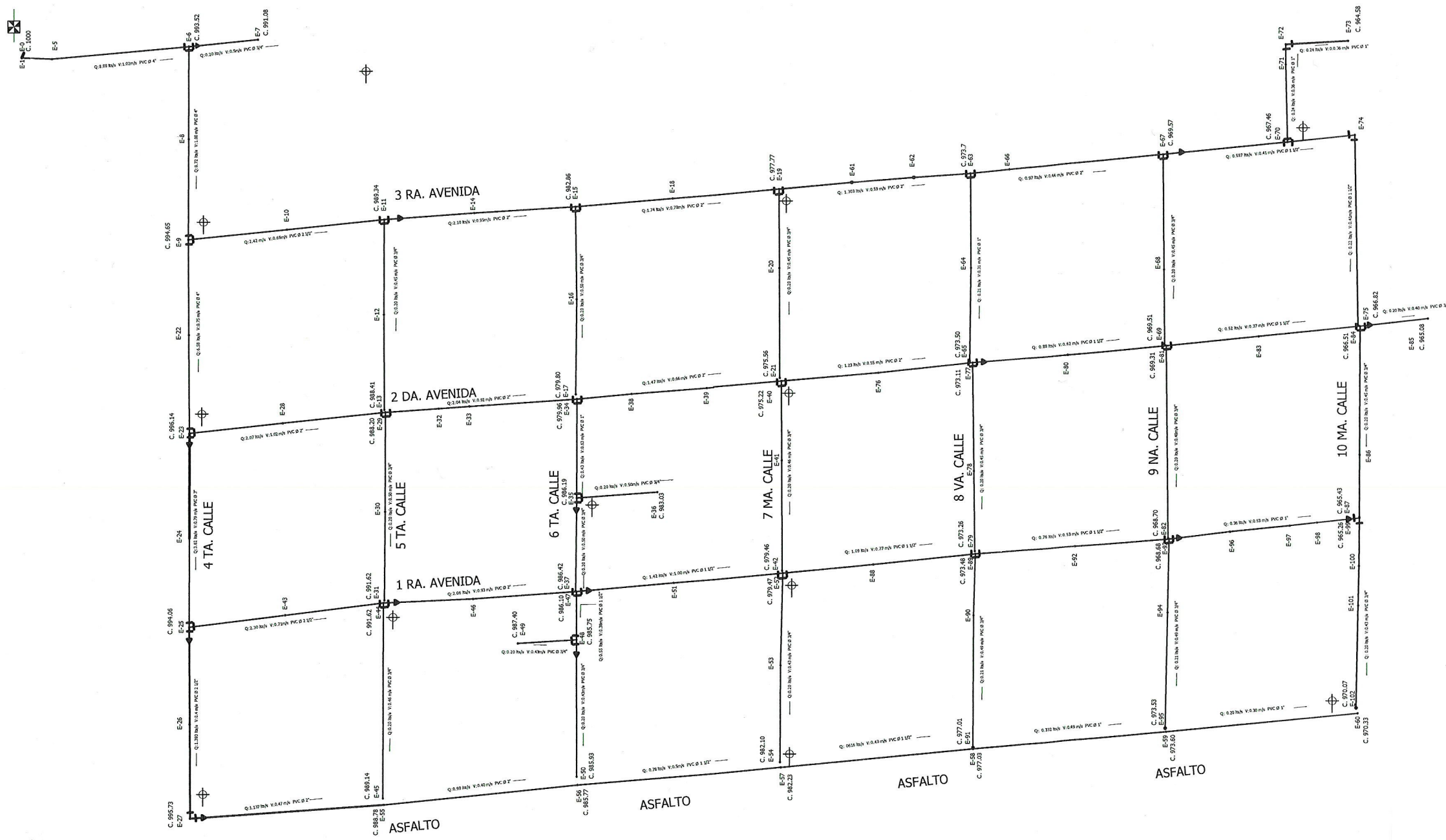
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ

PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
 ESCALA : INDICADA
 FECHA : 2013

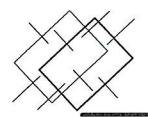
CONTENIDO: CROQUIS PLANTA HIDRAULICA
 PLANO No. 14

DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS

Vo.Bo. [Signature]
 Ing. GILBERTO RODRIGUEZ ASESOR EPS
 MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL



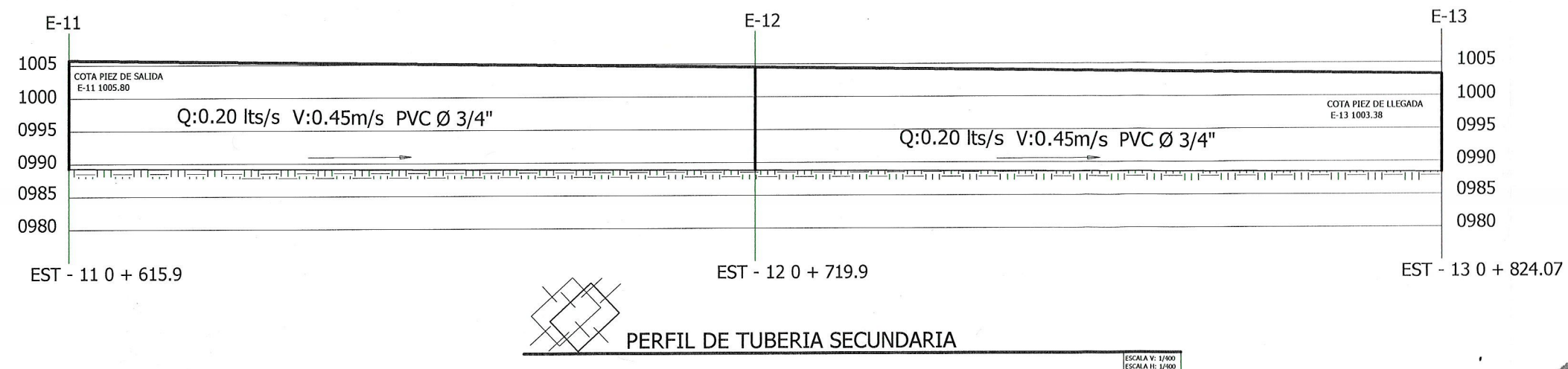
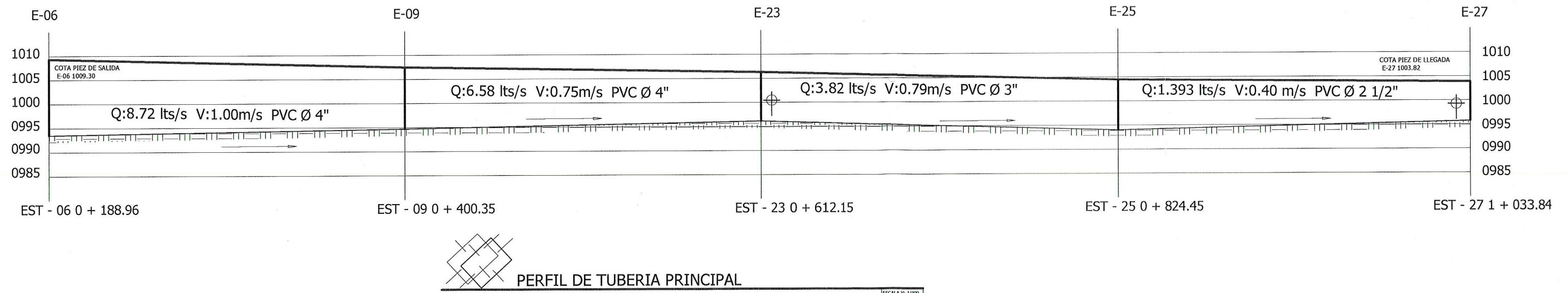
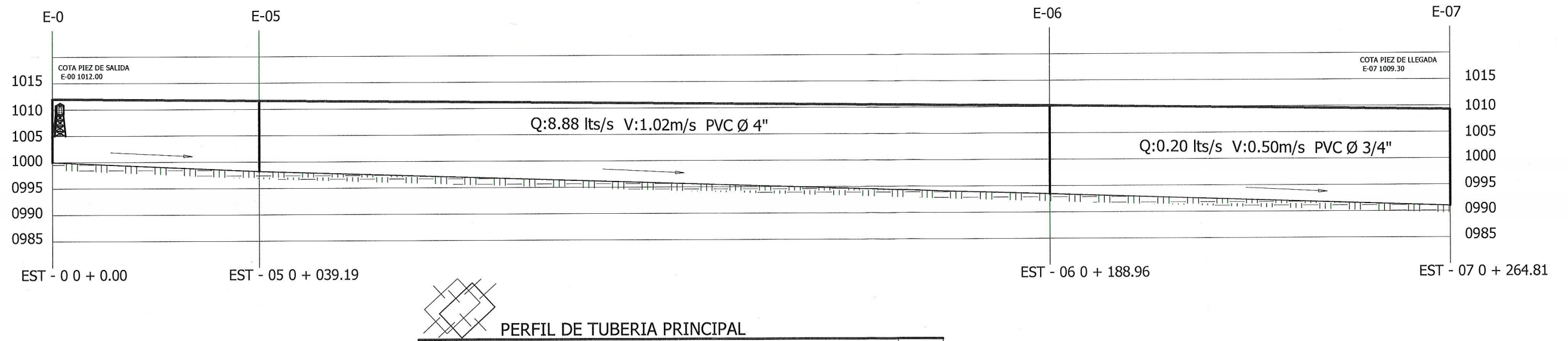
SIMBOLOGIA	
E	ESTACION
↖	REDUCIDOR BUSHING
→	DIRECCION DE AGUA
Q	CAUDAL DEL AGUA
V	VELOCIDAD DEL AGUA
Ø	Diametro tubería
⊥	TEE
⊕	CODO 90 GRADOS
⊘	CODO 45 GRADOS
⊙	VALVULAS DE AIRE
⊠	TANQUE DISTRIBUCIÓN



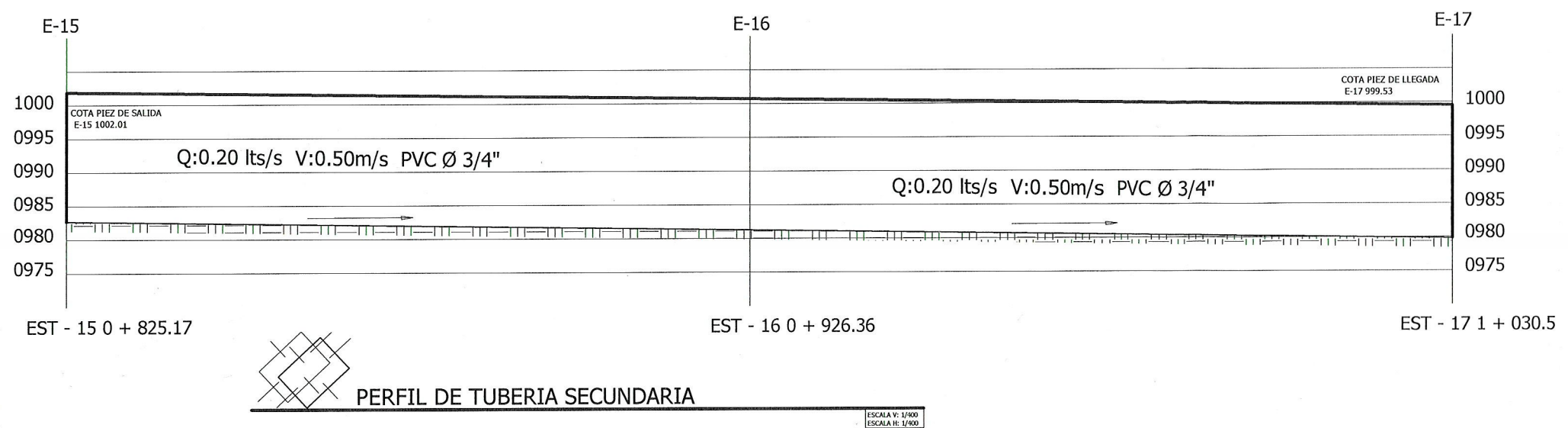
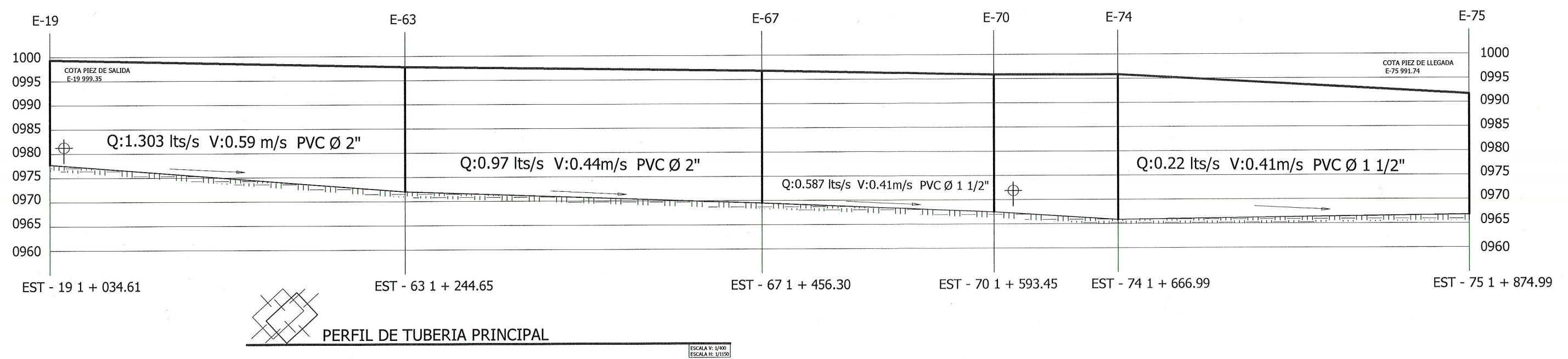
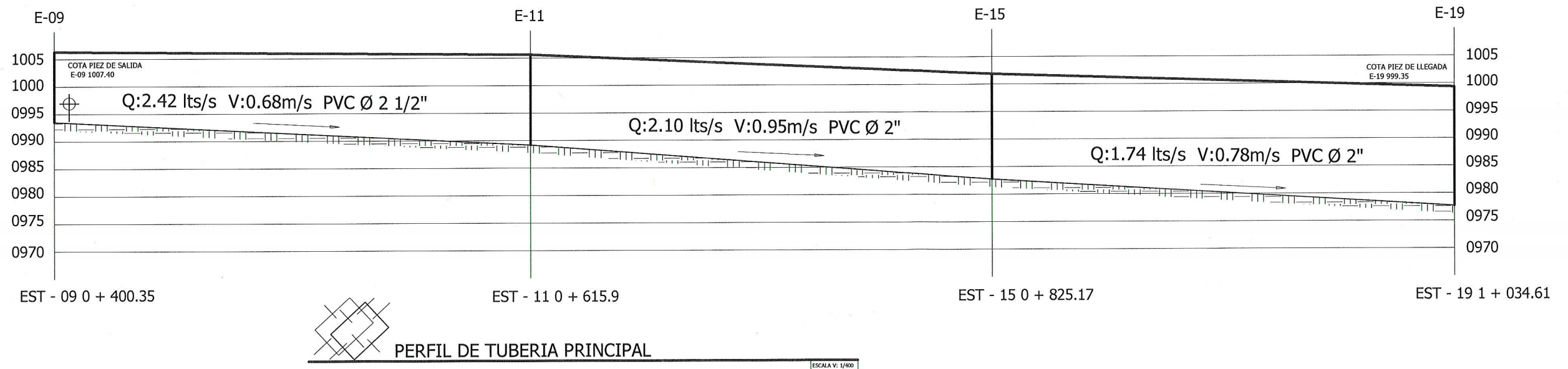
PLANTA HIDRAULICA

ESCALA: 1/200

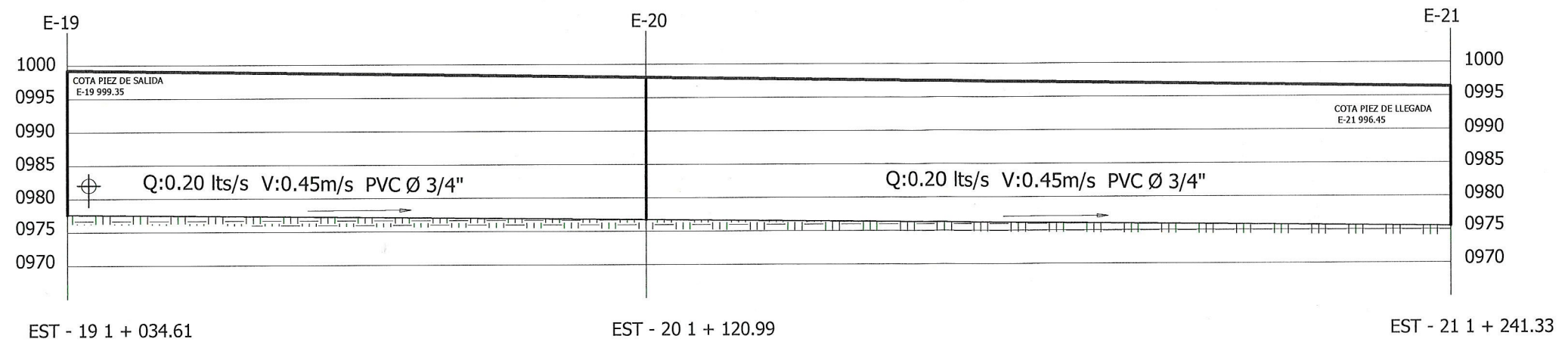
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PLANTA HIDRAULICA	PLANO No. 2/14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS Vo.Bo. ASISOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas Profesionales EPS ASESOR EPS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL



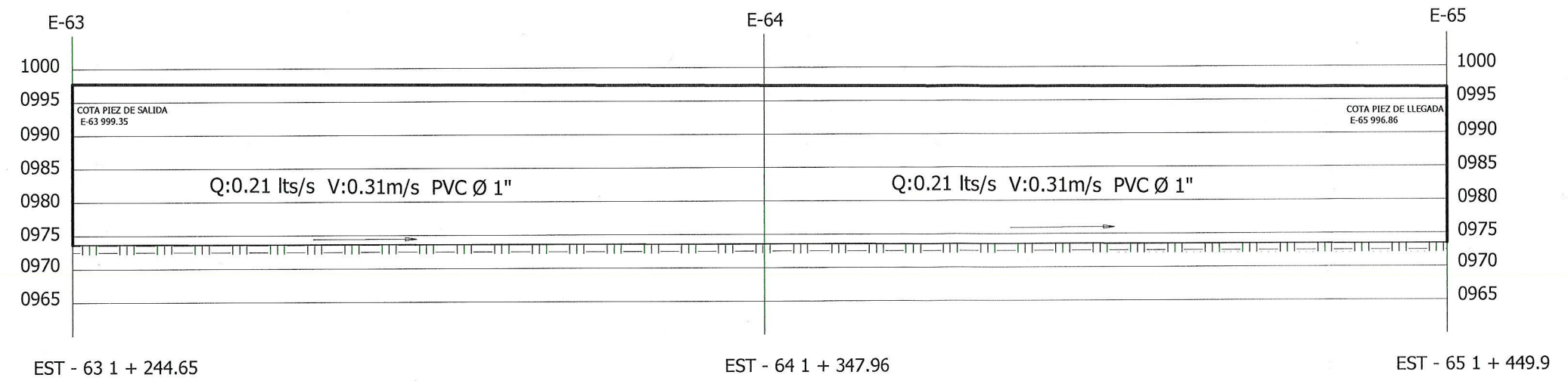
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	PLANO No. 14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS Vo.Bo.	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL	



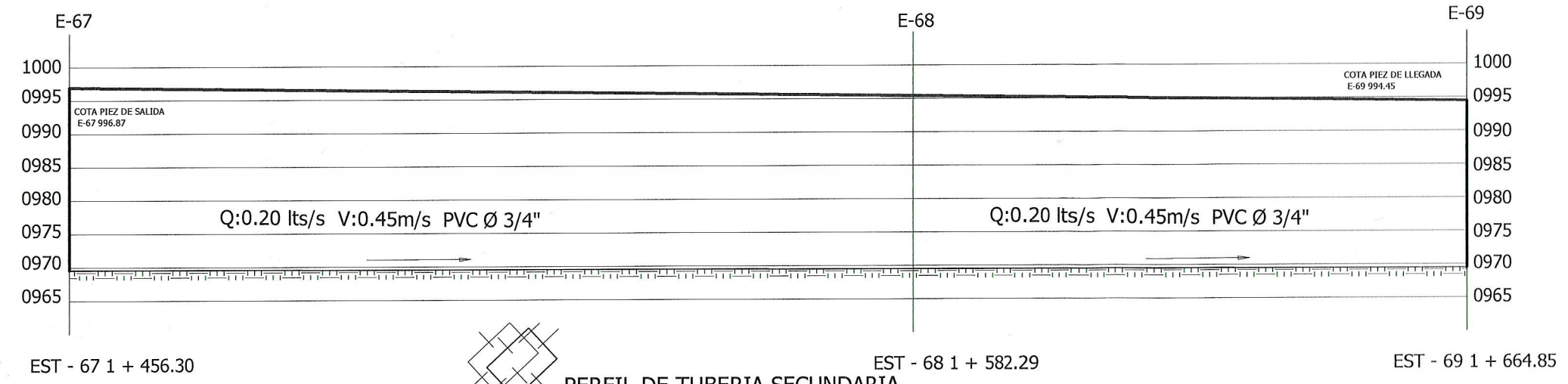
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	PLANO No. 14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
Vo.Bo. ASESOR(A)-SUPERVISOR/INDE EPS Unidad de Práctica de la Universidad de San Carlos de Guatemala y EPS ASesor EPS	
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL	



PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
ESCALA V: 1/100
ESCALA H: 1/1000

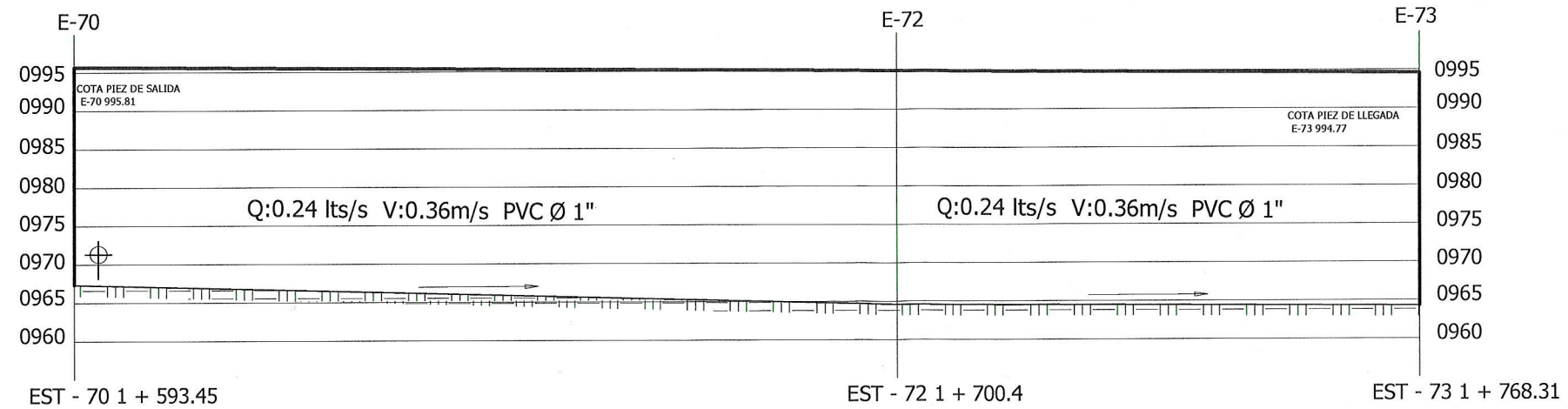


PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
ESCALA V: 1/100
ESCALA H: 1/1000

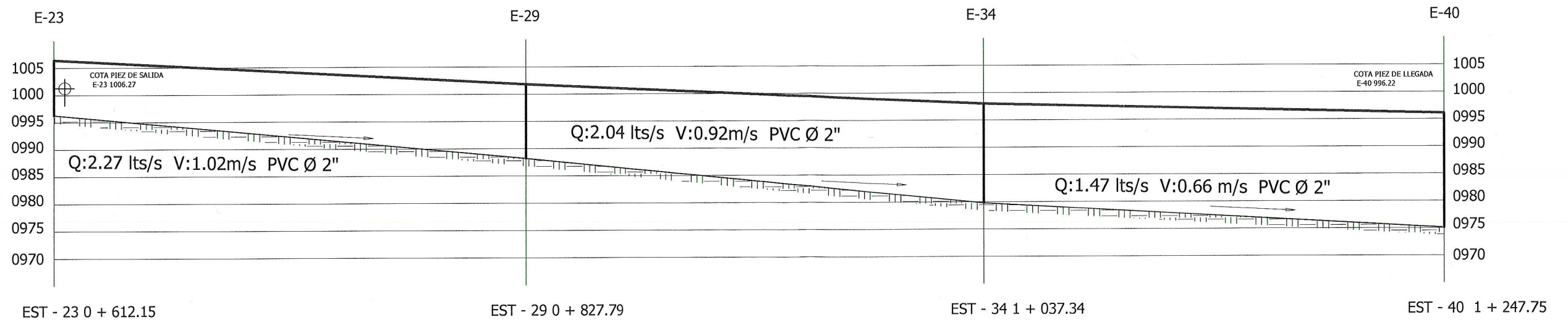


PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
ESCALA V: 1/100
ESCALA H: 1/1000

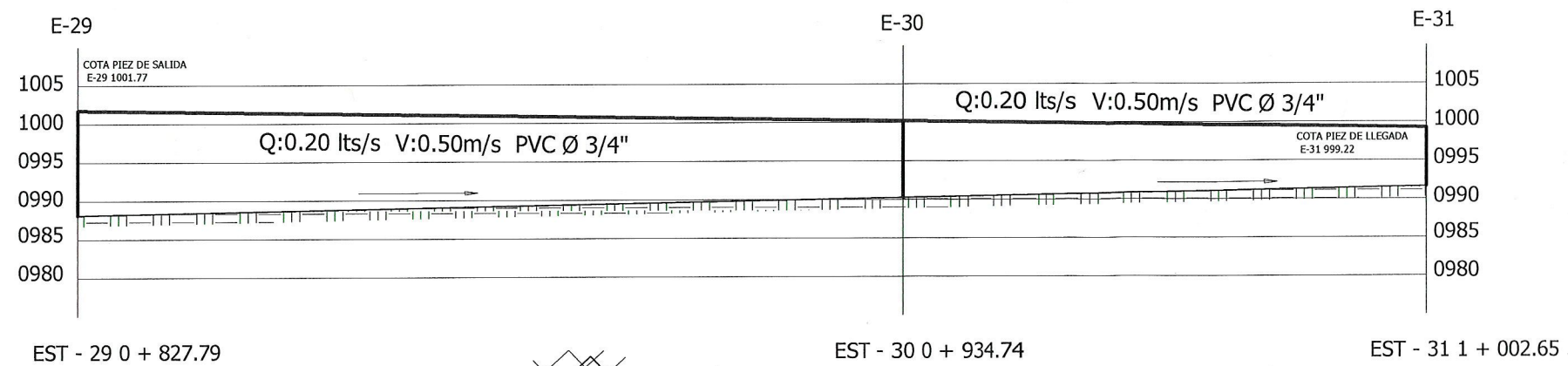
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
PERFILES TUBERIA	
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	PLANO No. 5/14
ASESORIA(S)-SUPERVISORIA(S) DE EPS Unidad de Planeación y Estudios de Ingeniería Civil MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL	



PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/400

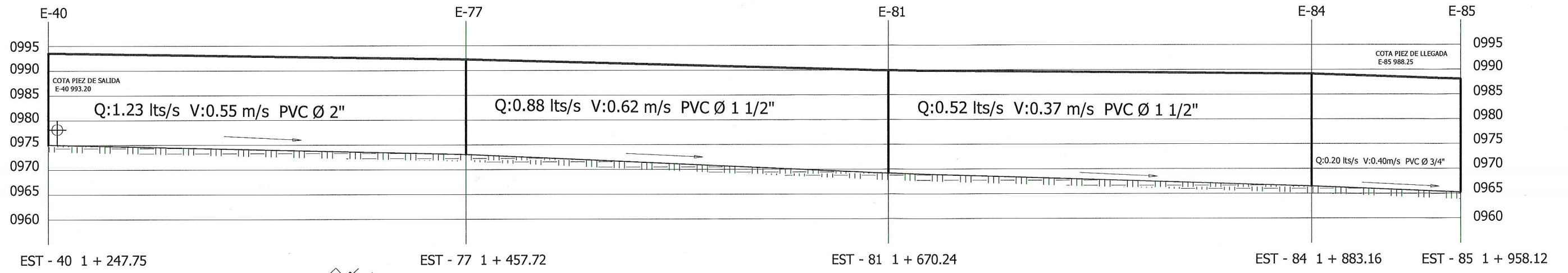


PERFIL DE TUBERIA PRINCIPAL
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/2000

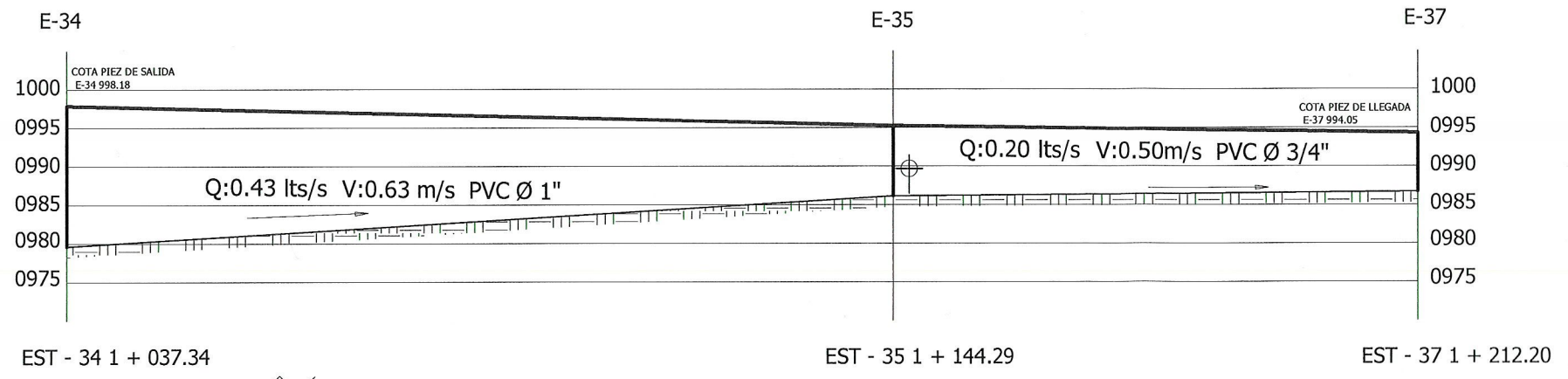


PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/400

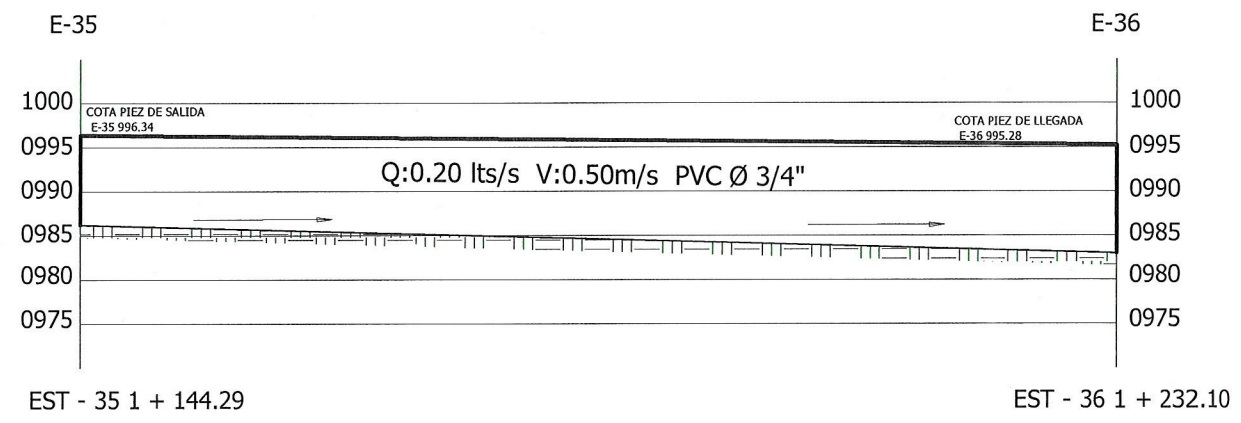
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	PLANO No. 6/14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 ASOCIACIÓN GUATEMALA DE EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL	



PERFIL DE TUBERIA PRINCIPAL
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/1000

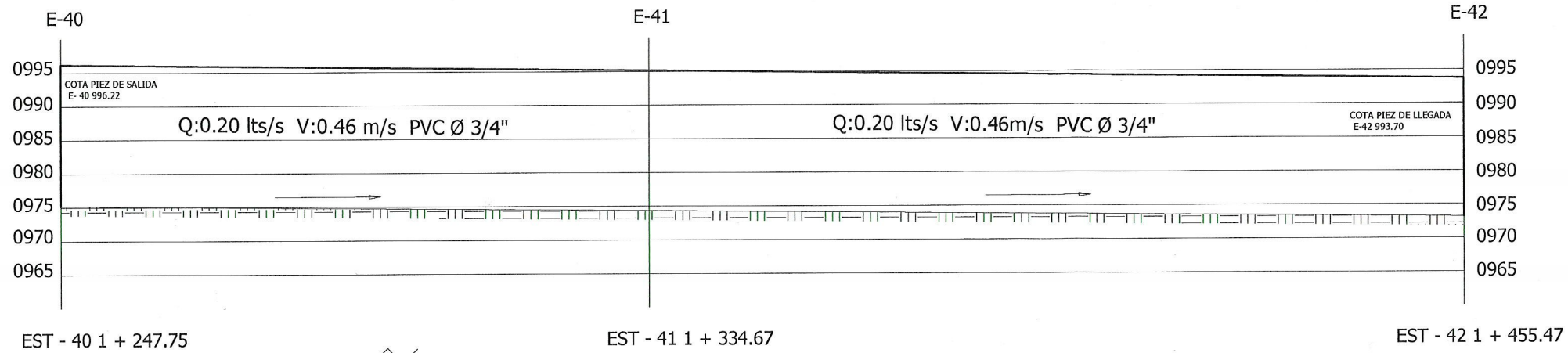


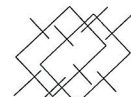
PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/1000

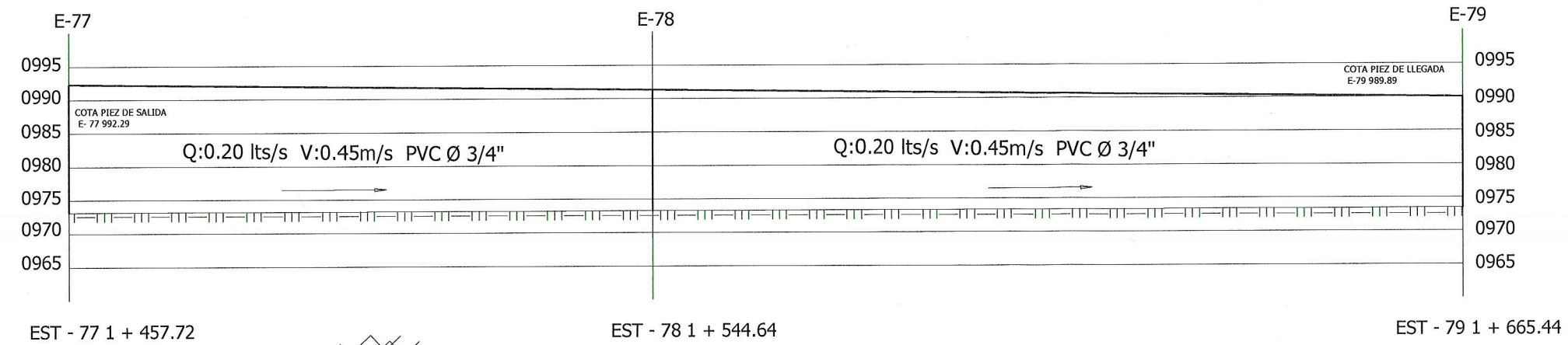



PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/200

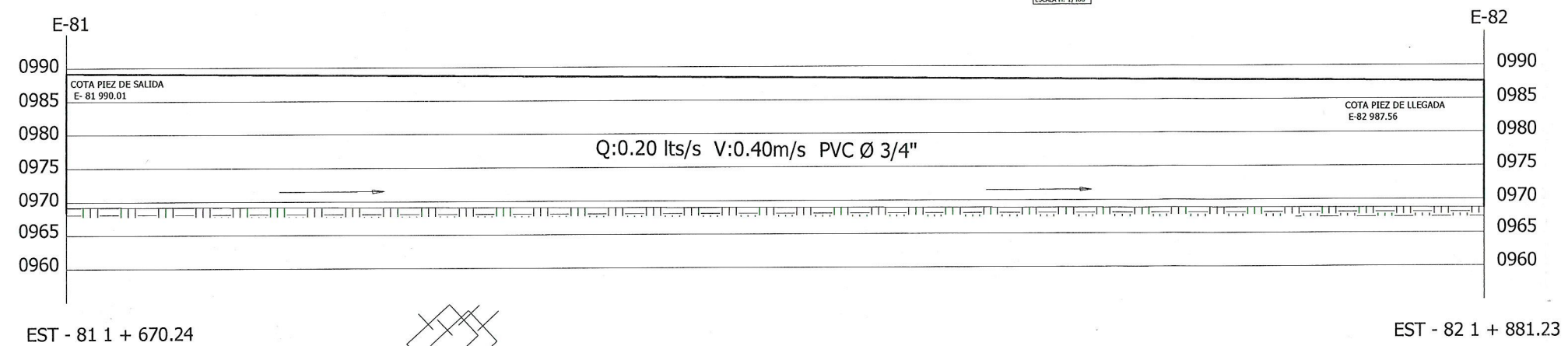
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA : INDICADA FECHA : 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	PLANO No. 7 / 14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
ASesor(A) Ing. BLANCA RODRIGUEZ, D.E. EPS Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS Manos Unidas de San Carlos de Guatemala Manos Unidas de San Carlos de Guatemala EPS DE INGENIERIA CIVIL	

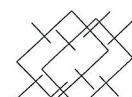


 PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
ESCALA V: 1/400
ESCALA H: 1/400



 PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
ESCALA V: 1/400
ESCALA H: 1/400

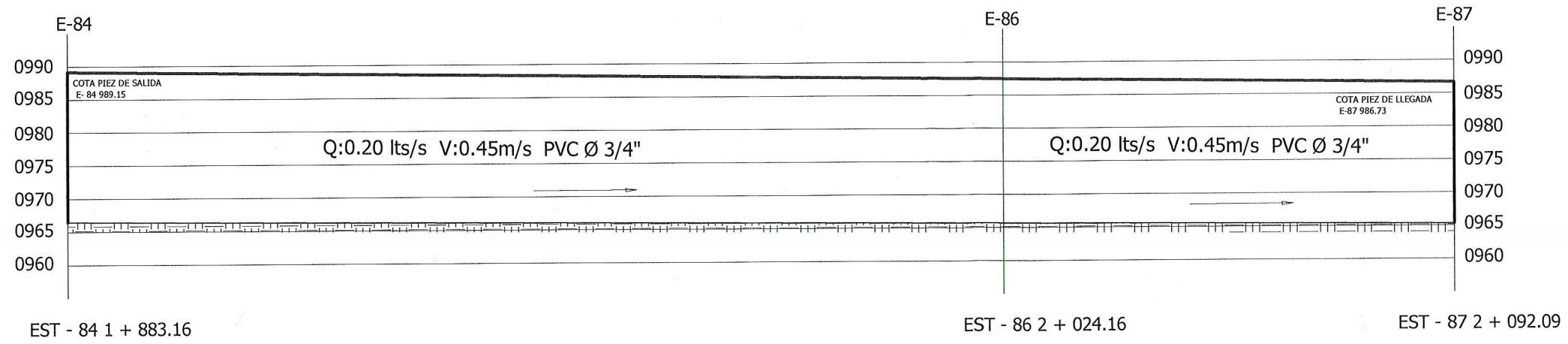


 PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
ESCALA V: 1/400
ESCALA H: 1/400

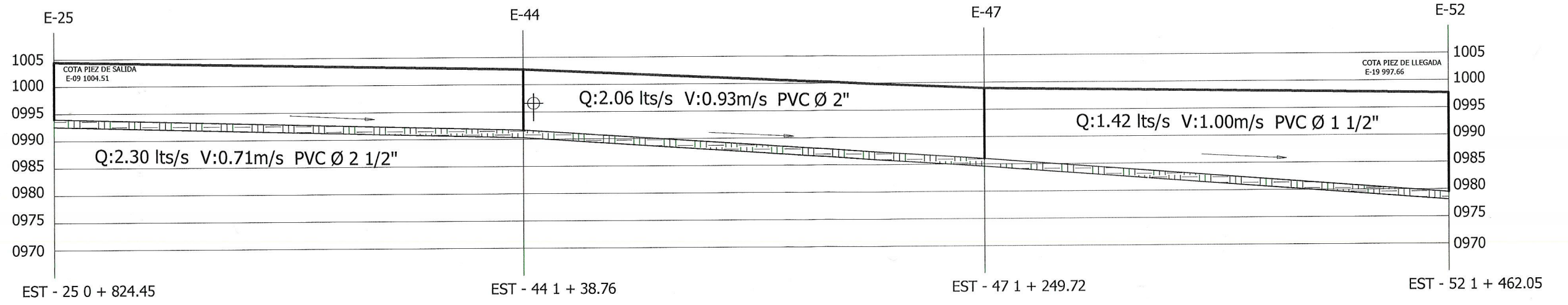
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA : INDICADA FECHA : 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	PLANO No. 8 / 14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	Unidad de Ingeneria de EPS Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR Ing. MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL

PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT

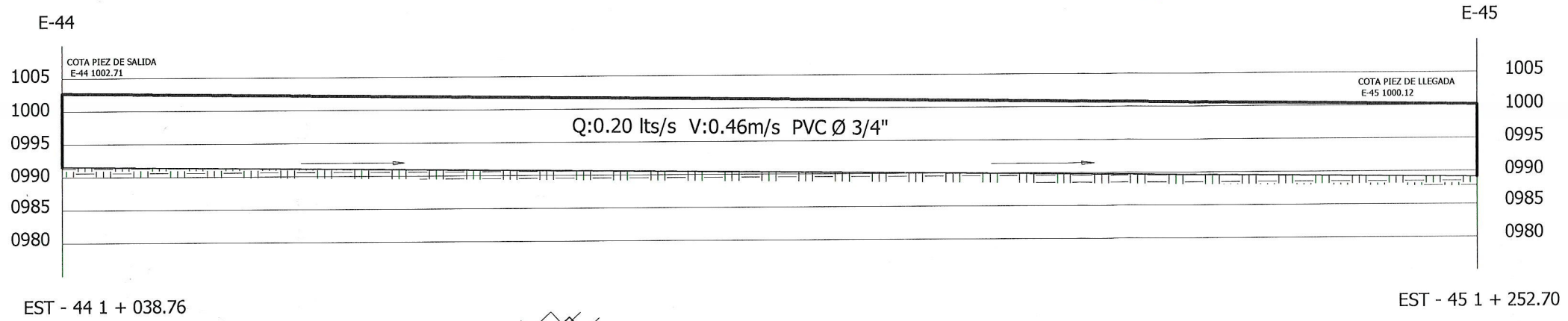
PRODUCED BY AN AUTODESK EDUCATIONAL PRODUCT



PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/100
 ESCALA H: 1/100

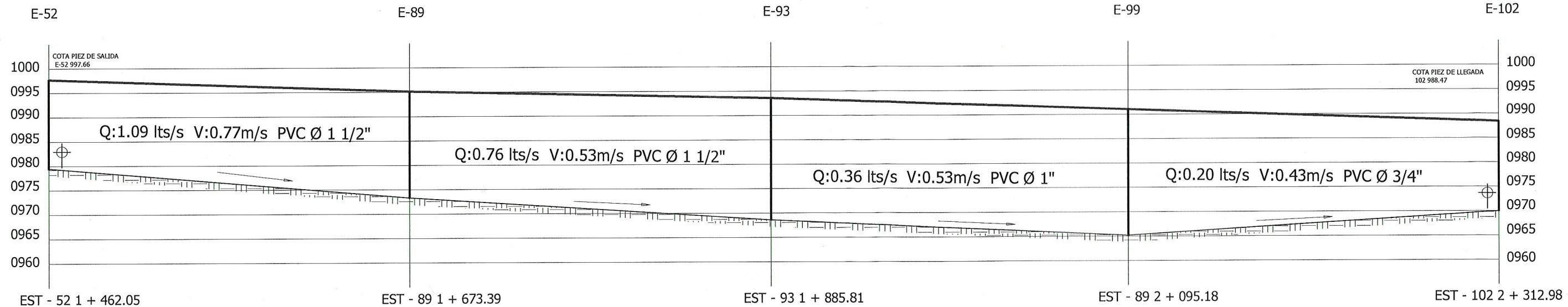


PERFIL DE TUBERIA PRINCIPAL
 ESCALA V: 1/100
 ESCALA H: 1/1000

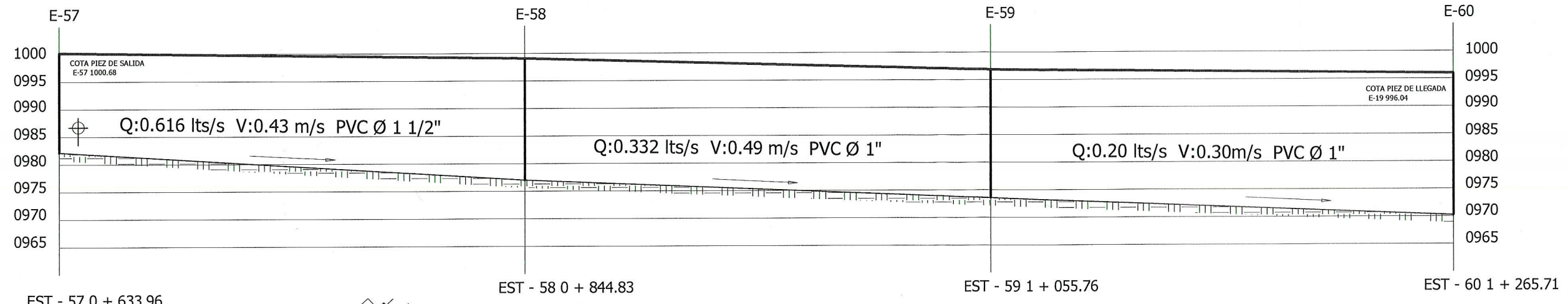


PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/100
 ESCALA H: 1/100

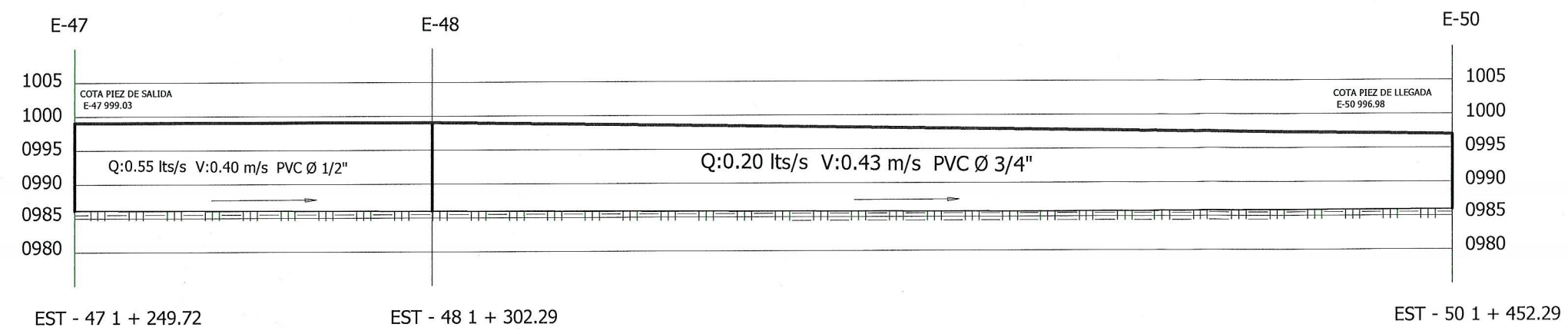
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	PLANO No. 9 / 14
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS Vo.Bo.	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Prácticas de EPS	MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL



PERFIL DE TUBERIA PRINCIPAL
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/1150



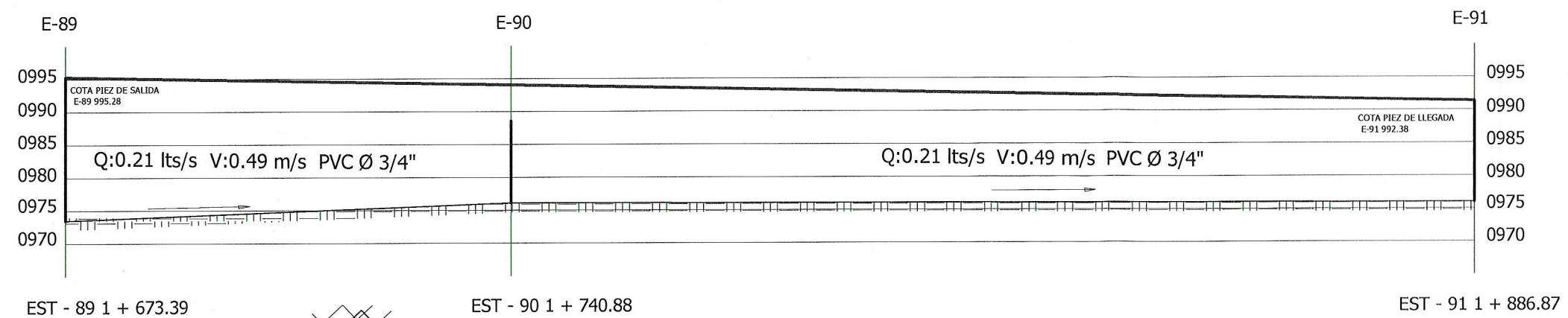
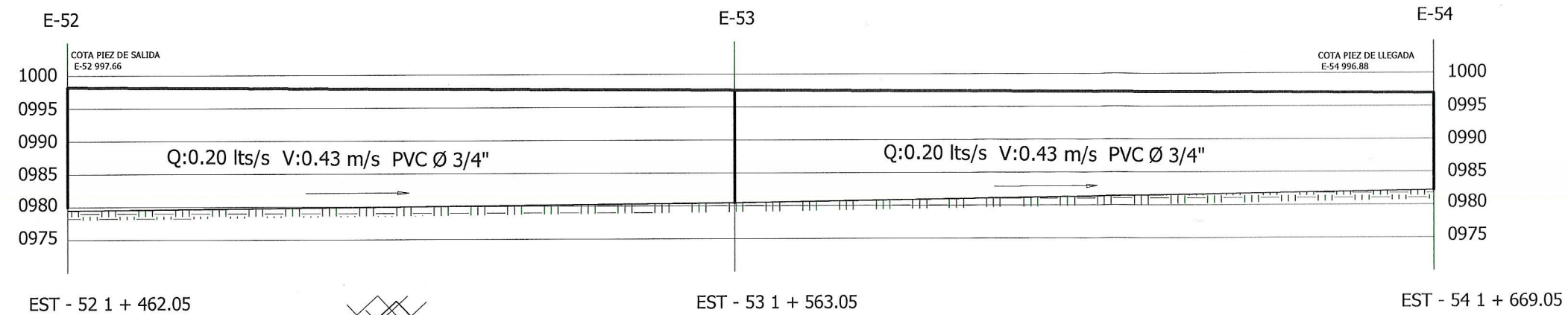
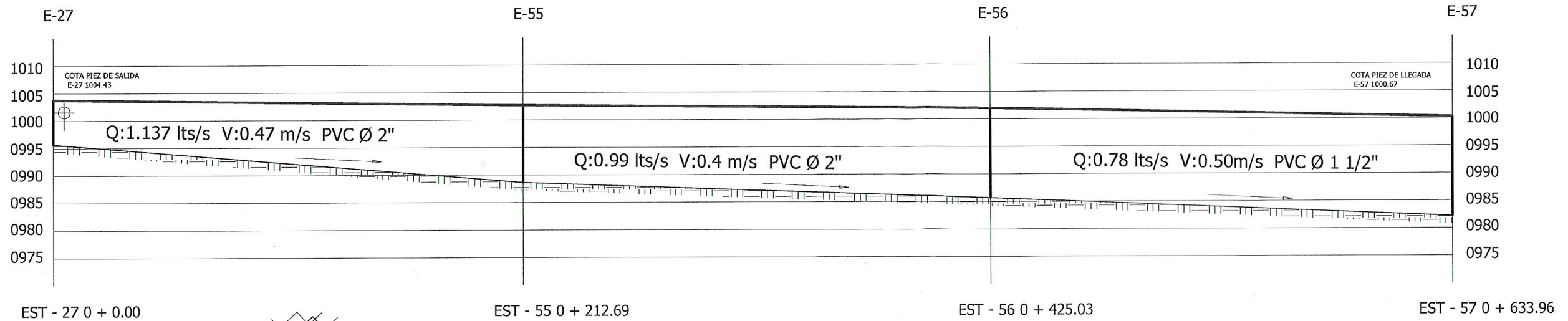
PERFIL DE TUBERIA PRINCIPAL
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/1000




PERFIL DE TUBERIA SECUNDARIA
 ESCALA V: 1/400
 ESCALA H: 1/400

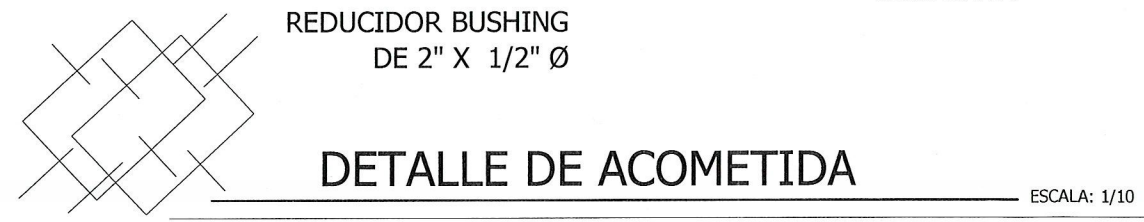
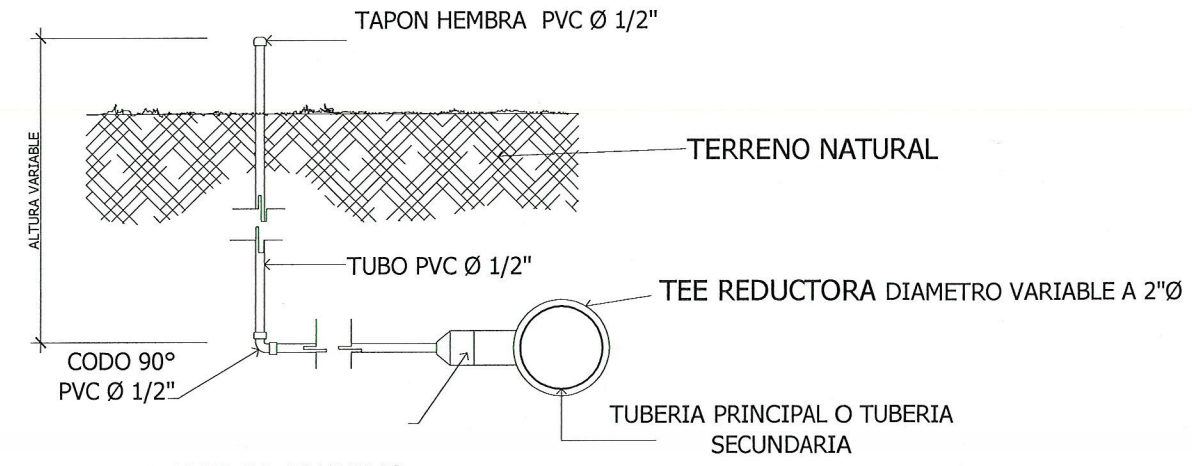
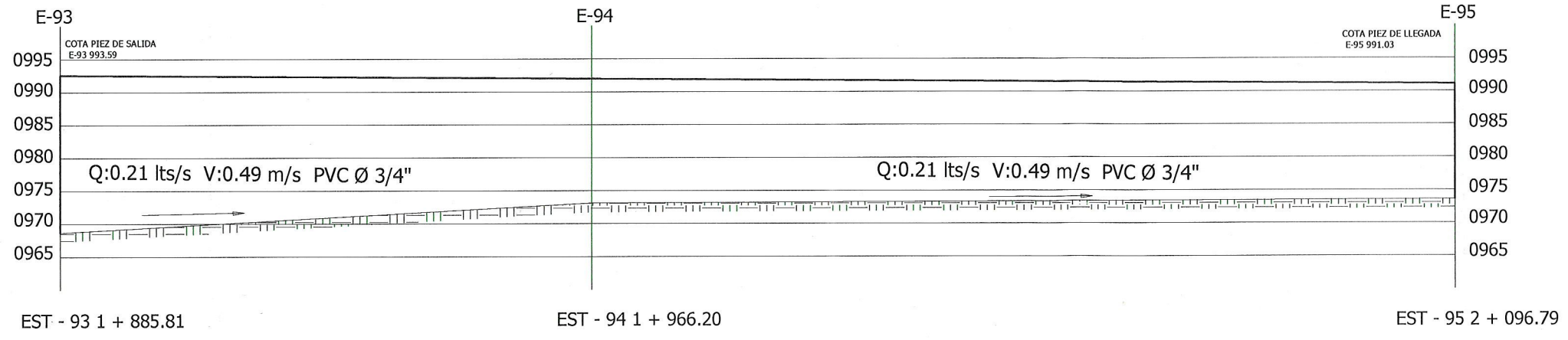
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
PLANO No. 10/14	

MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 EPS DE INGENIERIA CIVIL

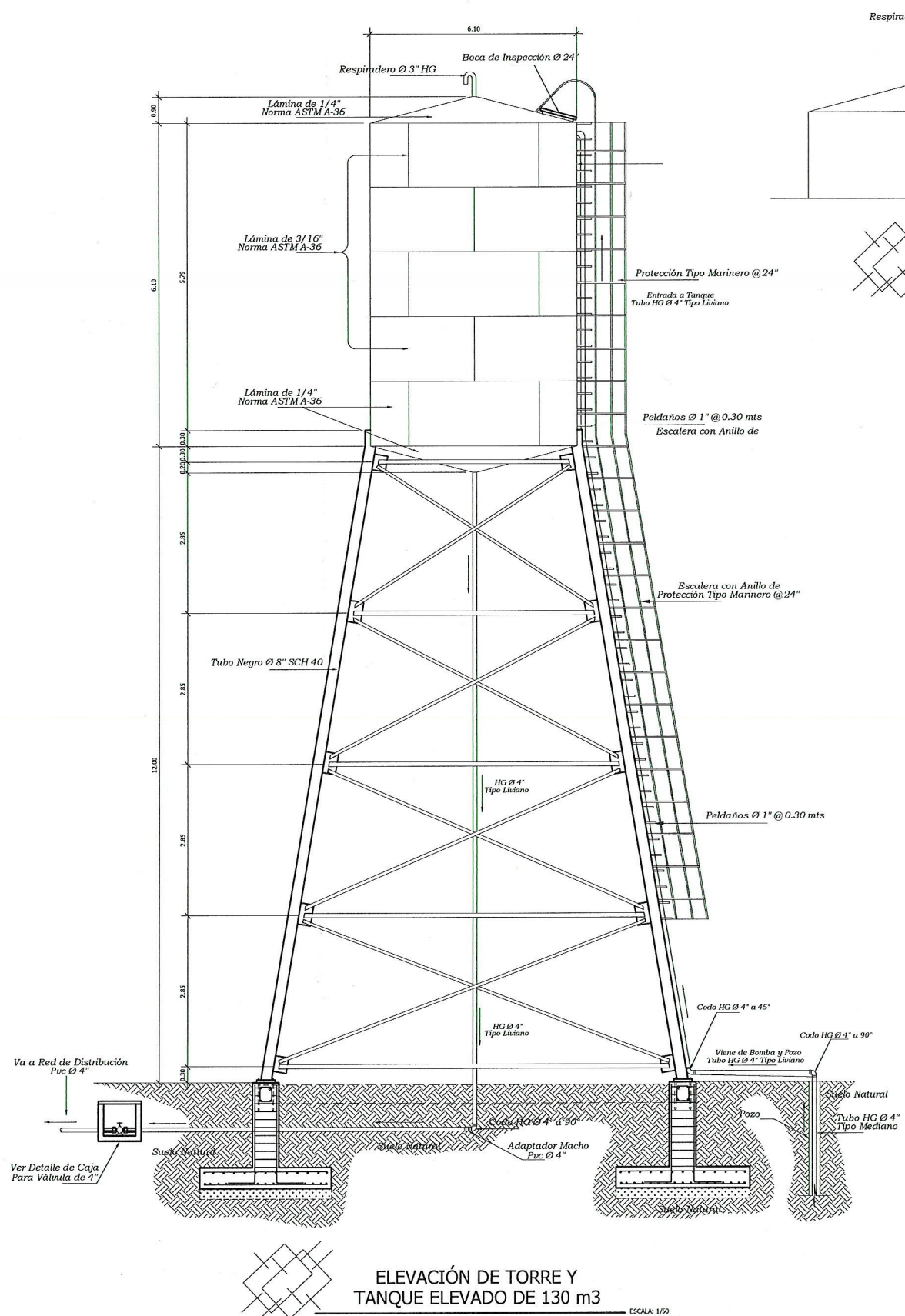


 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA : INDICADA FECHA : 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA	
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
PLANO No. 11 / 14	
ASESOR(A): MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS Unidad de Prácticas de Ingeniería EPS	

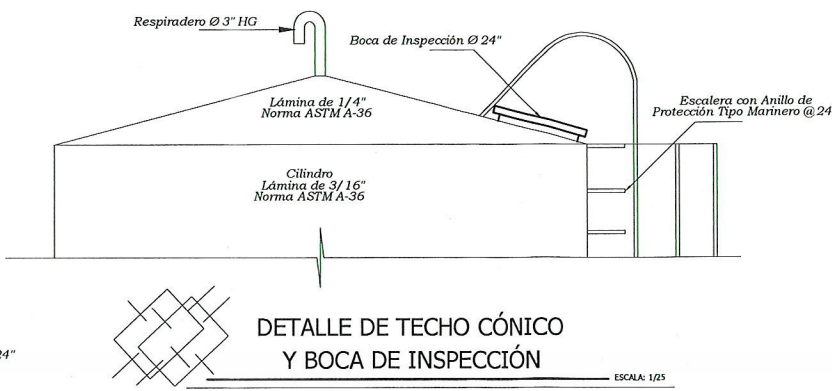
Facultad de Ingeniería



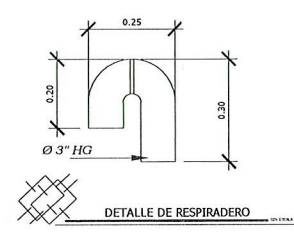
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA : INDICADA FECHA : 2013
CONTENIDO: PERFILES TUBERIA Y DETALLE CONEXIÓN DOMICILIAR	
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
PLANO No. 12 14	
Vo.Bo. 	



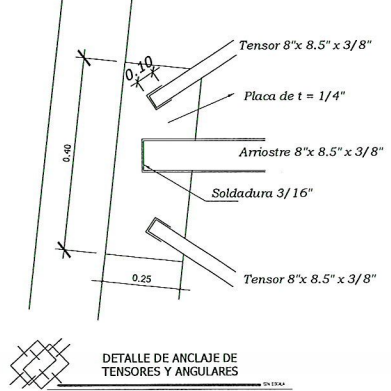
ELEVACIÓN DE TORRE Y TANQUE ELEVADO DE 130 m3
ESCALA: 1/50



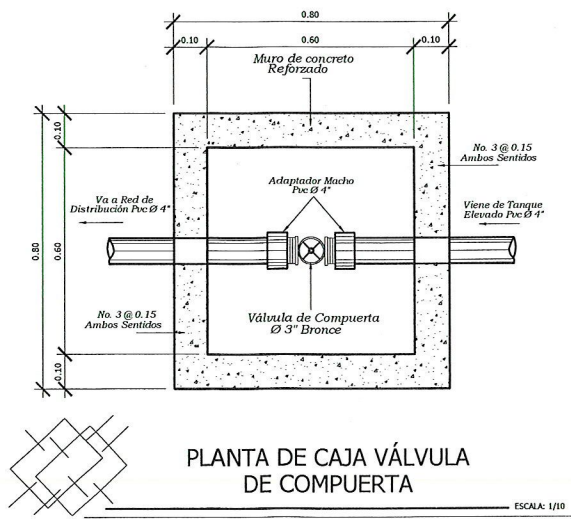
DETALLE DE TECHO CÓNICO Y BOCA DE INSPECCIÓN
ESCALA: 1/25



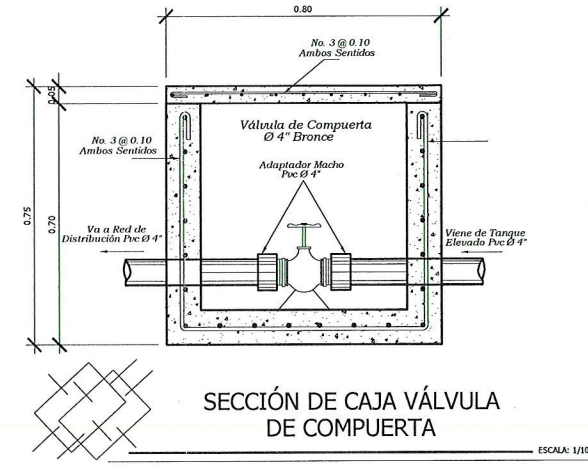
DETALLE DE RESPIRADERO



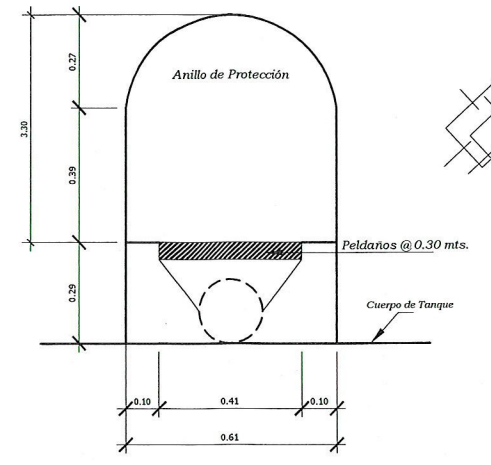
DETALLE DE ANCLAJE DE TENSORES Y ANGULARES



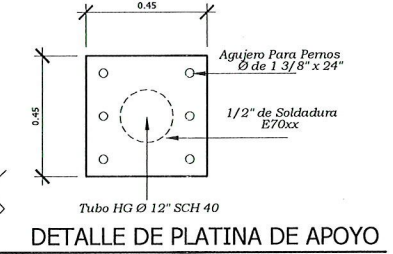
PLANTA DE CAJA VÁLVULA DE COMPUERTA
ESCALA: 1/10



SECCIÓN DE CAJA VÁLVULA DE COMPUERTA
ESCALA: 1/10



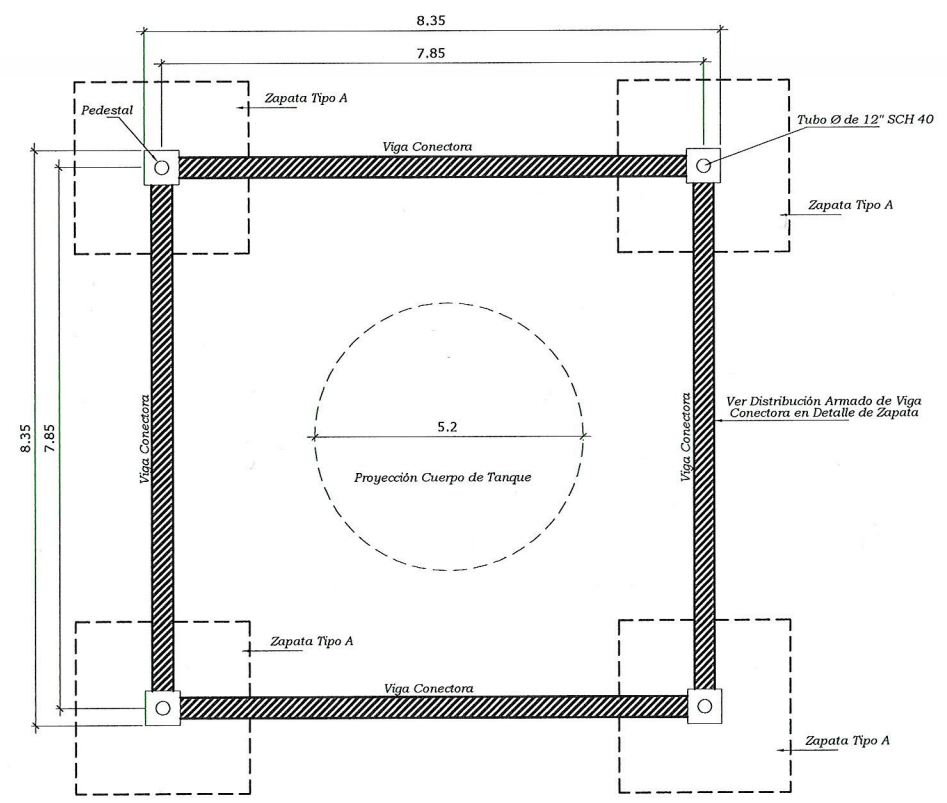
DETALLE DE ESCALERAS CON ANILLOS DE PROTECCIÓN
ESCALA: 1/10



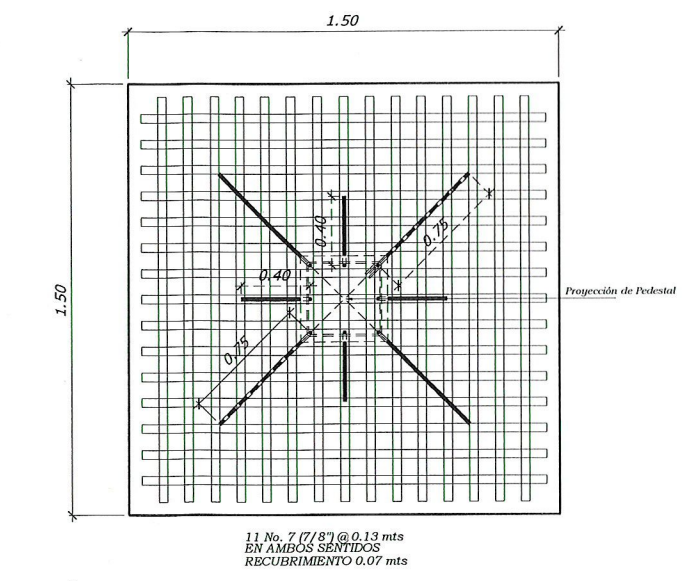
DETALLE DE PLATINA DE APOYO

PLATINA DE 18" X 18"
t = 1"
6 AGUJEROS PARA PERNOS DE Ø 1 3/8" X 24"
ESCALA: 1:10

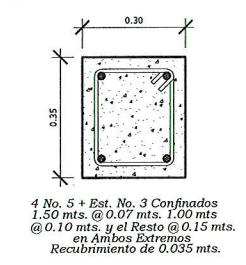
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ</p>	
<p>PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ</p>	<p>ESCALA : INDICADA FECHA : 2013</p>
<p>CONTENIDO: TANQUE ELEVADO</p>	<p>PLANO No. 13</p>
<p>DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS</p>	<p>REVISOR: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS</p>
<p>Vo.Bo. Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR EPS</p>	<p>MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL</p>



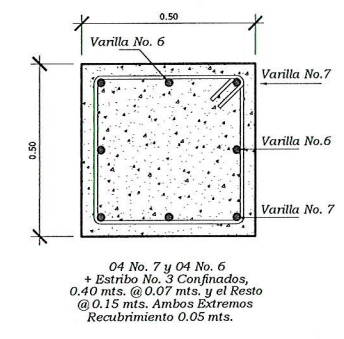
PLANTA DE CIMIENTOS
ESCALA: 1/25



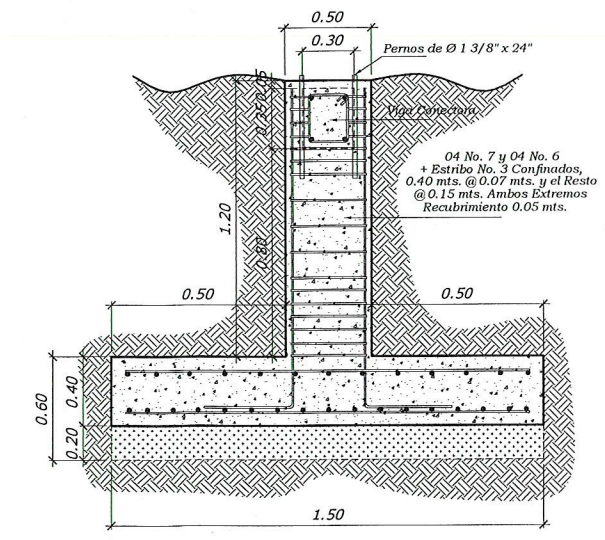
PLANTA DE ZAPATA
ESCALA: 1/10



DETALLE DE VIGA CONECTORA
ESCALA: 1/10

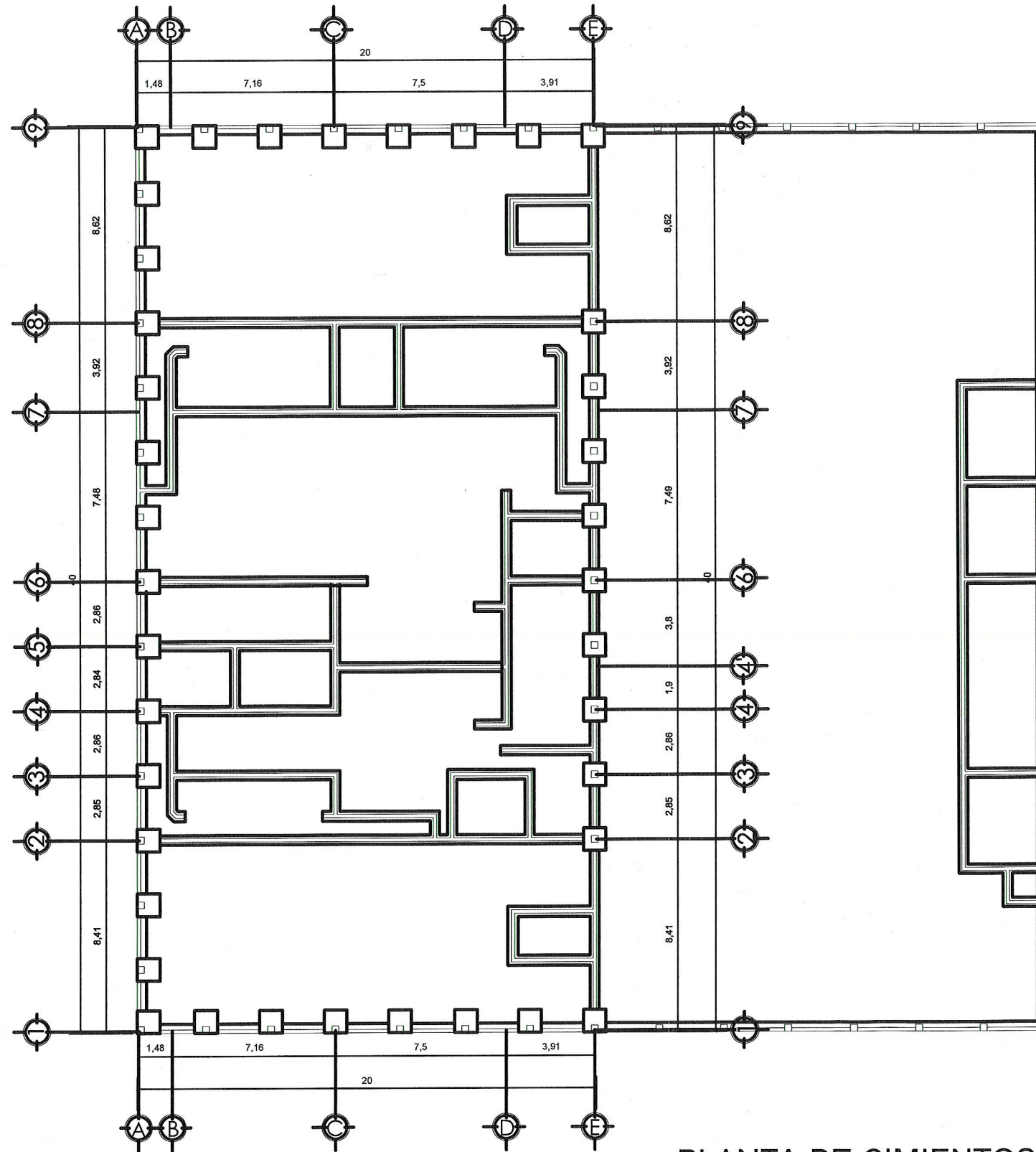
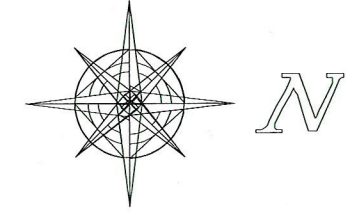


DETALLE DE PEDESTAL
ESCALA: 1/10



SECCIÓN DE ZAPATA
ESCALA: 1/10

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO : DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA COMUNIDAD SECTOR BARRILLAS, ALDEA SAN RAFAEL, MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA : INDICADA FECHA : 2013
CONTENIDO : PLANTA DE CIMENTACION, PEDESTAL Y VIGA CONECTORA	PLANO No. 14 / 14
DISEÑO : MANUEL ROLANDO MORENO ROSADAS	DIBUJO : MANUEL ROLANDO MORENO ROSADAS
Vo.Bo.  Unidad de Proyectos de Ingeniería y Asesoría Ing. SILVIO RODRIGUEZ ASesor EPS Ing. MANUEL ROLANDO MORENO ROSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL	



SIMBOLOGIA GENERAL	
TC 1 - 1	Tipo Columna 1 No. Orden
TC 2 - 1	Tipo Columna 2 No. Orden
TC 3 - 1	Tipo Columna 3 No. Orden
ZT 1 - 1	Zapata tipo 1 No. Orden
ZT 2 - 1	Zapata tipo 2 No. Orden
C/C - 1	Columna sobre Cimiento corrido No. Orden

PLANTA DE CIMIENTOS

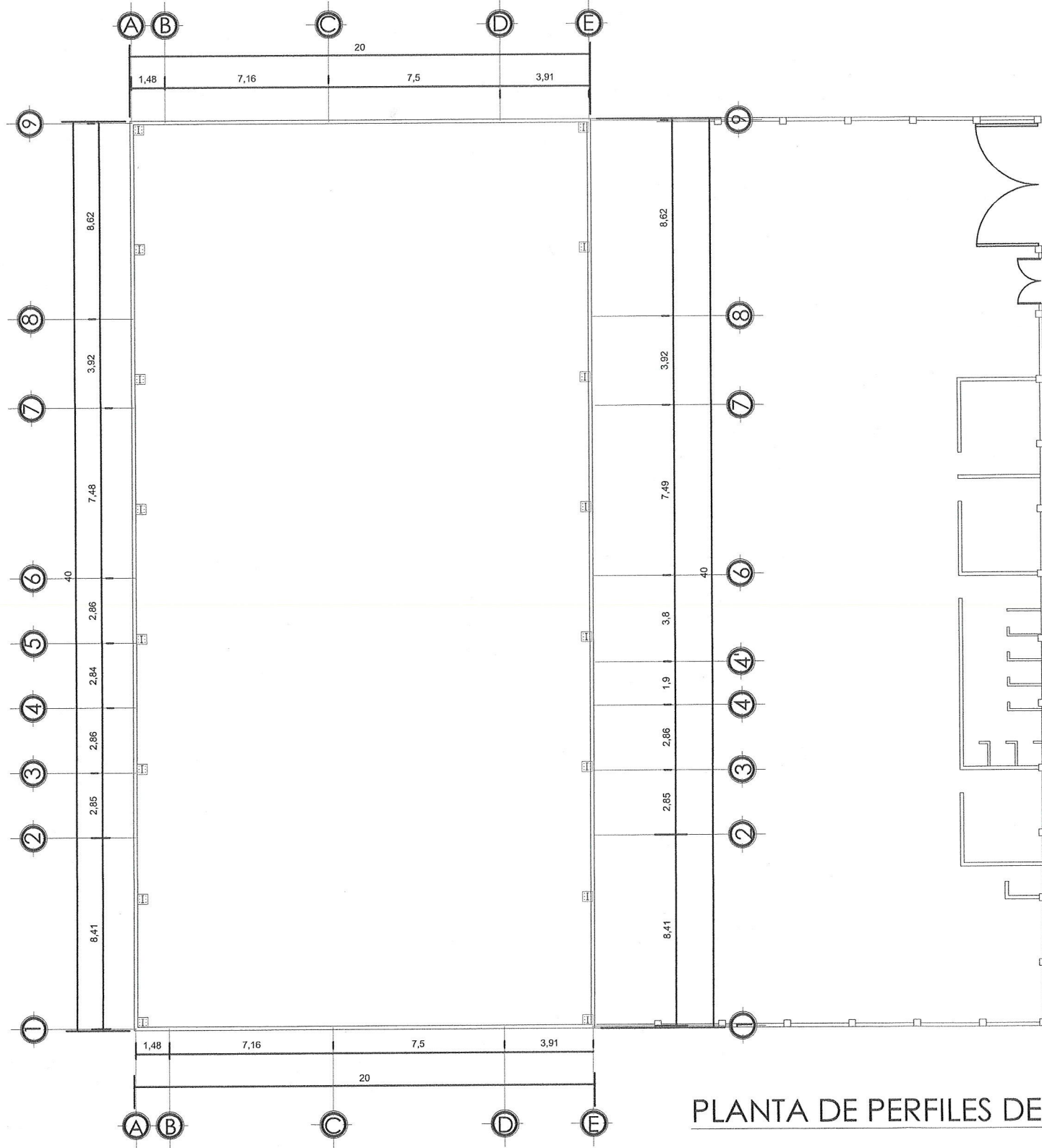
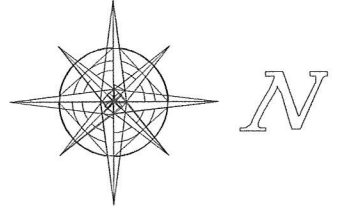
ESC 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: 2013

CONTENIDO: CIMIENTOS
 PLANO No. 3/15
 DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS

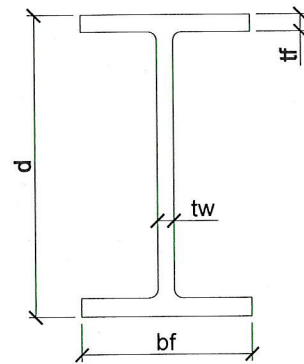
ASESOR(A) SUBSECTORIAL DE EPS: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS: EPS DE INGENIERÍA CIVIL
 Facultad de Ingeniería



PLANTA DE PERFILES DE ACERO

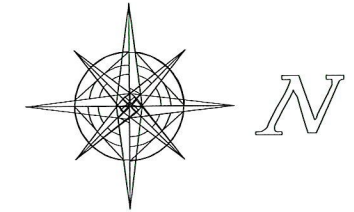
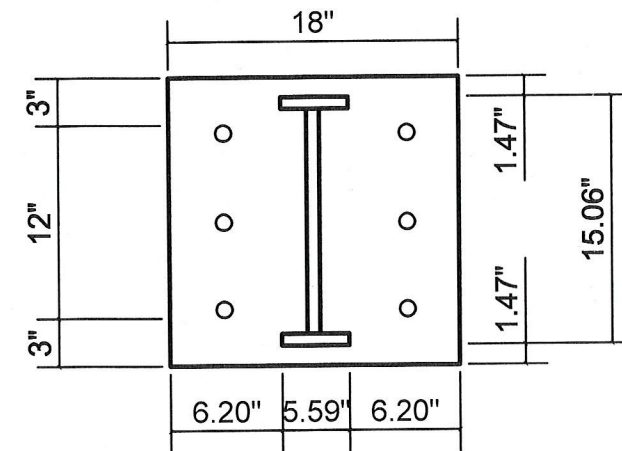
ESC 1/150

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PLANTA PERFILES DE ACERO	PLANO No. 4 / 15
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
Unidad de Ingeniería y EPS ASESOR EPS	MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL



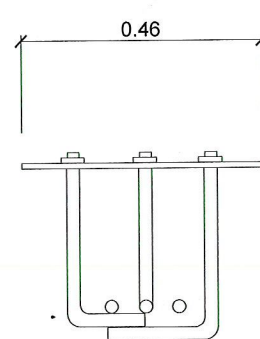
Propiedades de la columna metálica

Elemento	Elemento	Area (in^2)	d (in)	bf (in)	Espesor del alma tw (in)	Espesor del alma Tf (in)
columna	WF 16x36	10,60	15,85	6,992	0,299	0,428



DETALLE DE PLATINA

Columna metálica WF 16X36, según especificaciones AISC 2da edición, Capítulo I pag I-38,39.
 Espesor de platina 1/2"
 6 Pernos diámetro 5/8"x7" grado 5 según norma ASTM 325 anclados al pedestal de concreto + zapata, con gancho estándar según la 2da edición AISC, capítulo 8 pagina 8-88

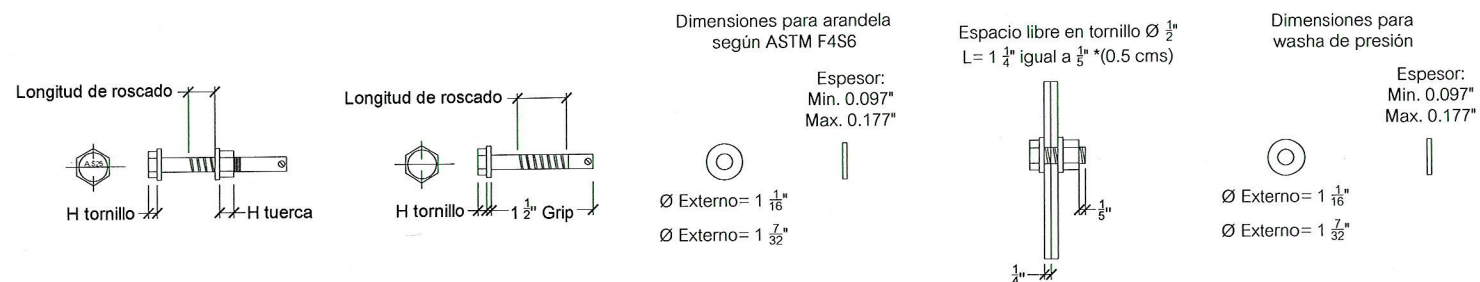


Espesor de la placa de 1/2"
 Las dimensiones para los ganchos de los pernos con doblés de 90° de varillas corrugadas son: 12 db según ACI 318-05

$$L_d = 0.08 * db * f_y / \sqrt{f_c}$$

DETALLE DE ANCLAJE DE PERNOS

ESCALA 1:10



Tornillo de alta resistencia A325.
 Al instalar, aplicar pintura de aceite color negro al tornillo, y colocar arandela.
 Se deberá aplicar un torque de 105 lb-pie

DETALLES DE TORNILLOS DE ALTA RESISTENCIA

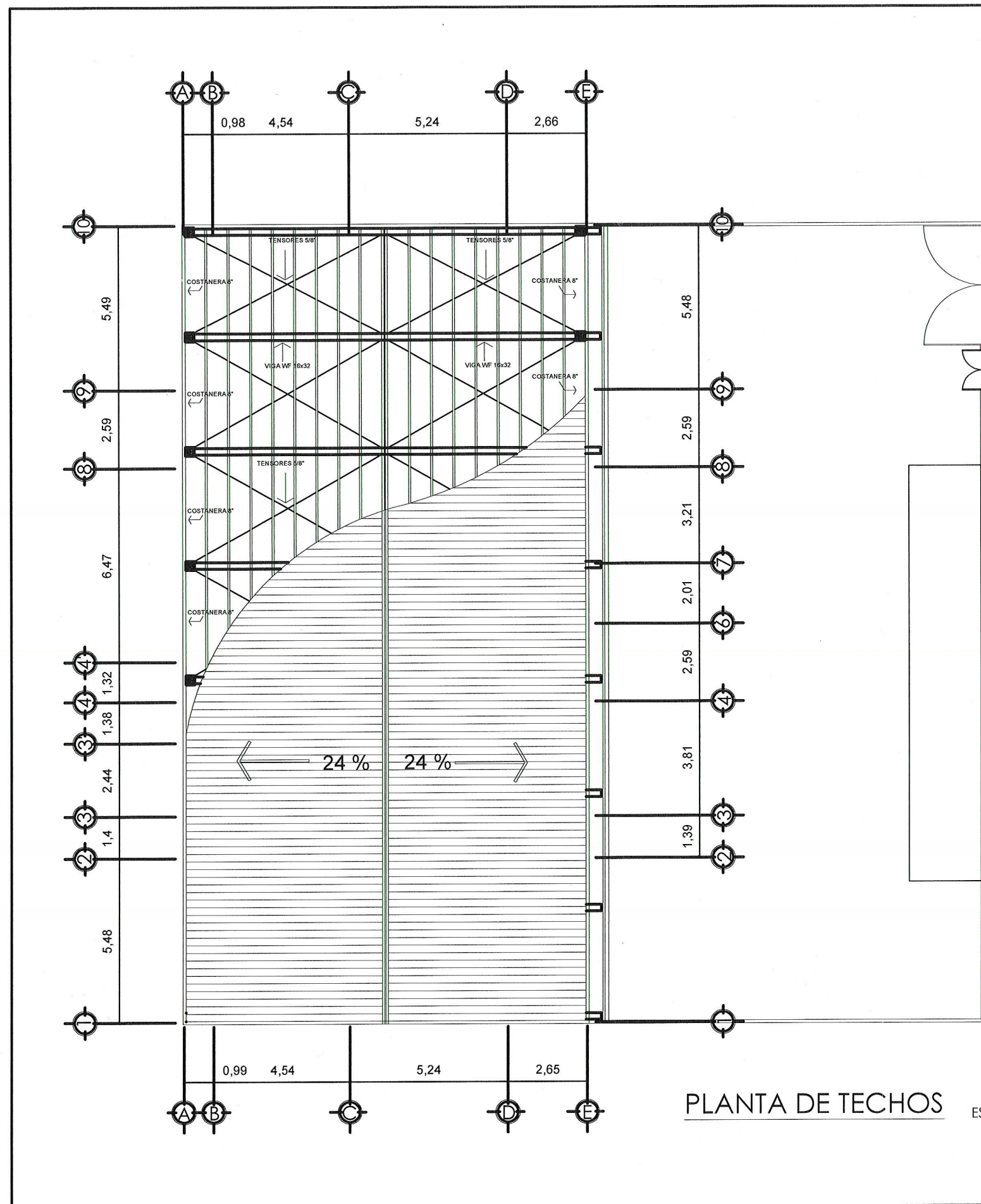
SIN ESCALA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

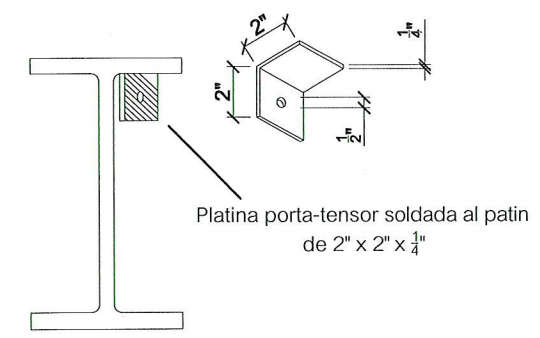
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: 2013

CONTENIDO: DETALLE DE PERNOS Y PLATINA
 DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 PLANO No: 5

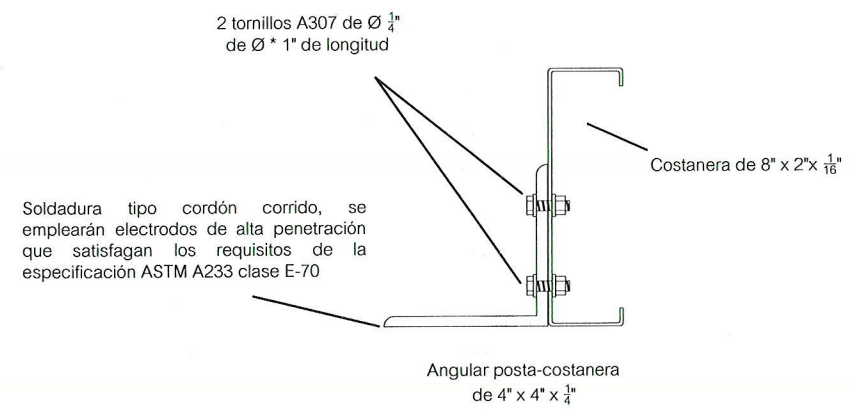
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 ASESORÍA SUPERIOR (C) DE EPS
 Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
 MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 EPS DE INGENIERÍA CIVIL



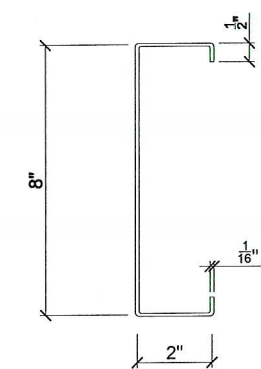
PLANTA DE TECHOS ESC 1/150



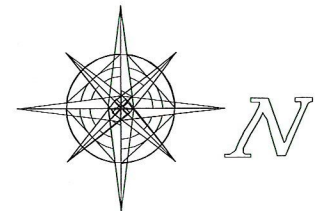
DETALLE DE PLATINA DE TENSOR SIN ESCALA



DETALLE PORTA-COSTANERA SIN ESCALA

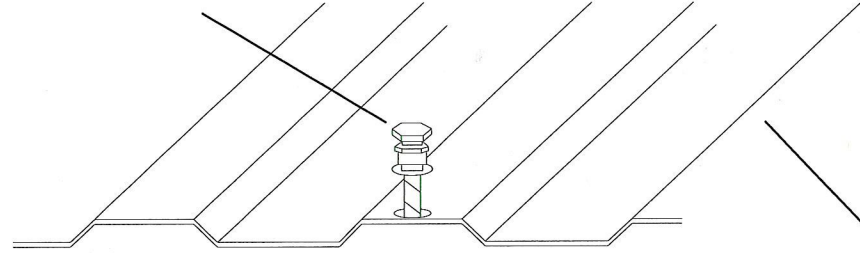


DETALLE DE COSTANERA SIN ESCALA



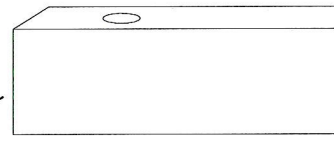
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: PLANTA DE TECHOS	PLANO No. 6/15
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	Vo.Bo. ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Planeación, Seguimiento y Evaluación de EPS ASESOR EPS
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL	

Tornillo autoperforante tipo Pulser (punta de broca) de 2" con arandela metálica y empaque de neopreno

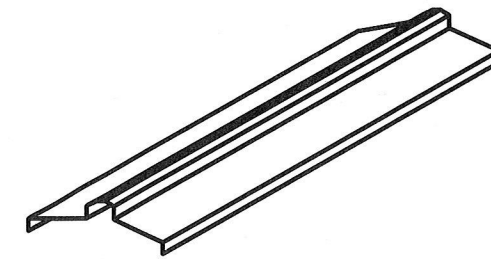


Lamina troquelada de aluzinc calibre 26

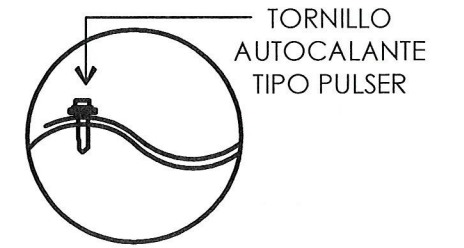
Costanera de 8" x 2" x 1/16"



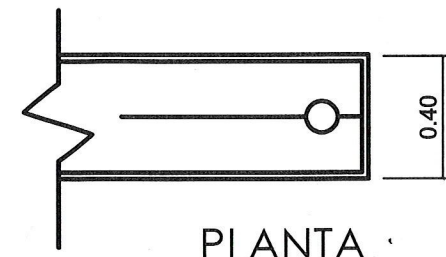
DETALLE DE FIJACIÓN DE LÁMINA



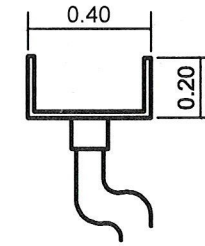
DETALLE DE CABALLETE



DETALLE DE TRASLAPE

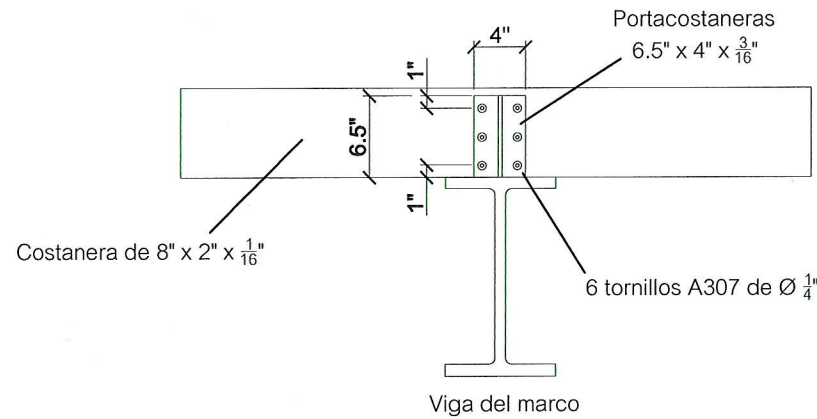


PLANTA



PERFIL

DETALLE DE CANALETA



DETALLE DE TRASLAPE ENTRE COSTANERAS

SIN ESCALA

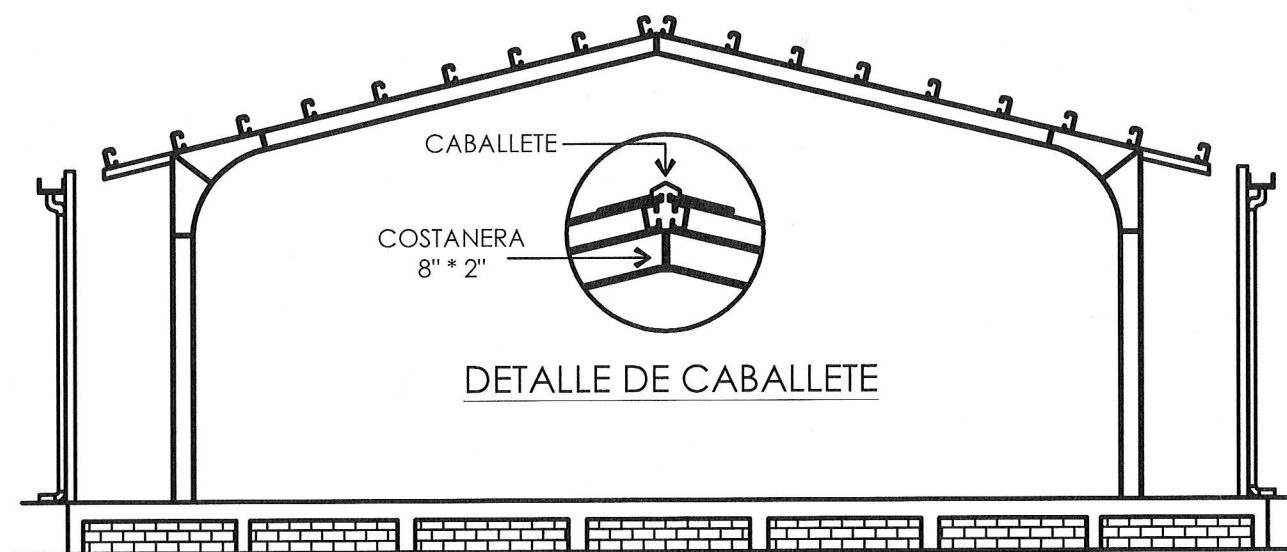


LAMINA DE 12"

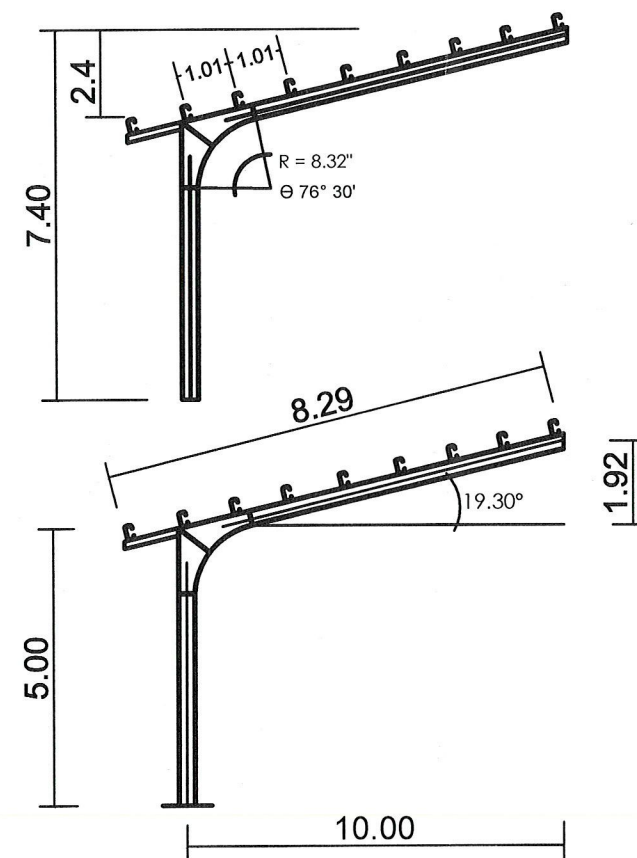


LAMINA DE 10"

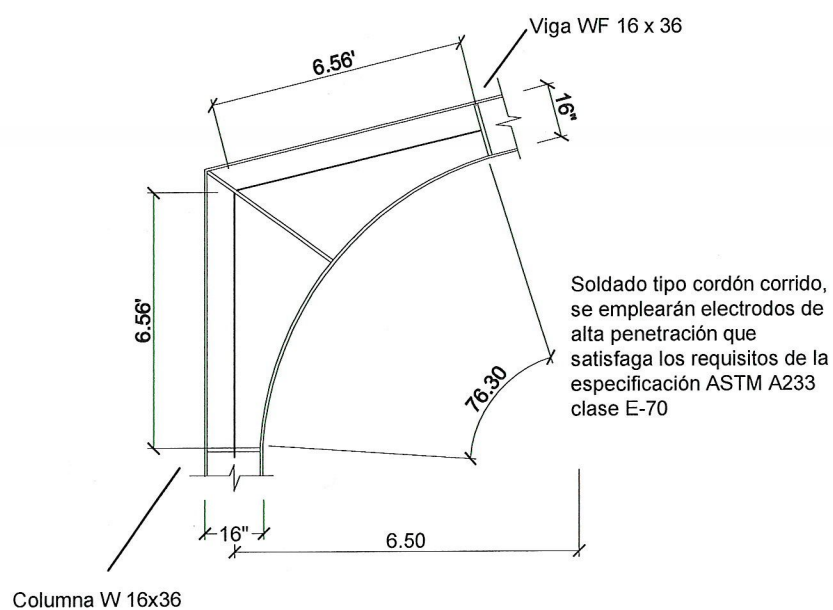
 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL BASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: DETALLES PLANTA DE TECHOS	
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS VoBo.	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS 15
ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS Unidad de Planeación Urbana, Ingeniería y EPS ASESOR(A) MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL	



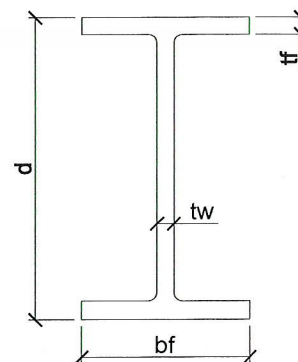
DIMENSIONES DE CORTE C- C' ESC 1/100



DIMENSIONES MARCO RIGIDO



Soldado tipo cordón corrido, se emplearán electrodos de alta penetración que satisfaga los requisitos de la especificación ASTM A233 clase E-70



Propiedades perfil WF 16x36 según la 2da edición AISC.

Elemento	Elemento	Area (in ²)	d (in)	bf (in)	Espesor del alma tw (in)	Espesor del alma Tf (in)
columna	WF 16x36	10,60	15,85	6,992	0,299	0,428
Viga	WF 16x36	10,60	15,85	6,992	0,299	0,428

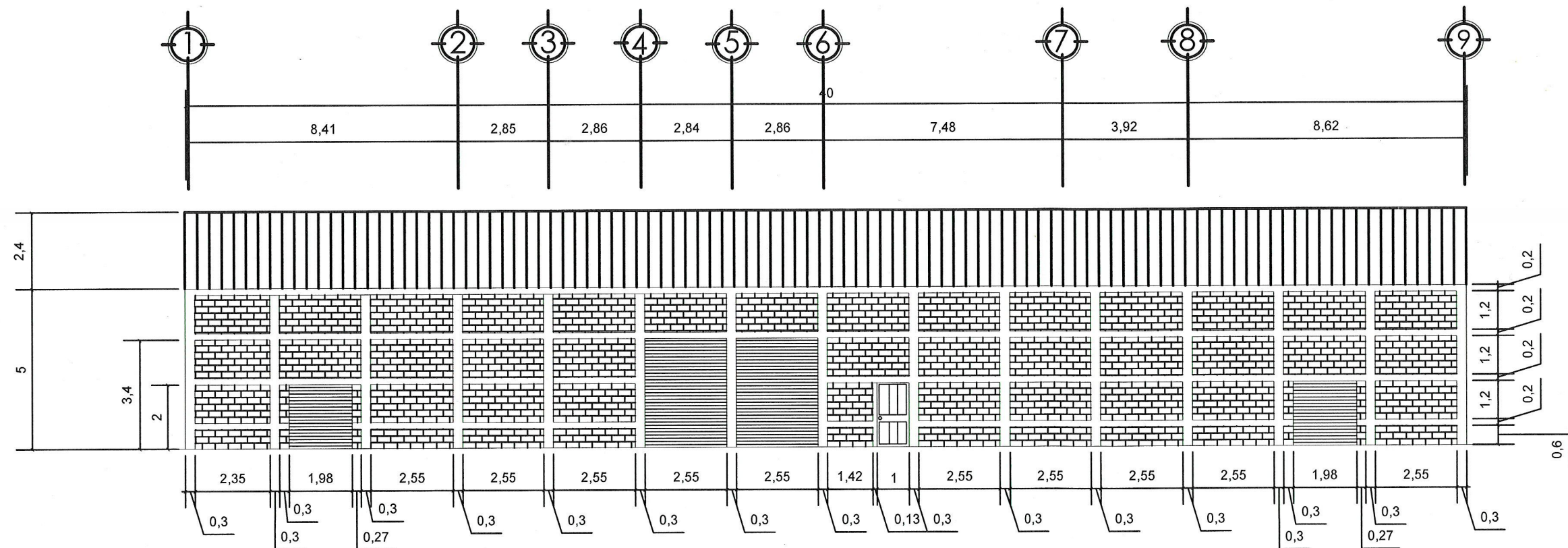
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: 2013

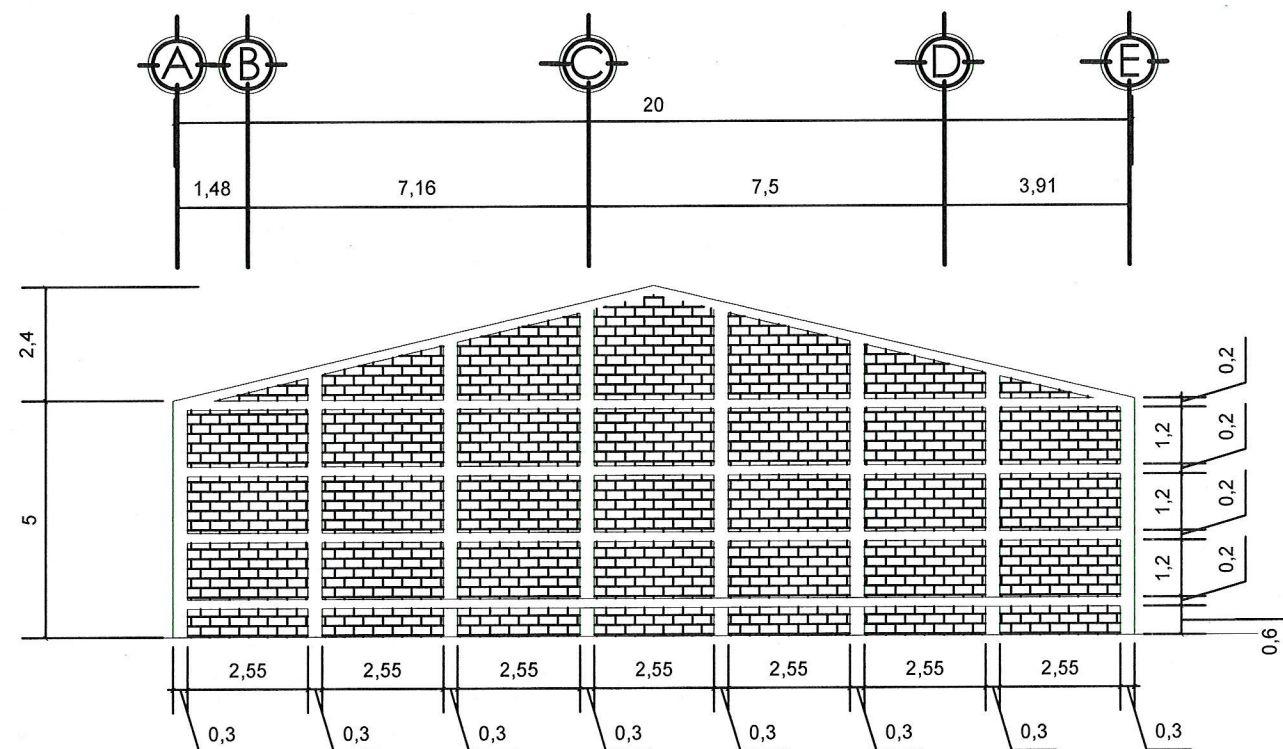
CONTENIDO: DETALLES MARCO DE ACERO
PLANO No. 8/15

DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS

Vo.Bo. ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
EPS DE INGENIERÍA CIVIL

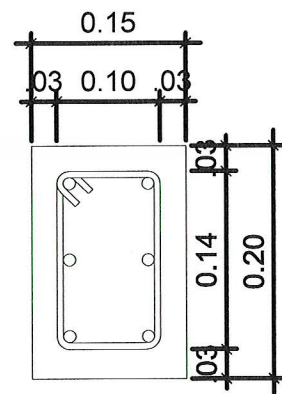


FACHADA ESC 1/100



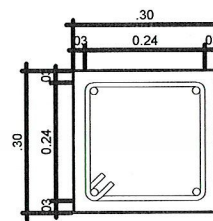
ELEVACION ESC 1/100

 UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: ELEVACIONES	PLANO No. 9
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
ASESORIA-SUPERVISORIA DE EPS Ciudad de Práctica de Ingeniería y EPS MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS EPS DE INGENIERIA CIVIL	

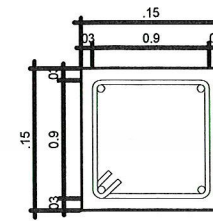


6 varillas No. 3
Estribos No. 2 @ 20 cm.

DETALLE DE SOLERA

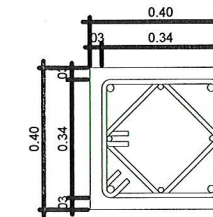


4 Varillas No. 3
Estribos No. 2 @ 15 cm.



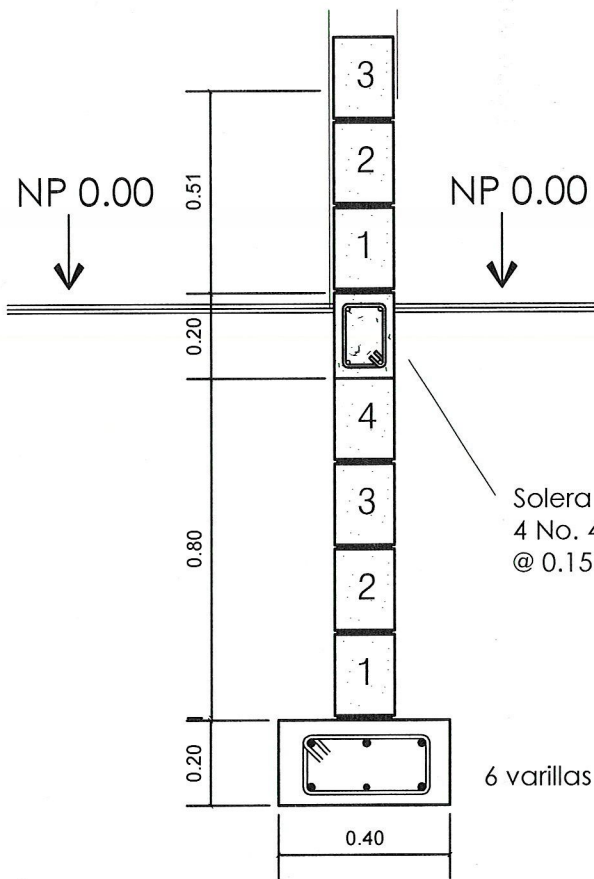
4 Varillas No. 3
Estribos No. 2 @ 15 cm.

DETALLE DE COLUMNAS



4 varillas Ø de 5/8" +
4 varillas Ø de 1/2"
10 Estribos 3/4 @ 0.08 cm. en
extremos + resto de est. 3/8"
@ 0.15

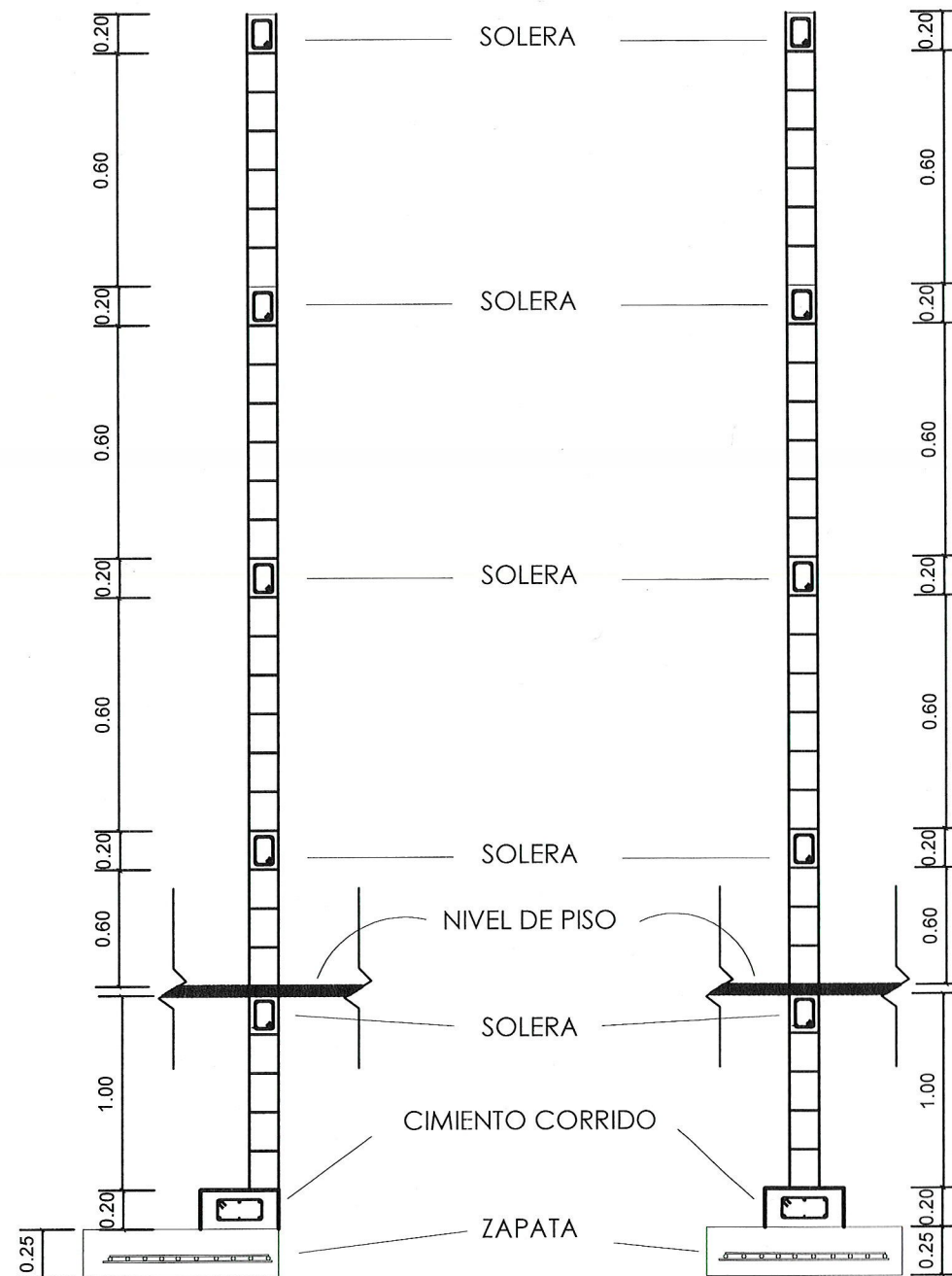
DETALLE DE COLUMNA
PEDESTAL



Solera
4 No. 4 + Est. No. 2
@ 0.15

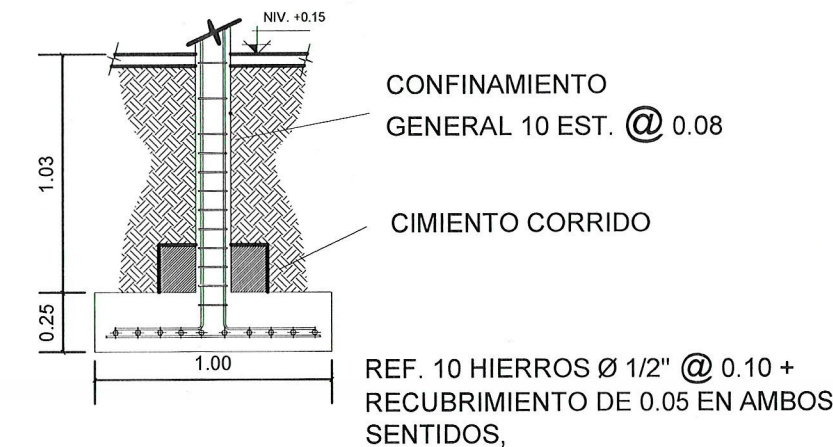
6 varillas No. 2 @ 20 cm.

DETALLE DE CIMIENTO CORRIDO

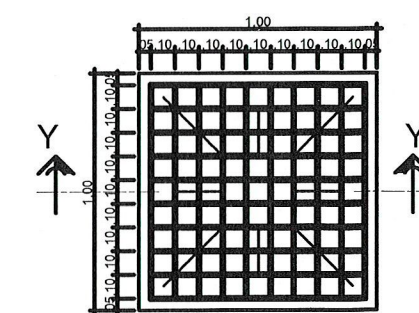


COLUMNA COLINDANTE

COLUMNA CENTRAL



SECCION DE ZAPATA



DETALLE DE ZAPATA

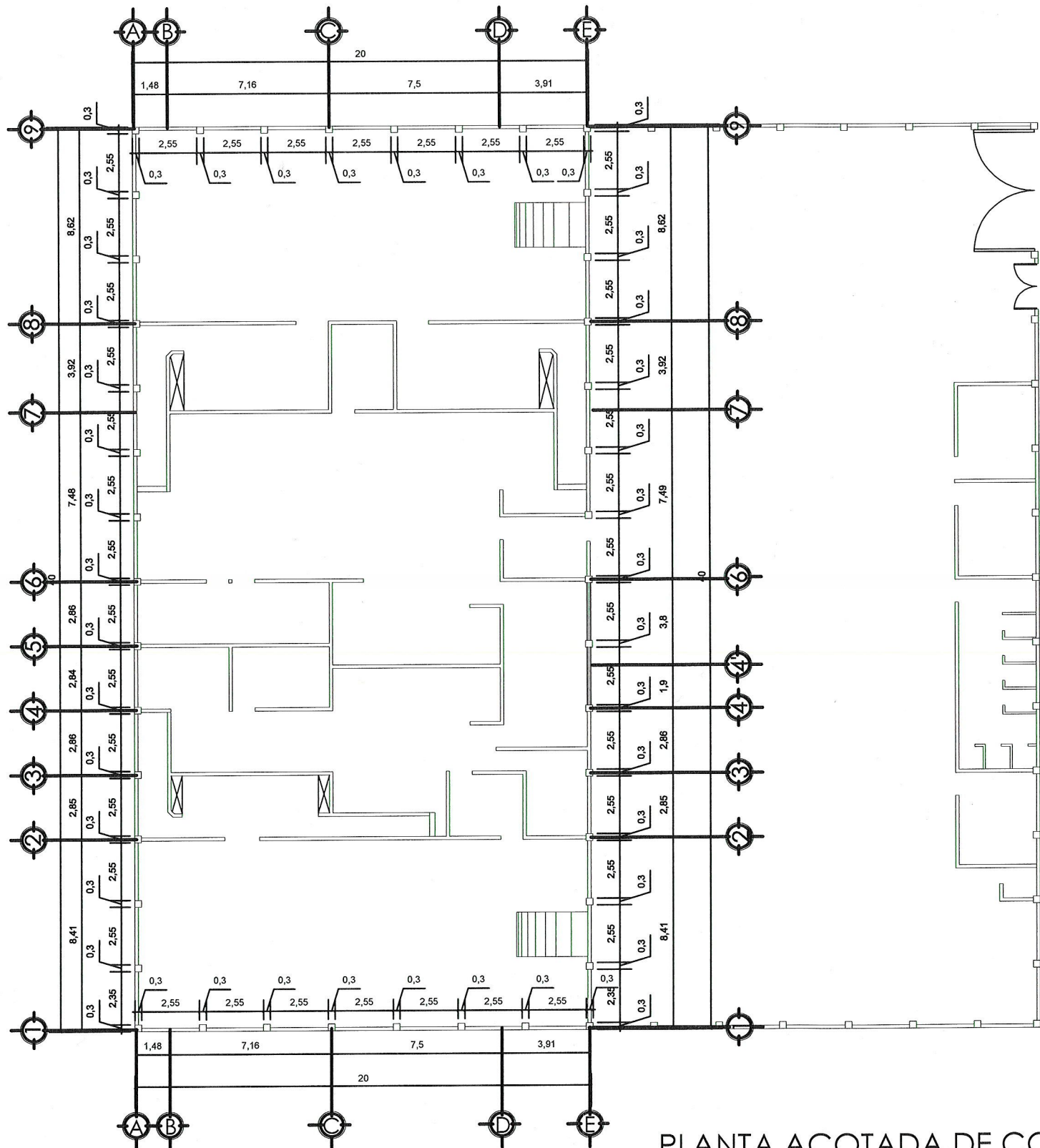
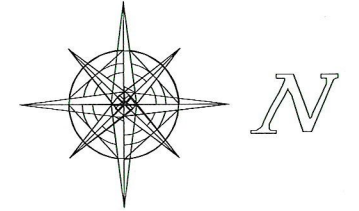
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERIA
MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: 2013

CONTENIDO: **DETALLES**
PLANO No. 10

DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS

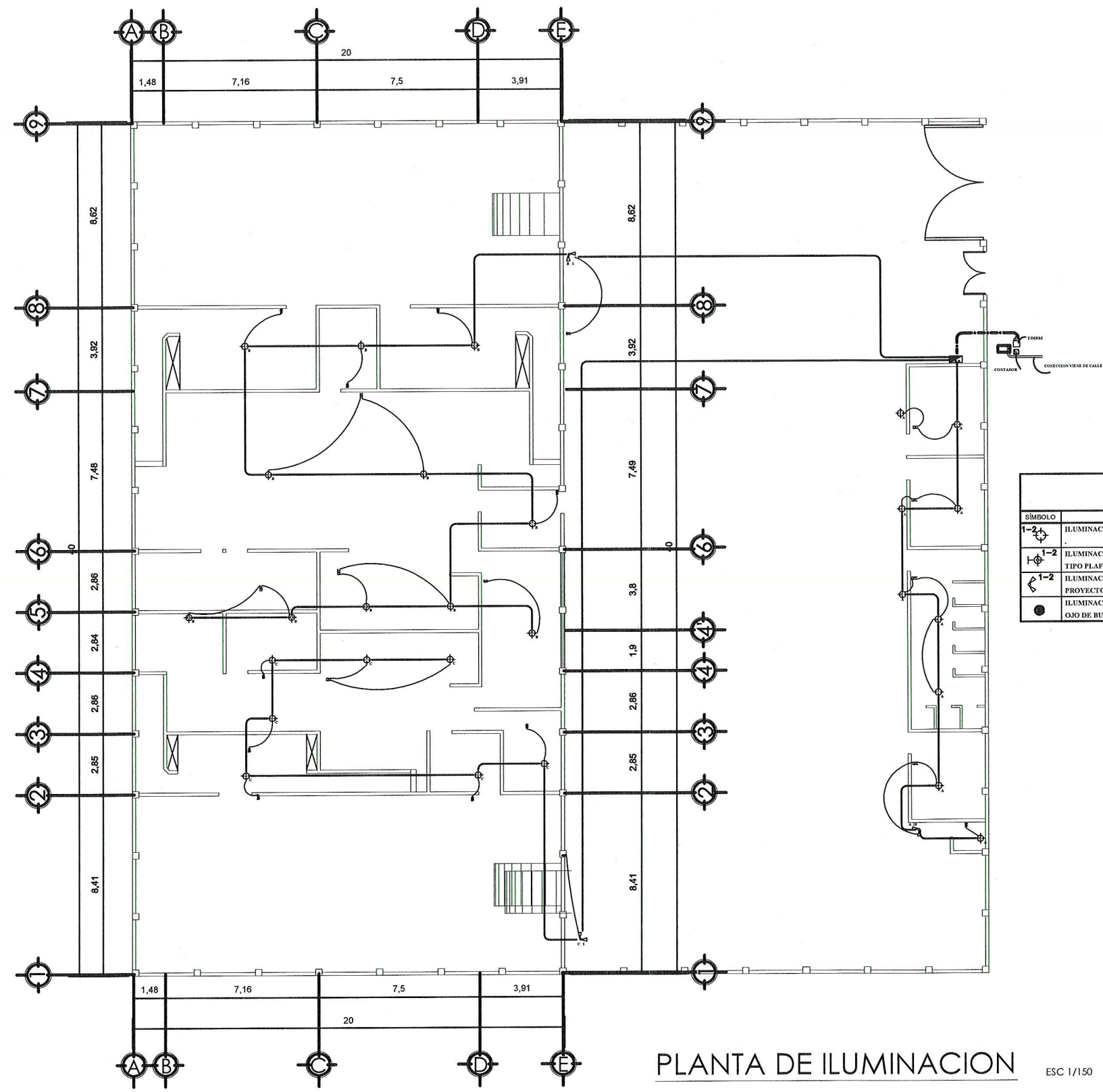
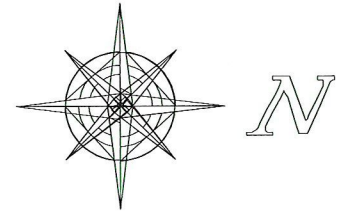
ASESOR(A) SUPERVISOR(A) DE EPS
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
EPS DE INGENIERIA CIVIL



PLANTA ACOTADA DE COLUMNAS

ESC 1/150

		UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERÍA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL PASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ		ESCALA: INDICADA	FECHA: 2013
CONTENIDO: COTAS COLUMNAS		PLANO No. 11 / 15	
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO ROSADAS		DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO ROSADAS	
ASESOR(A) SUPERVISORIA(S) DE EPS Unidad de Práctica de Ingeniería y EPS			
ING. SILVIO RODRIGUEZ ASESOR EPS		MANUEL ROLANDO MORENO ROSADAS EPS DE INGENIERÍA CIVIL	



SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
1-2	ILUMINACIÓN EN CIELO	2	INTERRUPTOR SIMPLE H=1.20 S.N.P.T.	—	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN LOSA
1-2	ILUMINACIÓN EN PARED TIPO PLAFONERO H=1.80 S.N.P.T.	1,2	INTERRUPTOR DOBLE H=1.20 S.N.P.T.	—	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED
1-2	ILUMINACIÓN PARA PROYECTORES (REFLECTORES)	1,2,3	INTERRUPTOR TRIPLE H=1.20 S.N.P.T.	—	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O CABLE DE INTERRUPTOR A FOCO
●	ILUMINACIÓN EMPOTRADA OJO DE BUEY	1-2	SALIDA DE INSTALACIÓN DE TIMBRE H=1.80 S.N.P.T.	—	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.

PLANTA DE ILUMINACION

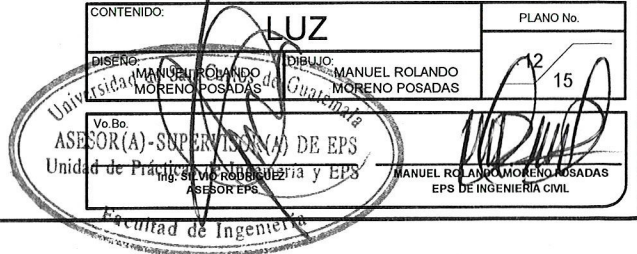
ESC 1/150

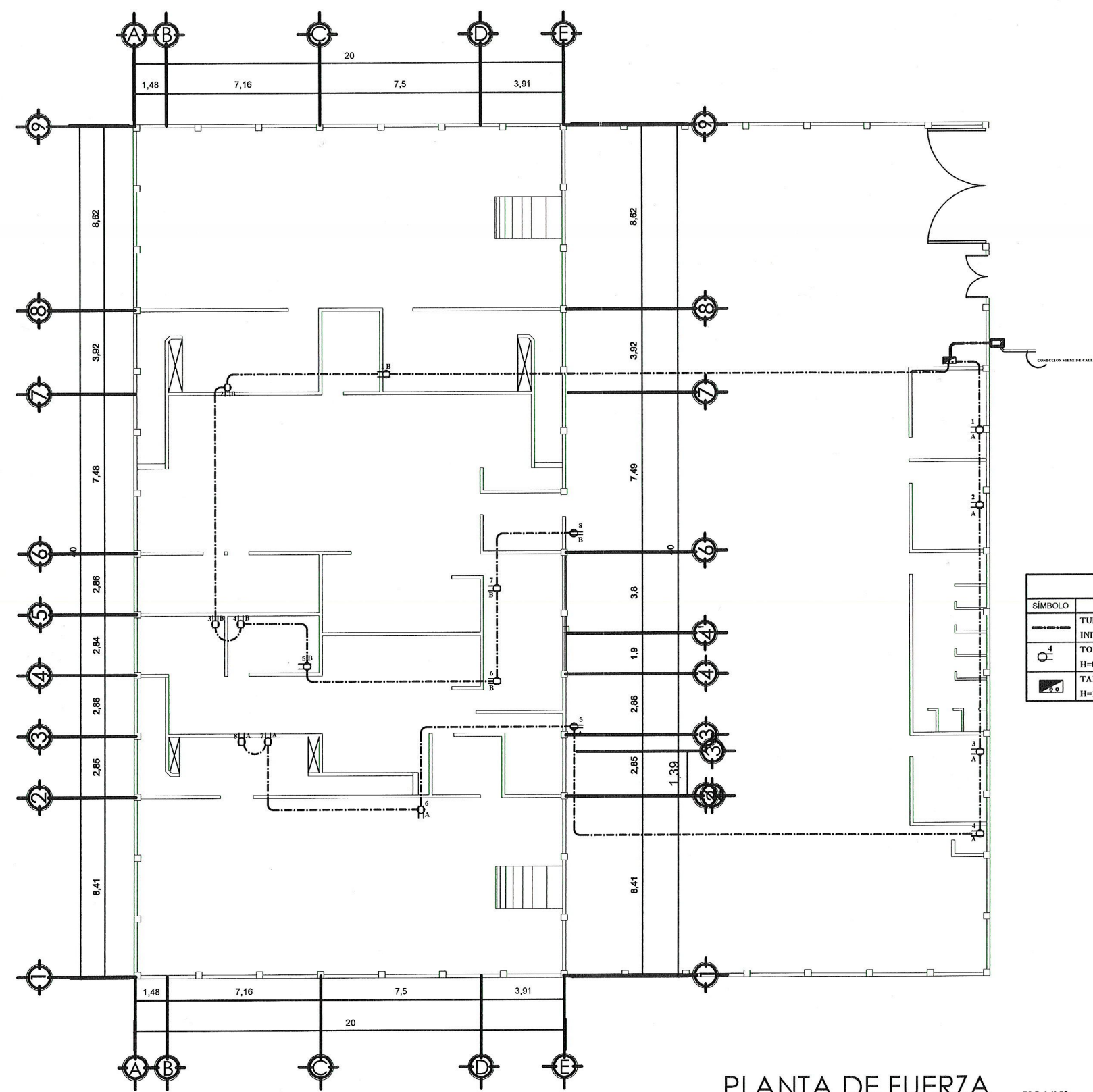
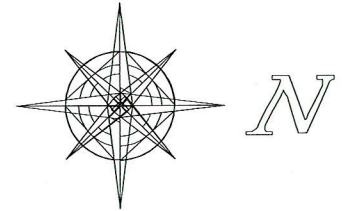
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: 2013

CONTENIDO: LUZ
PLANO No. 12/15

DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
Vo Bo: ASESOR(A)-SUPERVISOR(A) DE EPS
Unidad de Prácticas Profesionales de Ingeniería y EPS
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
EPS DE INGENIERÍA CIVIL





SIMBOLOGÍA DE FUERZA			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PARED		CONEXION TELÉFONO H=0.30 S.N.P.T.
	TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.30 S.N.P.T.		TUBO PVC ELÉCTRICO Ø3/4" O INDICADO EMPOTRADO EN PISO
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN H=1.70 S.N.P.T.		TOMACORRIENTE DOBLE 120 V. H=0.50 PARA INTERPERIE

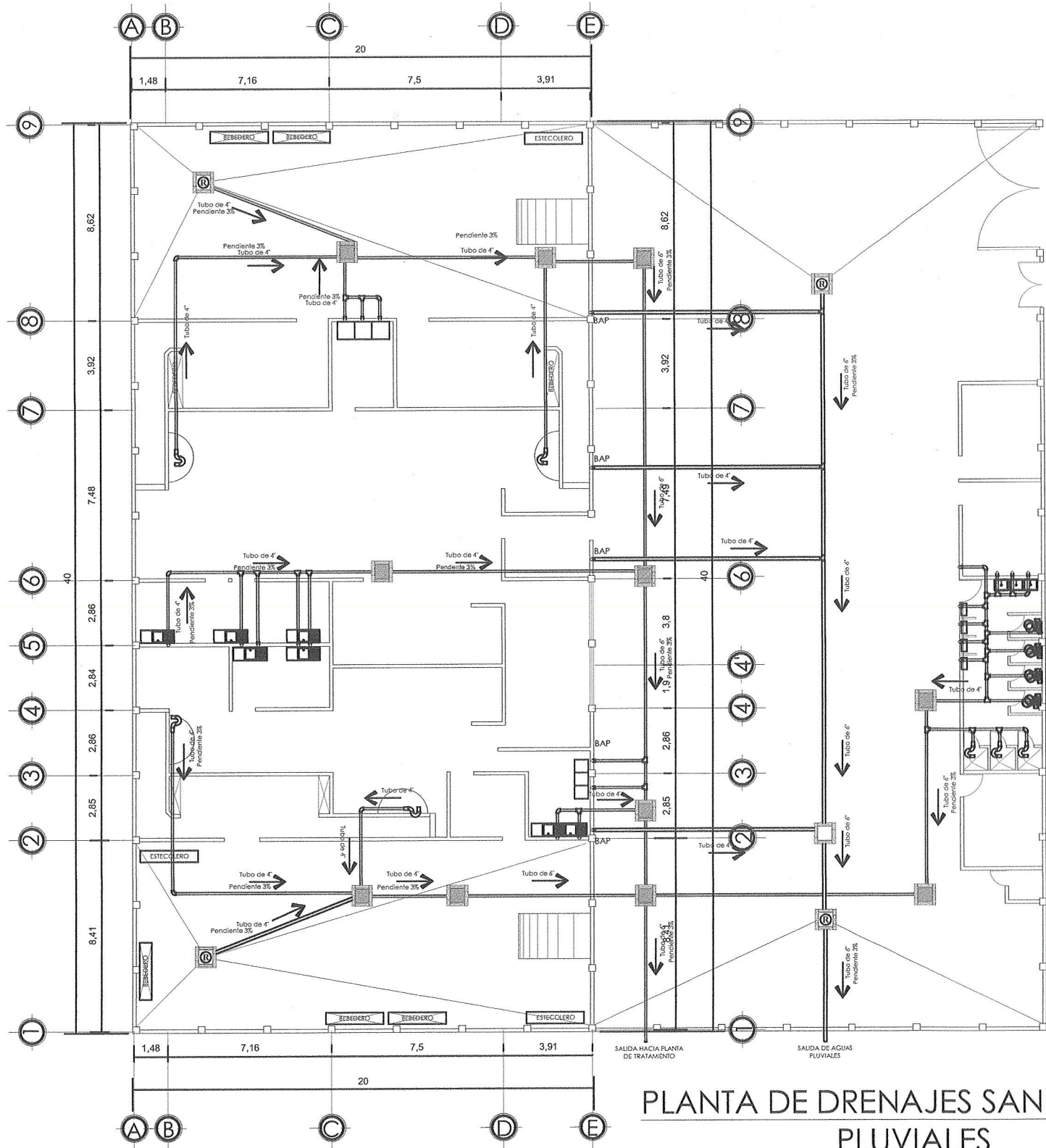
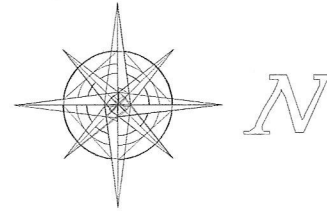
PLANTA DE FUERZA ESC 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
ESCALA: INDICADA
FECHA: 2013

CONTENIDO: FUERZA
PLANO No. 13
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS

Vo.Bo. ASesor(A)-SUPERVISOR DE EPS
Unidad de Prácticas de Ingeniería y EPS
MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
EPS DE INGENIERÍA CIVIL



NOMENCLATURA			
SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	CAJA DE REGISTRO DE DRENAJE		SIFÓN TERMINAL PERFIL
	CAJA REPOSADERA DRENAJE PLUVIAL		TE PERFIL
	CAJA DE REGISTRO DE AGUA PLUVIAL		CODO 90° PERFIL
	TUBO PVC DE DRENAJE AGUAS NEGRAS		BAJADA DE AGUA PLUVIAL
			TUBO DE DRENAJE AGUA PLUVIAL
			CODO 90° ELEVACIÓN

PLANTA DE DRENAJES SANITARIOS Y PLUVIALES

ESC 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ

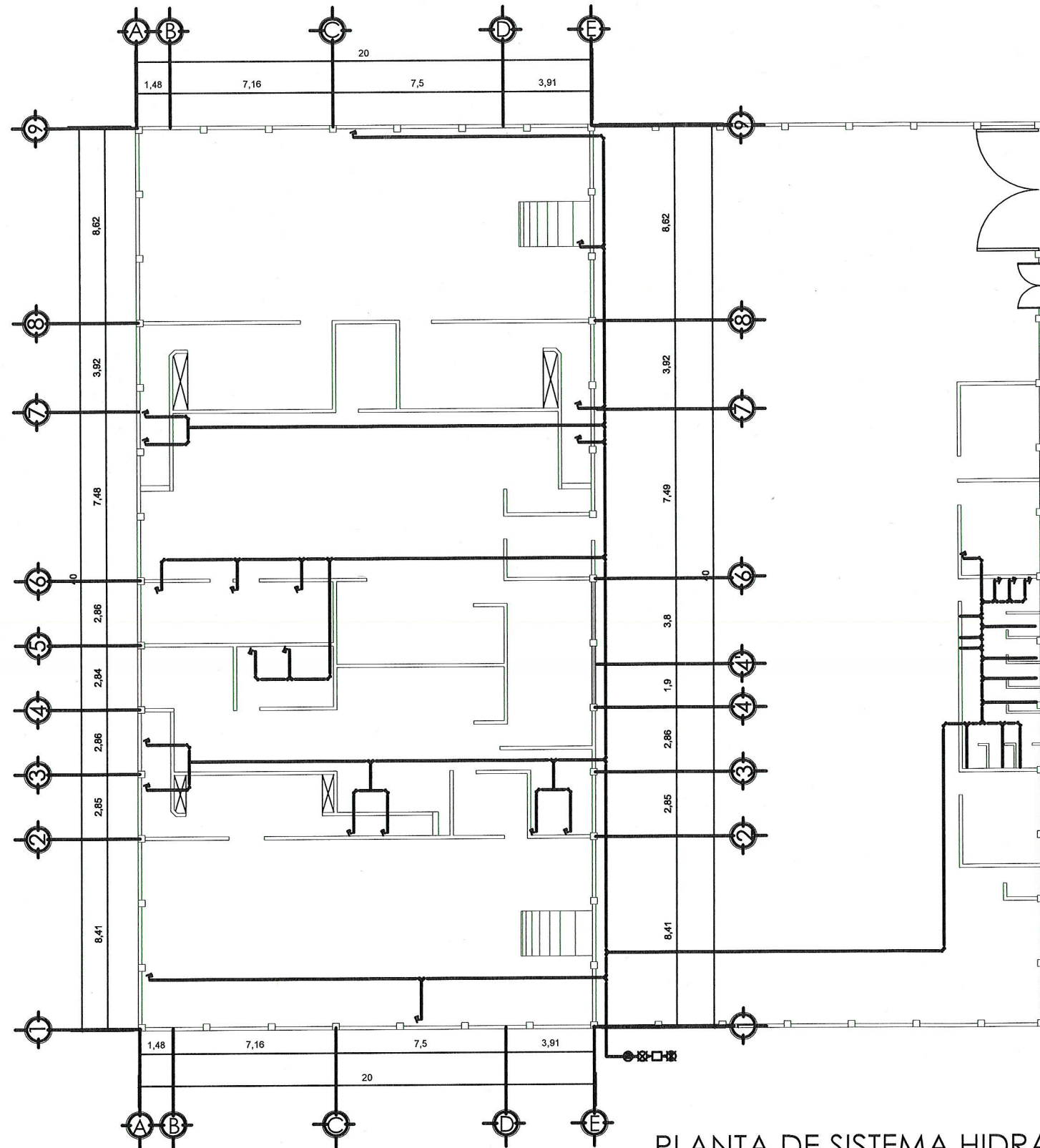
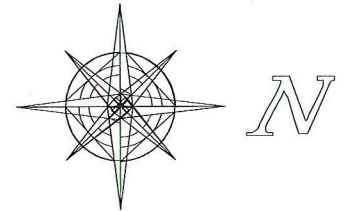
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPÉQUEZ
 ESCALA: INDICADA
 FECHA: 2013

CONTENIDO: DRENAJES
 PLANO No. 14/16

DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS

ASOCIACIÓN SIN MASCARA DE EPS
 Unidad de Profesores de Ingeniería y EPS
 MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS
 EPS DE INGENIERÍA CIVIL

Facultad de Ingeniería



NOMENCLATURA	
	LLAVE DE PASO
	CONTADOR
	LLAVE DE COMPUERTA
	CHEQUE
	TUBERIA DE AGUA
	TEE A 90° VERTICAL
	CODO A 90° VERTICAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	CODO A 90° HORIZONTAL
	GRIFO

PLANTA DE SISTEMA HIDRAULICO

ESC 1/150

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA FACULTAD DE INGENIERIA MUNICIPALIDAD DE MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ	
PROYECTO: DISEÑO EDIFICIO DEL RASTO MUNICIPAL, PARA EL CASCO URBANO DE MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: 2013
CONTENIDO: SISTEMA HIDRAULICO	PLANO No. 15 / 15
DISEÑO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS Vc.Bo.	DIBUJO: MANUEL ROLANDO MORENO POSADAS ASESOR(A) SUPERVISOR(A) EPS: Ing. BILMO RODRIGUEZ Unidad de Prácticas EPS: EPS
Facultad de Ingeniería	