



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

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA  
ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL,  
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

**Byron Renato Cáceres Arana**

Asesorado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra

Guatemala, febrero de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA  
ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL,  
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**BYRON RENATO CÁCERES ARANA**

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA REBECA GARCÍA SORIA DE SIERRA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, FEBRERO 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
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADORA	Inga. Mayra Rebeca García Soria
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA  
ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL,  
MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

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



**Byron Renato Cáceres Arana**



Guatemala, 03 de septiembre de 2012  
Ref.EPS.DOC.1208.09.12

Inga. Sigríd Alitza Calderón de León  
Directora Unidad de EPS  
Facultad de Ingeniería  
Presente

Estimada Ingeniera Calderón de León.

Por este medio atentamente le informo que como Asesora-Supervisora de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Byron Renato Cáceres Arana** con carné No. **200620032**, de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **"DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO"**.

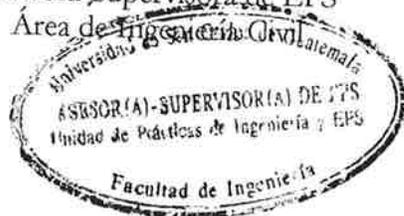
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

  
Inga. Mayra Rebecca García Soria de Sierra  
Asesora-Supervisora de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
MRGSdS/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,  
28 de agosto de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Byron Renato Cáceres Arana, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo-Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.

Mas de 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,  
28 de agosto de 2013

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

Estimado Ingeniero Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Byron Renato Cáceres Arana, quien contó con la asesoría de la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

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,

DIRIGIDA Y ENSEÑADA A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua





Guatemala, 20 de enero de 2014  
Ref.EPS.D.15.01.14

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 DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MÚNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, que fue desarrollado por el estudiante universitario **Byron Renato Cáceres Arana**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por la Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte de la Asesora - Supervisora de EPS, en mi calidad de 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 de la Asesora Inga. Mayra Rebeca García Soria de Sierra y del Coordinador de E.P.S. Ing. Silvio José Rodríguez Serrano, al trabajo de graduación del estudiante Byron Renato Cáceres Arana, titulado **DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco



Guatemala, febrero 2014

/bbdeb.

Mas de 134 años de Trabajo Académico y Mejora Continua

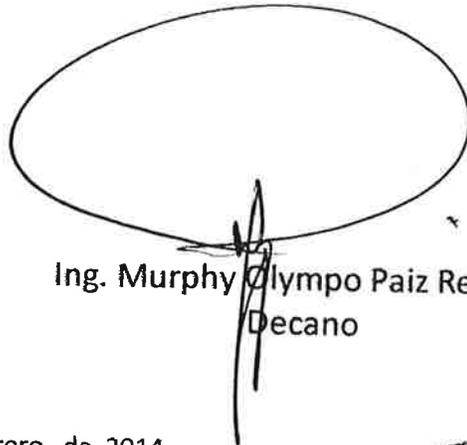




DTG. 087.2014

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 DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES Y DISEÑO DEL MERCADO MUNICIPAL, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**, presentado por el estudiante universitario **Byron Renato Cáceres Arana**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 26 de febrero de 2014

/gdech



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por haberme dado la vida y la sabiduría necesaria para llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional.
<b>Mis padres: Renato Cáceres y Elizabeth de Cáceres</b>	Por ser esos pilares en los que me he podido apoyar toda mi vida, por ese amor incondicional, por compartir mis sueños, porque hemos vivido juntos cada uno de mis triunfos y fracasos; esto es por ustedes.
<b>A mis Hermanos: Raúl y Roberto</b>	Por su apoyo y para que esta meta tan importante sea un ejemplo a seguir.
<b>La Facultad de Ingeniería</b>	Por todos los conocimientos y experiencias adquiridos durante mi vida universitaria.
<b>Mi asesora: Inga. Mayra García</b>	Por su paciencia y apoyo incondicional durante todo este trabajo.
<b>Mis amigos de la Facultad de Ingeniería</b>	Por todas las experiencias, alegrías, tristezas y triunfos que hasta el día de hoy seguimos y seguiremos compartiendo.
<b>Mi esposa: Wendy de Cáceres</b>	Por brindarme su amor, cariño y por compartir este acto tan importante en nuestras vidas.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por haberme dado la fuerza y el valor para culminar una etapa importante en mi vida, con toda la humildad que de mi corazón pueda emanar, le doy infinitas gracias.
- Mis padres** Quienes con sus buenos valores y principios me han formado para llegar a ser una persona correcta y profesional.
- Mi familia** A cada uno por su apoyo, cariño y compartir conmigo este triunfo.
- Mi esposa** Por su amor, apoyo, humildad y sobre todo por ser una persona tan ejemplar que me impulsa a seguir todos los días.
- Mis amigos** Por formar parte de este camino que un día iniciamos juntos.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS .....	IX
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN .....	1
1.1. Monografía del municipio de San Antonio La Paz, El Progreso.....	1
1.1.1. Aspectos económicos.....	1
1.1.2. Vías de acceso .....	1
1.1.3. Localización geográfica .....	2
1.1.4. Orografía.....	3
1.1.5. Aspectos climatológicos e hidrológicos .....	4
1.1.5.1. Fisiografía y clima.....	4
1.1.5.1.1. Hidrología .....	5
1.1.6. Datos socioeconómicos.....	6
1.1.7. Autoridades y servicios públicos.....	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL .....	9
2.1. Diseño del mercado municipal.....	9
2.1.1. Descripción del proyecto .....	9
2.1.2. Recomendaciones para un mercado.....	10
2.1.2.1. Áreas mínimas a considerar .....	10

2.1.2.2.	Selección del tipo de estructura a utilizar .....	12
2.1.2.3.	Alturas y cotas.....	12
2.1.2.4.	Evaluación de la calidad del suelo .....	12
2.1.3.	Análisis estructural .....	15
2.1.3.1.	Predimensionamiento de elementos ....	16
2.1.3.1.1.	Vigas .....	17
2.1.3.1.2.	Columnas.....	18
2.1.3.1.3.	Losas .....	21
2.1.3.2.	Modelos matemáticos de marcos rígido .....	22
2.1.3.3.	Cargas de diseño .....	23
2.1.3.3.1.	Cargas horizontales y verticales aplicados a los marcos rígidos .....	24
2.1.4.	Diseño estructural .....	63
2.1.4.1.	Losas.....	63
2.1.4.2.	Vigas .....	67
2.1.4.3.	Columnas .....	72
2.1.4.4.	Zapatas .....	82
2.1.5.	Presupuesto .....	91
2.1.6.	Análisis económico.....	92
2.1.6.1.	Valor Presente Neto (VPN) .....	93
2.1.6.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR) .....	95
2.1.6.3.	Relación Beneficio/Costo .....	96
2.1.7.	Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) .....	97
2.1.8.	Matriz de Leopold.....	101

3.	DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE A LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO .....	105
3.1.	Descripción del proyecto .....	105
3.2.	Levantamiento topográfico .....	106
3.3.	Fuentes de agua.....	107
3.4.	Caudal de aforo .....	108
3.5.	Análisis de la calidad del agua .....	108
3.5.1.	Examen bacteriológico .....	108
3.6.	Criterios de diseño.....	109
3.6.1.	Período de diseño.....	109
3.6.2.	Población de diseño .....	110
3.6.3.	Dotación .....	111
3.6.4.	Factores de consumo .....	112
3.6.4.1.	Factor de Día Máximo (FDM) .....	113
3.6.4.2.	Factor de Hora Máximo (FHM) .....	113
3.7.	Determinación de caudales .....	114
3.7.1.	Caudal medio diario.....	114
3.7.2.	Caudal máximo diario .....	115
3.7.3.	Caudal máximo horario.....	115
3.8.	Captación .....	116
3.9.	Línea de conducción .....	116
3.10.	Tanque de almacenamiento .....	122
3.11.	Desinfección .....	134
3.12.	Red de distribución .....	137
3.13.	Cálculo hidráulico de red de distribución .....	137
3.13.1.	Caudal de uso simultáneo .....	138
3.13.2.	Caudal unitario.....	139
3.13.3.	Diámetro de tubería .....	140

3.13.4.	Velocidad del agua.....	141
3.13.5.	Cota piezométrica .....	141
3.13.6.	Presión dinámica.....	142
3.13.7.	Conexiones domiciliarias.....	146
3.14.	Obras de arte .....	147
3.14.1.	Paso aéreo .....	147
3.15.	Válvulas.....	164
3.16.	Elaboración de planos.....	165
3.17.	Presupuesto .....	165
3.18.	Análisis económico.....	166
CONCLUSIONES.....		173
RECOMENDACIONES .....		175
BIBLIOGRAFÍA.....		177
ANEXOS.....		179

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1.	Límites de la comunidad .....	3
2.	Planta de distribución del mercado .....	16
3.	Predimensionamiento de viga .....	18
4.	Área tributaria para predimensionamiento de columna.....	19
5.	Predimensionamiento de columna .....	20
6.	Distribución de áreas tributarias.....	21
7.	Elevación marco típico, eje 1 al 12.....	23
8.	Elevación marco típico, eje A al K.....	23
9.	Detalle de relación flecha luz y cargas de diseño .....	29
10.	Área tributaria viga eje 9, entre ejes B y C.....	30
11.	Área tributaria viga eje 11, entre ejes B y C.....	31
12.	Área tributaria viga eje C, entre ejes 8 y 9 .....	33
13.	Área tributaria viga eje 3, entre ejes E y F .....	34
14.	Integración de cargas muertas y vivas .....	36
15.	Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco A.....	37
16.	Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco C .....	37
17.	Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco B.....	38
18.	Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco 2 .....	38
19.	Análisis de cargas vivas .....	43
20.	Interacciones efectuadas por el método de Kani .....	48
21.	Análisis de cargas muertas .....	50
22.	Interacciones efectuadas por el método de Kani .....	53
23.	Análisis por medio de ETABS .....	56

24.	Cargas muertas .....	58
25.	Cargas vivas .....	59
26.	Cargas muertas + cargas vivas + sismo .....	60
27.	1,2 Cargas muerta + 1,6 cargas vivas + sismo .....	62
28.	Casos de losas .....	64
29.	Detalle de viga .....	71
30.	Columna típica .....	82
31.	Diagrama de cuerpo libre para zapata típica .....	85
32.	Armando final zapata típica .....	88
33.	Fuerzas en un arco .....	89
34.	Detalle de la cubierta del techo .....	90
35.	Detalle de viga canal y anclaje de techo .....	91
36.	Diagrama de momentos .....	126
37.	Diagrama de refuerzo .....	129
38.	Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro .....	130
39.	Chequeo por corte simple .....	160
40.	Chequeo por corte punzonante .....	161
41.	Diseño de anclaje muerto .....	163

## TABLAS

I.	Datos de la estación hidrométrica Morazán .....	5
II.	Área húmeda .....	10
III.	Área semihúmeda .....	11
IV.	Área seca .....	11
V.	Valor soporte permisible, según tipo de suelo .....	13
VI.	Peraltes mínimos para predimensionamiento de vigas .....	17
VII.	Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente .....	26
VIII.	Estimación de cargas vivas .....	27

IX.	Estimación de cargas muertas.....	28
X.	Reacciones correspondientes a la acción de cargas, debidas a techo curvo de aluminio-zinc.....	29
XI.	Valores de $Z^*I^*C^*S^*K^*WT$ .....	41
XII.	Rigideces de los miembros del marco I .....	44
XIII.	Factores de distribución .....	45
XIV.	Momentos de empotramiento debido a carga vivas.....	46
XV.	Momentos debidos a carga viva .....	47
XVI.	Rigideces de los miembros del marco I .....	50
XVII.	Factores de distribución .....	51
XVIII.	Momentos de empotramiento debido a carga muerta.....	52
XIX.	Momentos debidos a carga muerta.....	55
XX.	Cálculo del área de acero para las vigas de 6-7 marco C .....	68
XXI.	Resumen de armado para las vigas de 6-7 marco C.....	71
XXII.	Cuadro de cantidades de trabajo .....	92
XXIII.	Matriz de Leopold para proyecto de mercado municipal de San Antonio La Paz, El Progreso .....	103
XXIV.	Levantamientos topográficos según instrumentos de medición .....	107
XXV.	Estimación del caudal de aforo .....	108
XXVI.	Períodos de diseño para componentes de un sistema de agua.....	109
XXVII.	Dotaciones según sistemas de abastecimiento para el área rural.....	112
XXVIII.	Factores de día máximo .....	113
XXIX.	Factores de hora máxima .....	113
XXX.	Diseño línea de conducción .....	121
XXXI.	Área de acero y espaciamiento.....	128
XXXII.	Cálculo de momentos que soportan los muros.....	131

XXXIII.	Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 10%.....	136
XXXIV.	Caudal por estación .....	143
XXXV.	Diseño hidráulico línea de distribución .....	144
XXXVI.	Tensión del cable de paso aéreo .....	150
XXXVII.	Corrección de la tensión del cable .....	151
XXXVIII.	Longitud de péndolas de paso aéreo .....	154
XXXIX.	Cuadro de cantidades de trabajo .....	166

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>Qs</b>	Caudal simultáneo
<b>Qu</b>	Caudal unitario
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>C</b>	Coefficiente de fricción, coeficiente de la capacidad hidráulica de la tubería
<b>QMD</b>	Consumo máximo diario
<b>QMH</b>	Consumo máximo horario
<b>CT</b>	Cota del terreno
<b>Ø</b>	Diámetro comercial de tubería
<b>DH</b>	Distancia horizontal
<b>FDM</b>	Factor de día máximo (adimensional)
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo (adimensional)
<b>Fs</b>	Factor de seguridad
<b>E-</b>	Indica estación en aspectos topográficos
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>psi</b>	Libras por pulgada cuadrada (lb/plg <sup>2</sup> )
<b>l/hab/día</b>	Litros por habitante por día (dotación)

<b>l/s</b>	Litros por segundo
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico
<b>ml</b>	Metro lineal
<b>m.c.a</b>	Metros columna de agua
<b>Hf</b>	Pérdida de carga expresada en metros
<b>Pa</b>	Población actual (habitantes)
<b>PU.</b>	Precio unitario (en Quetzales)
<b>r</b>	Tasa de crecimiento poblacional
<b>i</b>	Tasa de interés anual
<b>t</b>	Tiempo
<b>Vol</b>	Volumen

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Medición del volumen de agua que circula en una sección o corriente por unidad de tiempo.
<b>Agua potable</b>	Agua sanitariamente segura y agradable a los sentidos.
<b>Azimut</b>	Ángulo formado por la dirección horizontal y la del norte verdadero, determinado astronómicamente, este es medido en el sentido de las agujas del reloj.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua expresado generalmente en litros sobre una unidad de tiempo (segundo).
<b>Cloración</b>	Desinfección de aguas por medio de cloro.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua en litros asignada a un usuario y/o habitante durante un día.
<b>Fuente</b>	Lugar donde se realiza la toma del agua para un acueducto, esta puede ser superficial o un nacimiento.
<b>Grava</b>	Acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas, que tienen más de 2 milímetros de tamaño.

<b>Hipoclorador</b>	Instrumento que sirve para la dosificación de pequeñas cantidades de hipoclorito de calcio en la entrada de un tanque de distribución de agua potable.
<b>Presión dinámica</b>	Es la altura que alcanzaría en agua, un tubo piezométrico a partir del eje central a lo largo de una tubería con agua a presión, también llamada carga dinámica o hidráulica.
<b>Presión estática</b>	Es la distancia vertical que existe entre la superficie libre de la fuente de abastecimiento a la caja rompe presión o al tanque de distribución, también llamada carga estática. Se mide en metros columna de agua.
<b>Suelo</b>	Material con arreglo variable de partículas que dejan entre ellas una serie de poros conectados unos con otros para formar una compleja red de canales de diferentes magnitudes que se comunican tanto con la superficie del terreno, las fisuras y grietas del mismo.
<b>Tanque de captación</b>	Estructura que permite recolectar las aguas de la fuente abastecedora.

## **RESUMEN**

El municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso, presenta un crecimiento poblacional notable, por el cual en el presente trabajo de investigación se diagnosticaron, analizaron y priorizaron necesidades de servicios básicos y de infraestructura, aportando soluciones de carácter técnico a dos de ellas, las cuales están contenidas en las fases de investigación y de servicio técnico profesional.

A través de la investigación monográfica y de diagnóstico de necesidades de servicios básicos y de infraestructura de la población, se determinaron como prioritarias el diseño de la red de distribución de agua potable a la aldea Santo Domingo Los Ocotes y diseño del mercado municipal del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseño de la distribución de agua potable para la aldea Santo Domingo Los Ocotes del mismo municipio. Diseño del mercado Municipal, ubicado en el casco urbano del municipio de San Antonio La Paz, de El Progreso.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación de tipo monográfica sobre necesidades de servicios básicos e infraestructura del municipio de San Antonio La Paz, El Progreso.
2. Capacitar a los miembros del comité de la aldea Santo Domingo Los Ocotes, sobre aspectos de operación y mantenimiento del sistema de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

El municipio de San Antonio La Paz se encuentra ubicado al suroeste del departamento de El Progreso, a una distancia de la capital de 36,5 kilómetros y cuenta con una extensión territorial de 209 kilómetros cuadrados, a una altura sobre el nivel del mar de 1 240 metros y con una latitud norte de 14° 45' y una longitud oeste de 90° 17'.

Las vías de acceso son cuatro, una de las principales es la entrada en el kilómetro 36.5 ruta al Atlántico, la que se encuentra asfaltada; otra vía de acceso es la que se encuentra en el kilómetro 30 sobre la ruta al atlántico por la aldea Agua Caliente y Agua Blanca y luego conduce a la aldea el Hato y bifurca a la cabecera Municipal de San Antonio La Paz; la tercera vía de acceso parte del municipio de Palencia, para llegar a la aldea Sansur del departamento de Guatemala y luego a la aldea Moritas, cuya carretera traslada hacia el área urbana del municipio; la cuarta entrada se ubica del municipio de Sanarate, pasando por el caserío Puente de Plátanos, llegando a la entrada del casco urbano, estas tres últimas vías de acceso son de terrecería, transitables todo el tiempo.

La actividad principal en este municipio es la agricultura. Debido a que es una población en vías de desarrollo, se beneficiará con un centro donde puedan intercambiar y adquirir producto de primera necesidad. La aldea Santo Domingo, Los Ocotes tiene dificultades para abastecer a sus habitantes del agua potable, ya que no cuentan con una distribución.

Con este trabajo busca disminuir enfermedades intestinales por el estado en que se encuentra el agua que consumen.

# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía del municipio de San Antonio La Paz, El Progreso**

En la población la mayoría son agricultores, y los principales productos que cosechan son: maíz, frijol, caña de azúcar y café. En cuanto a la producción artesanal, las actividades se concentran en la elaboración de objetos de cerámica, muebles de madera, teja, ladrillo de barro, y la imaginería.

### **1.1.1. Aspectos económicos**

Los agricultores trabajan por sus propios medios, es decir, que no obtienen crédito de alguna institución, aunque reciben cierta clase de asesoría sobre el manejo y uso adecuado del suelo, por parte de representantes de Proyecto DICOR, cuyo gerente es el ingeniero Avelino Peña.

### **1.1.2. Vías de acceso**

La cabecera municipal se encuentra a unos 4 kilómetros por medio de revestimiento suelto al sur del entronque con la carretera Interoceánica CA-9, asfaltada, que da acceso tanto a los respectivos lugares del departamento de El Progreso como de Guatemala y demás lugares. Cuenta también con un camino de terracería que del caserío conduce a la cabecera municipal, con una longitud aproximada de 5 kilómetros.

### **1.1.3. Localización geográfica**

San Antonio La Paz es un municipio del departamento de El Progreso, cuenta con una municipalidad de tercera categoría. Área aproximada, de 209 kilómetros cuadrados. Nombre geográfico oficial: San Antonio La Paz, debe hacerse hincapié en que por ahora no puede proporcionarse el área municipal, debido a que el límite fue alterado al tenor del decreto 23-74 del Congreso de la República del 3 de abril de 1974 como se desprende de su artículo 2º.

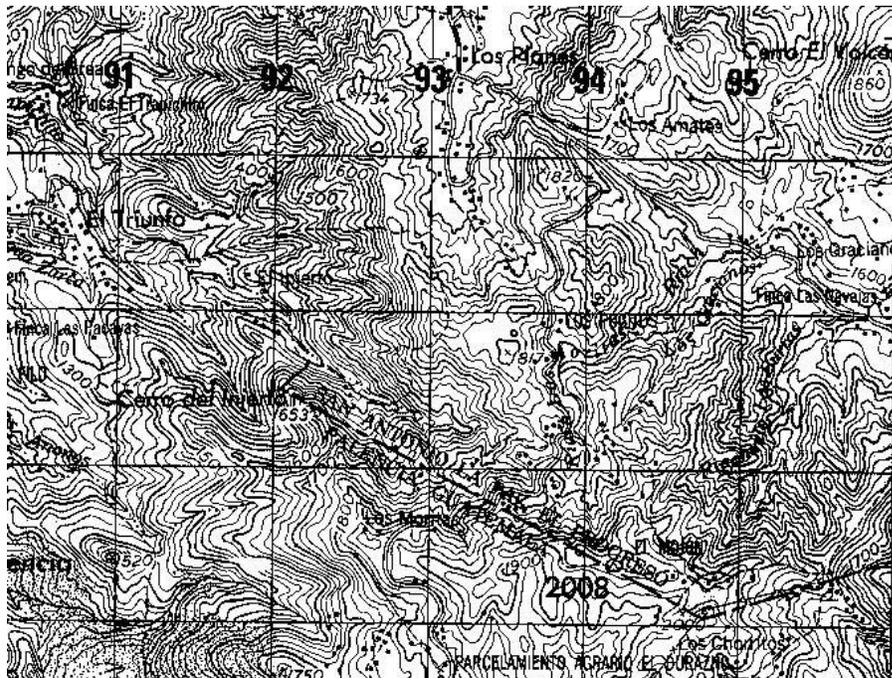
Según datos proporcionados por el instituto de Transformación Agraria, el lindero departamental entre El Progreso y Jalapa, en la zona afectada, parte de la cima del cerro Almolonga que constituye el límite departamental, en una poligonal hacia el este a la cima del cerro Montepeque; de allí al paraje el Terrero hasta el Paraje Portezuelo del Incienso, al lado sur del cerro el Incienso y, de ese punto, la poligonal que en dirección suroeste va a la cima del cerro Alto, que ha pertenecido a Jalapa.

El municipio cuenta con 1 pueblo, 13 aldeas y 28 caseríos, entre los cuales se encuentra el caserío Las Moritas de la aldea Los Planes. Se ubica en latitud 14 grados 45 minutos 22 segundos y longitud 90 grados 17 minutos 08 segundos, cuenta con 209 kilómetros cuadrados de extensión territorial, y una altura de 1240 metros sobre el nivel del mar, tomando como referencia la Iglesia Católica.

Limita al norte con Sanarate (El Progreso); al Sur con Palencia (Guatemala); al Este con Sanarate (El Progreso); y al Oeste con Palencia y San José el Golfo (Guatemala).

En la figura 1 se puede apreciar gráficamente los límites de la comunidad.

Figura 1. Límites de la comunidad



Fuente: OMP. Mapa de ubicación Geográfica del municipio de San Antonio La Paz, Departamento de El Progreso.

#### 1.1.4. Orografía

De acuerdo a la orografía, la topografía del municipio resulta bastante particular: 2 serranías, casi paralelas, se desprenden de la sierra de Palencia situada hacia el sur y se orientan hacia el noroeste, determinando las del oeste los cerros de Los Planes, del Corcovado, las montañas de Los Ocotes y las hondonadas de Agua Zarca, así como de Las Minas y la del este por el cerro del Pimiento, Los Palatinos y del Tambor Grande.

### **1.1.5. Aspectos climatológicos e hidrológicos**

El clima está caracterizado por dos estaciones: severamente seca y muy húmeda, de casi igual duración. La época de sequía se extiende desde noviembre hasta abril, pero por lo general hay suficiente lluvia entre los meses de junio a octubre. La precipitación pluvial es variable, caracterizándose por ser lluvias de media intensidad y su promedio anual es de 708,5 milímetros.

#### **1.1.5.1. Fisiografía y clima**

El clima está caracterizado por dos estaciones: severamente seca y muy húmeda, de casi igual duración. La época de sequía se extiende desde noviembre hasta abril, pero por lo general hay suficiente lluvia entre los meses de junio a octubre. La precipitación pluvial es variable, caracterizándose por ser lluvias de media intensidad y su promedio anual es de 708,5 milímetros.

Las temperaturas son moderadas, con días cálidos y noches agradables. Las variaciones diarias son mayores que las estacionales promedio, pues las variaciones diarias pueden ser de hasta 10 grados, siendo las estacionales promedio de solamente unos dos grados, la estación meteorológica más cercana se encuentra ubicada en el municipio de Morazán, departamento del progreso en la cuenca del río Motagua, la cual recibe el nombre de Morazán. Información proporcionada por el Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología INSIVUMEH.

Humedad relativa media 82 por ciento, humedad relativa máxima 91 por ciento, humedad relativa mínima 71 por ciento, tensión de vapor 23 milímetros de mercurio, temperatura punto de rocío 26 grados centígrados

### 1.1.5.1.1. Hidrología

Las principales fuentes de agua en el área son: la micro cuenca compuesta por las márgenes del río Agua Caliente, que tiene un curso más o menos apacible, pero en la época de lluvia crece su cauce, precipitándose turbulento y peligroso. Otro de los ríos que atraviesa el municipio es El Plátanos, que aguas abajo descarga en el río grande o Motagua.

Tabla I. **Datos de la estación hidrométrica Morazán**

Clave	Estación	Latitud	Longitud	Altura	AÑO			
120301	MORAZAN	14°55'49"	90°08'31"	370msnm	2003			
Variable	Dimensional	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	
Temperatura media	°C	26.1	26.2	25.2	26.0	25.0	24.2	
Temperatura máxima promedio	°C	31.2	31.9	31.2	31.2	29.6	28.2	
Temperatura mínima promedio	°C	19.9	17.9	18.5	19.4	19.9	19.4	
Temperatura máxima absoluta	°C	33.5	34.0	33.5	33.6	31.7	30	
Temperatura mínima absoluta	°C	14.0	14.6	15.1	13.6	17.3	16.8	
Humedad relativa media	%	76	71	77	80	89	84	
Nubosidad	OCTAS	4	5	5	6	7	7	
Velocidad del viento	KM/HRA	2.2	*****		2.7	1.1	3.3	
Lluvia	MM	2.5	0.9	15.4	77.8	367.6	576.3	
Lluvia	DIAS	1	1	6	6	22	25	
Variable	Dimensional	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temperatura media	°C	25	24.9	24.3	23.9	24.5	24.7	25.5
Temperatura máxima promedio	°C	29.8	29.7	29	29	29.8	30.7	30.6
Temperatura mínima promedio	°C	19.9	20	19.4	18.3	18.9	18.1	19.1
Temperatura máxima absoluta	°C	31.6	30.7	30.5	31.4	32	32.1	32.7
Temperatura mínima absoluta	°C	16.1	18.3	17.6	17	16.1	13.1	15.2
Humedad relativa media	%	90	92	91	91	89	86	80
Nubosidad	OCTAS	6	6	6	6	6	4	6
Velocidad del viento	KM/HRA	2.2	5.3	2.5		4.9	5.3	2.3
Lluvia	MM	405.9	387.6	549.8	625.5	145.3	0.2	1070.5
Lluvia	DIAS	12	21	25	18	14	1	61

Fuente: elaboración propia.

### **1.1.6. Datos socioeconómicos**

Las actividades productivas principales son: agricultura, dedicándose a la siembra de: maíz, frijol, caña de azúcar y café. La producción artesanal, la cual comercializarán en el municipio de la ciudad.

### **1.1.7. Autoridades y servicios públicos**

En el municipio cuentan con una subestación de la Policía Nacional Civil, la cual presta el servicio seguridad a todos los pobladores de las distintas comunidades, en cuanto al caserío Las Moritas, esta cuenta con un alcalde auxiliar, el cual es nombrado por la municipalidad.

A nivel comunitario están organizados por medio del Comité Prointroducción de agua potable, el cual, es el encargado de gestionar ante diferentes instituciones, la construcción del sistema de abastecimiento de agua; este comité tiene funciones de comité de desarrollo local.

Centros educativos: en la comunidad existe atención para educación pública a nivel primario, aunque en la actualidad cuentan con un edificio escolar, se está construyendo otro que reúne mejores condiciones para albergar a la comunidad escolar.

Servicios de salud: el caserío no cuentan con ningún centro de salud, y no existe farmacia en la comunidad. En casos de emergencia, los habitantes necesariamente tienen que ir al Centro de Salud de la aldea Los Planes.

Servicio de agua potable: actualmente la comunidad cuenta con un sistema de abastecimiento de agua potable por llenacantaros, el que no cubre la demanda del vital líquido para surtir a toda la comunidad.

Servicio de energía eléctrica y vivienda: la comunidad cuenta con energía eléctrica; en el caso de las viviendas, los habitantes del lugar son propietarios de sus respectivos inmuebles, los cuales guardan una tipología de estructuras construidas con mampostería de block y unidades de adobe.

Disposición de basuras: al carecer de los servicios básicos de infraestructura, tiran la basura en áreas cercanas a sus viviendas, además no cuentan con un sistema de evacuación de excretas, por lo que tienen que hacer sus necesidades fisiológicas a campo abierto.

Medios de comunicación: dentro de la comunidad existe recepción de telefonía celular, además algunos vecinos poseen un aparato propio.

Medios de transporte: los habitantes de la comunidad y comunidades aledañas ingresan por un camino de terracería existente, regularmente a pie o en *pick up* de personas que transportan su mercadería a la cabecera municipal. El transporte extraurbano únicamente llega a la cabecera municipal, faltando una distancia más o menos de cinco kilómetros para llegar a la comunidad.



## **2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL**

### **2.1. Diseño del mercado municipal**

El diseño arquitectónico se hizo respetando la identidad del pueblo, pero a la vez tomando en cuenta las necesidades que presenta el municipio San Antonio La Paz. Comercialmente se priorizan productos de la canasta familiar.

#### **2.1.1. Descripción del proyecto**

Es importante señalar que se hizo un estudio previo del uso de locales y tipo de ellos, para separar los sectores o zonas que han de funcionar en el mercado. Para determinar las dimensiones de los diferentes locales se tomó en cuenta las áreas mínimas que proporciona el INFOM, de manera que estos cuenten con un área adecuada, así como sus instalaciones necesarias para mantener la salubridad y su buen funcionamiento. El mercado se dividió en zonas, el área seca se ubicó en la plataforma central, el área semihúmeda y húmeda esta compartida en la plataforma inferior.

Las carnicerías y comedores contarán con sus servicios básicos. El piso de plaza esta descubierto, para efectos de iluminación y ventilación. Se dejó un área de carga y descarga y otra para parqueo, así como un basurero y bodega.

## 2.1.2. Recomendaciones para un mercado

Su construcción se condiciona por diferentes factores como por ejemplo: el clima, económico, sociocultural, y cada uno de estos se identifican a cada comunidad.

El equipamiento debe mejorar el servicio a través de instalaciones adecuadas, respetando la identidad de la comunidad. Se utilizará la condición primordial de: piso de plaza cubierto (funciona todos los días comercializando productos de consumo diario como: granos, verduras, carnes, frutas, especias.)

### 2.1.2.1. Áreas mínimas a considerar

El INFOM (Instituto Nacional de Fomento Municipal), considera algunas áreas mínimas y las toma en cuenta para la aprobación de cualquier proyecto.

Tabla II. **Área húmeda**

<b>Descripción</b>	<b>Área mínima</b>
Carnicerías, marranearías, pollerías, pescaderías.	10,50 m <sup>2</sup>

Fuente: INFOM. Instituto Nacional de Fomento Municipal.

Tabla III. **Área semihúmeda**

<b>Descripción</b>	<b>Área mínima</b>
Piso de plaza (cubierto o descubierto): verduras, frutas.	2,25 m <sup>2</sup>
Cocinas y comedores	2,25 m <sup>2</sup> del área de mesas

Fuente: INFOM. Instituto Nacional de Fomento Municipal.

Tabla IV. **Área seca**

<b>Descripción</b>	<b>Área mínima</b>
Tiendas, abarroterías,	7 m <sup>2</sup>
Ropa, zapatos, tela, plásticos.	7 m <sup>2</sup>
granos	4,80 m <sup>2</sup>

Fuente: INFOM. Instituto Nacional de Fomento Municipal.

- Los pasillos de caminamiento deben tener un ancho mínimo de 1,50 metros
- El mercado debe estar ventilado
- La administración debe contar con: oficina, sanitario, dormitorio, guardián
- El basurero tendrá un área mínima de 0,008 metros cuadrados por cada metro cuadrado de mercado

### **2.1.2.2. Selección del tipo de estructura a utilizar**

Para una estructura de concreto reforzado se encuentra una serie de factores que ayudarán a conservar sus propiedades mecánicas y físicas, como son propias de este material, ya que el concreto ordinario tiene varios atributos: su resistencia a la humedad, la oxidación, los insectos, el fuego y los desgastes, dependiendo únicamente de la buena calidad de los materiales a utilizar; dosificar, mezclar, transportar, colocar adecuadamente dichos materiales, para evitar segregación y lograr una buena compactación, y por último mantener las condiciones de curado adecuado, para que la hidratación del cemento sea lo más completo posible.

Para este proyecto se decidió utilizar el sistema de marcos dúctiles, con losas planas de concreto reforzado y algunos muros de mampostería reforzada, así como la cubierta curva de aluminio zinc.

### **2.1.2.3. Alturas y cotas**

Para las alturas se consideraron condiciones como el clima en la región y el mayor número de usuarios que albergará el edificio, siendo estas 844 personas por cada uno de 2 metros cuadrados.

### **2.1.2.4. Evaluación de la calidad del suelo**

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. Los distintos tipos de suelo difieren en capacidad de carga, pero también ocurre que en un suelo específico dicha

capacidad varía con el tipo, forma, tamaño y profundidad del elemento de cimentación que aplica la presión.

Cuando se pretende calcular la capacidad, soporte de cimentaciones, es necesario conocer la distribución de los esfuerzos dentro de los estratos del suelo por medio del ensayo triaxial. Sin embargo, cuando no se es factible realizar un estudio de esta naturaleza, por causas económicas, se sugiere realizar una inspección visual del suelo para lograr determinar la capacidad soporte del mismo. Ver tabla V.

Tabla V. **Valor soporte permisible, según tipo de suelo**

<b>MATERIAL DEL SUELO</b>	<b>TON/M<sup>2</sup></b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Roca sana	645	
Roca regular	430	
Roca intermedia	215	
Roca agrietada o porosa	22-86	
Suelos gravillosos	90	Compactados, buena granulometría
Suelos arenosos	32-64	Densos
Arena fina	22-43	Densa
Suelos arcillosos	53	Duros
Suelos arcillosos	22	Solidez mediana
Suelos limosos	32	Densos
Suelos limosos	16	Densidad mediana

Fuente: Crespo Villalaz.. Mecánica de suelos y cimentaciones. p 193.

- Cálculo del valor soporte de suelo

Datos (anexo): ensayo de compresión triaxial, Diagrama de Mohr:

Ángulo de fricción interna  $\phi = 39^\circ$

Cohesión de suelo  $C_u = 2,5 \text{ ton/m}^2$

Peso específico del suelo  $\gamma_{\text{suelo}} = 1400,00 \text{ kg/m}^3$

Utilizando la ecuación general de Terzaghi

$$q_u = 1.3C_u N_c + D_f \gamma_{\text{suelo}} N_q + 0.40B \gamma_{\text{suelo}} N_\gamma$$

Donde:

$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción interna del suelo

$C_u$  = Cohesión de suelo

$D_f$  = Desplante de cimentación = 1,50 m

$$N_c = \cot \phi \left[ \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})} - 1 \right] = \cot 0.078 \text{ rad} \times \left[ \frac{e^{2(3\pi/4 - 0.078 \text{ rad}/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{0.078 \text{ rad}}{2})} - 1 \right]$$

$$N_c = 85,97$$

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2})} - 1 = \frac{e^{2(3\pi/4 - 0.078 \text{ rad}/2) \tan \phi}}{2 \cos^2(\frac{\pi}{4} + \frac{0.078 \text{ rad}}{2})} - 1$$

$$N_q = 70,61$$

$$N_{\gamma} = \left[ \left( \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi} \right) - 1 \right] \times \frac{\tan \phi}{2} = 95,03$$

Calculando la carga última que soporta el suelo:

$$q_u = 1.3C_u N_c + D_f \gamma_{\text{suelo}} N_q + 0.40 B \gamma_{\text{suelo}} N_{\gamma}$$

$$q_u = (1,3 \times 2.85 \text{ ton/m}^2 \times 85,97) + (1,50\text{m} \times 1,41 \text{ ton/m}^3 \times 70,61) + (0,40 \times 1\text{m} \times 1,41 \text{ ton/m}^3 \times 95,03)$$

$$q_u = 551,85 \text{ ton/m}^2$$

La carga admisible se calcula de la siguiente forma:

$$q_a = \frac{q_u}{FS}$$

Donde:

FS = Factor de seguridad, depende de la importancia de la edificación.

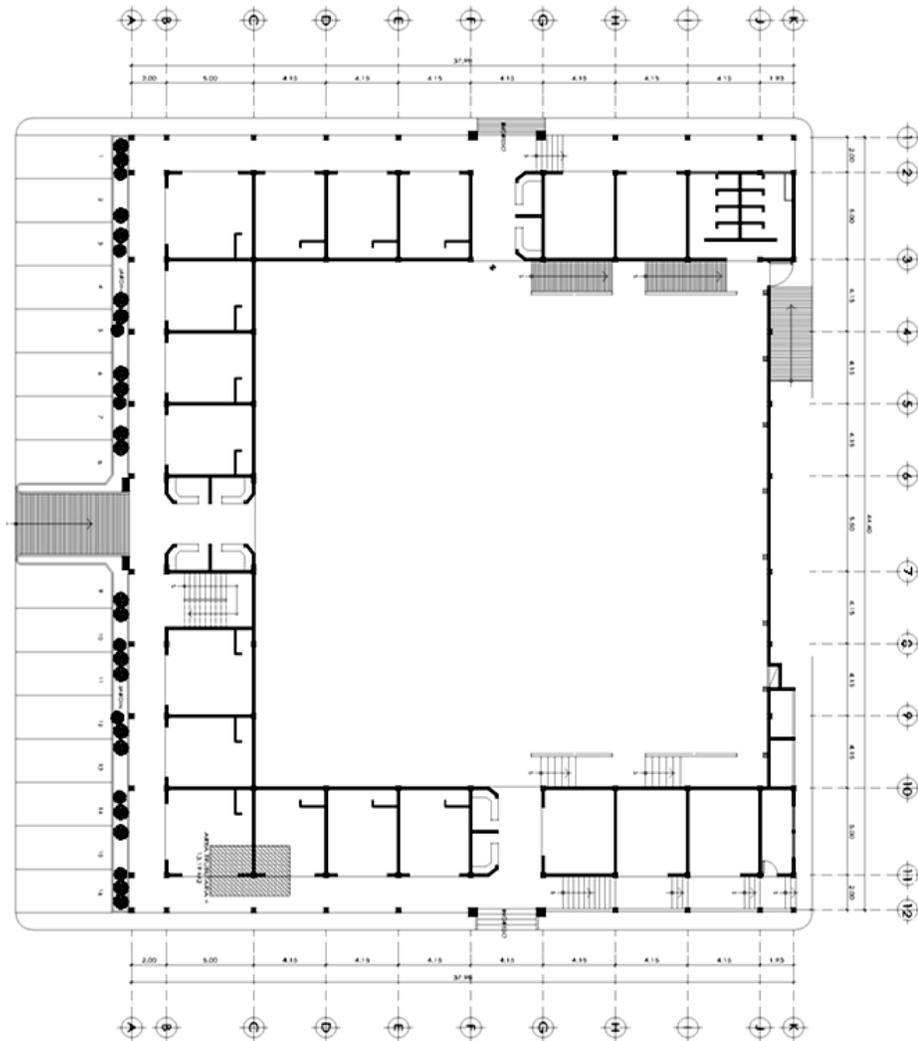
FS = 3, debido a que se pretende utilizar como mercado, por ello, el valor tan alto.

$$q_a = \frac{551,85 \text{ ton/m}^2}{3,0} = 183,95 \text{ ton/m}^2$$

### 2.1.3. Análisis estructural

Se llama análisis estructural a la determinación de las fuerzas y deformaciones que se producen en una estructura, debido a la aplicación de cargas.

Figura 2. **Planta de distribución del mercado**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

### 2.1.3.1. **Predimensionamiento de elementos**

El predimensionamiento consiste en asignar medidas preliminares a los elementos estructurales, para esto existen métodos analíticos con los cuales se

pueden trabajar, los métodos analíticos utilizados en este caso serán explicados a continuación.

### 2.1.3.1.1. Vigas

Para predimensionar vigas se calculan con los siguientes criterios, por cada metro lineal libre de luz, ocho centímetros de peralte y la base equivale  $\frac{1}{2}$  peralte o el código ACI 318-05 en el capítulo 9 tabla 9.5(a). Ver tabla a continuación, da diferentes situaciones para predimensionamiento, en este caso se tomó cuando una viga es continua en ambos extremos.

Tabla VI. **Peraltes mínimos para predimensionamiento de vigas**

Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318S-05), sección 21.3.1.3 (2005 p. 329)

<b>Peralte mínimo ( h )</b>					
Elemento	Simplemente apoyado	Apoyado	Con un extremo	Ambos Extremos	En Voladizo
	Elementos que no soportan o están ligados a divisiones u otro tipo de construcción susceptibles de dañarse por grandes deflexiones.				
Vigas	L/16	L/18,5	L/21	L/21	L/8

Fuente: ACI 318-05 capítulo 21.

$$h = 8\% \times L(\text{luz entre columnas})$$

$$h = 0,08 \times 5,50\text{m} = 0,44 \quad \text{en este caso se usara } h = 0,50$$

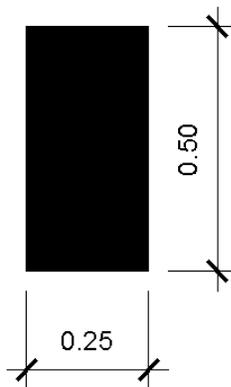
$$b = 0,30 \times 0,50 = 0,15 \quad \text{en este caso se usara } b = 0,25$$

Donde:

H = ancho de columna

B = base de columna

Figura 3. **Predimensionamiento de viga**



#### 2.1.3.1.2. **Columnas**

Para predimensionar una columna básicamente se determina la sección y se basa en la carga aplicada a ésta, como lo considera el ACI 318-05, en el capítulo 10. En este caso se desea guardar simetría en las dimensiones de las columnas, por tal razón se toma la columna crítica o sea la que soporta mayor carga. La medida resultante se aplica a todas las demás.

Datos:

$f'_c$  = Resistencia última del concreto = 281 kg/cm<sup>2</sup>

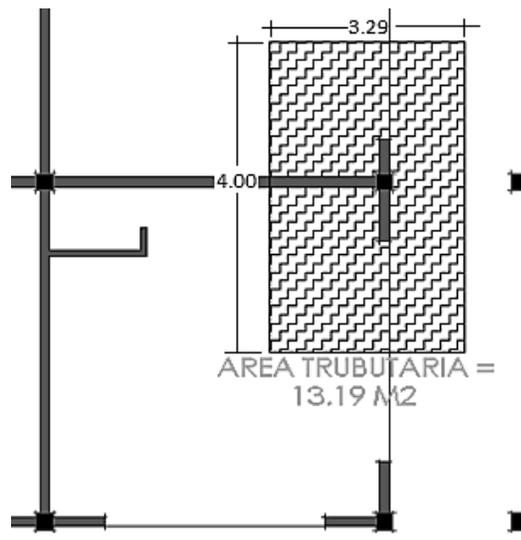
$F_y$  = Resistencia a la fluencia del acero = 2,810 kg/cm<sup>2</sup>

$A_t$  = Área tributaria 13,19 m<sup>2</sup>

Peso específico del concreto = 2 400 kg/ m<sup>3</sup>

$A_g$  = Área gruesa de columna  
 $A_s$  = Área de acero,  $1\%(A_g) \leq A_s \leq 6\%(A_g)$   
 Según ACI 318-05 Capítulo 10 sección 10.9.

Figura 4. **Área tributaria para predimensionamiento de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Se sustituye los datos en la fórmula de carga puntual.

$$P = \text{Peso específico} \times \text{Área tributaria} \times \text{franja unitaria}$$

$$P = 2\,400 \text{ kg/m}^3 \times 13,19 \text{ m}^2 = 31\,656,00 \text{ kg}$$

Si se sustituye los valores en la ecuación de la carga puntual, se obtiene el área gruesa,

$$P = 0,80 \times 0,85 \times f'c \times (A_g - A_s) + f_y \times A_s$$

$$\text{De donde } A_s = \rho \times A_g$$

$$A_g = \frac{p}{0,8 * 0,85 * f'c * A_g - \rho + f_y * \rho}$$

Donde  $\rho$  es la cantidad de acero

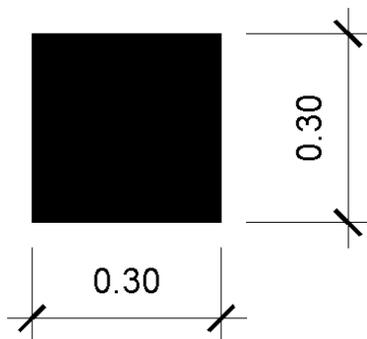
$$A_g = \frac{31656,00}{0,8 * 0,85 * 281 * 1 - 0,01 + 2810 * 0,01} = 149,56 \text{ cm}^2$$

$$b \text{ o } a = \sqrt{149,56 \text{ cm}^2} = 12,22$$

Se aproxima  $b \text{ o } a = 13,00 \text{ cm}$  Por lo que una sección de  $30 \times 30$  es óptima para esta estructura:

$$30 \times 30 = 900 \text{ cm}^2$$

Figura 5. **Predimensionamiento de columna**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

### 2.1.3.1.3. Losas

Se denomina como losas a los elementos estructurales bidimensionales, en donde la tercera dimensión es pequeña comparada con las otras dos dimensiones básicas. Existen condiciones de trabajo de la losa, las cuales indican la dirección de trabajo de:

$$m = \frac{A}{B}$$

si  $m < 0,5$ , la losa trabaja en un sentido

si  $m \geq 0,5$ , la losa trabaja en dos sentidos

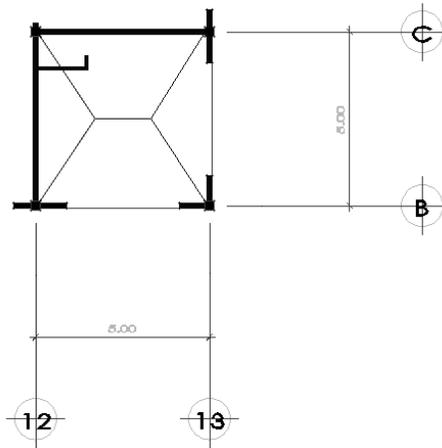
Donde:

$m$  = relación lado a lado de la losa

$A$  = lado corto de la losa

$B$  = lado largo de la losa

Figura 6. Distribución de áreas tributarias



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

$$m1 = \frac{5,00}{5,00} = 1,00 > 0,5 \quad \text{la losa trabaja en 2 sentidos.}$$

Como la losa 1 trabaja en 2 sentidos la fórmula para encontrar el espesor de la losa será:

$$t = \frac{P}{180}$$

Donde:

t = espesor de la losa

P = perímetro de la losa

$$t = \frac{2 \cdot 5,00 + 5,00}{180} = 0,11$$

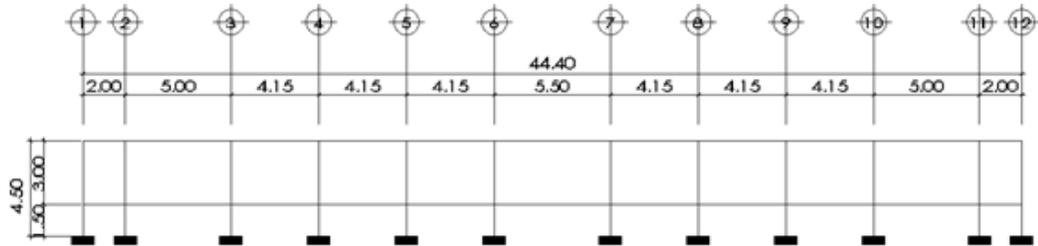
Se propone losa tradicional con espesor de 15 centímetros ya que puede utilizarse para una ampliación del mercado municipal.

### **2.1.3.2. Modelos matemáticos de marcos rígido**

El modelo matemático de un marco dúctil es la gráfica que representa tanto la forma, como las cargas que soporta el marco y que sirve para realizar el análisis estructural. Por su similitud en cargas y la geometría de la edificación, se analizan únicamente los aspectos críticos.

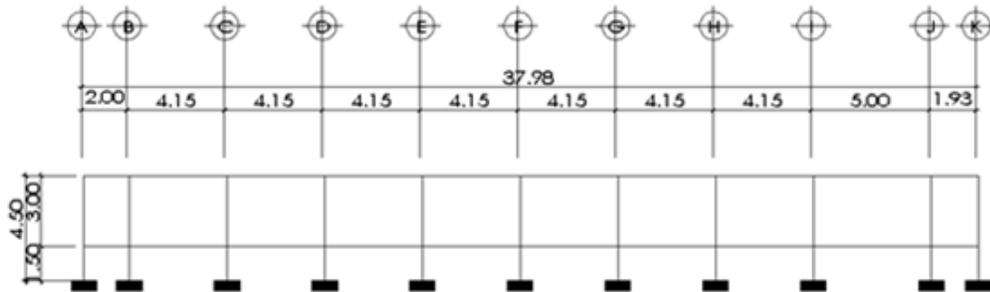
Las figuras a continuación muestran los marcos dúctiles en el eje X y en el eje Y, respectivamente.

Figura 7. Elevación marco típico, eje 1 al 12



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 8. Elevación marco típico, eje A al K



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

### 2.1.3.3. Cargas de diseño

Las cargas estructurales son generalmente clasificadas como: cargas muertas que actúan de forma continua y sin cambios significativos, pertenecen a este grupo el peso propio de la estructura y cargas vivas.

### **2.1.3.3.1. Cargas horizontales y verticales aplicados a los marcos rígidos**

Cargas accidentales que tienen su origen en acciones externas al uso de la estructura, y cuya manifestación es de corta duración. Conocidas también como cargas por gravedad, se divide en carga viva y carga muerta.

- **Cargas vivas (CV)**

Son cargas que pueden cambiar en magnitud y posición, entre éstas se tienen las que se mueven con su propia fuente de energía que son las móviles y las que pueden ser movidas que son las movibles, otras cargas vivas pueden ser causadas por las operaciones de la construcción, el viento, la lluvia, los sismos, las explosiones y los cambios de temperatura.

La determinación de la carga viva apropiada, para un sistema estructural es complicada, debido a la incertidumbre de la magnitud en sí misma y el lugar sobre el que actúa la carga en cualquier instante dado.

Cargas de ocupación o uso: son cargas de piso que se aplican a un área dada de una construcción y dependen de su utilización u ocupación, existe una diversidad de cargas de ocupación estandarizadas para diferentes tipos de construcciones y para uso de éstas debe consultarse bibliografía más extensa.

Cargas de impacto: son causadas por las vibraciones de las cargas móviles y por lo general se presentan súbitamente.

Cargas por temperatura: se presenta cuando varía la temperatura de una estructura o de alguno de sus miembros, el material tenderá a expandirse en una forma ocasionando esfuerzos a la estructura.

Carga por viento: el viento puede actuar en cualquier dirección y debe investigarse cuál es la dirección que produce efectos desfavorables en la estructura; estas cargas laterales varían en magnitud según la localidad geográfica, la altura sobre el terreno, el tipo de terreno que rodea al edificio. Las presiones de viento se suponen en general uniformemente aplicadas a la superficie de barlovento de los edificios, en Guatemala las velocidades mínimas de diseño para cargas de viento son de 90 kilómetros por hora.

Cargas por sismo: un sismo ocasiona aceleración en la superficie del terreno y puede provocar daños a las estructuras, de acuerdo a la magnitud con que actúa en un momento dado.

Otras cargas: entre otras cargas vivas que pueden en algún momento afectar a la estructura están las ocasionadas por la presión de la tierra y las ocasionadas por la presencia de agua.

Para anticipar las diferentes clases de cargas y fuerzas que puedan llegar a actuar en la estructura que se está diseñando, el ingeniero cuenta con la ayuda de los códigos de diseño en donde se especifican, en general, las cargas más usuales para las estructuras, sin embargo, en ocasiones se tiene que acudir al criterio u otros métodos para la determinación de los valores:

Tabla VII. Cargas vivas mínimas distribuidas uniformemente

Escaleras privadas	300
Escaleras públicas o de escape	500
Balcones, cornisas y marquesinas	300
Áreas de salida y/o escape	500
Vestibulos públicos	500
Plazas y áreas públicas a nivel de calle	500
Salones de reunión	
Con asientos fijos	300
Sin asientos fijos	500
Escenarios y circulaciones	500
Instalaciones deportivas públicas	
Zonas de circulación	500
Zonas de asientos	400
Canchas deportivas	ver nota <sup>(a)</sup>
Aulas y escuelas	200
Bibliotecas	
Áreas de lectura	200
Depósito de libros	600
Almacenes	
Minoristas	350
Mayoristas	500
Estacionamientos y garages	
Automóviles	250
Vehículos pesados	según vehículo
Rampas de uso colectivo	750
Corredores de circulación	500
Servicio y reparación	500
Bodegas	
Cargas livianas	600
Cargas pesadas	1200
Fábricas	
Cargas livianas	400
Cargas pesadas	600
Cubiertas pesadas (inciso 8.3.3(f))	
Azoteas de concreto con acceso	200
Azoteas sin acceso horizontal o inclinadas	100
Azoteas inclinadas más de 20°	75 <sup>(b)</sup>
Cubiertas livianas (inciso 8.3.3(g))	
Techos de láminas, tejas, cubiertas plásticas, lonas, etc. (aplica a la estructura que soporta la cubierta final)	50 <sup>(b)</sup>
Notas: <sup>(a)</sup> carga depende del tipo de cancha	
<sup>(b)</sup> sobre proyección horizontal	

Tipo de ocupación o uso	W <sub>v</sub> (kg/m <sup>2</sup> )
Vivienda	200
Oficina	250
Hospitales - encamamiento y habitaciones	200
Hospitales - servicios médicos y laboratorio	350
Hoteles - alas de habitaciones	200
Hoteles - servicios y áreas públicas	500

Fuente: Normas AGIES NR – 2:200, p. 28

Aplicar las cargas de diseño a una estructura es considerar los efectos críticos en sus diferentes combinaciones y que pueden afectar a ésta. Las cargas aplicadas según la recomendación del fabricante del techo, deben considerarse de acuerdo al uso y efectos posibles en la estructura y son la carga muerta, la carga viva y la velocidad del viento, aplicándose valores a cada una de ellas, según la tabla VIII.

Tabla VIII. **Estimación de cargas vivas**

No.	Descripción	Peso	Unidad
1	Cubierta auto soportable	39,12	Kg/m <sup>2</sup>
2	Losas en general (con acceso)	500	Kg/m <sup>2</sup>

Fuente: Curvotek.

- **Cargas muertas (CM)**

Son todas aquellas cargas derivadas del peso propio de la construcción, generalmente incluyen el peso de la cubierta del techo, la estructura de marcos rígidos de concreto reforzado, losas, muros de mampostería reforzada, repellos, cernidos en techos y paredes, pisos, obras falsas y todo tipo de instalaciones, etc. En la tabla III, se muestra el peso de varios materiales utilizados en la construcción del salón municipal.

Tabla IX. **Estimación de cargas muertas**

<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Aplicado</b>	<b>Peso</b>	<b>Unidad</b>
1	Cubierta auto soportable		12,88	kg/m <sup>2</sup>
2	Losa maciza	15cm	360	kg/m <sup>2</sup>
3	Repello	2cm	15	kg/m <sup>2</sup>
4	Cernido	2cm	15	kg/m <sup>2</sup>
5	Mampostería Reforzada	15cm	250	kg/m <sup>2</sup>
6	Relleno de concreto ligero	volumétrico	1600	kg/m <sup>3</sup>
7	Relleno + piso	2,5cm	200	kg/m <sup>2</sup>
8	Peso vidrio templado	5mm	12,5	kg/m <sup>2</sup>

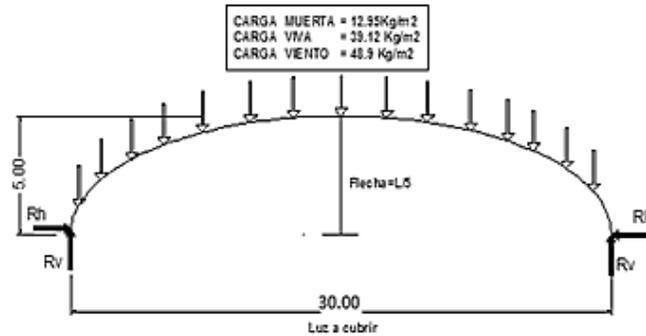
Fuente: Evaluación de elementos de concreto ante fuerzas sísmicas, Instituto de Ingeniería UNAM.

- Integración de cargas

Para la integración de cargas, tanto para vigas, losas, columnas y demás elementos que componen la estructura es necesario conocer las dimensiones del diseño arquitectónico, así como relacionar las secciones de los elementos con sus respectivas cargas; para tal efecto realizaremos la integración a diferentes vigas del edificio.

## Cargas debidas al techo

Figura 9. **Detalle de relación flecha luz y cargas de diseño**



Fuente: CURVOTEK S. A. Guatemala

A continuación se muestran en la tabla, los valores de las reacciones en libra por pie y kilogramos por metro respectivamente, producidas por las cargas consideradas por el fabricante.

Tabla X. **Reacciones correspondientes a la acción de cargas, debidas a techo curvo de aluminio-zinc**

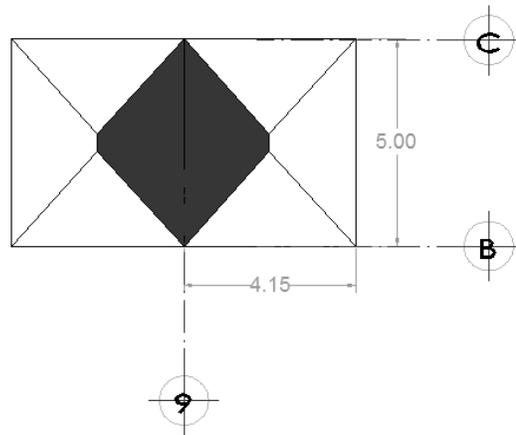
			EXTREMO IZQUIERDO			EXTREMO DERECHO				
			Reacción Vertical	Reacción horizontal		Reacción Vertical	Reacción horizontal			
CARGA MUERTA	2,65	Lb/pie <sup>2</sup>	119,72	Lb/pie	141,70	Lb/pie	119,72	Lb/pie	141,70	Lb/pie
	12,96	kg/m <sup>2</sup>	178,38	kg/m	211,13	kg/m	178,38	kg/m	211,13	kg/m
CARGA VIVA	8,00	Lb/pie <sup>2</sup>	328,10	Lb/pie	400,47	Lb/pie	488,87	Lb/pie	400,47	Lb/pie
	39,12	kg/m <sup>2</sup>	488,87	kg/m	596,70	kg/m	728,42	kg/m	596,70	kg/m
CARGA DE VIENTO	10,00	Lb/pie <sup>2</sup>	16,41	Lb/pie	115,35	Lb/pie	16,41	Lb/pie	48,70	Lb/pie
	48,90	kg/m <sup>2</sup>	24,45	kg/m	171,87	kg/m	24,45	kg/m	72,56	kg/m

Fuente: CURVOTEK S. A. Guatemala.

## Integración de cargas

- Viga de eje 9, entre ejes B y C

Figura 10. Área tributaria viga eje 9, entre ejes B y C



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

$$\text{Peso propio viga} = W_{\text{concreto}} \times b_{\text{viga}} \times h_{\text{viga}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso propio viga} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,25\text{m} \times 0,50 = 300,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso repello+cernido} = W_{\text{repello+cernido}} \times b_{\text{viga}} \times 2h_{\text{viga}} / \text{Luz}_{\text{viga}} = \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right)$$

$$\text{Peso repello+cernido} = \frac{(15+15) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0,25\text{m} \times 2 \times 0,50\text{m}}{5,00\text{m}} = 1,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{concreto}} \times t_{\text{losa}} + W_{\text{piso+relleno}} + W_{\text{repello+cernido}} + W_{\text{sobrecarga+muros internos}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = 2\,400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} + 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso x losa} = (740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 9,84 \text{ m}^2) / 5,00 \text{ m} = 1\,684,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$W_{\text{CM}}$  = peso propio viga + peso repello + cernido + peso x losa

$$W_{\text{CM}} = 300 \text{ kg} + 1,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 1\,684,24 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1\,986,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

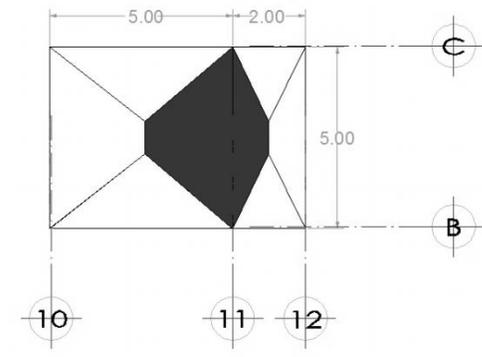
Carga viva

$$W_{\text{CV}} = \frac{\text{Carga viva x area tributaria}}{\text{longitud}}$$

$$W_{\text{CV}} = \frac{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 11,38 \text{ m}^2}{5,00 \text{ m}} = 1\,138,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Viga de eje 11, entre ejes B y C

Figura 11. **Área tributaria viga eje 11, entre ejes B y C**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

$$\text{Peso propio viga} = W_{\text{concreto}} \times b_{\text{viga}} \times h_{\text{viga}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso propio viga} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,25\text{m} \times 0,50 = 300,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso repello+cernido} = W_{\text{repello+cernido}} \times b_{\text{viga}} \times 2h_{\text{viga}} / \text{Luz}_{\text{viga}} = \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right)$$

$$\text{Peso repello+cernido} = \frac{(15+15) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0,25 \text{ m} \times 2 \times 0,50 \text{ m}}{5,00 \text{ m}} = 1,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{concreto}} \times t_{\text{losa}} + W_{\text{piso+relleno}} + W_{\text{repello+cernido}} + W_{\text{sobrecarga+muros internos}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} + 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso x losa} = \frac{740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10,15 \text{ m}^2}{5,00 \text{ m}} = 1502,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{CM}} = \text{peso propio viga} + \text{peso repello+cernido} + \text{peso x losa}$$

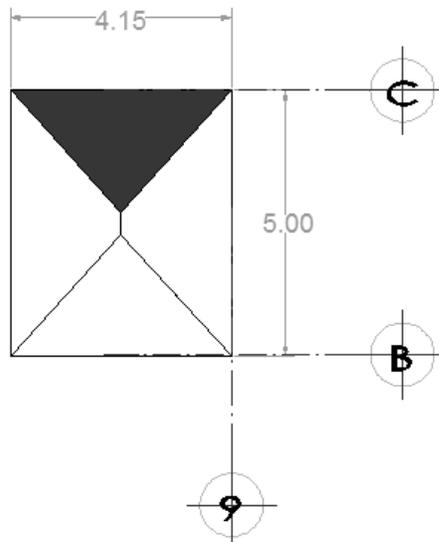
$$W_{\text{CM}} = 300 \text{ kg} + 1,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 1502,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1804,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

$$W_{\text{CV}} = \frac{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10,15 \text{ m}^2}{5,00 \text{ m}} = 1015,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Viga de eje C, entre ejes 8 y 9

Figura 12. Área tributaria viga eje C, entre ejes 8 y 9



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

$$\text{Peso propio viga} = W_{\text{concreto}} \times b_{\text{viga}} \times h_{\text{viga}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso propio viga} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,25 \text{ m} \times 0,50 = 300,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso repello+cernido} = W_{\text{repello+cernido}} \times b_{\text{viga}} \times 2h_{\text{viga}} / \text{Luz}_{\text{viga}} = \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \right)$$

$$\text{Peso repello+cernido} = \frac{(15+15) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0,25 \text{ m} \times 2 \times 0,50 \text{ m}}{4,15 \text{ m}} = 1,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{concreto}} \times t_{\text{losa}} + W_{\text{piso+relleno}} + W_{\text{repello+cernido}}$$

$$+W_{\text{sobrecarga+muros internos}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} W_{\text{losa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} + 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} +$$

$$150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso x losa} = \frac{740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 4,80 \text{ m}^2}{4,15 \text{ m}} = 856,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$W_{\text{CM}}$  = peso propio viga + peso repello + cernido + peso x losa

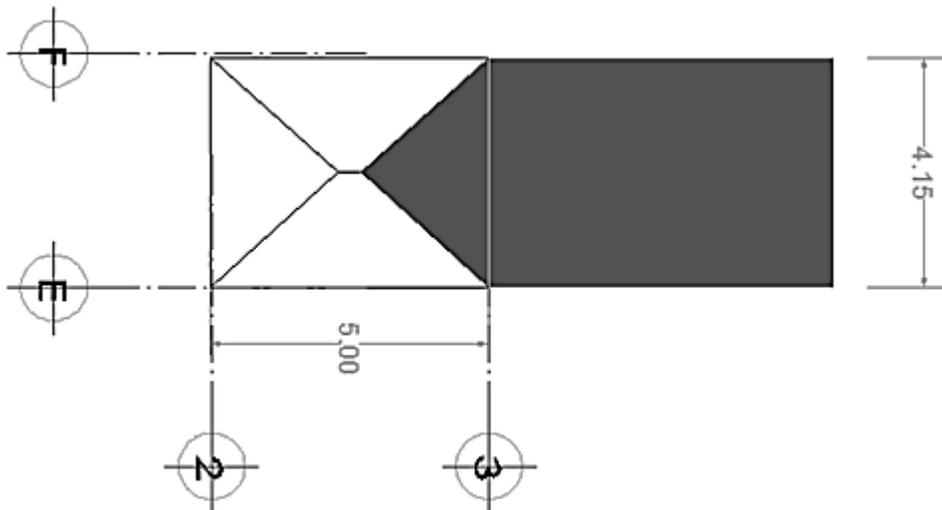
$$W_{\text{CM}} = 300 \text{ kg} + 1,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 856,20 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1158,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

$$W_{\text{CV}} = \frac{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 4,80 \text{ m}^2}{4,15 \text{ m}} = 579,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

- Viga de eje 3, entre ejes E y F

Figura 13. **Área tributaria viga eje 3, entre ejes E y F**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

$$\text{Peso propio viga} = W_{\text{concreto}} \times b_{\text{viga}} \times h_{\text{viga}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso propio viga} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,25 \text{ m} \times 0,50 = 300,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$\text{Peso repello+cernido} = W_{\text{repello+cernido}} \times b_{\text{viga}} \times 2h_{\text{viga}} / \text{Luz}_{\text{viga}} = \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right)$$

$$\text{Peso repello+cernido} = \frac{(15+15) \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 0,25 \text{ m} \times 2 \times 0,50 \text{ m}}{4,15 \text{ m}} = 1,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = W_{\text{concreto}} \times t_{\text{losa}} + W_{\text{piso+relleno}} + W_{\text{repello+cernido}}$$

$$+ W_{\text{sobrecarga+muros internos}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$W_{\text{losa}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 0,15 \text{ m} + 200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} + 150 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} = 740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

$$\text{Peso x losa} = \frac{13,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 70,93 \text{ m}^2}{4,15 \text{ m}} + \frac{740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 5,69 \text{ m}^2}{4,15 \text{ m}} = 1219,79 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

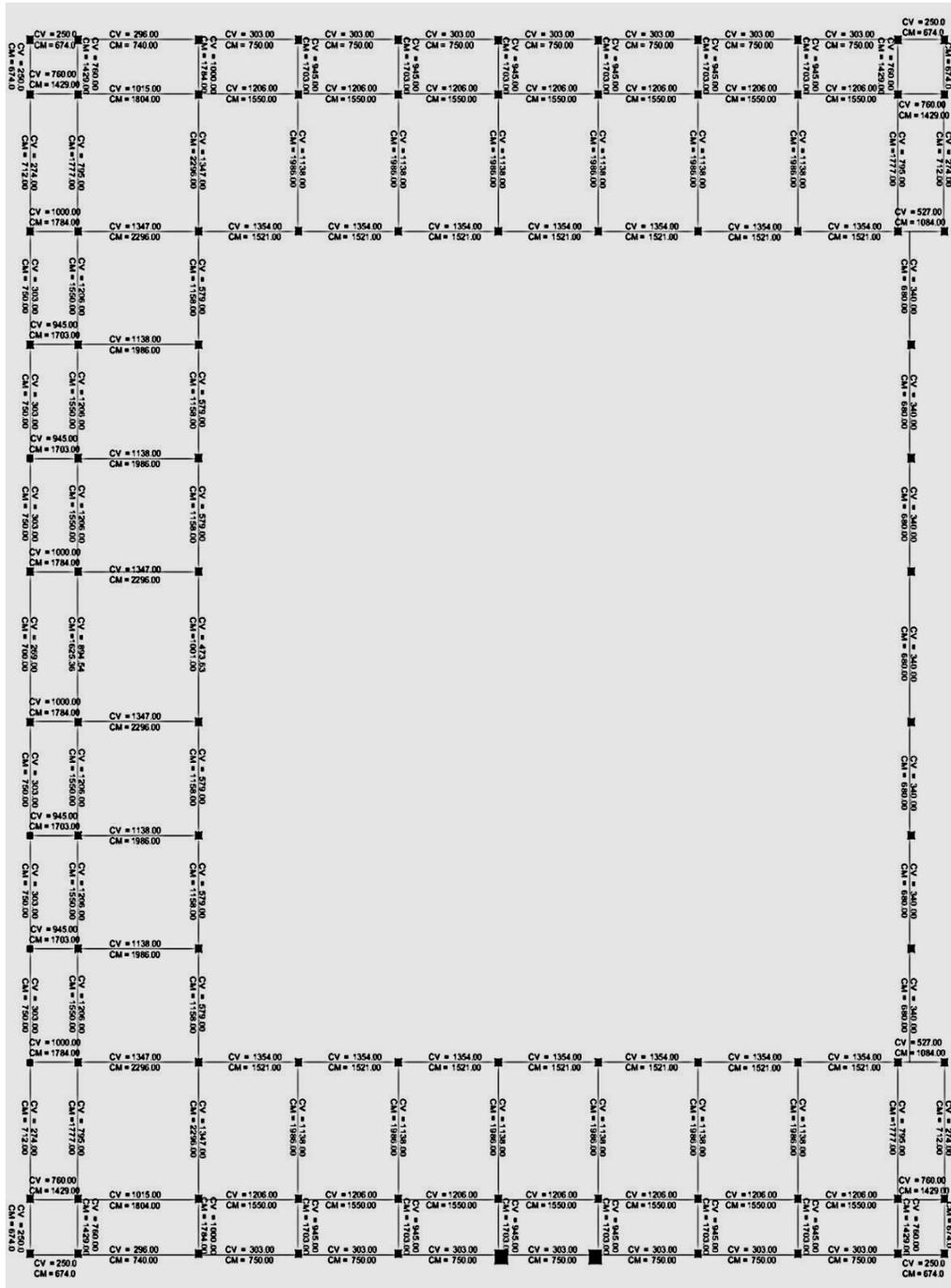
$$W_{\text{CM}} = \text{peso propio viga} + \text{peso repello+cernido} + \text{peso x losa}$$

$$W_{\text{CM}} = 300 \text{ kg} + 1,80 \frac{\text{kg}}{\text{m}} + 1219,60 \frac{\text{kg}}{\text{m}} = 1521,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Carga viva

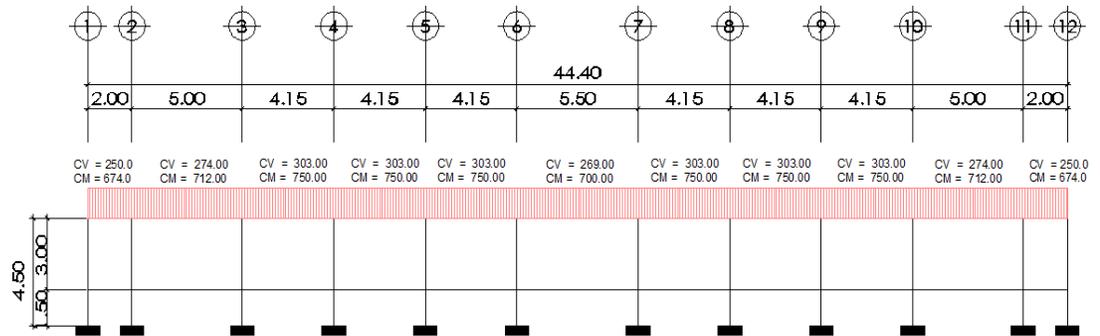
$$W_{\text{CV}} = \frac{500 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 5,69 \text{ m}^2}{4,15 \text{ m}} + \frac{39,12 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 70,93 \text{ m}^2}{4,15 \text{ m}} = 1354,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

Figura 14. Integración de cargas muertas y vivas



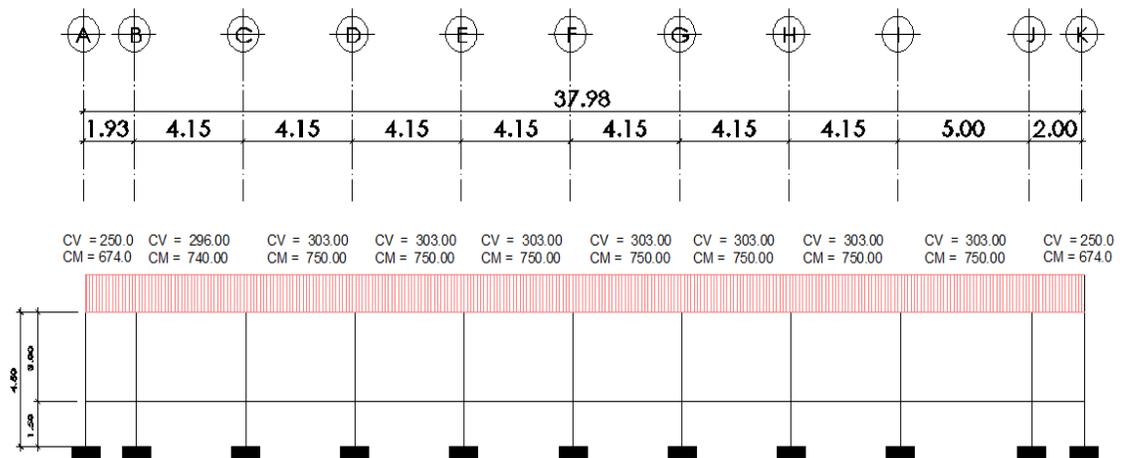
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 15. **Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco A**



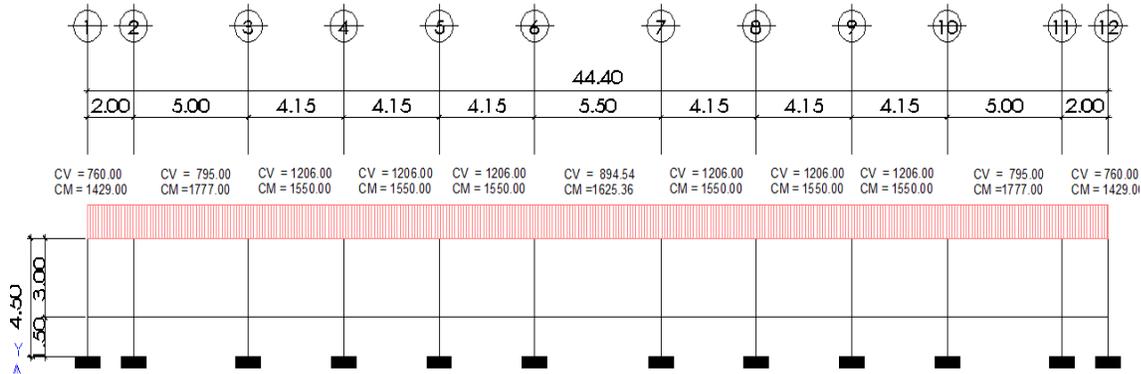
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 16. **Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco C**



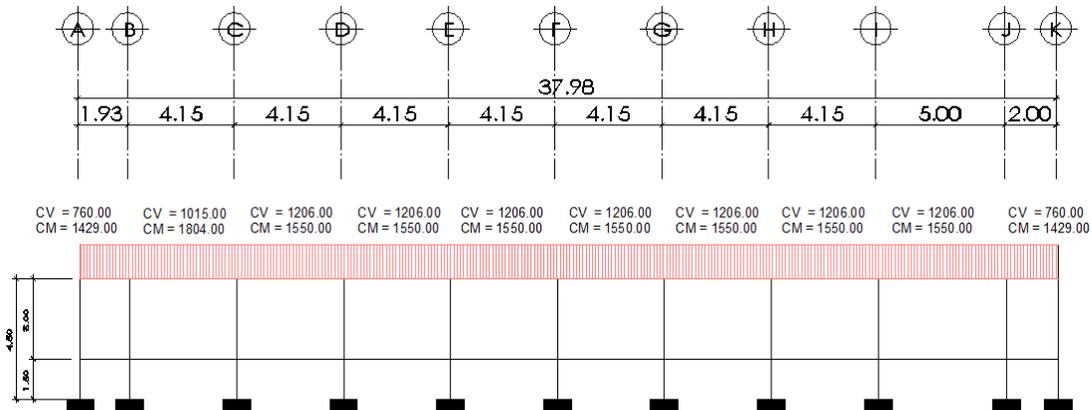
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 17. Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco B



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 18. Carga viva y muerta uniformemente distribuida, marco 2



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

### Peso de la estructura

$$W_{\text{Columnas}} = W_{\text{Columna}} \times L_{\text{Columna}} \times b_{\text{Columna}} \times h_{\text{Columna}} \times \text{No. Columnas}$$

$$W_{\text{Columnas}} = W_{\text{concreto}} \times W_{\text{repello+cernido}}$$

$$W_{\text{Columnas}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 4,50\text{m} \times 0,30\text{m} \times 0,30\text{m} + 4 \cdot 30 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 3,00\text{m} \times 0,30\text{m}$$

x 90columnas

$$W_{\text{Columnas}} = 97200,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigas}} = W_{\text{concreto}} \times L_{\text{vigaa}} \times b_{\text{viga}} \times h_{\text{viga}}$$

$$W_{\text{vigas}} = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 545,48 \text{ m} \times 0,50 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$$

$$W_{\text{vigas}} = 163644,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{losas}} = W_{\text{losa}} \times \text{area}_{\text{losa}}$$

$$W_{\text{losas}} = 740 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 774,09 \text{ m}^2 = 572826,6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{mamposteria}} = W_{\text{mamposteria}} \times \text{Longitud}_{\text{mamposteria}} \times h_{\text{mamposteria}}$$

$$W_{\text{mamposteria}} = 250 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 456,00 \text{ m} \times 3,00 \text{ m}$$

$$W_{\text{mamposteria}} = 342000,00 \text{ kg}$$

$$W_{\text{ventanas}} = W_{\text{vidrio}} \times \text{area}_{\text{vidrio}}$$

$$W_{\text{ventanas}} = 12,50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 2,00 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} \times 20 \text{ v} = 500,00 \text{ kg}$$

$$\% \text{ CV} = 25 \% \times \text{Carga viva} \times \text{area}_{\text{losa}}$$

$$\% \text{ CV} = 25 \% \times 500,00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 774,09 \text{ m}^2 = 96761,25 \text{ kg}$$

$$W_{\text{peso de estructura}} = 97200,00 \text{ kg} + 163644,00\text{kg} + 572826,6 \text{ kg} + 342000,00 \text{ kg} + 500,00 \text{ kg} + 96761,25 \text{ kg} = 1272931,85 \text{ kg}$$

$$W_{\text{peso de estructura}} = 1272931,85 \text{ kg}$$

Corte basal (V): es la fuerza sísmica que el suelo transmite al edificio en la base. El corte basal está dado por la fórmula siguiente:

Cálculo del corte basal según UBC 1,985

$$V_b = ZIKCSW$$

Donde:

- Z = Coeficiente de riesgo sísmico que depende de la zona,  $Z = 1$   
que en este caso es zona 4.2
- I = Coeficiente que depende de la importancia de la estructura, después de un evento sísmico  $I = 1,25$
- K = Coeficiente para marco espacial dúctil 100% resistente a carga sísmica  $K = 0,67$
- C = Coeficiente ligado al periodo de vibración de la estructura
- S = Coeficiente que depende del suelo de cimentación  $S = 1.5$
- W = Peso propio de la estructura + 25%WCV

Nota:

El sismo no actúa en una dirección determinada con respecto al edificio.

Por tal razón, se necesita evaluar el corte basal en las direcciones X e Y longitudinal y transversal respectivamente, con los valores resultantes se puede diseñar el edificio contra un sismo en cualquier dirección.

El factor C depende del período natural fundamental de vibración de la estructura T. El valor C debe ser menor que 0,12, si este valor da más que 0,12 se debe de usar 0,12. El valor C se determina, en el sentido X y en el sentido Y, de la manera siguiente:

$$V = Z * I * C * S * K * W T$$

Donde:

Z = 1 coeficiente de la zona sísmica para Jutiapa

I = 1,25 coeficiente de importancia del edificio después del sismo, para oficinas y lugares públicos

$C_x = 0,178$  coeficiente que depende del periodo natural de vibración (T).

$$T_x = \frac{0,0906 \cdot H}{B} = \frac{0,0906 \cdot (4.5)}{44,40} = 0,061 \quad C_x = \frac{1}{15 \cdot T} = C_x = \frac{1}{15 \cdot 0,061} = 0,27$$

$$T_y = \frac{0,0906 \cdot H}{B} = \frac{0,0906 \cdot (4.5)}{37,98} = 0,066 \quad C_y = \frac{1}{15 \cdot T} = C_x = \frac{1}{15 \cdot 0,066} = 0,26$$

Tanto  $C_x \cdot S$  como  $C_y \cdot S$  son mayores a 0,14, se utilizara el valor de:  $C_x = C_y = 0,14$

$S = 1,5$  factor de interacción suelo – estructura cuando es desconocido

$K = 0,67$  para sistema estructural de marcos dúctiles espaciales

$W_T$  = carga muerta total de la estructura + 25% de carga viva

$$V = Z \cdot I \cdot C \cdot S \cdot K \cdot W_T$$

Tabla XI. Valores de  $Z \cdot I \cdot C \cdot S \cdot K \cdot W_T$

Z	I	C*S	K	W T
1	1,25	0,14	0,67	1 272 931,85 kg

Fuente: elaboración propia.

$$V = 1 * 1,25 * 0,14 * 0,67 * 1\ 272\ 931,85\ \text{kg} = 149251,26\text{kg} = 149,25\ \text{Ton}$$

Fuerza por nivel (Fi): es la fuerza que se transmite del corte basal a los niveles de la estructura, se obtiene la siguiente fórmula:

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

Fi = fuerza en la cúspide igual a 0, cuando el periodo de vibración es < 0,25

Wi = peso de nivel i

Hi = altura de nivel i

$$F_{1xy} = \frac{149251,25\ \text{kg} - 0 \quad 1272931,85\text{kg} * 4,5}{\sum 1272931,85\text{kg} * 4,5} = 149251,25\text{kg}$$

Fuerza por nivel (Fi'): es la fuerza que se distribuye del nivel hacia los marcos que lo conforman, según el grado de rigidez de cada uno; si estos son simétricos su distribución es proporcional al número de marcos, se utiliza la siguiente fórmula.

$$F_i' = \frac{K_m}{\sum K_m} * F_i$$

Km = rigidez del marco analizado.

$$F_i' \text{ a,b,c,d,e,f} = \frac{2K}{6 \cdot 2\ \text{m}} * 16334,20\text{kg} = 2722,36\text{kg}$$

$$F_{i' 1,2} = \frac{6K}{2 \cdot 6m} * 16334,20\text{kg} = 8167,1\text{kg}$$

- Método de Kani

Para realizar el análisis de este método, se requiere el cálculo previo de los siguientes parámetros:

- Factores de giro o coeficientes de reparto, dados por la ecuación

$$\mu_{ik} = -(\frac{1}{2}) * (K / \sum K)$$

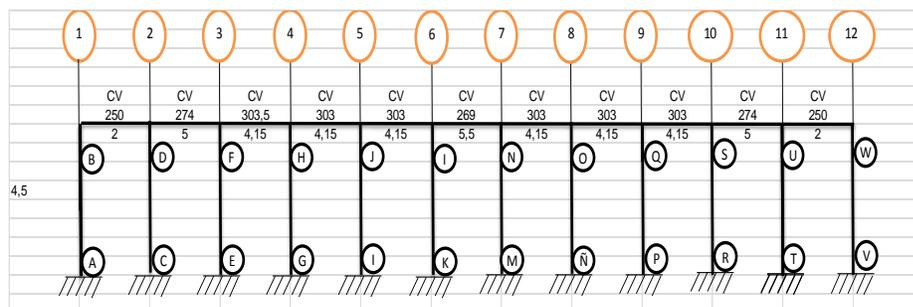
Donde:

$K$  = Rigidez del elemento =  $I / L$

$\sum K$  = Sumatoria de las rigideces de los elementos que convergen en el nudo  $i$

Estos valores va indicados previamente en la tabla se reproducen en la tabla siguiente:

Figura 19. **Análisis de cargas vivas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Tabla XII. **Rigideces de los miembros del marco I**

KAB	15000
KBC	15000
KCD	15000
KEF	15000
KGH	15000
KLJ	15000
KKI	15000
KMN	15000
KÑO	15000
KPQ	15000
KRS	15000
KTU	15000
KVW	15000
KBD	130208,33
KDF	52083,33
KFH	62751,00
KHJ	62751,00
KJI	62751,00
KIN	47348,48
KNO	62751,00
KOQ	62751,00
KQS	62751,00
KSU	52083,33
KUW	130208,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIII. Factores de distribución

$\mu_{AB}$	0						
POR NUDO							
$\mu_{XY} =$	$KIJ^* - 1/2 / (\sum KIJ)$						
NUDO B		NUDO H		NUDO N		NUDO S	
$\mu_{BD}$	-0,45	$\mu_{hj}$	-0,22	$\mu_{no}$	-0,25	$\mu_{su}$	-0,20
$\mu_{BA}$	-0,05	$\mu_{hf}$	-0,22	$\mu_{ni}$	-0,19	$\mu_{sq}$	-0,24
sumatoria	-0,50	$\mu_{hg}$	-0,05	$\mu_{nm}$	-0,06	$\mu_{sr}$	-0,06
		sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50
NUDO D		NUDO J		NUDO O		NUDO U	
$\mu_{DF}$	-0,13	$\mu_{ji}$	-0,22	$\mu_{oq}$	-0,22	$\mu_{uw}$	-0,33
$\mu_{DC}$	-0,04	$\mu_{jh}$	-0,22	$\mu_{on}$	-0,22	$\mu_{us}$	-0,13
$\mu_{DB}$	-0,33	$\mu_{jl}$	-0,05	$\mu_{oñ}$	-0,05	$\mu_{ut}$	-0,04
sumatoria	-0,17	sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50
NUDO F		NUDO I		NUDO Q		NUDO W	
$\mu_{fh}$	-0,24	$\mu_{in}$	-0,19	$\mu_{qs}$	-0,22	$\mu_{wu}$	-0,45
$\mu_{fd}$	-0,20	$\mu_{ij}$	-0,25	$\mu_{qo}$	-0,22	$\mu_{wv}$	-0,05
$\mu_{fe}$	-0,06	$\mu_{ik}$	-0,19	$\mu_{qp}$	-0,05	sumatoria	-0,50
sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,63	sumatoria	-0,50		

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de empotramiento fijo para cargas de trabajo

Para el presente análisis se estudiará la carga muerta del marco correspondiente al eje I. Todos los momentos se calculan por medio de la ecuación y se muestran en la tabla siguiente.

$$MF_{iK} = (1/12) * (W L^2)$$

Donde:

W = Carga muerta uniformemente distribuida en el tramo en kg/m

L = Longitud del tramo en m

Tabla XIV. **Momentos de empotramiento debido a carga vivas**

MBD	=	83,333
MDF	=	570,833
MFH	=	435,586
MHJ	=	434,868
MJI	=	434,868
MIN	=	678,104
MNO	=	434,868
MOQ	=	434,868
MQS	=	434,868
MSU	=	570,833
MUW	=	83,333

Fuente: elaboración propia.

- Momentos de sujeción

Los momentos de sujeción se calculan utilizando la siguiente ecuación.

$$M_s = \sum MF \text{ en el nudo}$$

- Calculamos los factores de desplazamiento

Los parámetros obtenidos en los incisos anteriores se trasladan a la hoja de cálculo. Las sucesivas influencias del giro de los nudos a los momentos  $M'_{ik}$  se determinan por iteraciones de la ecuación.

$$M'_{ik} = (\mu_{ik}) * (M_s + \sum M'_{ik})$$

Sumando los momentos de empotramiento en los extremos de las barras  $M_{ik}$  con la influencia de los giros, se obtienen los momentos definitivos de los extremos de cada barra. Así, para un extremo de la barra  $i-k$  se obtiene la ecuación:

$$M_{ik} = M_{Fik} + 2M'_{ik} + M'_{ik}$$

Tabla XV. **Momentos debidos a carga viva**

MB-D	10,1540	kg-m	MB-A	4,80902713	kg-m
MD-B	-586,2512	kg-m	MD-E	-41,8964729	kg-m
MD-F	537,4598	kg-m	MF-G	5,61247692	kg-m
MF-D	-481,8421	kg-m	MH-L	-1,44153951	kg-m
MF-H	438,8644	kg-m	MJ-K	0,32142311	kg-m
MH-F	-428,2425	kg-m	MI-M	0,00120674	kg-m
MH-J	433,9751	kg-m	MN-Ñ	0,07494109	kg-m
MJ-H	-434,6690	kg-m	MO-P	-0,34207426	kg-m
MJ-I	435,2641	kg-m	MQ-R	1,44641094	kg-m
MI-J	-678,1032	kg-m	MS-T	-5,61358875	kg-m
MI-N	678,1054	kg-m	MU-V	41,8967469	kg-m
MN-I	-434,8152	kg-m	MW-Z	-4,80911395	kg-m
MN-O	434,9106	kg-m			
MO-N	-435,0800	kg-m			
MO-Q	434,6562	kg-m			
MQ-O	-433,9720	kg-m			
MQ-S	435,7642	kg-m			
MS-Q	-574,1127	kg-m			
MS-U	567,0325	kg-m			
MU-S	-108,9939	kg-m			
MU-W	98,7513	kg-m			
MW-U	-69,1884	kg-m			

Fuente: elaboración propia.

Figura 20. Interacciones efectuadas por el método de Kani

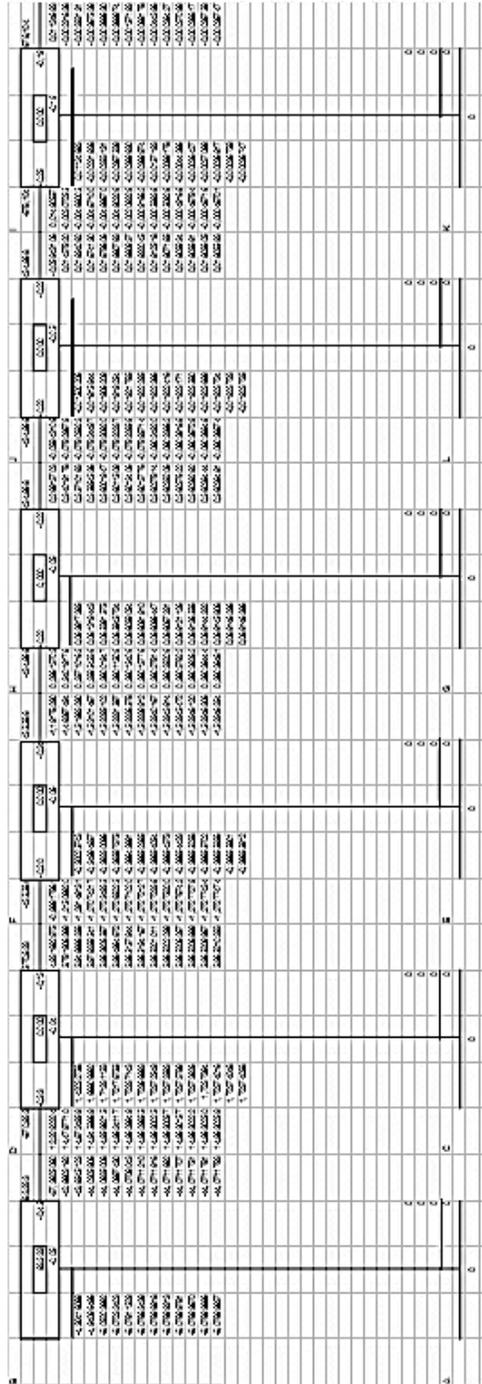
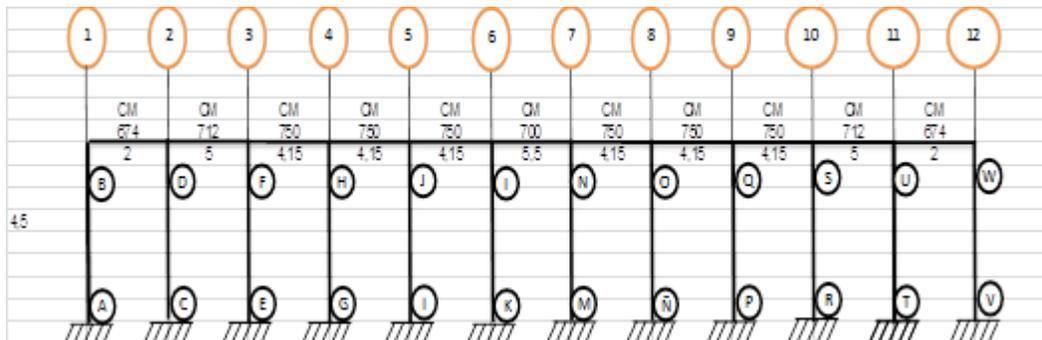




Figura 21. **Análisis de cargas muertas**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Tabla XVI. **Rigideces de los miembros del marco I**

KAB	=	15000
KBC	=	15000
KCD	=	15000
KEF	=	15000
KGH	=	15000
KLJ	=	15000
KKI	=	15000
KMN	=	15000
KÑO	=	15000
KPQ	=	15000
KRS	=	15000
KTU	=	15000
KVW	=	15000
KBD	=	130208,33
KDF	=	52083,33
KFH	=	62751,00
KHJ	=	62751,00
KJI	=	62751,00
KIN	=	47348,48
KNO	=	62751,00
KOQ	=	62751,00

Continuación de la tabla XVI.

KQS	=	62751,00
KSU	=	52083,33
KUW	=	130208,33

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. Factores de distribución

$\mu_{AB}$	0						
POR NUDO				NUDO a,c,e,g			
$\mu_{XY} =$	$KIJ^*-1/2/(\Sigma KIJ)$			$\mu_{ab}$	-0,50		
NUDO B		NUDO H		NUDO N		NUDO S	
$\mu_{BD}$	-0,45	$\mu_{hj}$	-0,22	$\mu_{no}$	-0,25	$\mu_{su}$	-0,20
$\mu_{BA}$	-0,05	$\mu_{hf}$	-0,22	$\mu_{ni}$	-0,19	$\mu_{sq}$	-0,24
sumatoria	-0,50	$\mu_{hg}$	-0,05	$\mu_{nm}$	-0,06	$\mu_{sr}$	-0,06
		sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50
NUDO D		NUDO J		NUDO O		NUDO U	
$\mu_{DF}$	-0,13	$\mu_{ji}$	-0,22	$\mu_{oq}$	-0,22	$\mu_{uw}$	-0,33
$\mu_{DC}$	-0,04	$\mu_{jh}$	-0,22	$\mu_{on}$	-0,22	$\mu_{us}$	-0,13
$\mu_{DB}$	-0,33	$\mu_{jl}$	-0,05	$\mu_{oñ}$	-0,05	$\mu_{ut}$	-0,04
sumatoria	-0,17	sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,50
NUDO F		NUDO I		NUDO Q		NUDO W	
$\mu_{fh}$	-0,24	$\mu_{in}$	-0,19	$\mu_{qs}$	-0,22	$\mu_{wu}$	-0,45
$\mu_{fd}$	-0,20	$\mu_{ij}$	-0,25	$\mu_{qo}$	-0,22	$\mu_{wv}$	-0,05
$\mu_{fe}$	-0,06	$\mu_{ik}$	-0,19	$\mu_{qp}$	-0,05	sumatoria	-0,50
sumatoria	-0,50	sumatoria	-0,63	sumatoria	-0,50		

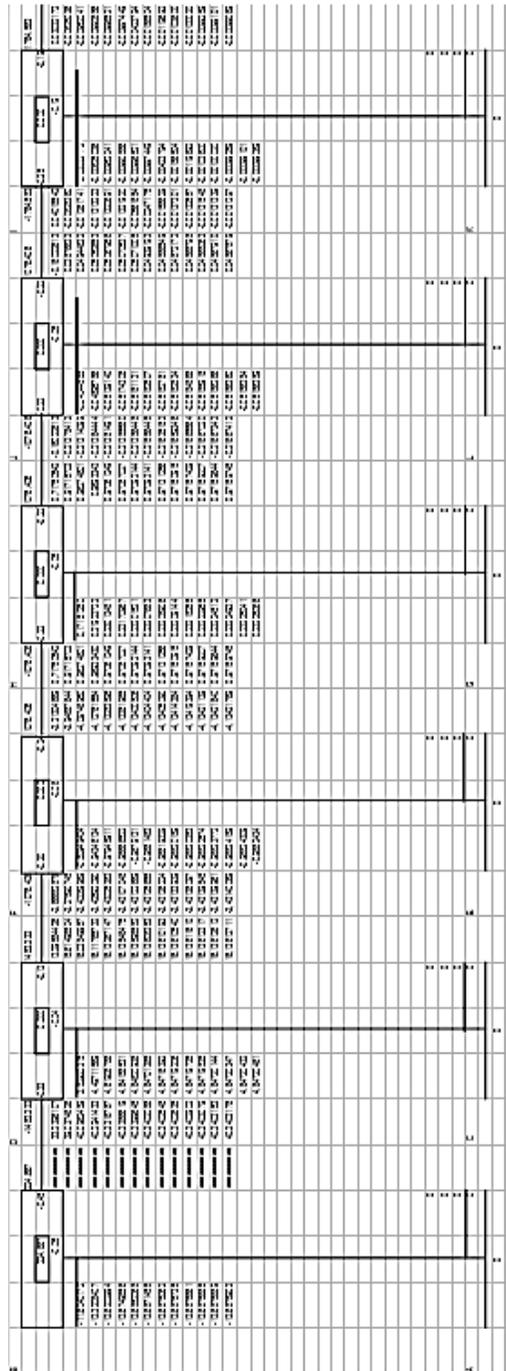
Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Momentos de empotramiento debido a carga muerta**

MBD	=	224,667	kg-m
		-	
MDF	=	1483,333	kg-m
MFH	=	1076,406	kg-m
MHJ	=	1076,406	kg-m
MJI	=	1076,406	kg-m
MIN	=	1764,583	kg-m
MNO	=	1076,406	kg-m
MOQ	=	1076,406	kg-m
MQS	=	1076,406	kg-m
MSU	=	1483,333	kg-m
MUW	=	224,667	kg-m

Fuente: elaboración propia.

Figura 22. Interacciones efectuadas por el método de Kani



Continuacion de la figura 22.

Variable	Unidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022			
Crecimiento del PIB	PIB	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	%																																				
Inflación	IPC	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	%																																				

Fuente: elaboración propia.

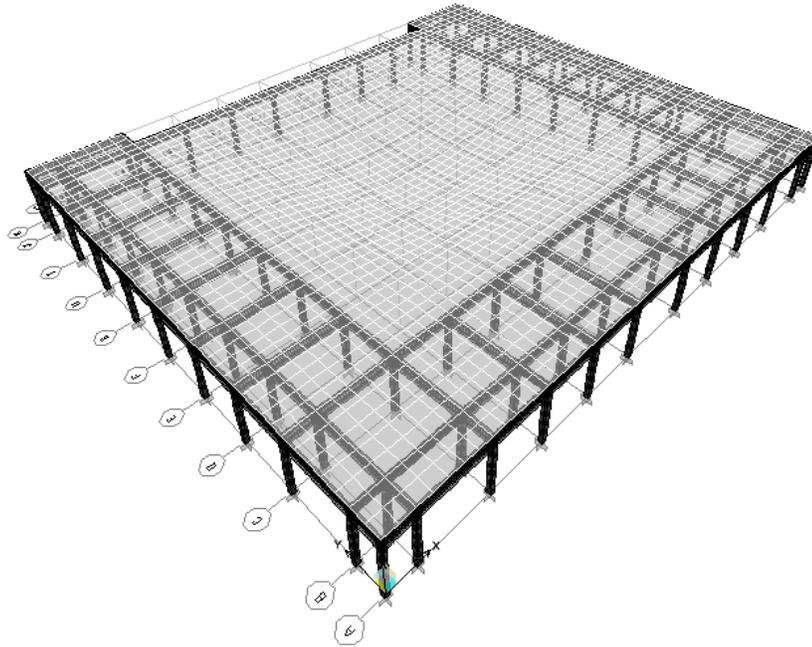
Tabla XIX. **Momentos debidos a carga muerta**

MB-D	27,3752	kg-m	MB-A	12,9651371	kg-m
				-	
MD-B	-1524,9000	kg-m	MD-E	112,952891	kg-m
MD-F	1393,3583	kg-m	MF-G	15,1312378	kg-m
				-	
MF-D	-1201,1134	kg-m	MH-L	3,88639051	kg-m
MF-H	1085,2455	kg-m	MJ-K	0,8665567	kg-m
MH-F	-1058,5436	kg-m	MI-M	0,00325336	kg-m
MH-J	1073,9986	kg-m	MN-Ñ	0,20204118	kg-m
				-	
MJ-H	-1075,8693	kg-m	MO-P	0,92223221	kg-m
MJ-I	1077,4739	kg-m	MQ-R	3,89952389	kg-m
				-	
MI-J	-1764,5807	kg-m	MS-T	15,1342353	kg-m
MI-N	1764,5866	kg-m	MU-V	112,95363	kg-m
				-	
MN-I	-1076,2636	kg-m	MW-Z	12,9653712	kg-m
MN-O	1076,5207	kg-m			
MO-N	-1076,9776	kg-m			
MO-Q	1075,8349	kg-m			
MQ-O	-1073,9904	kg-m			
MQ-S	1078,8221	kg-m			
MS-Q	-1492,1744	kg-m			
MS-U	1473,0864	kg-m			
MU-S	-293,8476	kg-m			
MU-W	266,2336	kg-m			
MW-U	-186,5318	kg-m			

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de momentos por ETABS

Figura 23. **Análisis por medio de ETABS**



Fuente: elaboración propia, con programa ETABS.

Análisis de marcos rígidos utilizando un software y comprobación por un método numérico.

Dependiendo del método adoptado para el desarrollo del análisis estructural, se determinan los factores que intervienen en el mismo. Para este caso los datos obtenidos hasta el momento son suficientes para desarrollar el modelo ETABS. Sin embargo es útil hacer uso de métodos simplificados para verificar si no se han cometido errores graves al emplear métodos precisos, en especial programas de computadora basados en métodos matriciales como ETABS.

## Datos estructurales

- Especificaciones generales

- Concreto:  $f'c : 281 \text{ kg/m}^2$
- Pero por unidad de volumen:  $2400 \text{ kg/m}^2$
- Módulo de elasticidad:  $217000 \text{ kg/m}^2$
- Hacer:  $f_y = 2810 \text{ kg/m}^2$  y  $f_{ys} = 2810 \text{ kg/m}^2$
- Coef. de Poisson:  $0,2$

- Geometría estructural

- Viga  $0,50 \times 0,25$
- Columnas  $0,30 \times 0,30$

- Carga

Las cargas verticales son ingresadas al programa en magnitud por unidades de área, con excepción de las cargas que proporcionan los muros de relleno, está es ingresada en magnitud por unidad lineal, las cargas usadas son las que se encuentran en la página 51.

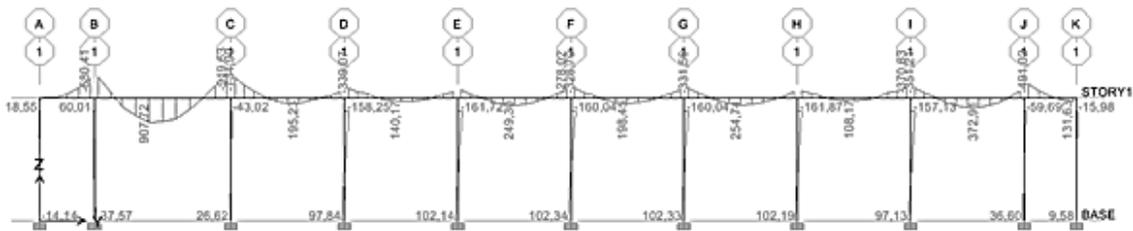
Las cargas horizontales se asignan por nivel. Siendo estas obtenidas anteriormente por el método SEAOC.

Habiendo ya propuesto un predimensionamiento en las secciones de columnas y vigas que se usarán en el análisis y diseño, se procede a la determinación de las cargas que actuarán sobre la estructura, pues estas producen esfuerzos de corte, flexión, torsión.

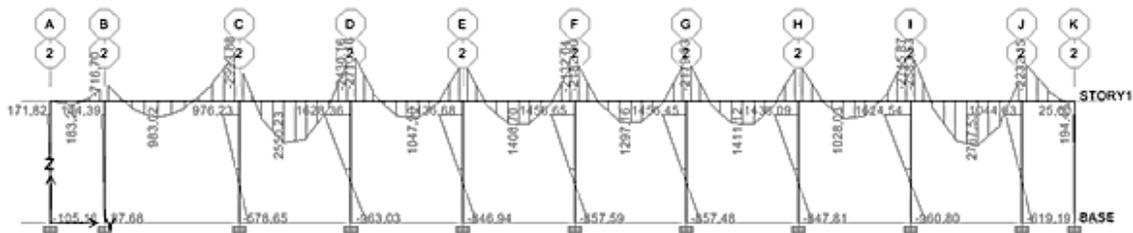
El resumen de resultados del análisis que se generaron en el programa ETABS se describe a continuación

Figura 24. Cargas muertas

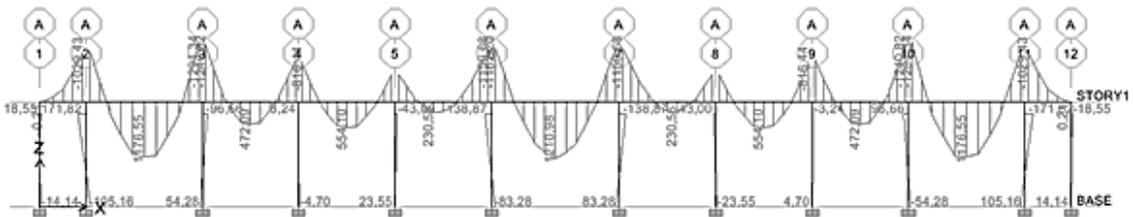
eje 1



eje 2

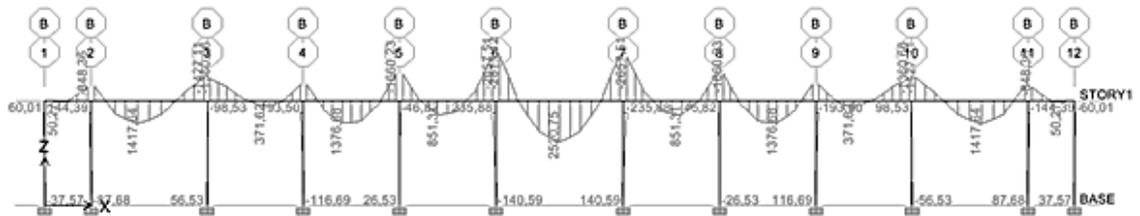


Eje A



Continuación de la figura 24.

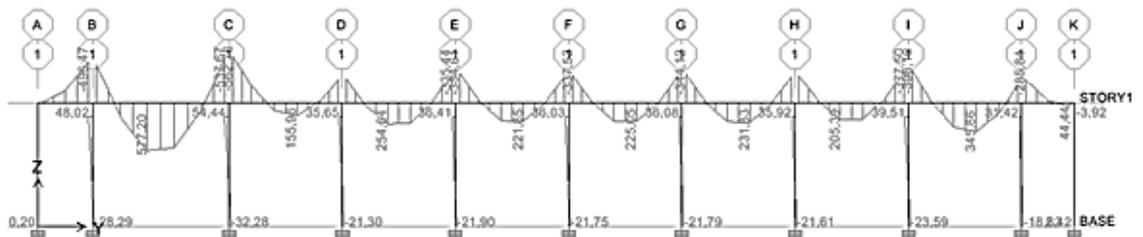
Eje B



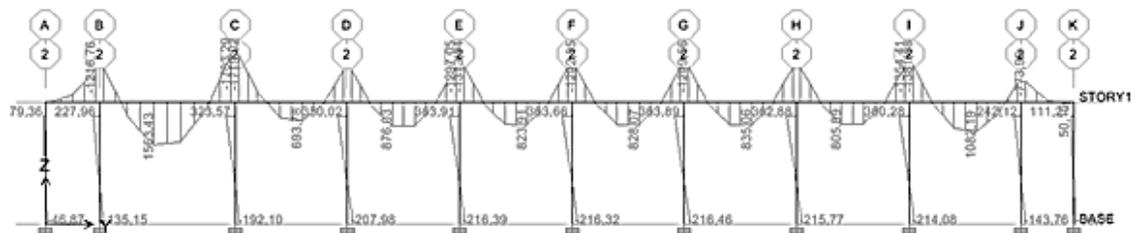
Fuente elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 25. **Cargas vivas**

Eje 1

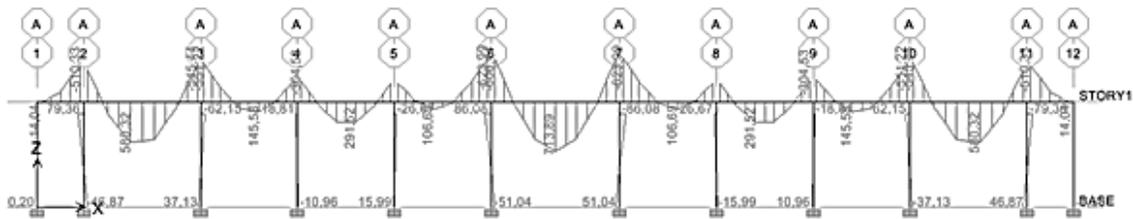


Eje 2

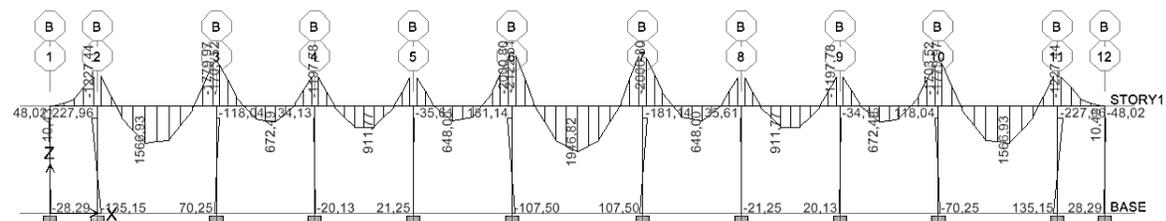


Continuación de la figura 25.

Eje A



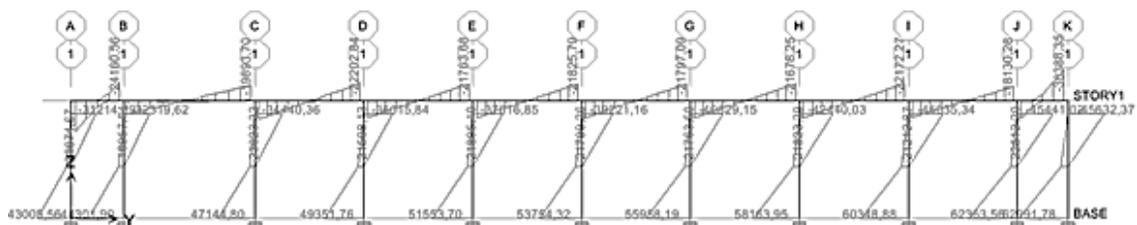
Eje B



Fuente elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 26. **Cargas muertas + cargas vivas + sismo**

Eje 1

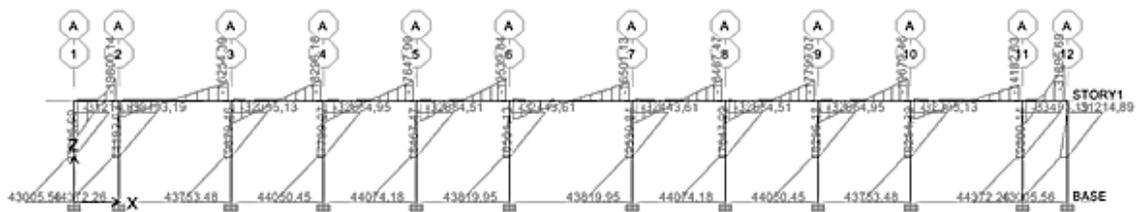


Continuación de la figura 26.

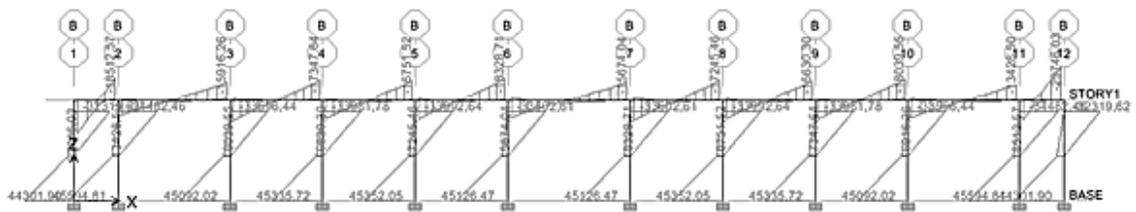
Eje 2



Eje A



Eje B



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Figura 27. **1,2 Cargas muerta + 1,6 cargas vivas + sismo**

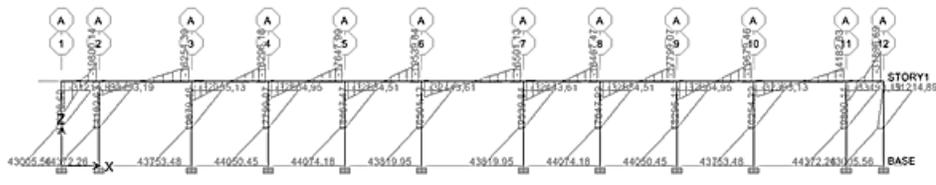
Eje 1



Eje 2



Eje A



Eje B



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

#### **2.1.4. Diseño estructural**

En ésta parte se cuenta ya con todos los resultados del análisis estructural, por lo que se tiene la libertad de acción y las soluciones pueden variar según el criterio o los reglamentos que se usen. Es así como se procede a realizar los cálculos necesarios para armados de losas, vigas, columnas y zapatas de la estructura, el diseño de elementos de concreto armado se ha hecho en base al Código ACI 318-05.

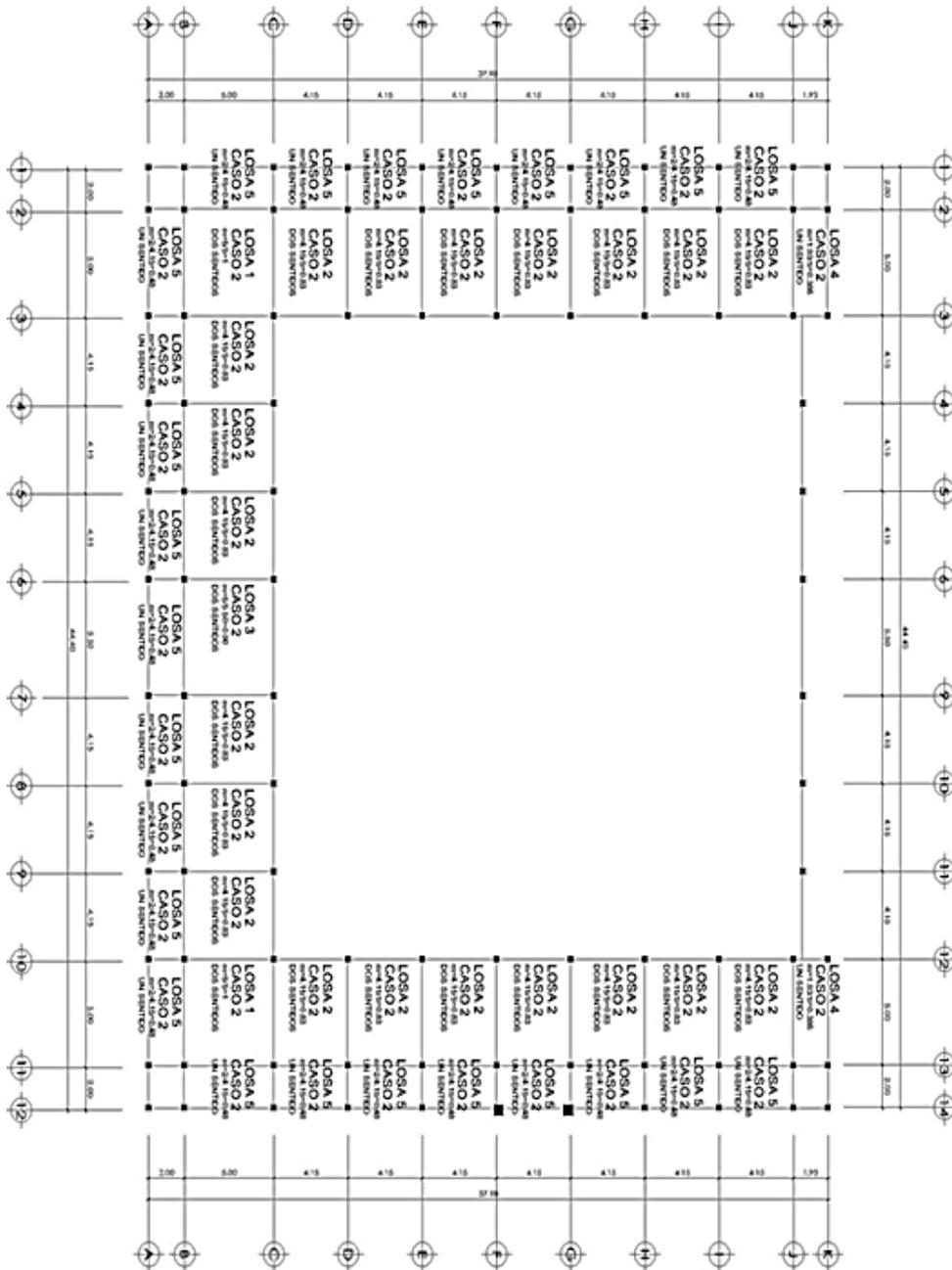
##### **2.1.4.1. Losas**

Es la encargada de proporcionar una superficie plana útil para su uso, trasladando cargas vivas al resto de los elementos. Las losas serán apoyadas en los cuatro lados, a modo de obtener una acción de losas en dos direcciones. El acero de refuerzo se colocará en dirección paralela a las superficies. A menudo se utilizan barras de refuerzo rectas aunque para losas continuas las barras inferiores se doblan hacia arriba para proporcionar el refuerzo para cubrir los esfuerzos negativos sobre los apoyos.

Del predimensionamiento estructural, se obtuvo el espesor de la losa, de quince centímetros, para diseñarla se aplicará el cálculo de las losas según el Método 3 del ACI 318, como lo ejemplificamos a continuación.

Debido a la rigidez proporcionada por las vigas de concreto reforzado que posee el sistema estructural, de sección 25 x 50 centímetros, es posible suponer continuidad en los extremos de las losas, para lo cual, según el método 3 del ACI, las losas del sistema estarían contempladas como caso 2 ya que se considera que la viga es más robusta que la losa.

Figura 28. Casos de losas



Fuente elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Datos de diseño:

Peso específico de concreto	= 2 400 kg/m <sup>3</sup>
Acabados + instalaciones	= 90 kg/m <sup>2</sup>
Peso de piso	= 200 kg/m <sup>2</sup>
Muros divisorios	= 150 kg/m <sup>2</sup>
Sobrecarga	= 90 kg/m <sup>2</sup>
f'c	= 281 kg/cm <sup>2</sup>
fy	= 2,810 kg/cm <sup>2</sup>

Cargas vivas

Losas	= 500 kg/m <sup>2</sup>
-------	-------------------------

El cálculo del espesor de losa se realizó en el inciso 2.1.5.1 y se determinó  
t = 0,15 metros

Cálculo de la carga última o carga de diseño

Losas

$$CM = t_{losa} * W_{concreto} + W_{Acabados} + W_{Muros} + W_{Piso+repello} + W_{sobrecarga}$$

$$CM = (0,15 \text{ m} * 2 400 \text{ kg/m}^3 + 90 + 150 + 200+90) \text{ kg/m}^2 =$$

$$CM = 890.00 \text{ kg/m}^2$$

$$CU = 1,2 \text{ CM} + 1,6 \text{ CV}$$

$$CU = 1,2 (890) + 1,6(500) = 1 868,00 \text{ kg/m}^2$$

Se diseñara con base a una franja unitaria de 1,00 m de ancho, así:

$$CUT = 1 868,00 \text{ kg/m}^2 * 1,00 \text{ m} = 1 868,00 \text{ kg/m}$$

### Cálculo de momentos

$$\begin{aligned} Ma^- &= Ca^-(CUT)(a)^2 & Ma^+ &= Ca^+CM^*(CMU)(a)^2 + Ca^+CV^*(CVU)(a)^2 \\ Mb^- &= Cb^-(CUT)(b)^2 & Mb^+ &= Cb^+CM^*(CMU)(b)^2 + Cb^+CV^*(CVU)(b)^2 \end{aligned}$$

Donde:

Ca (-) y Cb (-)	coeficientes para momentos negativos
Ca (+) CV y Cb (+) CV	coeficientes para momentos por carga viva
Ca (+) CM y Cb (+) CM	coeficientes para momentos por carga muerta
CU	carga última
CVU	carga viva última
CMU	carga muerta última
a	lado corto de la losa
b	lado largo de la losa

En losas sin continuidad el momento negativo es igual:

$$Ma^- = 1/3 * Ma^+$$

$$Mb^- = 1/3 * Mb^+$$

Losa 1,

$$m = 0,93, \text{ caso 2}$$

$$Ca^- = 0, \quad Cb^- = 0.071$$

Lado b

$$Mb (-) = Cb (-) * CUT * b^2$$

$$Mb (-) = 0,067 \times 1868,00 \times 6,66^2 = 5,551.37 \text{ kg-m}$$

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

$$\begin{aligned} Mb (+) &= 0,032 \times 1,6 \times 500 \times 6,66^2 + 0,031 \times 1,2 \times 890 \times 6,66^2 \\ &= 2\,604,03 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

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

$$Ma (+) = 0,036 \times 1,6 \times 500 \times 6,25^2 + 0,031 \times 1,2 \times 890 \times 6,25^2 =$$

$$= 2\,418,28 \text{ kg-m}$$

$$Ma (-) = (1/3)Ma^+$$

$$Ma (-) = (1/3) \times 2\,418,28 \text{ kg-m} = 806,09 \text{ kg-m}$$

#### 2.1.4.2. Vigas

Son elementos estructurales que transmiten cargas externas de manera transversal, las cuales provocan momentos flexionantes y fuerzas cortantes en su longitud. Son los elementos que soportan el peso de la losa y el propio y las transmiten en las columnas y los muros en dado caso.

El procedimiento seguido para diseñar vigas, se describe a continuación, aplicando a la viga entre eje 6 y 7 del marco C. Los datos se obtienen del análisis estructural.

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

$$d = 44 \text{ cm}$$

$$F'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{sección} = 25 \times 50 \text{ cm}$$

$$\text{Rec.} = 6 \text{ cm}$$

$$M(-)1 = -20\,798,65 \text{ kg/m}$$

$$M(-)2 = -17\,679,12 \text{ kg/m}$$

$$M(+) = 15\,795,98 \text{ kg/m}$$

Límites de acero

$$A_{smin} = \frac{14,1}{F_y} b*d$$

$$A_{smax} = 0,50 * \rho_{bal} * b*d$$

$$A_{smin} = \frac{14,1}{2810} * 25 * 44 = 5,5 \text{ cm}^2$$

$$\rho_{bal} = \frac{\beta_1 * 0,85 * f'_c * \frac{6,120}{6,120 + F_y}}{F_y} =$$

$$\rho_{bal} = \frac{0,85 \cdot 0,85 \cdot 281}{2,810} \cdot \frac{6,120}{6,120 + 2,810} = 0,049$$

$$A_{smax} = 0,50 \cdot 0,049 \cdot 25 \cdot 44 = 27,29 \text{ cm}^2$$

Refuerzo longitudinal

$$A_s = b \cdot d - \frac{(b \cdot d)^2 \cdot M \cdot b}{0,003825 \cdot f_c} \cdot \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} =$$

$$A_s = 25 \cdot 44 - \frac{(25 \cdot 44)^2 \cdot 20\,798,65 \text{ kg} \cdot 25}{0,003825 \cdot 281} \cdot \frac{0,85 \cdot 281}{2\,810} = 21,01 \text{ cm}^2$$

Tabla XX. **Cálculo del área de acero para las vigas de 6-7 marco C**

<b>MOMENTO Kg-m</b>	<b>As req</b>	<b>As min</b>	<b>As máx</b>	<b>SECCIÓN</b>
20 798,65	21,01	5,49	27,29	Flexión negativa
15 795,98	15,44	5,49	27,29	Flexión positiva
17 679,72	17,49	5,49	27,29	Flexión negativa

Fuente: elaboración propia.

Para calcular el armado de la viga, se deben cumplir con los siguientes requisitos sísmicos, según el código ACI-318.

- Cama superior

Colocar 2 varillas como mínimo

As <sub>min</sub>	5,49 cm <sup>2</sup>	se colocará el mayor
33% As(-)mayor	6,63 cm <sup>2</sup>	As <sub>min</sub> = 6,93 cm <sup>2</sup>

Armado propuesto 2 varillas corridas No.7 = 7,759 cm<sup>2</sup>      sí cumple

- Cama inferior

Colocar 2 varillas como mínimo

As <sub>min</sub>	5,49 cm <sup>2</sup>	se colocará el mayor
50%As(+)	7,72 cm <sup>2</sup>	As <sub>min</sub> = 7,72 cm <sup>2</sup>
33%As(-)	6,93 cm <sup>2</sup>	

Armado propuesto 2 varillas corridas No.7 = 7,759 cm<sup>2</sup>      si cumple

Cálculo de corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \overline{F'_c} * b * d =$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 * \overline{210} * 25 * 44 = 8\,324,86 \text{ kg}$$

Comparar corte resistente con corte último:

Si  $V_r > V_u$  la viga necesita estribos sólo por armado

$$S_{\max} = d/2 < 30 \text{ cm}$$

Si  $V_r < V_u$  se diseña estribos por corte, por medio de las expresiones:

$$S = \frac{2 \cdot A_v \cdot F_y \cdot d}{V_u}$$

Donde:

$A_v$  = área de la varilla a utilizarse (No.3 = 0,71 cm<sup>2</sup>)

$F_y$  = 2 810 kg/ cm<sup>2</sup>

$D$  = 44 cm

$V_u$  = corte crítico en vigas kg

$S_{max} = d/2 = 22$  cm usar mínimo acero No.3

En este caso,  $V_r = 8324,86\text{kg} > V_u = 7418,80$ ; entonces se utiliza la primera ecuación.

$$S_{max} = 44/2 = 22 < 30 \text{ cm}$$

Como el espaciamiento es menor que el máximo se tomará  $S=15$  cm, para no tener espacios grandes.

Los requisitos mínimos para corte en zona confinada según el código ACI-318 en el artículo 21.3.3.2:

- $2d$  en ambos extremos =  $2 \cdot 44 = 88$  cm
- Primer estribo a no más de 5 cm
- $S$  no debe ser mayor que
  - $d/4 = 44/4 = 11$  cm
  - $8 \cdot \phi$  longitudinal menor diámetro =  $8 \cdot 1,58 = 12,64$
  - $24\phi$  estribo =  $24 \cdot 0,95 = 22,8$
  - No mayor de 30 cm

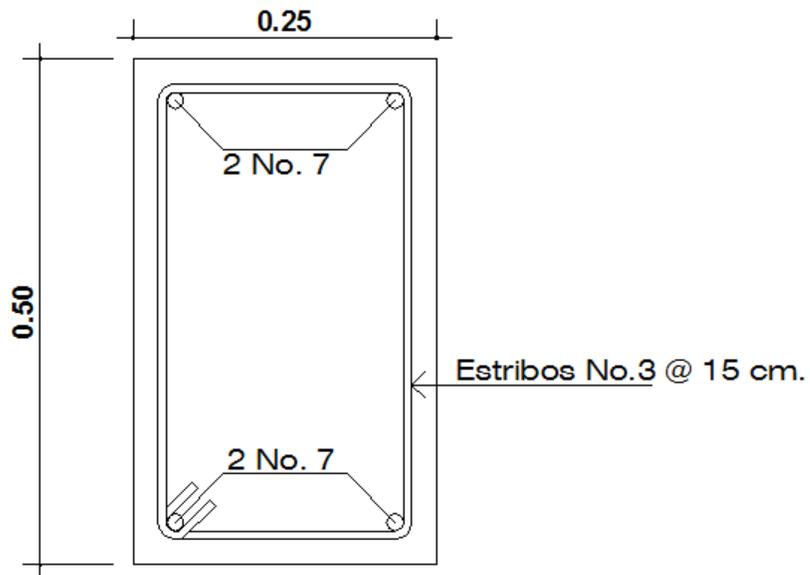
S en zona de confinamiento de 11 cm

Tabla XXI. **Resumen de armado para las vigas de 6-7 marco C**

viga	MOMENTO		Asreq	Asmin	Asmax	armando de vigas
	M(-)	M(+)				
5,0m	M(-)1	20798,65 kg/m	21,01 cm <sup>2</sup>	5,5 cm <sup>2</sup>	27,29cm <sup>2</sup>	2 corridas No.7 + 2 bastones No.5 = 11,71
	M(+)	15795 98 kg/m	15,44 cm <sup>2</sup>	5,5 cm <sup>2</sup>	27,29cm <sup>2</sup>	2 corridas No.7 + 2 bastones No.6 = 11.71
	M(-)2	17679 72 kg/m	17,49 cm <sup>2</sup>	5,5 cm <sup>2</sup>	27,29cm <sup>2</sup>	2 corridas No.7 + 2 bastones No.5 = 11,71

Fuente: elaboración propia.

Figura 29. **Detalle de viga**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

### 2.1.4.3. Columnas

Las columnas son elementos verticales que absorben la carga completa del edificio para trasladarla a la cimentación. Está sometido a principalmente a esfuerzos de compresión axial y momentos flexionantes. Se diseña únicamente la columna crítica para el nivel completo.

Sección de columna = 30 cm \* 30 cm      longitud de las columnas = 4,50 m

$$M_x = 3664,59 \text{ kg/m}$$

$$M_y = 3707,50 \text{ kg/m}$$

$$V_x = 957,36 \text{ kg}$$

$$V_y = 983,43 \text{ kg}$$

$$CM = 722 \text{ kg/ cm}^2$$

$$CV = 200 \text{ kg/ cm}^2$$

Basándose en el código ACI 318-99, en su capítulo 21, el porcentaje de área mínima de acero longitudinal:  $0,01A_g$  y el porcentaje de área máxima de acero longitudinal:  $0,08A_g$  ( $A_g$  = área gruesa) para zona sísmica; y el número mínimo de barras longitudinales, debe ser de 4 varillas en columnas rectangulares y 6 varillas en columnas circulares.

$$\text{Carga axial: } CU = 1,4CM + 1,7CV$$

$$CU = 1,4 * (722 \text{ kg/ cm}^2) + 1,7 * (200 \text{ kg/ cm}^2) = 1\ 350,8 \text{ kg/ cm}^2$$

Cálculo del factor de carga última

$$F_{cu} = \frac{CU}{CM+CV} = \frac{1350,8}{722+200} = 1,47$$

Cálculo de la carga axial:

$$P_u = (A_T * C_U) + (PP \text{ vigas} * F_{cu})$$

$$P_u = (13,52 * 1\,350,8) + (0,25 * 0,5 * 2\,400 \text{ kg/cm}^2 * (6,2 \text{ m} + 5,2 \text{ m}) * 1,47) =$$

$$P_u = 23\,290,22 \text{ kg}$$

Esbeltez de columnas

Las columnas se clasifican en cortas ( $E < 22$ ), intermedias ( $22 > E > 100$ ) y largas ( $E > 100$ ), las columnas se clasificarán dentro de un rango; si son cortas se diseñan con los datos originales del diseño estructural, si son intermedias, se deben magnificar los momentos actuantes, y, si son largas, no se construyen.

Cálculo de coeficiente que miden el grado de empotramiento a la rotación en las columnas ( $\psi$ ).

$$\psi = \frac{(\sum K_{col})}{(\sum K_{viga})}$$

$$K \text{ rigidez} = \frac{I}{L} = \quad I = \text{inercia} \quad L = \text{longitud del elemento}$$

$$I = \frac{b * h^3}{12}$$

$$I_{viga} = \frac{25 * 50^3}{12} = 26\,0416,67 \text{ cm}^4$$

$$I_{col} = \frac{30 * 30^3}{12} = 67\,500,0 \text{ cm}^4$$

$$K_{vigaX} = \frac{260\,416,67}{6,2} = 42\,002,69$$

$$K_{vigaY} = \frac{260\,416,67}{5,2} = 50\,080,13$$

$$K_{colX} = \frac{67500,00}{4,5} = 15\ 000,00$$

$$\Psi_{ax} = \frac{15\ 000,00}{42002,69} = 0,35$$

$$\Psi_{ay} = \frac{15\ 000,00}{50\ 880,13} = 0,29$$

Extremo inferior de la columna. Por definición sabemos que este valor es cero al estar empotrado en una base o zapata.

$$\Psi_{bx} = \Psi_{by} = 0$$

$$\Psi_{Xpromedio} = \frac{0,35}{2} = 0,175$$

$$\Psi_{Ypromedio} = \frac{0,29}{2} = 0,145$$

Calculo del coeficiente K

$$K = \frac{20 + \psi_p}{20} * \overline{1 + \psi_p} \quad \text{para} \quad \psi_p \leq 2$$

$$K = 0,9 * \overline{1 + \psi_p} \quad \text{para} \quad \psi_p \geq 2$$

$$K_x = \frac{20 + 0,175}{20} * \overline{1 + 0,175} = 1,09 \quad K_y = \frac{20 + 0,145}{20} * \overline{1 + 0,145} = 1,0$$

Esbeltez de columna

$$E = \frac{K * L}{\sigma} = \text{donde } \sigma = 0,3 * \text{el lado más pequeño en vigas rectangulares}$$

$$E_x = \frac{1,09 * 4,5}{0,3 * 0,3} = 54,5 \leftrightarrow 22 < 54,5 < 100 \leftrightarrow \text{columna intermedia}$$

$$E_y = \frac{1,07 * 4,5}{0,3 * 0,3} = 53,5 \leftrightarrow 22 < 53,5 < 100 \leftrightarrow \text{columna intermedia}$$

Por los valores obtenidos de E, tanto en el sentido X como en Y, la columna se clasifica dentro de las intermedias, por tanto se deben magnificar los momentos actuantes.

## Magnificación de momentos

Cuando se hace un análisis estructural convencional de primer orden, como en este caso, en el cual se usan las rigideces relativas aproximadas y se ignora el efecto de desplazamientos lateral de los miembros es necesario modificar los valores calculados con el objetivo de obtener otras que tomen en cuenta los efectos de desplazamiento. En este caso, se trabajará de acuerdo con el método de magnificación de momentos del código ACI 318R-99 sección 10, capítulo 13, que se describe a continuación:

### Carga crítica por pandeo de EÜLER

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 * EI}{K * Lu^2} =$$

Donde:

E= módulo de elasticidad del concreto

I = momento de inercia de la sección del concreto respecto al eje centroidal, sin tomar en consideración el esfuerzo

K = factor de pandeo

Lu = longitud de la columna

Para calcular la elasticidad del concreto y la inercia se utiliza (ACI 10.12.3)

$$EI = \frac{EC * \frac{I_g}{2,5}}{1 - \beta_d} =$$

Donde:

$E_c$  = módulo de elasticidad del concreto,  $E_c = 15\,100 \bar{f}_c$

$$I_g = b * h^3/12 = 227\,812,00\text{cm}^4$$

$B_d$  = factor de flujo plástico

Cálculo del factor de flujo plástico del concreto ( $\beta_d$ )

$$\beta_d = \frac{1,4C_M}{1,4C_M + 1,7C_V} = \frac{1,4(722)}{1,4(722) + 1,7(200)} = 0,75$$

Calculando EI

$$EI = \frac{15,100 \cdot 210 \cdot \frac{227,812}{2,5}}{1 - 0,75} = \frac{7,97 \times 10^{10} \text{kg}}{\text{cm}^2} = 7\,975,96 \text{ ton/cm}^2$$

$$P_{crx} = \frac{\pi^2 \cdot 7975,96}{1,09 \cdot 4,5^2} = 3\,271,19 \text{ ton}$$

$$P_{cry} = \frac{\pi^2 \cdot 7975,96}{1,07 \cdot 4,5^2} = 3\,395,39 \text{ ton}$$

Magnificador

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\phi \cdot P_{cr}}} > 1$$

Donde:

$P_u$  = carga de diseño última ( $P_u = 23,29\text{ton}$ )

$\phi$  = factor de reducción de resistencia para flexo-compresión en columnas rectangulares ( $\phi = 0.70$  según ACI 318 9.3.2.2)

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{23,29}{0,70 \cdot 3271,19}} = 1,010 > 1 \text{ OK}$$

$$\delta_x = \frac{1}{1 - \frac{23,29}{0,70 \cdot 3395,39}} = 1,009 > 1 \text{ OK}$$

Cálculo de diseño (Md)

$$M_d = \delta \cdot M_u$$

$$M_{dx} = 1,010 \cdot 3664,59 \text{ kg/m} = 3701,23 \text{ kg}$$

$$M_{dy} = 1,009 \cdot 3707,50 \text{ kg/m} = 3740,86 \text{ kg}$$

Calculo del acero longitudinal por método de Bresel

Existen varios métodos para el cálculo del refuerzo longitudinal en columnas. En este caso se utilizará el método de carga recíproca el cual viene dado por la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{p'u} = \frac{1}{p'x} + \frac{1}{p'y} + \frac{1}{p'o}$$

P'u = resistencia última a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo de ambos ejes

P'o = resistencia última a cargas axiales para una excentricidad cero

P'x = resistencia última a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje Y.

P'y = resistencia última a cargas axiales para una excentricidad dada a lo largo del eje Y

Cálculo de límites de acero: estos fueron calculados según el código ACI 318R-99, capítulo 10, sección 9.1.

$$0,01A_g \leq A_s \leq 0,08 A_g$$

$$A_{s\text{mínimo}} = 0,01 * (30 * 30) = 9 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máximo}} = 0,08 * (30 * 30) = 72 \text{ cm}^2$$

$$\text{Se propone un armado inicial de } A_s = 8 \text{ No.6} = 8 (2,85) = 22,8 \text{ cm}^2$$

Para este método se usan los diagramas de interacción para diseño de columnas. Los valores que se utilizaron en los diagramas son:

Valor de la gráfica:

$$\gamma_x = \gamma_y = \frac{H_{\text{núcleo}}}{H_{\text{columna}}} = \frac{b - 2r_{\text{ec}}}{h} = \frac{0,40 - 2 * 0,03}{0,4} = 0,85$$

Valores de la curva:

$$e_x = \frac{M_{dx}}{P_u} = \frac{3704,9}{23.290,22} = 0,15$$

$$e_y = \frac{M_{dy}}{P_u} = \frac{3777,94}{23.290,22} = 0,16$$

Al conocer las excentricidades se calcula el valor de las diagonales.

$$\frac{e_x}{h_x} = \frac{0,15}{0,40} = 0,37$$

$$\frac{e_y}{h_y} = \frac{0,16}{0,40} = 0,4$$

Con los valores obtenidos en los últimos cuatro pasos, se buscan los valores de los coeficientes  $K_x$  y  $K_y$ , en los diagramas de iteración, siendo estos:

$$K'_x = 0,51 \quad K'_y = 0,51$$

Del diagrama de interacción para columna rectangular  $\gamma = 0,8$  se tiene que:

$$K_x = 0,51$$

$$K_y = 0,51$$

Cálculo de resistencia de la columna a una excentricidad  $e$  ( $P'_u$ )

$$P'_u = K * \phi * f'_c * h * b$$

$$P'_{ux} = 0,51 * 0,7 * 210 * 40 * 40 = 11\ 9952,00 \text{ kg}$$

$$P'_{uy} = 0,51 * 0,7 * 210 * 40 * 40 = 11\ 9952,00 \text{ kg}$$

Cálculo de la carga axial de resistencia ( $P'_o$ )

$$P'_o = \phi * [0,85 * f'_c (A_g - A_s) + A_s F_y]$$

$$P'_o = 0,7 * [0,85 * 210 (900 - 22,8) + (22,8 * 2\ 810)] = 15\ 4453,74$$

Calculando la carga de resistencia de la columna ( $P'_u$ )

$$\frac{1}{p'_u} = \frac{1}{p'_x} + \frac{1}{p'_y} - \frac{1}{p'_o}$$

$$\frac{1}{p'_u} = \frac{1}{154\ 453,74} + \frac{1}{154\ 453,74} - \frac{1}{154\ 453,74} = 119\ 952,00$$

Como  $P_u = 23\ 290,22\text{kg}$  es menor a  $P'_u = 11\ 9952,00$  quiere decir que el armado propuesto sí resiste la carga aplicada, en caso contrario se tendrá que aumentar el área de acero hasta que cumpla con lo requerido.

## Refuerzo transversal

Al igual que las vigas, las columnas también sufren esfuerzos de corte máximos en los nudos, por lo que es necesario reforzar estas aéreas a través de un confinamiento adecuado; se utilizarán estribos núm. 3, el procedimiento para proveer de refuerzo transversal a las columnas se describe a continuación:

Se debe chequear  $V_r$  con  $V_u$  con los siguientes criterios:

Si  $V_r > V_u$  se colocan estribos a  $S = d / 2$

Si  $V_r < V_u$  se diseñan los estribos por corte

Se calcula el corte resistente

$$V_r = 0,85 * 0,53 \overline{f'_c} * b * d =$$

$$V_r = 0,85 * 0,53 \overline{281} * 30 * 27 = 6\ 116\ 922\ \text{kg}$$

Corte actuante

$V_r > V_u$ ; los estribos se colocarán en zona no confinada a  $d/2$

$$S = d / 2 = 27 / 2 = 13,5$$

Los estribos se colocarán a cada 14 cm con varillas No. 3

Refuerzo por confinamiento

La longitud de confinamiento se calcula de la siguiente manera:

$$L_o = \frac{L_u}{6} = \frac{4,5}{6} = 0,75 \quad \text{se tomara la longitud de confinamiento de 75}$$

centímetros

### Cálculo de la relación volumétrica

$$S_o = \frac{2A_v}{\rho_s L_n}$$

$$\rho_s = 0,45 * \left[ \left[ \frac{A_g}{A_{ch}^2} \right]^2 - 1 \right] \left[ \frac{0,85 * F'_c}{f_y} \right]; \text{ pero debe cumplir con } \rho_s \geq 0,12 \left[ \frac{f'_c}{f_y} \right]$$

Donde:

$S_o$  = espaciamiento entre estribos en área confinada

$A_v$  = área transversal de la varilla que se utiliza como estribo

$A_{ch}$  = área chica

$A_g$  = área gruesa

$\rho_s$  = relación volumétrica de la columna

$L_n$  = longitud no soportada del estribo

$$\rho_s = 0,45 * \frac{30^2}{27^2} - 1 * \frac{0,85 * 281}{2810} = 0,008$$

$$\text{Condicionante: } 0,12 * \frac{281}{2810} = 0,012$$

$0,012 \geq 0,008$ , por lo que se utilizará 0,012

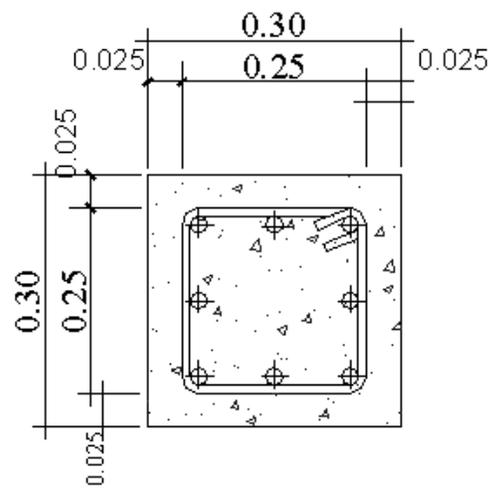
Se utilizarán varillas No.3 para los estribos, el espaciamiento en la zona confinada es:

$$S = \frac{2A_v}{\rho_s L_n} = \frac{2 * 0,71}{0,012 * 34} = 3,48 \text{ cm} \approx 5 \text{ cm}$$

Por lo que se colocarán 4 varillas de acero longitudinal núm.8 y 4 varillas de acero longitudinal núm.7, se colocara estribos núm.3 a cada 5 centímetros en la longitud de confinamiento de 75 centímetros medidos desde la cara del

nudo, y estribos núm. 3 cada 15 centímetros en la longitud del centro de la columna.

Figura 30. **Columna típica**



4 No. 8 + 4 No. 7 con un confinamiento de 0.6m en los extremos con est. No. 3 @ 7.5 cm y No. 3 @ 0.15 en el centro

Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

#### 2.1.4.4. Zapatas

Una zapata es un tipo de cimentación superficial normalmente aislada, que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consisten en un ancho prisma de concreto situado bajo los pilares de la estructura.

### Zapata típica

$$M_x = 3,70 \text{ ton-m}$$

$$P_u = 23,29 \text{ ton}$$

$$P_{\text{concreto}} = 2,40 \text{ ton/cm}^3$$

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

$$\text{Desplante } D_f = 2,5$$

$$M_y = 3,78 \text{ ton-m}$$

$$V_s = 183,95 \text{ ton/m}^2$$

$$P_{\text{suelo}} = 1,5 \text{ ton/cm}^3$$

$$f'_c = 281 \text{ kg/cm}^2$$

$$F_{cu} = 1,47$$

### Cálculo de las cargas de trabajo

$$P'_t = \frac{P_u}{F_{cu}} = \frac{23,29}{1,47} = 15,84 \text{ ton}$$

$$M_{tx} = \frac{M_x}{F_{cu}} = \frac{3,70}{1,47} = 2,52 \text{ ton-m}$$

$$M_{ty} = \frac{M_y}{F_{cu}} = \frac{3,78}{1,47} = 2,57 \text{ ton-m}$$

### Predimensionamiento del área de la zapata

$$A_z = \frac{1,5 P'_t}{V_s} = \frac{1,5 \cdot 15,84}{183,95} = 0,13$$

Se propone usar dimensiones aproximadas  $A_z = 0,90 \cdot 0,90 = 0,81 \text{ m}^2 > 0,13 \text{ m}^2$

### Revisión de presión sobre el suelo

$$q = \frac{p}{A_z} \mp \frac{M_{tx}}{S_x} \mp \frac{M_{ty}}{s_y} =$$

Se debe tomar en cuenta que q no debe ser negativo, ni mayor que el valor soporte (Vs); para la zapata se tiene:

$$S_x = S_y = \frac{0,90 \cdot 0,90^2}{6} = 0,12 \text{ m}^3$$

$$P = P't + P_{\text{columna}} + P_{\text{suelo}} + P_{\text{cimiento}} =$$

$$P = P't + (b \cdot h \cdot l \cdot P_{\text{concreto}}) + (A_z \cdot D_f \cdot P_{\text{suelo}}) + (A_z \cdot t \cdot P_{\text{concreto}})$$

$$P = 15,84 + (0,4 \cdot 0,4 \cdot 4,5 \cdot 2,4) + (0,81 \cdot 1,5 \cdot 1,5) + (0,81 \cdot 0,4 \cdot 2,4) = 20,16 \text{ ton}$$

$$q = \frac{20,16}{0,81} \mp \frac{2,52}{0,12} \mp \frac{2,57}{0,12} =$$

$$q_{\text{max}} = 67,30 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple, no excede el vs}$$

$$q_{\text{max}} = 17,52 \text{ ton/m}^2 \text{ cumple, no excede el vs}$$

Por lo que las dimensiones de la zapata son correctas

Presión última

$$q_u = q_{\text{max}} \cdot F_{cu} = 67,30 \cdot 1,47 = 99 \text{ ton/m}^2$$

Peralte efectivo

$$d = t - \text{rec.} - \varnothing \text{ var}/2$$

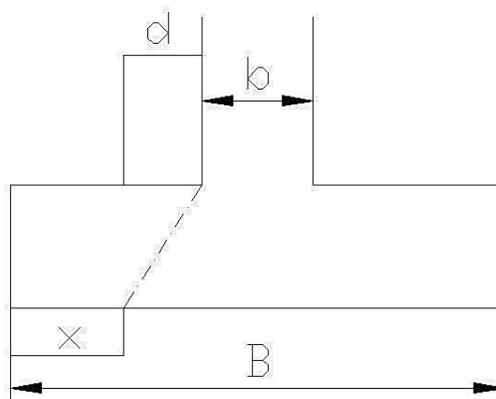
$$t_{\text{asumido}} = 0,40 \text{ m}$$

$$d = 40 - 5 - (1,27/2) = 34 \text{ cm}$$

### Chequeo por corte simple

La sección crítica de corte en las zapatas ocurre a una distancia,  $d$ , (peralte efectivo), medido a partir del rostro de la columna.

Figura 31. Diagrama de cuerpo libre para zapata típica



Fuente: elaboración propia.

$$X = B/2 - b/2 - d$$

$$X = \frac{0,90}{2} - \frac{0,4}{2} = 0,25\text{m}$$

$$V_{act} = \text{área} * x * q_u = 0,81 * 0,25 * 99 = 17 \text{ ton}$$

$$V_r = \phi * 0,53 * \overline{f'_c} * b * d = 0,85 * 0,53 * 281 * 90 * 34 = 20\ 000 \text{ kg} \approx 20 \text{ ton}$$

$V_{act} < V_r$  si cumple; el peralte propuesto resiste al corte simple.

### Revisión de corte punzonante

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

La revisión que se realiza es:

$$b_o = 4 * \text{perímetro de adentro} = 4 * (d + \text{sección de columna})$$

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

$$V_{act} = (A - (d + \text{sección de columna})^2) * q_u$$

$$V_{act} = (0,81 - (0,34 + 0,40)^2) * 46,16$$

$$V_{act} = 12,11\text{ton}$$

$$V_r = \phi * 1,06 * \overline{f'_c} * b * d = 0,85 * 1,06 * 281 * 296 * 34 = 131,4 \text{ ton}$$

Diseño de refuerzo

El suelo causa presión a la zapata, por lo que produce un momento flector, es necesario reforzarla con acero estructural de la siguiente manera.

$$M_u = \frac{q_u * L}{2} = \frac{46,16 * \left( \frac{0,90}{2} - \frac{0,40}{2} \right)^2}{2} = 1,44 \text{ ton-m}$$

Donde L es la distancia medida del rostro de la columna al final de la zapata.

El área de acero se define por la ecuación que se describe a continuación:

$$A_s = b * d - \frac{(b * d)^2}{0,003825 * f'_c} * \frac{0,85 * f'_c}{f_y} =$$

$$A_s = 90 * 34 - \frac{90 * 34^2}{0,003825 * 281} * \frac{0,85 * 281}{2810} = 4,91\text{m}^2$$

$$A_{s_{min}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d = \frac{14,1}{2810} * 90 * 34 = 15 \text{ cm}^2$$

Debido que  $A_s < A_{s_{min}}$ , se usará  $A_{s_{min}}$

Para ser una masa de concreto grande se distribuirá el acero en dos camas (superiores e inferiores).

Espaciamiento entre varillas

Usando varillas núm.4 (1.27 cm<sup>2</sup>)

$$15,00 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 90 \text{ cm}$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 7,7 \approx 7 \text{ cm}$$

Cama superior

Acero por temperatura

$$A_{st} = 0,002 * b * t$$

$$A_{st} = 0,002 * 90 * 40 = 7 \text{ cm}^2$$

Usando varillas No.4 (1,27 cm<sup>2</sup>)

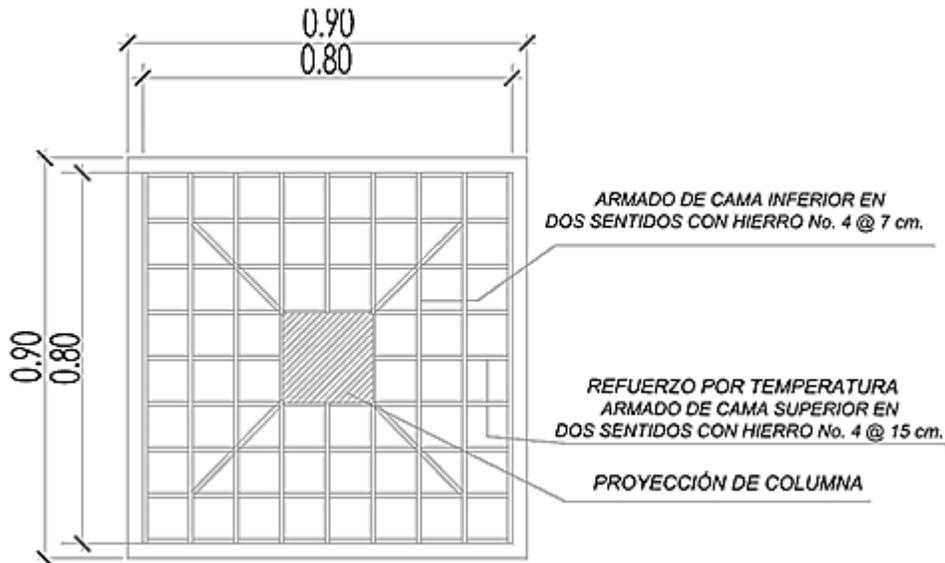
$$7 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 90$$

$$1,27 \text{ cm}^2 \text{ ----- } S$$

$$S = 16,32 \approx 15 \text{ cm}$$

Por lo tanto, para el armado de la zapata se utilizará varilla núm. 4 a cada 7 cm en ambos sentidos en cama inferior, en la cama superior se usará varillas núm. 4 a cada 15 centímetros en ambos sentidos.

Figura 32. Armado final zapata típica



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

- Diseño de la cubierta con techo curvo (Curvotek)

Las fuerzas en un arco se deben a las siguientes consideraciones:

- Las cargas en un arco inducen esfuerzos de flexión y de compresión directa.
- Las reacciones en un arco tienen componentes horizontales aunque todas las cargas sean verticales.
- Las deflexiones tienen componentes tanto verticales como horizontales.

Cuando un arco tiene articulaciones solo en los soportes, es estáticamente indeterminado; se tiene una componente de reacción desconocida más que pueden determinarse con las tres ecuaciones de equilibrio. Otra ecuación puede escribirse en función del comportamiento elástico del arco. Un procedimiento consiste en suponer que uno de los soportes es deslizable (figura 36b). El arco es entonces estáticamente determinado y la reacción y movimiento horizontal del soporte pueden calcularse para esta condición (figura 36c). A continuación, puede calcularse la fuerza horizontal requerida para regresar el soporte móvil a su posición original. (figura 36 d). Finalmente, se obtiene las reacciones para el arco biarticulado, sobreponiendo el primer conjunto de reacciones sobre el segundo.

A continuación, puede calcularse la fuerza horizontal requerida para regresar el soporte móvil a su posición original. (figura 36 d). Finalmente, se obtiene las reacciones para el arco biarticulado, sobreponiendo el primer conjunto de reacciones sobre el segundo.

Figura 33. Fuerzas en un arco



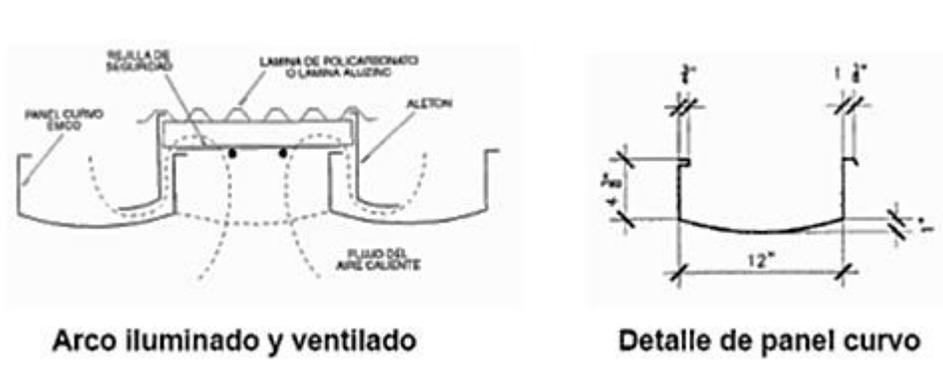
Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Material y accesorios de la cubierta: la materia prima consiste en rollos de lámina de acero, de calidad estructural, recubierta con ALUZINC (una aleación de aluminio y zinc; en su mayoría aluminio) que es extremadamente resistente a la corrosión, lo que da como resultado un techo de mayor duración.

El ancho a cubrir y las cargas a las que esta será sometida definen los espesores de la lámina que se utilizará en cada caso, los cuales equivalen aproximadamente a lo que comercialmente se conoce como calibres 22, 24 y 26. Las cubiertas en ningún calibre exceden 2,8 libras por pie cuadrado de peso propio.

Los accesorios son totalmente opcionales y están destinados básicamente a optimizar la ventilación e iluminación, la separación recomendada es de 6 metros, los tipos de paneles se ven en la figura siguiente.

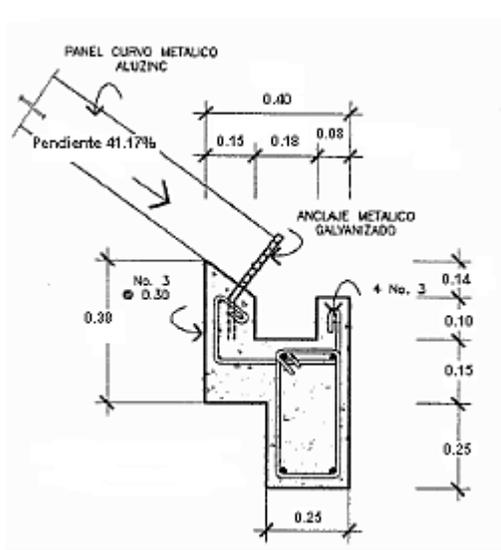
Figura 34. **Detalle de la cubierta del techo**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Detalle de apoyos: el apoyo consiste en una viga de tipo canal de concreto reforzado, y los paneles rolados estarán sujetos mediante anclajes metálicos como se observa en la figura siguiente.

Figura 35. Detalle de viga-canal y anclaje de techo



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

### 2.1.5. Presupuesto

Se le llama presupuesto al cálculo y negociación anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica; ya sea personal, familiar, un negocio, una empresa, una oficina, un gobierno durante un período, por lo general en forma anual.

Tabla XXII. Cuadro de cantidades de trabajo

CUADRO DE CANTIDADES DE TRABAJO					
No.	RENGLÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO RENGLÓN
<b>1</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				
1.1	LIMPIA Y CHAPEO	m <sup>2</sup>	120	Q 32.40	Q 3 888.00
1.2	NIVELACIÓN MANUAL	m <sup>2</sup>	120	Q 32.40	Q 3 888.00
1.3	TRAZO Y ESTAQUEADO	m.l.	120	Q 45.90	Q 5 508.00
<b>2</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				
2.1	Zapata Z-1	unidad	90	Q 238.61	Q 21 474.66
2.2	EXCAVACIÓN DE CIMENTACIÓN 0.20 x 0.40	m.l.	559.28	Q 38.04	Q 21 275.01
2.3	RELLENO DE CIMENTACIÓN	m.l.	559.28	Q 28.59	Q 15 989.82
2.4	CIMIENTO CORRIDO	m.l.	559.28	Q 133.04	Q 74 406.61
2.5	SOLERA HIDRÓFUGA	m.l.	559.28	Q 131.07	Q 73 304.83
<b>3</b>	<b>MUROS</b>				
3.1	LEVANTADO DE BLOCK 15 x 20 x 40 SISADO 2 CARAS	m <sup>2</sup>	1088.78	Q 140.74	Q 153 234.90
3.2	COLUMNA TIPO C-A	m.l.	270	Q 162.98	Q 44 004.60
3.3	COLUMNA TIPO C-B	m.l.	120	Q 125.01	Q 15 001.20
3.4	SOLERA SILLAR CON GOTA	m.l.	50	Q 111.48	Q 5 574.00
3.5	SOLERA SILLAR SIN GOTA	m.l.	50	Q 102.77	Q 5 138.50
3.6	SOLERA INTERMEDIA	m.l.	529.28	Q 132.06	Q 69 896.72
3.7	LOSA	m2	518.64	Q 436.42	Q 226 344.87
3.8	VIGA V-1	m.l.	559.28	Q 171.77	Q 96 066.53
3.9	TALLADO DE COLUMNAS Y SOLERAS	m.l.	919.28	Q 36.86	Q 33 884.66
<b>4</b>	<b>PISOS Y CORREDORES</b>				
4.1	BANQUETA DE CONCRETO DE 7.5 CMS DE ESPESOR	m <sup>2</sup>	100	Q 121.16	Q 12 116.00
4.2	PISO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESPESOR	m <sup>2</sup>	699.47	Q 135.41	Q 94 715.23
4.3	PARQUEO DE CONCRETO DE 10 CMS DE ESPESOR	m <sup>2</sup>	699.47	Q 171.65	Q 120 065.77
<b>5</b>	<b>CUBIERTA</b>				
5.1	Cubierta techo curvo	m <sup>2</sup>	121	Q 1 550.00	Q 187 550.00
<b>6</b>	<b>HERRERÍA</b>				
	VENTANERÍA DE PERFIL DE HIERRO DE 1/8", 55% DE ÁREA ABATIBLE Y 45% FIJO				
6.1	CON VIDRIO DE 4 mm.	m <sup>2</sup>	72	Q 265.95	Q 19 148.40
6.2	PUERTA DE METAL TIPO 1	unidad	30	Q 1 620.00	Q 48 600.00
<b>7</b>	<b>INSTALACIONES</b>				
7.1	ACOMETIDA ELÉCTRICA	unidad	1	Q 2 483.80	Q 2 483.80
7.2	TABLERO DISTR. 6 POLOS MONOFÁSICO CON P/TIERRA	unidad	1	Q 1 070.55	Q 1 070.55
7.3	LUMINARIAS TIPO LISTÓN 2 x 40 W	unidad	25	Q 523.80	Q 13 095.00
7.4	LUMINARIAS TIPO LISTÓN 1 x 40 W	unidad	25	Q 469.80	Q 11 745.00
7.5	INTERRUPTOR SENCILLO CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	30	Q 189.95	Q 5 698.50
7.6	LUMINARIA INCANDESCENTE DE 100 W	unidad	5	Q 256.50	Q 1 282.50
7.7	TOMACORRIENTES DOBLE CON PLACA 120 V. 15 AMPERIOS	unidad	100	Q 194.00	Q 19 400.00
<b>8</b>	<b>OTROS</b>				
8.1	DRENAJES	ml	121	Q 140.12	Q 16 954.52
8.2	AGUA POTABLE	ml	214.11	Q 47.52	Q 10 174.51
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 1 432 980.68</b>

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.6. Análisis económico

Es un enfoque sistemático para examinar la distribución de recursos limitados para lograr cierto objetivo. Las empresas, agencias gubernamentales y organizaciones sin fines de lucro usan las técnicas de análisis económico con muchos fines.

### 2.1.6.1. Valor Presente Neto (VPN)

Valor Actual Neto o Valor Presente Neto, son términos que proceden de la expresión inglesa *Net Present Value*. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

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

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el  $\text{VPN} < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiendo que el proyecto no es rentable. Cuando  $\text{VPN} = 0$ , indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el  $\text{VPN} > 0$ , está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad. Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

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

$$P = A * \left[ \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$

Donde:

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

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 80 por ciento del costo total del proyecto y la comunidad pagará el otro 20 por ciento en un período de 8 años en cuotas de Q.15 720,00 anuales por derecho a locales.

La cuota de mantenimiento es de Q.10,00 mensuales por local.

Datos del proyecto:

Costo total del proyecto = Q. 1 636 037,36

Costo de mantenimiento = Q. 20 000,00 anuales

Ingresos anuales por mantenimiento = Q. 10 800

n= 8 años

Valor Presente Neto para un interés del 10 por ciento anual en un período de 8 años.

$$VPN = -1\ 636\ 037,36 + 10800 \left( \frac{(1+0,10)^8 - 1}{0,10(1+0,10)^8} \right) - 20\ 000,00 \left( \frac{(1+0,10)^8 - 1}{0,10(1+0,10)^8} \right)$$

VPN = - Q. -1 400 353,08

Valor Presente Neto para un interés del 18 por ciento anual en un período de 8 años.

$$VPN = -1\,636\,037,36 + 10\,800 \left( \frac{(1+0,18)^8 - 1}{0,18(1+0,18)^8} \right) - 20\,000,00 \left( \frac{(1+0,18)^8 - 1}{0,18(1+0,18)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. -265\,271,28$$

### 2.1.6.2. Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. La Tasa Interna de Retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN. La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

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

$$TIR = VPN_{\text{BENEFICIO}} - VPN_{\text{GASTOS}} = 0$$

Para calcular la tasa interna de retorno, se procede por el método de prueba y error, este consiste en delimitar un rango, el cual, debe existir un VPN negativo y un VPN positivo, para luego interpolar, y así, encontrar la tasa de retorno requerida, la cual sirve de guía para determinar la tasa de rendimiento que general una rentabilidad neutral.

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente expresión:

$$TIR = i1 + \left[ \frac{VPN1}{VPN1 + VPN2} \right] (i2 - i1)$$

$$TIR = (0,10) + \left[ \frac{1\ 400\ 353,08}{1\ 400\ 353,08 + 265\ 271,28} \right] (0,18 - 0,10)$$

TIR = 16,72 %

### 2.1.6.3. Relación Beneficio/Costo

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

$\frac{B}{C} > 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo. Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

$\frac{B}{C} = 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es igual al costo. Por lo que el proyecto es indiferente ya que no se está obteniendo ganancia pero tampoco se pierde.

$\frac{B}{C} < 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo. Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Datos:

$$B = Q.$$

$$C = Q. 2\,501\,034,32$$

$$\frac{B}{C} = \frac{265\,271,28}{1\,400\,353,08} = 0,18 < 1$$

La propuesta del mercado en términos financieros no es rentable para la municipalidad de San Antonio La Paz, ya que el índice beneficio costo, es menor a uno, lo que nos indica que el costo de la obra es mayor a los ingresos que generará la misma. Por lo tanto, la inversión que hará la municipalidad estará respaldada por todos los beneficios que obtendrán los habitantes San Antonio la Paz al ser este un proyecto social.

### **2.1.7. Evaluación de Impacto Ambiental (EIA)**

Se llama Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) al procedimiento administrativo que sirve para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá un proyecto en su entorno en caso de ser ejecutado, todo ello con el fin de que la administración competente pueda aceptarlo, rechazarlo o modificarlo.

Es un procedimiento jurídico administrativo que inicia con la presentación de la memoria resumen por parte del promotor, sigue con la realización de consultas previas a personas e instituciones por parte del órgano ambiental, continúa con la realización del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) a cargo del promotor y su presentación al órgano sustantivo. Se prolonga en un proceso de participación pública y se concluye con la emisión de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) por parte del órgano ambiental.

La EIA se ha vuelto preceptiva en muchas legislaciones. Las consecuencias de una evaluación negativa pueden ser diversas según la legislación y el rigor con que ésta se aplique, pudiendo ser desde la paralización definitiva del proyecto hasta su ignorancia completa. El concepto apareció primero en la legislación de Estados Unidos y se ha extendido a la de otros países. La Unión Europea, la introdujo en su legislación en 1985, habiendo sufrido, la normativa, enmiendas en varias ocasiones posteriores.

El EIA se refiere siempre a un proyecto específico, el cual debe definir sus particularidades, tales como: tipo de obra, materiales a ser usados, procedimientos constructivos, trabajos de mantenimiento en la fase operativa, tecnologías utilizadas, insumos.

- Entidades involucradas en el Estudio de Impacto Ambiental

El examen de estudios de impacto ambiental generalmente es llevado a cabo por comisiones, consejos o juntas locales.

Los estudios deben evaluarse con los mismos criterios usados para proyectos mayores. Es decir, estos deben asegurar que sean: completos, adecuados y meritorios. Algunos gobiernos cuentan con comisiones de voluntarios (llamadas comisiones ambientales, comisiones de conservación, o consejos de administración ambiental) que actúan como examinadores independientes para el gobierno local, informando, al encargado de las decisiones, comentarios y recomendaciones sobre los informes y estudios de Impacto Ambiental.

Algunos gobiernos emplean planificadores y/o personal de planificación a tiempo completo, los cuales pueden presentar comentarios y exámenes de expertos durante las distintas etapas del diseño de los proyectos.

En su mayoría los gobiernos, o sus juntas de planificación, organizan audiencias públicas sobre los proyectos que necesitan su aprobación. Durante estas audiencias, los que preparan el estudio de impacto ambiental para el proyecto menor pueden ofrecer testimonios y se piden los comentarios de los ciudadanos. En general, los proyectos menores evaluados al nivel local cuentan con gran participación y escrutinio públicos. Así mismo, la negociación jugará un papel más importante a nivel local en el diseño final de proyectos porque los fines de la comunidad se expresan durante el proceso de audiencias públicas.

En la actualidad, la Dirección General de Gestión Ambiental (DIGARN) es la encargada del sistema de evaluación ambiental de Guatemala.

#### Proceso de EIA

El artículo 4 del Acuerdo Gubernativo 431-2007 establece el Sistema de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental como el conjunto de entidades, procedimientos e instrumentos técnicos y operativos cuya organización permite el desarrollo de los procesos de Evaluación, Control y Seguimiento Ambiental de los proyectos, obras, industrias o actividades que, por sus características, pueden producir deterioro a los recursos naturales, renovables o no, al ambiente o introducir modificaciones nocivas o notorias al paisaje y a los recursos culturales del patrimonio nacional.

El sistema define una serie de instrumentos de evaluación ambiental entre ellos:

- Evaluación Ambiental Estratégica: es la evaluación aplicable a planes y programas de trascendencia nacional, binacional y regional.
- Evaluación Ambiental Inicial: es el instrumento que permite determinar si un proyecto requiere una evaluación más profunda.
- Autoevaluación Ambiental: es un instrumento de simplificación del procedimiento para los proyectos de menor impacto.
- Estudio de Evaluación del Impacto Ambiental: el documento técnico que permite identificar y predecir con mayor profundidad de análisis los efectos de un proyecto.
- Diagnóstico Ambiental: es el instrumento de evaluación utilizado para una actividad existente.
- Evaluación de Efectos Acumulativos: es el instrumento que evalúa de manera sistémica los cambios ambientales combinados originados por la suma de los efectos de proyectos, obras, industrias o actividades.

Estos instrumentos se distribuyen de acuerdo con la caracterización de las actividades, obras o proyectos según la distribución taxativa señalada en la sección siguiente. Una vez categorizada la obra o proyecto, le corresponde seguir el procedimiento establecido en esta normativa.

- Categorización

El procedimiento administrativo de evaluación ambiental empieza con la evaluación ambiental inicial (para proyectos nuevos). La DIGARN utilizará este

instrumento para asignar los Términos de Referencia que han de regir el instrumento de evaluación ambiental que se requiera realizar.

La categorización de las actividades o proyectos se hace mediante la lista taxativa aprobada en el Acuerdo Gubernativo 134-2005. Este Acuerdo Gubernativo identifica cuatro categorías para los proyectos que varían según el grado de impacto: la categoría A, para aquéllos de mayor impacto y riesgo ambiental; las categorías B1 y B2, para los de moderado impacto; y la categoría C, para los de bajo impacto. Según el tipo de actividad, por ejemplo agrícola, industrial, turística, el Acuerdo Gubernativo señala expresamente lo que se considera alto, medio y bajo impacto.

#### Impacto ambiental negativo

Este proyecto no tendrá un impacto ambiental negativo permanente. El daño que sufrirá el terreno no ocasionará mayores consecuencias ya que sólo sucederá en el proceso de construcción debido a la excavación.

#### Impacto ambiental positivo

El impacto ambiental positivo que ofrece este proyecto se debe al mejoramiento de la calidad de vida de la población.

### **2.1.8. Matriz de Leopold**

La matriz de Leopold es un método cuantitativo de evaluación de impacto ambiental creado en 1971. Se utiliza para identificar el impacto inicial de un proyecto en un entorno natural. El sistema consiste en una matriz con columnas representando varias actividades que ejerce un proyecto (por ejemplo:

desbroce, extracción de tierras, incremento del tránsito, ruido, polvo), y en las filas se representan varios factores ambientales que son considerados (aire, agua, geología). Las intersecciones entre ambas se numeran con dos valores, uno indica la magnitud (de -10 a +10) y el segundo la importancia (de 1 a 10) del impacto de la actividad respecto a cada factor ambiental.

Las medidas de magnitud e importancia tienden a estar relacionadas, pero no necesariamente están directamente correlacionadas. La magnitud puede ser medida en términos de cantidad: área afectada de suelo, volumen de agua contaminada. Por ejemplo, el caso de una corriente de agua que erosiona una gran cantidad de suelo. En este caso, el impacto tiene una magnitud significativa, pero la importancia que tenga respecto al medio ambiente puede ser bajo, ya que es una pequeña parte de suelo.

En total resultan 8 800 interacciones totales (100 acciones posible x 88 efectos ambientales).

No hay una matriz de Leopoldo específicamente, siempre la matriz que se requiera la vas a tener que elaborar de acuerdo a tus apreciaciones y conocimiento sobre el área de estudio y el proyecto a realizar, puede haber 100 formas diferentes de hacer un relleno sanitario en más de 1000 terrenos distintos, es decir más de 1 millón de matrices probables, no te queda de otra más que ir a evaluar el terreno, su biodiversidad, saber que actividades realizan los pobladores de la comunidad y ver los planes de diseño del relleno, en base a eso ya elabora tu matriz.

Tabla XXIII. **Matriz de Leopold para proyecto de mercado municipal de San Antonio La Paz, El Progreso**

Aducciones propuestas causantes de posibles impactos ambientales			Modificación del régimen		Transformación del suelo		Cambios en el tráfico		Localización de vertidos			
			Tala y desbroce	Pavimentación	Construcción de edificios	Líneas comunicación eléctrica	Desmonte y terraplén	Efectos mecánicos del pisoteo	Ruidos y emanaciones de vehículos	Descarga de efluentes líquidos		Construcción de fosas sépticas
Elementos y características ambientales												
Características físicas y químicas	Tierra	Suelos	3/5	2/10	1/10	1/1	3/7	7/2		1/8	18/43	21
		Factores físicos singulares		1/10	1/10	1/4				3/17	24	67
	Agua	Calidad agua superficial	1/2			1/1			6/6	8/9	9	
		Calidad agua subterránea							1/3	3/3	12	
Procesos	Erosión		3/6			2/4	7/4		9/17	9	17	
	Flora	Árboles	2/10			1/1	3/3			6/10	14	27
Arbustos		3/10			1/1	5/4	1/1		10/16			
Estrato herbáceo		3/8				7/5	1/2		11/15	45		
Condiciones biológicas	Fauna	Aves	3/8	1/4	1/2		5/1			8/15	38	
		Especies terrestres	3/7	2/2	1/1	2/1	3/1	3/1		14/13		
		Especies acuáticas							6/8	6/8		
	Especies en peligro	3/10	1/1	1/10	1/3		3/8	1/2		10/34	70	
Factores culturales	Usos del suelo	Agricultura de secano		2/10	1/10	3/10	1/5			7/35	35	
	Intereses estéticos y humanos	Paisaje (vistas)		5/7	4/5	3/7	2/5	3/3	2/2		22/29	44
		Naturalidad		3/2	7/1	8/1	4/3	4/7	4/4	1/1	14/3	22
Magnitud del Impacto			32/75	14/45	10/60	7/19	21/35	40/30	15/17	14/19	2/11	
Importancia			46	38	114	55	47	16	30	155	311	

Fuente: elaboración propia.



### **3. DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS OCOTES, MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE EL PROGRESO**

#### **3.1. Descripción del proyecto**

El proyecto consiste en el diseño de un sistema de abastecimiento de agua potable, que responda a las necesidades de la población de la aldea Los Ocotes, el cual captará el agua de un manantial ubicado en el cerro El Berral, para luego conducirla por gravedad hasta un tanque de distribución de setenta metros cúbicos (70 m<sup>3</sup>).

La línea de conducción estará compuesta por una serie de tubería de cloruro de polivinilo (PVC) de diferentes diámetros y de hierro galvanizado (HG), debido a pasos de zanjón y un paso aéreo que el sistema requiere, para una mejor conducción del agua.

La red de distribución es por ramales abiertos, debido a la dispersión de las viviendas y la topografía del lugar. Esta red consiste en tuberías de PVC que llevarán el agua desde el tanque de almacenamiento hasta las líneas que conforman las conexiones domiciliarias.

### **3.2. Levantamiento topográfico**

La topografía tiene como objetivo medir extensiones de tierra, tomando datos recolectados en el campo, para luego poder representarlos sobre un plano y definir su escala, forma y accidentes del terreno.

La topografía se divide en dos ramas:

- Planimetría es la parte de la topografía, que estudia el conjunto de métodos y procedimientos, que tienden a conseguir la representación a escala de todos los detalles interesantes del terreno, sobre una superficie plana, prescindiendo de su relieve.
- La altimetría, también llamada hipsometría, es la parte de la topografía que estudia el conjunto de métodos y procedimientos para determinar y representar la altura, también llamada cota, de cada uno de los puntos, respecto de un plano de referencia. Con ésta se consigue representar el relieve del terreno.

Un levantamiento topográfico permite trazar mapas o planos de una área, en los cuales aparecen las principales características físicas del terreno, dependiendo de los instrumentos utilizados y su precisión, existen tres tipos de levantamientos:

Tabla XXIV. **Levantamientos topográficos según instrumentos de medición**

No. ORDEN	PLANIMETRÍA	ALTIMETRÍA
1 <sup>er</sup> Orden	Teodolito	Nivel de precisión
2 <sup>do</sup> Orden	Teodolito	Taquimetría
3 <sup>er</sup> Orden	Brújula o cinta	Nivel de mano

Fuente: elaboración propia.

La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR), recomienda realizar un levantamiento de segundo orden cuando; la distancia de la fuente a la comunidad sea mayor de seis kilómetros, la diferencia de altura fuente-comunidad sea mayor de 10 metros por kilómetro, o bien, las viviendas a abastecer sean más de 100 al momento de hacer el levantamiento. Para este proyecto se aplicó el método de conservación del azimut en planimetría, y taquimetría para altimetría, el equipo utilizado fue; teodolito marca SOKKIA DT510.

### **3.3. Fuentes de agua**

La fuente propuesta es un manantial de tipo brote definido en ladera, se encuentra ubicado en el cerro El Berral, aproximadamente a 12 kilómetros de la aldea Santo Domingo Los Ocotes. Los integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo, COCODE, han adquirido el terreno para poder hacer uso de la fuente, para toda la comunidad.

### 3.4. Caudal de aforo

El aforo de la fuente se determinó por el método volumétrico, obteniendo un caudal total de 5,84 litros por segundos, se realizó este el 4 de agosto de 2009 y el 21 de enero de 2010. A continuación se presenta una tabla con los valores y resultado obtenido de las 6 tomas de agua.

Tabla XXV. **Estimación del caudal de aforo**

VOL = 18.9 L

Aforo	1	2	3	4	5	6
t (seg)	22	21	20	25	24	24
Q (l/s)	4.79	5.80	5.5	5.78	6.57	6.58

Q total = 5.84 l/s

Fuente: elaboración propia.

### 3.5. Análisis de la calidad del agua

El estudio de la calidad del agua se hace con la finalidad de determinar la potabilidad y el grado de pureza que ésta posee, para establecer el tratamiento que se debe seguir. Para definir la calidad del agua, se realiza el análisis físico químico sanitario y un examen bacteriológico, para ambos exámenes se tomaron muestras de la vertiente, obteniendo las siguientes observaciones:

#### 3.5.1. Examen bacteriológico

Según el examen bacteriológico, la muestra posee colonias de bacterias coliformes totales y E. Coli coliformes fecales, por lo que el agua administrada

no es apta para el consumo humano, según la norma COGUANOR NGO 29 001, antes se debe proceder a un tratamiento de desinfección. Examen realizado en la dirección de área de salud de El Progreso, en el laboratorio de saneamiento ambiental.

### 3.6. Criterios de diseño

El período de diseño se define como el número de años, durante los cuales una obra determinada, ha de prestar con eficiencia el servicio para el cual fue diseñada.

#### 3.6.1. Período de diseño

Entre los factores que influyen en la elección del período de diseño se encuentran: la vida útil de las estructuras, equipo y materiales, el desarrollo social y económico de la comunidad y posibles ampliaciones futuras. A continuación, se presentan los períodos de diseño, aplicados en algunos componentes de un sistema de abastecimiento de agua.

Tabla XXVI. **Períodos de diseño para componentes de un sistema de agua**

<b>ELEMENTO</b>	<b>AÑOS</b>
Fuentes de Abastecimiento	20
Líneas de conducción	20
Tanque de almacenamiento	20 mínimo
Líneas y redes de distribución	20 mínimo
Estaciones de bombeo	5
Plantas purificadoras	20 mínimo

Fuente: López Cualla. Diseño de acueductos y alcantarillados. 2ª edición.

Para el diseño de este proyecto se considerará un período de 20 años.

### 3.6.2. Población de diseño

La determinación del número de habitantes, para los cuales ha de diseñarse el sistema de agua potable es un parámetro básico. La base de cualquier proyección de población son los censos, registros municipales, censos escolares, levantamientos locales de densidad habitacional.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística INE, el área urbana del municipio de El Progreso cuenta con un estimado de crecimiento poblacional del 2 por ciento de habitantes por año y el área rural con un 1,28 por ciento. Y según censo realizado en el 2010 la población actual de la aldea Santo Domingo Los Ocotes es de 1 971 habitantes.

Existen diversos métodos para realizar la estimación de poblaciones futuras, entre los que destaca el método utilizado en este proyecto, conocido como método geométrico, el cual se considera como el más aproximado para estimar el crecimiento de poblaciones en el área rural, cuya fórmula es:

$$Pf = Po \times \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

Pf = Población futura

Po= Población actual

r = Tasa de crecimiento poblacional

n = Período de diseño

Po= 1971 habitantes

r = 1,28 por ciento

n = 20 años

Entonces:

$$Pf = 1971 \left( 1 + \frac{1,28}{100} \right)^{20}$$

$$Pf = 3195\text{hab}$$

La población de diseño para este proyecto será de 3 195 habitantes.

### **3.6.3. Dotación**

La dotación se define como el volumen de agua asignada a un usuario en un día, se expresa por lo general en litros por habitante y por día (l/hab/día). Los factores que deben tomarse en cuenta para fijar la dotación en un proyecto de agua potable son: el clima, nivel de vida, calidad y cantidad de agua disponible.

Para fijar la dotación deben tomarse en cuenta estudios de demanda para la población o de poblaciones similares, si los hubiere, de lo contrario, la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) recomienda los siguientes valores, para definir la dotación a usar en un sistema de agua potable en el área rural:

Tabla XXVII. **Dotaciones según sistemas de abastecimiento para el área rural**

SISTEMA DE ABASTECIMIENTO	DOTACIÓN (l/hab/día)
Llena cántaros	30 - 60
Llena cántaros y conexiones prediales	60 - 90
Conexiones prediales	60 - 120
Conexión intradomociliar	90 - 170
Pozo excavado	15 mínimo

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

Para el diseño del sistema de abastecimiento de agua para la aldea Los Ocotes se adoptó una dotación de 90 litros por habitante al día, debido a que este proyecto se localiza en el Progreso y prestará un servicio con conexiones prediales. Además, se considera un tanto bajo el caudal resultante del aforo de la fuente.

#### **3.6.4. Factores de consumo**

Para suministrar eficientemente agua a la comunidad es necesario que cada una de las partes que constituyen el sistema satisfaga las necesidades reales de la población; diseñando cada estructura de tal forma que las cifras de consumo y variaciones de las mismas, no desarticulen todo el sistema, sino que permitan un servicio de agua eficiente y continuo.

### 3.6.4.1. Factor de Día Máximo (FDM)

Depende de la población en estudio. La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR) sugiere los siguientes criterios para su determinación:

Tabla XXVIII. Factores de día máximo

ÁREA	FMD
Población < 1 000	1,2 – 1,5
Población > 1 000	1,2

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

En este proyecto la población es menor de 1 000 habitantes, por lo que se utilizará un FMD = 1,2.

### 3.6.4.2. Factor de Hora Máximo (FHM)

Al igual que el factor de día máximo, este depende de la población en estudio. Según datos de la Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales, los valores a considerar para este factor son:

Tabla XXIX. Factores de hora máxima

ÁREA	FMH
Población < 1 000	2,0 – 3,0
Población > 1 000	2,0 – 2,2

Fuente: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales (UNEPAR).

En este proyecto la población es menor de 1 000 habitantes, por lo que se utilizará un FHM = 2,2.

### 3.7. Determinación de caudales

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

#### 3.7.1. Caudal medio diario

Se conoce, como consumo medio al caudal promedio consumido en un día, obtenido en un período de un año. Este es expresado en litros por segundo y se obtiene de la siguiente forma:

$$Q_m = \frac{P_f \cdot \text{Dotación}}{86\,400}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal medio diario

$P_f$  = Población futura

El valor 86 400 representa la cantidad de segundos en un día.

Para este proyecto se tiene:

$$Q_m = \frac{3195 \times 90 \text{ l/hab/día}}{86\,400}$$

$$Q_m = 3,32 \text{ l/s}$$

Comparando el consumo medio obtenido con el caudal aforado (5,84 l/s), éste resulta menor, por lo que se considera que la fuente satisface la demanda de la población de la aldea Los Ocotes.

### **3.7.2. Caudal máximo diario**

Se define como la demanda máxima que se presenta en un día del año, en otras palabras, representa el día de mayor consumo en el año y se calcula según la siguiente expresión:

$$QMD = FMD * Q_m$$

$$FMD = 1,2$$

$$Q_m = 3,32 \text{ l/s}$$

$$QMD = 1,2 * 3,32 \text{ l/s}$$

$$QMD = 3,98 \text{ l/s}$$

Este caudal es conocido también como caudal de conducción, pues es el que se utiliza para diseñar la línea de conducción.

### **3.7.3. Caudal máximo horario**

El consumo máximo horario corresponde a la demanda máxima que se presenta en una hora durante un año completo. Éste es utilizado para el diseño de la red de distribución y se determina:

$$QMH = FMH * Q_m$$

Donde:

FMH= Factor de hora máxima=2,2

Qm = 3,32 l/s

QMH = 2,2 \* 3,32l/s

QMH = 7,304l/s

### **3.8. Captación**

Para ubicar la obra de captación, deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos; debe situarse de tal forma que la corriente no amenace la seguridad de la estructura y se eviten acumulaciones de bancos de arena, además, el acceso de personas y animales debe ser lo más restringido posible para evitar cualquier inconveniente.

Básicamente, el agua puede captarse de dos formas: superficialmente (ríos y afluentes) y en manantiales (nacimientos). La captación para el sistema de agua potable de la aldea Los Ocotes se realizará por manantiales, ya que éste se ubica en el cerro El Rerral, adquirido por la comunidad.

La estructura estará formada por muros de mampostería, protección perimetral, rebalse, y llaves de compuerta para mantenimiento.

### **3.9. Línea de conducción**

La línea de conducción en un sistema de agua potable, que trabaja por gravedad, está comprendida de la captación hasta el tanque de distribución. En el caso de este proyecto, la conducción comprende de la estación E-0, situada en la fuente cerro El Rerral con una elevación de 980,00 metros, a la estación

E-254, donde se ubicará el tanque de distribución de 70 metros cúbicos con una cota de terreno de 658,67 metros.

Se trabajará con tubería PVC de 160 libras por pulgada cuadrada y de PVC de 150 libras por pulgada cuadrada, que resiste una presión equivalente de 112 y 213 metros columna de agua, por lo que es recomendable, como medida de seguridad, evitar presiones estáticas por encima del 80 por ciento de esta capacidad, es decir, no sobrepasar presiones de 90 metros columna de agua.

La diferencia entre la cota de la estación E-0, 863,00 metros y la estación más baja, la E-254 con una elevación de 658,67 metros es de 321,72 metros y con respecto a la cota de terreno del tanque de distribución es de 47 metros. Considerando que la diferencia entre la captación y la estación más baja, sobrepasa la presión de trabajo descrita en el párrafo anterior, se hace necesario colocar una cajas rompe presión.

En el cálculo y diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams para conductos circulares a presión, cuya expresión matemática es:

$$H_f = \frac{1743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Donde:

$H_f$  = pérdida del tramo (m.c.a)

$L$  = longitud del tramo (m)

$Q$  = caudal en el tramo (l/s)

C = constante según el material (para PVC C=150)

D = diámetro real de la tubería (pulgadas)

La longitud de diseño de la tubería horizontal se incrementó en un 5 por ciento como un factor de seguridad que comprende las uniones de tubería. Así como las pendientes existentes del terreno y condiciones de accesibilidad que puedan surgir al ejecutar el proyecto.

El diseño de la línea de conducción se realizó con base en los tramos críticos que se presentaron en el recorrido.

A continuación se presenta el diseño del primer tramo de la línea de conducción (Tramo E-2 a E-80), que comprende desde la captación E-0, hasta la estación E-80 la cual se presenta como estación crítica, debido a que en esta estación se encuentra la primera caja rompe presión. Para los tramos restantes se utilizó el mismo procedimiento.

Cota del terreno estación E-0: 980,39 metros

Cota del terreno estación E-: 80 880,00 metros

La carga disponible es la diferencia entre las cotas de terreno de las dos estaciones. De este modo, se tiene 980,39 – 880,00 cuyo resultado es 100,39 metros columna de agua.

Para diseñar la línea de conducción primero se calculó el diámetro teórico de la fórmula de Hazen – Williams:

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

Obteniendo los siguientes resultados:

Datos:

$$L = 3240 \text{ m} \quad Q = 2,07 \text{ l/s} \quad H_f = 100,39 \text{ m} \quad C = 150 \text{ (para PVC)}$$

Sustituyendo en la fórmula se obtiene:

$$D = \left( \frac{1743,811 * 3240 * 2,07^{1,85}}{150^{1,85} * 26,12} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 1,857''$$

El diámetro resultante es un valor teórico, se procede a tomar el diámetro comercial, superior e inferior a dicho resultado. Para este caso se tomó Ø 2" el cual tiene el siguiente diámetro interno:

$$\text{Diámetro interno } \varnothing 2'' = 2,13''$$

El segundo paso consiste en calcular la pérdida de carga que produce el diámetro elegido:

$$L=3\ 240,00 \text{ m}, \quad Q = 2,07 \text{ l/s}, \quad \varnothing=2,193 \text{ plg} \quad C=150 \text{ (para tubería PVC)}$$

$$H_{f_{\frac{1,1''}{4}}} = \frac{1743,811 * (3240) * 2,07^{1,85}}{150^{1,85} * 2,193^{4,87}} = 63,41 \text{ m}$$

Una vez calculada la pérdida de carga, se procede al cálculo de la cota piezométrica de la siguiente manera:

$$\text{Cota piezométrica} = \text{Cota de terreno inicial} - H_f$$

Sustituyendo los datos ya obtenidos:

Cota piezométrica E-11,1 = 863,00 – 2 509 =860,49 metros

Finalmente, se procede a chequear la velocidad de diseño, que según parámetros recomendados debe mantenerse entre 0,30 y 3,00 metros por segundo aunque en casos donde la topografía no lo permita podrán tomarse valores de hasta 4,00 metros por segundo.

Para el cálculo de la velocidad se emplea la ecuación:

$$\text{Velocidad}(V) = \frac{1,974 * (\text{Caudal de conducción o Consumo máximo diario(CMD)})}{\text{Diámetro interno}^2}$$

$$\text{Velocidad A - B} = \frac{1,974 * (0,73)}{1,532^2} = 0,85 \text{ m/s}$$

Con esto concluye el diseño del primer tramo de la línea de conducción. Para diseñar los tramos restantes se siguió el procedimiento anterior.

Tabla XXX. **Diseño línea de conducción**

De	A	Distancia	Distancia acumulada	Diferencia de nivel	Cota	Caudal Q(l/s)
	E-2				980,39	
E-2	E-80	3250,00	3250,00	100,75	879,64	2,07
E-80	4+600	1350,00	4600,00	92,43	787,21	2,07
4+600	E-144	875,83	5475,83	66,3	720,91	2,07
E-144	5+750	274,17	5750,00	105,68	615,23	2,07
5+750	E-165	488,92	6238,92	29,44	585,79	2,07
E-165	6+450	211,07	6449,99	29,44	615,23	2,07
6+450	E-218	1972,15	8422,14	116,34	702,13	2,07
E-218	E-268	2566,89	10989,03	43,46	658,67	3,98
E-268	2+231	671,94	11660,97	98,67	560	3,98
2+231	E-280	76,48	11737,45	29,27	530,73	3,98
E-280	2+820	414,76	12152,21	29,27	560	3,98
2+820	3+206	384,21	12536,42	0	560	3,98
3+206	E-332	1623,91	14160,33	68,53	491,47	3,98
E-332	5+460	630,39	14790,72	68,53	560	3,98
E-218	E-358	827,02	15617,74	72,2	632,2	3,98

De		Diámetro Sugerido	Diámetro interno	Diámetro nominal	Presión de trabajo	Perdida de carga	Perdida acumulativa	Velocidad (m/s)
	E-2							
E-2	E-80	1,857	2,193	2	PVC 160	44,80	44,80	0,850
E-80	4+600	1,578	2,193	2	PVC 160	18,61	63,41	0,850
4+600	E-144	1,546	2,193	2	PVC 160	12,07	75,49	0,850
E-144	5+750	1,107	1,464	1 1/4	PVC 250	27,05	102,53	1,906
5+750	E-165	1,620	2,095	2	PVC 250	8,42	110,95	0,931
E-165	6+450	1,363	2,095	2	PVC 250	3,64	114,59	0,931
6+450	E-218	1,627	2,655	2 1/2	PVC 160	10,72	125,30	0,580
E-218	E-268	2,695	3,23	3	PVC 160	17,99	143,30	0,753
E-268	2+231	1,729	3,088	3	PVC 250	5,86	149,16	0,824
2+231	E-280	1,421	3,088	3	PVC 250	0,67	149,83	0,824
E-280	2+820	2,010	3,088	3	PVC 250	3,62	153,45	0,824

Continuación de la tabla XXX.

2+820	3+206	2,000	3.088	3	PVC 250	3,35	156,80	0,824
3+206	E-332	2,234	3.088	3	PVC 250	14,17	170,97	0,824
E-332	5+460	1,840	3.088	3	PVC 250	5,50	176,47	0,824
E-218	E-358	1,924	3.088	3	PVC 250	7,22	183,69	0,824

De	Hasta	Cotas del terreno		Cota Piezométrica	Presión Dinámica	Presión Dinámica	Presión Estática
		Co	Cf				
	E-2			980,39		PSI	
E-2	E-80	980,39	879,64	935,59	55,95	79,45	100,75
E-80	4+600	879,64	787,21	861,03	73,82	104,83	92,43
4+600	E-144	787,21	720,91	775,14	54,23	77,01	66,30
E-144	5+750	720,91	615,23	748,09	132,86	188,67	171,98
5+750	E-165	615,23	585,79	739,67	153,88	218,52	201,42
E-165	6+450	585,79	615,23	736,03	120,80	171,54	171,98
6+450	E-218	585,79	702,13	725,31	23,18	32,92	85,08
E-218	E-268	702,13	658,67	684,14	25,47	36,17	62,24
E-268	2+231	658,67	560	678,28	118,28	167,96	98,67
2+231	E-280	560	530,73	677,61	146,88	208,58	127,94
E-280	2+820	530,73	560	673,99	113,99	161,87	98,67
2+820	3+206	560	560	670,64	110,64	157,11	98,67
3+206	E-332	560	491,47	656,47	165,00	234,31	167,20
E-332	5+460	491,47	560	650,97	90,97	129,18	98,67
E-218	E-358	560	632,2	643,75	11,55	16,40	26,47

Fuente: elaboración propia.

### 3.10. Tanque de almacenamiento

El tanque de distribución tiene como fin principal cubrir las variaciones horarias de consumo, almacenando agua durante las horas de bajo consumo y proporcionando los gastos requeridos a lo largo del día.

Volumen del tanque: para compensar las horas de mayor demanda se diseña un tanque de distribución, que según UNEPAR debe tener un volumen entre 20 y 40 por ciento del consumo medio diario.

Para efecto de este proyecto se adoptó un 40 por ciento

$$\text{Vol} = \frac{Q_{\text{conducción}} * 86\,400}{1\,000} * F_s = \frac{3,98 \frac{\text{l}}{\text{s}} * 86\,400}{1\,000} * 0,20 = 68,77$$

$$\text{Vol} \cong 70 \text{ m}^3$$

Se diseñará un tanque de 70 metros cúbicos semienterrado, con muros de gravedad de concreto ciclópeo y losa de concreto reforzado.

Diseño estructural de la cubierta

La estructura de cubierta se diseñará, con una losa de concreto reforzada y con las siguientes dimensiones que se mostrarán a continuación.

- Dimensiones de la losa

Las dimensiones de la losa se muestran a continuación:

Longitud = 6,00 m

Ancho = 4,00 m

Haciendo uso del código ACI (American Concrete Institute) y el método 3 que dice:

- Coeficiente de momentos

Cálculo del coeficiente de momentos (m) a usar en el código ACI, que es la relación entre el lado menor y lado mayor.

$$m = a/b = 4,00/6,00 = 0,67$$

Como  $0,67 > 0,5$  entonces la losa se diseña en dos sentidos.

Espesor de la losa

Cálculo del espesor de la losa (t)

$$t = \text{Perímetro} / 180$$

$$t = 2 * ( 6,00 + 4,00 ) / 180 = 0,11 \text{ m}$$

$$t = 11 \text{ cm}$$

- Integración de cargas

Cálculo de cargas:

- Carga muerta

Es el peso propio de toda la estructura

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

$$PpLosa = 2400 \text{ kg/m}^3 * t * 1,00 \text{ m}$$

$$PpLosa = 2400 \text{ kg/m}^3 * 0,11 \text{ m} * 1,00 \text{ m}$$

$$PpLosa = 264 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sobre peso} = 60 \text{ kg/m}$$

$$CM = 264 \text{ kg/m} + 60 \text{ kg/m} = 324 \text{ kg/m}$$

- Carga viva

Son las fuerzas externas que actúan en la estructura.

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

Cargas últimas

Es la sumatoria de cargas vivas y muertas afectadas por un factor de seguridad. El factor para carga muerta es un 40 por ciento más, y para la carga viva un 70 por ciento.

$$CMu = 324 \text{ kg/m} * 1,40 = 453,60 \text{ kg/m}$$

$$CVu = 100 \text{ kg/m} * 1,70 = 170 \text{ kg/m}$$

$$CU = CMu + CVu$$

$$CU = 453,6 \text{ kg/m} + 170 \text{ kg/m}$$

$$CU = 623,60 \text{ kg/m}$$

Momentos que actúan en la losa

Los momentos pueden ser positivos o negativos, conforme se aplique la integración de la carga en la losa y de acuerdo a la posición de giro.

$$M(+)\text{A} = A^2 * (CaCM * CMu + CaCV * CVu)$$

$$M(+)\text{A} = (4,00)^2 * ((0,068 * 453,60 \text{ Kg/m}) + (0,068 * 170 \text{ Kg/m})) \quad M(+)\text{A} = 678,48 \text{ kg-m}$$

$$M(-)\text{A} = 678,48 \text{ kg-m} / 3$$

$$M(-)\text{A} = 226,16 \text{ kg-m}$$

$$M(+)\text{B} = B^2 * (CbCM * CMu + CbCV * CVu)$$

$$M(+)\text{B} = (6,00)^2 * ((0,016 * 453,60 \text{ kg/m}) + (0,016 * 170 \text{ kg/m})) \quad M(+)\text{B} = 359,19 \text{ kg-m}$$

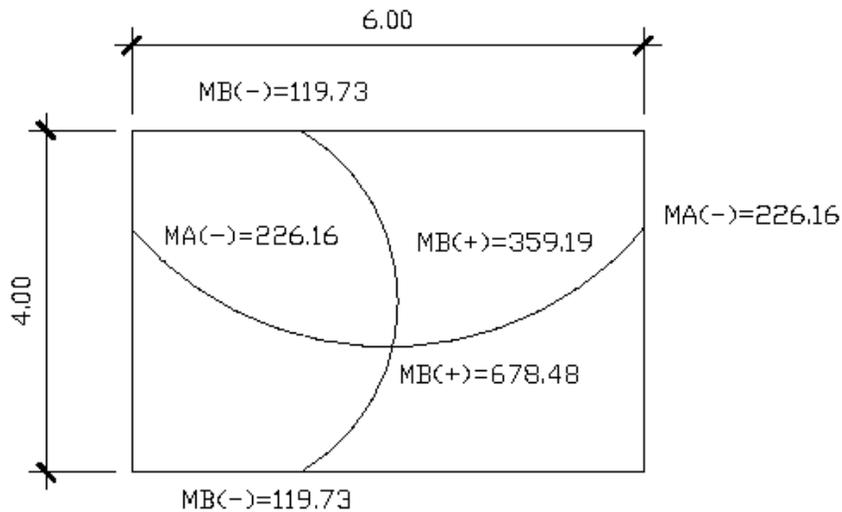
$$M(-)B = 359,19 \text{ kg-m} / 3$$

$$M(-)B = 119,73 \text{ kg-m}$$

- Diagrama de momentos

El diagrama de momentos se presenta a continuación:

Figura 36. **Diagrama de momentos**



Fuente: elaboración propia.

Acero mínimo y espaciamiento

Cálculo de acero mínimo (  $As.min$  )

$$As.min = ( 14,1 / Fy ) * b * d$$

Donde:

b = 1,00 Franja unitaria d = t – recubrimiento

d = 11 cm – 2,5 cm d = 8,5 cm

As.min = (14,1 / 2 800 kg/cm<sup>2</sup>) \* 100 cm \* 8,5 cm

As.min = 4,28 cm<sup>2</sup>

Cálculo del espaciamiento:

4,28 cm<sup>2</sup> ----- 100 cm

0,71 cm<sup>2</sup> ----- S

S = 0,71 cm<sup>2</sup> \* 100 cm / 4,28 cm<sup>2</sup>

S = 16,59 cm = 16 cm

Pero Smax = 3 \* t

Smax = 3 \* 11 cm = 33 cm

Calculando el acero para los momentos:

$$As = \left( (B * D) - \sqrt{\frac{(B * D)^2 - (Mu * B)}{0.003825 * Fc}} \right) * \frac{0.85 * Fc}{Fy}$$

Donde:

As = Área de acero (cm)

B = Franja unitaria

D = Peralte efectivo (cm)

M = Momento (kg-m)

F'c = Resistencia del concreto (kg- cm<sup>2</sup>)

Fy = Resistencia del acero (kg- cm<sup>2</sup>)

## Tabla de resultados

La tabla de resultados de los momentos y espaciamientos se presenta a continuación:

Tabla XXXI. **Área de acero y espaciamiento**

<b>Momento kg.m</b>	<b>A<sub>s</sub> cm<sup>2</sup></b>	<b>Espaciamiento cm</b>	<b>S<sub>min</sub> cm</b>	<b>S<sub>max</sub> cm</b>
359,19	1,7	41,77	16	33
226,16	1,06	67	16	33
678,48	3,24	21,9	16	33
119,73	0,56	126,8	16	33

Fuente: elaboración propia.

Es el espaciamiento con la que debe armarse la losa, el cual da como resultado lo siguiente:

Momento 359,19 kg-m      No. 3 @ 0,33

Momento 226,16 kg-m      No. 3 @ 0,33

Momento 678,48 kg-m      No. 3 @ 0,21

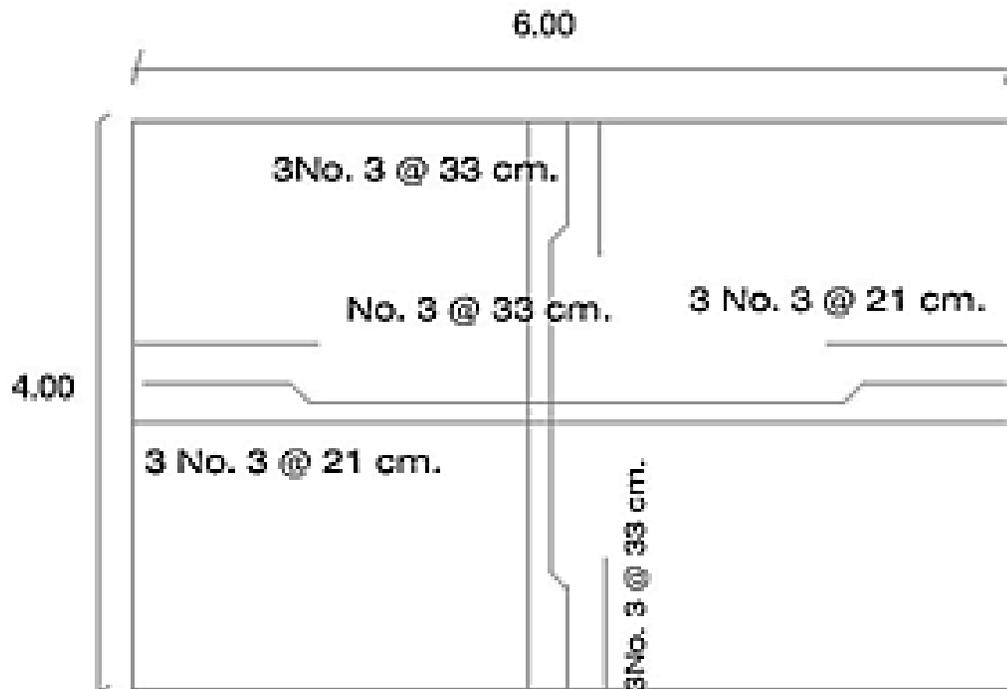
Momento 119,73 kg-m      No. 3 @ 0,33

El detalle del armado puede verse en la figura 2.

## Diagrama de refuerzo

El diagrama de refuerzo para la losa se presenta a continuación:

Figura 37. Diagrama de refuerzo



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

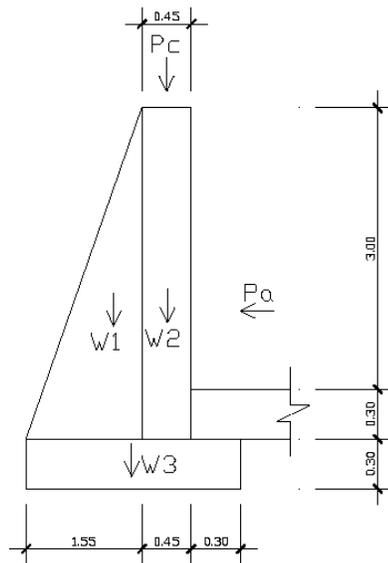
- Diseño estructural del muro

Por las características geográficas del terreno se diseñará muros de gravedad, para la construcción del tanque de almacenamiento.

- Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro

Para una mejor visualización se presenta un corte transversal del muro.

Figura 38. Diagrama de fuerzas y dimensiones del muro



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

Donde:

$\gamma_{H_2O} = 1,000 \text{ kg/m}^3$  (Peso específico del agua )

$C_f = 0,60$  (Coeficiente de fricción)

Base =  $C_f * H$

Base =  $0,60 * 3,30 \text{ m}$

Base = 1,98 m

Base = 2,00 m

$\gamma_{\text{muro}} = 2\ 000 \text{ kg/m}^3$  (Peso específico del muro)  $\gamma_{\text{suelo}} = 1\ 400 \text{ kg/m}^3$

(Peso específico del suelo)  $V_s = 21\ 000 \text{ kg/m}^3$  (Valor soporte del suelo)

$\gamma_{\text{concreto}} = 2\ 400 \text{ kg/m}^3$  (Peso específico del concreto)

### Integración de cargas que soportan los muros

A continuación se presenta una tabla con los datos de la integración de las cargas:

Tabla XXXII. **Cálculo de momentos que soportan los muros**

Figura	W(kg)=Ro.muro(kg/m <sup>3</sup> )*A(m)	Brazo (m )	M(kg-m)
1	5, 115=2 000 * 0,5 * 3,30 * 1,55	1,033=2*(1,55)/3	5 283,80
2	2,970=2,000 * 0,45 *3,30	1,775=(0,45+1,55)/2	5 271,75
3	1 380=2 000*2,30*0,30	1,15=2,3/2	1 587

$$\sum Wr = 9\ 465,00\ \text{kg}$$

$$\sum Mr = 12\ 142,55\ \text{kg-m}$$

Fuente: elaboración propia.

### Cargas de la losa y de la viga hacia el muro

Carga uniformemente distribuida que ejerce la viga del lado menor sobre el muro.

$$\text{Losa} = CU * A/L$$

$$W_{\text{losa}} = 623,60\ \text{kg} * 4,00\ \text{m}^2 / 4\ \text{m}$$

$$W_{\text{losa}} = 623,60\ \text{kg/m}$$

Carga uniforme distribuida que ejerce la viga sobre el muro

$$W_{\text{viga}} = Ro.con * bv * hv$$

$$W_{\text{viga}} = 2\ 400\ \text{kg/m}^3 * 0,15\ \text{m} * 0,20\ \text{m}$$

$$W_{\text{viga}} = 72\ \text{kg/m}$$

Suma de cargas uniformemente distribuidas ( Wlv ) Wlv = Wlosa + Wviga

$$W_{\text{lv}} = 623,60\ \text{kg/m} + 72\ \text{kg/m}$$

$$W_{\text{lv}} = 695,60\ \text{kg/m}$$

Considerando la carga uniformemente distribuida como una carga puntual sobre una franja unitaria (  $P_c$  ).

$$P_c = 695,60 \text{ kg/m} * 1 \text{ m}$$

$$P_c = 695,60 \text{ kg}$$

$$\text{Momento que ejerce la carga puntual } P_c \text{ (} M_c \text{)} \quad M_c = 695,60 \text{ kg} * ((0,5 * 0,45 \text{ m}) + 1,55 \text{ m}) \quad M_c = 1\,234,69 \text{ kg-m}$$

Carga total (  $W_t$  )

$$W_t = 9\,465,00 \text{ kg} + 695,60 \text{ kg}$$

$$W_t = 10\,160,60 \text{ kg}$$

Fuerza activa

$$F_a = \rho_{\text{agua}} * H^2 / 2$$

$$F_a = 1\,000 \text{ kg/m}^3 * (2,80 \text{ m})^2 / 2$$

$$F_a = 3\,920 \text{ kg}$$

Chequeo del muro contra volteo

Se calcula el momento de volteo:  $M_v = F_a * H/3$

$$M_v = 3\,920 \text{ kg} * (1/3 * 2,8 \text{ m} + 0,60 \text{ m})$$

$$M_v = 6\,010,67 \text{ kg-m}$$

Verificación contra volteo:  $FS = M_r/M_v$

$$FS = 12\,142,55 \text{ kg-m} / 6\,010,66 \text{ kg-m}$$

$$FS = 2,02$$

$2,02 > 1,5$  verifica contra volteo.

### Chequeo del muro contra deslizamiento

$$F_f = W_t * \text{coeficiente de fricción}$$

$$F_f = 10\,285,32 \text{ kg} * 0,60$$

$$F_f = 6\,171,192 \text{ kg}$$

$$FS = F_f / F_a$$

$$FS = 6\,171,192 \text{ kg} / 3\,920 \text{ kg}$$

$$FS = 1,57$$

1.57 > 1,5 verifica contra deslizamiento.

### Coordenadas de la resultante

$$X = (M_r - M_v) / W$$

$$X = (12\,142,55 \text{ kg.m} - 6\,010,67 \text{ kg.m}) / 10\,285,32 \text{ kg}$$

$$X = 0,6 \text{ m}$$

$$e = (B/2) - X$$

$$e = (2,30 \text{ m} / 2) - 0,6 \text{ m}$$

$$e = 0,55 \text{ m}$$

### Cálculo de presión sobre el suelo

$$P = (W_t / A) * (1 + 6 * (e/b))$$

$$P = (10\,285,32 \text{ kg} / 2,3 \text{ m} * 1 \text{ m}) * (1 + (6 * 0,55 / 2,3 \text{ m}))$$

$$P = 10\,889,03 \text{ kg/m}^2$$

Como  $10\,889,03 \text{ kg/m}^2 < 21\,000 \text{ kg/m}^2$  el suelo resiste a presión del muro.

### 3.11. Desinfección

El tratamiento mínimo que debe dársele al agua con el fin de entregarla libre de organismos patógenos es la desinfección, la que puede obtenerse por medio de cualquiera de los procedimientos siguientes:

- Desinfección por rayos ultravioleta; se hace pasar el agua, en capas delgadas, debajo de lámparas ultravioleta. Para que la desinfección sea efectiva, el agua debe ser de muy baja turbiedad, lo cual limita su aplicación y adicionalmente no se obtiene una desinfección posterior.
- Desinfección por medio de ozono; el empleo del ozono, como desinfectante, es un sistema muy efectivo y de uso generalizado en Europa. El sistema de ozonificación consiste básicamente en una elevación de voltaje que, al producir chispas y entrar éstas en contacto con el oxígeno, produce el ozono.
- Desinfección por medio de cloro (cloración) este procedimiento es bastante efectivo y es de uso generalizado en Estados Unidos y en América Latina. Además, es un sistema de desinfección más económico que los dos métodos anteriores. Para que el cloro actúe efectivamente, se debe dejar un tiempo de contacto del cloro con el agua, preferentemente de 15 a 20 minutos.

En la práctica, el método más confiable y exitoso para evitar la reaparición de bacterias en las tuberías, y más usado en el medio guatemalteco es la cloración.

Para efectuar una adecuada limpieza en los tanques, primero se debe conocer el volumen de agua. La cantidad de desinfectante se determinará según el grado de desinfección que se requiera, para una desinfección al 5 por ciento deberá agregarse 50 gramos de cloro por cada litro de agua y cuando sea al 10 por ciento deberán administrarse 100 gramos de cloro por cada litro. Además de seguirse el siguiente procedimiento:

- Introducir la solución de cloro en los depósitos de agua potable.
- Inmediatamente después, llenar el depósito completamente de agua.
- Abrir los grifos hasta que aparezca agua clorada.
- Debe dejarse que el agua clorada permanezca en el tanque durante al menos 4 horas.
- Posteriormente, el tanque y tuberías deben vaciarse y lavarse con agua potable hasta que el agua ya no tenga un sabor desagradable a cloro.

Tabla XXXIII. **Volúmenes de hipoclorito para lograr solución al 10%**

VOLUMEN DE SOLUCIÓN AL 10% QUE DEBE INGRESAR AL TANQUE PARA DOSIFICAR 1 mg/lit		
CAUDAL DEL SISTEMA	CANTIDAD NECESARIA DE SOLUCIÓN	
	litro/segundo	litro/hora
0,50	1,80	43,20
0,60	2,16	51,84
0,70	2,52	60,48
0,80	2,88	69,12
0,90	3,24	77,76
1,00	3,60	86,40
1,10	3,96	95,04
1,20	4,32	103,68
1,30	4,68	112,32
1,40	5,04	120,96
1,50	5,40	129,60
1,60	5,70	138,24
1,70	6,12	146,88
1,80	6,48	155,52
1,90	6,84	164,16
2,00	7,20	172,80
2,10	7,56	181,44
2,20	7,92	190,08
2,30	8,28	198,72
2,40	8,64	207,36
2,50	9,00	216,00
2,60	9,36	224,64
2,70	9,72	233,28
2,80	10,08	241,92
2,90	10,44	250,56
3,00	10,80	259,20
3,30	11,88	285,12
3,50	12,60	302,40
3,80	13,68	328,32
4,00	14,40	345,60
4,50	16,20	388,80
5,00	18,00	432,00
5,50	19,80	475,20
6,00	21,60	518,40

Fuente: Jefatura del Área de Salud del Progreso.

### **3.12. Red de distribución**

La unión entre el tanque de almacenamiento y la red de distribución se hace mediante la denominada línea de distribución, su diseño depende de las condiciones de operación de la red de distribución tales como trazado, caudal y presiones de servicio. Para este proyecto no se consideró línea de distribución, debido a la cercanía de las casas al tanque de distribución.

### **3.13. Cálculo hidráulico de red de distribución**

Se define red de distribución, al conjunto de tuberías cuya función es la de suministrar el agua potable a los consumidores de la localidad.

El trazo de la red debe obedecer a la conformación física de la población, y por tanto, no existe una forma predefinida. Hidráulicamente, la red de distribución puede ser:

- Red abierta: se diseña en líneas que van de mayor a menor diámetro, o bien, en forma de árbol. Se recomienda su utilización en aquellos casos en que la población es muy dispersa, su cálculo hidráulico se realiza mediante la fórmula de Hazen-Williams, para conductos circulares a presión.
- Red cerrada: se conforma por circuitos de tuberías, según sea el caso, habrá redes principales que alimentan a redes secundarias o llamadas de relleno. Desde el punto de vista técnico, funciona mejor que la anterior, ya que ésta elimina extremos muertos y permite la circulación del agua. Para su diseño, UNEPAR recomienda utilizar el método del gradiente hidráulico, o bien, el método de Hardy-Cross.

En este proyecto la red es de tipo abierto, por lo que el diseño hidráulico es exactamente el mismo que el de la línea de conducción, con la única diferencia que se calcula el caudal de diseño según las recomendaciones de la Unidad Ejecutora de Acueductos Rurales UNEPAR.

El procedimiento se describe a continuación.

### **3.13.1. Caudal de uso simultáneo**

La Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales recomienda que para el diseño hidráulico de las tuberías de distribución se tome en cuenta criterios de caudal simultáneo versus caudal unitario, seleccionando siempre el valor más alto obtenido de ambos cálculos. El caudal simultáneo ( $Q_s$ ) se estima de la siguiente forma:

$$Q_s = K\sqrt{n-1}$$

Donde:

$Q_s$  = caudal simultáneo

$K$  = constante en función de cantidad de viviendas

$n$  = número de viviendas en el tramo a diseñar

El valor de la constante en función de la cantidad de viviendas ( $K$ ) se determina como:

$$0,15 < K < 0,25$$

$K = 0,15$  si el número de viviendas es menor que 100

$K = 0,25$  si el número de viviendas es mayor o igual que 100

Para este caso, se optó por asignar  $k = 0,20$ , se calculó el caudal para cada ramal.

### 3.13.2. Caudal unitario

Es importante conocer el consumo máximo horario, para poder calcular el caudal unitario, ya que este indica cuanto consumirá cada vivienda. El caudal unitario se calcula con la siguiente expresión:

$$\text{Caudal unitario } (Q_u) = \frac{Q_{MH}}{N}$$

Donde:

$Q_{MH}$  = consumo máximo horario o caudal de distribución

$N$  = número total de viviendas para el proyecto

Una vez conocido el valor del caudal unitario, se encuentra el de diseño para el tramo, que está dado por el producto del caudal unitario por el número de viviendas existentes en el tramo que se diseña, es decir:

$$Q_{\text{diseño}} = Q_u * \# \text{ viviendas del tramo}$$

Determinando el caudal de diseño:

Para entender de mejor manera lo antes expuesto, se presenta el diseño del ramal 5.

Ramal 5:

$$Q_{B-C} = \frac{\text{Pob} \cdot \text{Dotación}}{86\,400}$$

Población	= 5 personas x casa	Número de casas	= 10 casas
Po	= 10x5 = 50 personas	FHM	= 2
Pf	= 52 personas		

$$Q_{B-C} = \frac{52 \text{ hab} \cdot 90 \text{ l/hab/día}}{86\,400} = 0,0541 \text{ l/s}$$

$$Q_{hm_{B-C}} = 0,0541 \frac{\text{l}}{\text{s}} \cdot 2 = 0,11 \text{ l/s}$$

$$Q_u = \frac{0,086 \text{ l/s}}{5 \text{ casas}} = 0,0172 \text{ l/s}$$

$$Q_s = 0,20 \quad \overline{5-1} = 0,40 \text{ l/s}$$

$Q_s > Q_u$

$Q_{\text{diseño}} = Q_s$

### 3.13.3. Diámetro de tubería

Para el diámetro de la tubería en el tramo B-C, se utilizó la fórmula de Hazen-Williams con los siguientes datos:

Hf disp. = Cota Piez. B – Cota Terreno C

Hf disp. = 807,31 – 784,09 = 23,22 m

L = 105,80 m      Q = 0,40 l/s      C = 150 (Para PVC)

$$D = \left( \frac{1743,811 \cdot 105,80 \cdot 0,40^{1,85}}{150^{1,85} \cdot 23,22} \right)^{\frac{1}{4,87}} = 0,66" \cong 3/4"$$

Se procede a calcular la pérdida producida con el diámetro nominal  $\varnothing \frac{3}{4}'' = 0,926''$

$$H_{f_{3/4}} = \frac{1743,811 * (105,80 * 1,05) * 0,40^{1,85}}{150^{1,85} * 0,926^{4,87}} = 4,816\text{m}$$

#### 3.13.4. Velocidad del agua

De la misma manera que en la línea de conducción se calcula la velocidad de diseño, siempre considerando el rango de 0,3 metros por segundo a 3,00 metros por segundo.

$$\text{Velocidad}(V) = \frac{1,974 * (\text{Caudal de distribución o Consumo máximo diario(CMD)})}{\text{Diámetro interno}^2}$$

$$\text{Velocidad B - C} = \frac{1,974 * (0,40)}{0,926^2} = 0,92 \text{ m/s}$$

#### 3.13.5. Cota piezométrica

La altura piezométricas es: la suma de la cota de la superficie libre y de la altura dinámica. En cualquier sección transversal, es la carga total por encima del nivel de referencia menos la altura dinámica en esa sección.

La cota piezométrica se calcula de la siguiente manera:

CPc = Cota piezométrica B – pérdida de carga (hf) del tramo

$$\text{CPc} = 807,31 - 4,816 = 802,50 \text{ m}$$

### **3.13.6. Presión dinámica**

Se puede decir que cuando los fluidos se mueven en un conducto, la inercia del movimiento produce un incremento adicional de la presión estática al chocar sobre un área perpendicular al movimiento. Esta fuerza se produce por la acción de la presión conocida como dinámica.

La presión dinámica es la que se produce en los fluidos como consecuencia de su movimiento en un conducto.

La presión dinámica se determina de la siguiente manera:

Presión Dinámica C = Cota Piez. C – Cota de terreno C

Presión Dinámica C = 802,50 – 784,09 = 18,41 m

Tabla XXXIV. Caudal por estación

TRAMO	DE	A	LONGITUD	ESTACION	No. Vivienda	Po	Pf	Qo	Cf	k	Qinst.	Qdis.ño	Cota
1	368	369	82.69	368	0	0	2	0.0000000	0.00207902	0.15	0.000000	0.002079	632.20
2	369	360	34	369	7	35	37	0.04937500	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	621.73
3	360	363	118.51	360	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	621.58
4	363	366	92.57	362	15	75	77	0.09375000	0.09682902	0.15	0.961248	0.961248	614.33
5	366	370	145.19	363	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	615.29
6	370	372	49.95	366	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	603.51
7	372	377	180.96	370	14	70	72	0.08750000	0.08967902	0.15	0.540833	0.540833	583.96
8	377	379	130	372	5	25	25	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	582.25
9	379	382	121.71	377	11	55	57	0.06875000	0.07082902	0.15	0.474342	0.474342	565.18
10	382	385	154.78	379	10	50	52	0.06250000	0.06457902	0.15	0.450000	0.450000	538.41
11	385	386	65.22	382	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	536.18
12	386	384	512.3	385	4	20	22	0.02500000	0.02707902	0.15	0.259808	0.259808	549.38
13	384	403	566.24	386	6	30	32	0.03750000	0.03957902	0.15	0.335410	0.335410	543.03
RAINFAL 2													
14	368	418	771.33	384	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	551.04
15	418	379	291.92	403	9	45	47	0.06250000	0.06452902	0.15	0.424264	0.424264	569.08
16	369	492	536.22	440	8	40	42	0.05000000	0.05207902	0.15	0.396863	0.396863	543.27
17	492	370	159.82	452	19	95	97	0.11875000	0.12082902	0.15	0.636386	0.636386	551.70
18	366	377	500.55	454	9	45	47	0.06250000	0.06452902	0.15	0.424264	0.424264	533.39
RAINFAL 4													
19	360	507	250.13	474	10	50	52	0.06250000	0.06457902	0.15	0.450000	0.450000	533.73
20	363	499	119.22	476	4	20	22	0.02500000	0.02707902	0.15	0.259808	0.259808	562.74
21	362	530	190.29	478	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	567.24
22	492	545	19.11	492	25	125	127	0.19250000	0.19457902	0.15	0.734847	0.734847	578.11
23	545	553	147.05	499	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	597.14
24	553	574	381.39	507	6	30	32	0.03750000	0.03957902	0.15	0.335410	0.335410	586.31
25	574	580	122.14	507	6	30	32	0.03750000	0.03957902	0.15	0.335410	0.335410	583.34
RAINFAL 8													
26	553	558	238.5	530	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	542.10
27	570	654	181.9	544	21	105	107	0.13125000	0.13332902	0.15	0.670820	0.670820	574.23
28	574	591	45.05	544	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	574.23
29	574	587	192.3	587	5	25	27	0.03125000	0.03332902	0.15	0.300000	0.300000	589.94
30	587	589	54.77	589	3	15	17	0.01875000	0.02082902	0.15	0.212132	0.212132	589.94
RAINFAL 9													
31	587	600	299.7	589	3	15	17	0.01875000	0.02082902	0.15	0.212132	0.212132	589.94
RAINFAL 10													
32	587	600	299.7	600	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	531.06
RAINFAL 11													
33	587	600	299.7	600	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	531.06
RAINFAL 12													
34	587	600	299.7	600	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	531.06
RAINFAL 13													
35	587	600	299.7	600	7	35	37	0.04375000	0.04582902	0.15	0.367423	0.367423	531.06

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXV. **Diseño hidráulico línea de distribución**

No.	De Est	A Est	Longitud (m)	Diametro (mm)	Diametro (Pulg)	Caudal Q (LPS)	Velocidad (mps)	Perdida Hl (m)
1	358	359	82.69	155	6	13.68	0.72	0.26
2	359	360	34.00	130	5	8.78	0.66	0.11
3	360	363	118.51	106	4	8.15	0.93	0.93
4	363	366	145.19	82	3	7.48	1.42	3.30
5	366	370	145.19	67	2 1/2	6.42	1.80	6.45
6	370	372	49.95	45	1 1/2	4.08	2.63	7.31
7	372	377	180.96	45	1 1/2	1.51	0.97	4.17
8	377	379	130.00	39	1 1/2	1.97	1.66	9.50
9	379	380	37.75	45	1 1/2	0.61	0.39	0.17
10	543	380	34.46	45	1 1/2	1.03	0.66	0.39
11	544	584	65.14	45	1 1/2	0.20	0.55	0.04
12	589	385	53.38	45	1 1/2	1.78	1.14	1.67
13	380	382	83.65	39	1 1/4	1.64	1.38	4.35
14	382	385	154.78	39	1 1/4	0.98	0.82	3.07
15	385	386	65.22	39	1 1/4	1.62	1.36	3.31
16	386	394	512.3	56	2	1.02	0.42	1.94
17	394	403	556.24	56	2	0.42	0.55	0.41
18	358	418	771.33	39	1 1/4	1.54	1.29	35.62
19	379	418	291.92	39	1 1/4	0.71	0.60	3.21
20	359	492	536.22	67	2 1/2	4.52	1.27	12.48
21	370	492	159.82	56	2	1.80	0.74	1.71
22	366	377	500.55	30	1	0.70	0.97	17.97
23	360	507	250.13	45	1 1/2	0.34	0.44	0.36
24	363	499	119.22	45	1 1/2	0.37	0.60	0.20
25	372	530	190.29	45	1 1/2	0.37	0.75	0.32
26	492	545	19.11	67	2 1/2	5.59	1.56	0.66
27	545	553	147.05	67	2 1/2	5.07	1.42	4.23
28	553	570	208.91	67	2 1/2	4.23	1.18	4.29
29	570	574	164.92	67	2 1/2	3.41	0.95	2.27
30	574	580	139.71	67	2 1/2	0.34	0.80	0.03
31	553	558	238.5	67	2 1/2	0.40	0.95	0.06
32	570	564	181.9	67	2 1/2	0.42	0.75	0.05
33	574	591	45.05	67	2 1/2	0.21	0.65	0.00
34	574	584	119.59	45	1 1/2	2.46	1.58	6.80
35	584	587	72.70	45	1 1/2	2.66	1.71	4.77
36	587	589	54.77	45	1 1/2	1.99	1.28	2.10
37	587	600	299.70	45	1 1/2	0.37	0.85	0.51
38	545	549	141.58	45	1 1/2	0.21	0.78	0.09
39	372	544	359.10	45	1 1/2	1.90	1.22	12.68
40	544	543	66.51	45	1 1/2	1.03	0.66	0.76
41	418	435	374.00	39	1 1/4	1.69	1.42	20.46
42	435	440	152.7	39	1 1/4	0.40	0.33	0.57
43	435	452	513.59	39	1 1/4	0.64	0.54	4.63
44	379	454	62.85	30	1	0.42	0.59	0.90
45	382	458	144.22	30	1	0.37	0.51	1.58
46	386	476	158.61	45	1 1/2	0.26	0.98	0.14
47	385	471	461.54	45	1 1/2	0.87	0.56	3.87
48	471	474	230.17	45	1 1/2	0.45	0.96	0.56
49	394	478	54.78	45	1 1/2	0.30	0.61	0.06

Continuación de la tabla XXXIII.

Estacion	Q(l/s)	Elevación	Piezom (m)	Presión
358	15.22	632.20	632.20	0.00
359	0.37	621.73	631.94	10.21
360	0.30	621.58	631.83	10.25
363	0.30	615.29	630.91	15.62
366	0.37	603.51	627.00	24.09
370	0.54	583.96	621.18	37.22
372	0.30	582.25	613.86	31.61
377	0.24	555.18	609.28	54.10
379	0.23	536.41	599.79	63.38
380	0.00	536.11	599.62	63.51
382	0.30	536.18	595.27	59.09
385	0.26	549.38	592.20	42.82
386	0.34	543.03	588.89	45.86
394	0.30	551.04	586.95	35.91
403	0.42	569.08	586.54	17.46
418	0.56	546.31	596.58	50.27
435	0.65	526.89	576.12	49.23
440	0.40	543.27	575.55	32.28
452	0.64	551.70	571.49	19.79
454	0.42	533.39	598.89	65.50
458	0.37	532.85	593.69	60.84
471	0.42	555.66	588.33	32.67
474	0.45	533.73	587.76	54.03
476	0.26	562.74	588.75	26.01
478	0.30	557.24	586.88	29.64
492	0.74	578.11	619.46	41.35
499	0.37	597.14	630.71	33.57
507	0.34	599.31	631.48	32.17
530	0.37	563.34	613.54	50.20
543	0.00	536.41	600.01	63.60
544	0.67	542.10	601.19	59.09
545	0.30	574.23	618.81	44.58
549	0.21	589.94	618.72	28.78
553	0.45	585.69	614.57	28.88
558	0.40	601.35	614.51	13.16
570	0.40	586.18	610.29	24.11
574	0.40	586.71	608.02	21.31
580	0.34	555.10	607.99	52.89
584	0.00	536.11	601.15	65.04
587	0.30	571.94	596.38	24.44
589	0.21	558.76	593.86	35.10
564	0.42	600.89	610.23	9.34
600	0.37	531.06	595.87	64.81
591	0.21	589.34	608.01	18.67

Fuente: elaboración propia.

### 3.13.7. Conexiones domiciliarias

Esta es la última unidad de todo sistema de agua potable y tiene como finalidad suministrar finalmente el vital líquido en condición aceptable a la población, ya sea a través de un servicio domiciliario o bien de un servicio de tipo comunitario.

Para este sistema, se adoptó un servicio tipo predial que comprende un solo chorro por terreno o inmueble. La ubicación de este chorro debe ser visible y accesible para sus usuarios. Se recomienda para comunidades rurales semidispersas con nivel socioeconómico regular. Las conexiones se realizarán con tubería PVC de ½" y estará compuesta por:

- Tee reductora PVC Ø tubería principal X ½"
- Niple tubo de PVC longitud variable Ø ½"
- Adaptador macho PVC Ø ½"
- Llave de paso de bronce Ø ½"
- Tubo PVC longitud variable Ø ½"
- Codo PVC 90° Ø ½" con rosca
- Niple HG 1,50 m Ø ½"
- Codo HG 90° Ø ½"
- Niple HG 0,15 m Ø ½"
- Adaptador hembra Ø ½"
- Llave de chorro bronce Ø ½"

### 3.14. Obras de arte

Las obras de arte llamadas también estructuras secundarias, constituyen el complemento para el buen funcionamiento de un proyecto hidráulico. Y se usan para acueductos, sifones, caídas rápidas.

#### 3.14.1. Paso aéreo

Esta estructura se utiliza para salvar depresiones de terreno o donde es imposible enterrar o revestir la tubería, quedando expuesta a la intemperie. Para este proyecto se contempló un paso aéreo de 55 metros de luz. Se compone de tubería HG, soportada por cable galvanizado sujeto a dos columnas de concreto reforzado, con sus respectivos anclajes de concreto ciclópeo (ver planos en apéndice).

A continuación se describe el diseño del paso aéreo contemplado para este proyecto.

Datos:

Diámetro de tubería HG	= 1" cedula 40 peso estándar
Longitud del claro (L)	= 54,75 m $\approx$ 179,85 pies.
Peso de la tubería HG Ø 1"	= 1,68 lb/pie
Peso específico del agua	= 62,4 lb/pie <sup>3</sup>

- Cargas verticales

Carga muerta (Cm):

Cm=peso de tubería + peso del agua

Peso del agua:

$W_{H_2O} = \text{Vol} * \text{Peso específico del agua}$

$$W_{H_2O} = \frac{\pi}{4} \cdot 1 \text{ plg} * 1 \frac{\text{pie}}{12 \text{ plg}}^2 \cdot 62,4 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 0,34 \text{ lb/pie}$$

$$Cm = 1,68 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 0,34 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 2,02 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Carga viva (Cv):

A pesar que el paso aéreo no debe utilizarse como puente peatonal, no puede descartarse el hecho de que alguna persona lo utilice eventualmente para pasar de un extremo a otro, por lo que habrá que considerar el peso promedio de una persona a lo largo de cada tubo.

$$Cv = \frac{150 \text{ lb}}{20 \text{ pie}} = 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Carga horizontal (Wv):

La carga ejercida por el viento es la que afecta considerablemente en sentido horizontal a estas estructuras y, para una velocidad de 60 kilómetros por hora, el viento ejerce una presión de 15 libras por pie cuadrado.

$Wv = \phi \text{ del tubo} * \text{presión del viento}$

$$Wv = 1 \text{ pulg} * \frac{1 \text{ pie}}{12 \text{ pulg}} * 15 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 1,25 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Integración de cargas:

$$U = 0,75(1,4 C_m + 1,7 C_v + 1,7 W_v)$$

$$U = 0,75 \left( 1,4 * 2,02 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 1,7 * 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 1,7 * 1,25 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \right) = 13,28 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Condición de diseño:

U no debe ser menor que U'

$$U' = 1,4 C_m + 1,7 C_v$$

$$U' = 1,4 \left( 2,02 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \right) + 1,7 \left( 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \right) = 15,58 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

$$13,28 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} < 15,58 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Se utilizará como carga última de diseño:

$$U = 15,58 \text{ lb/pie}$$

Diseño del cable principal

Se utilizará la fórmula del *Wire Rope Handbook*, 1963, capítulo 3.

$$T_h = \frac{U * L^2}{8 * d}$$

$$T = T_h * \left( 1 + \frac{16 * d^2}{L^2} \right)^{1/2}$$

$$T_v = (T^2 - T_h^2)^{1/2}$$

Donde:

- U = carga última
- L = luz
- d = flecha
- Th = tensión horizontal
- T = tensión máxima
- Tv = tensión vertical

El Dr. D. B. Steinman sugiere emplear una relación entre flecha y luz de L/9, llegando hasta L/12 para luces grandes. Para determinar la flecha se adoptó una relación de flecha y luz de  $d = L/12 = 54,75/12 = 4,56$  m, esta es demasiado grande, por lo que a criterio se tomó una d máxima de 2,5 m.

Tabla XXXVI. Tensión del cable de paso aéreo

U' (LB/PIE)	L (PIE)	D (M)	D (PIE)	TH (LB)	T (LB)	TV (LB)
15,58	179,85	1,50	4,93	12 784,15	12 860,69	1 401,02
15,58	179,85	1,75	5,75	10 957,84	11 047,04	1 401,01
15,58	179,85	2,00	6,57	9 588,11	9 689,93	1 401,03
15,58	179,85	2,25	7,39	8 522,76	8 637,15	1 401,04
15,58	<b>179,85</b>	<b>2,50</b>	<b>8,21</b>	<b>7 670,49</b>	<b>7 797,39</b>	<b>1 401,03</b>
15,58	179,85	2,75	9,03	6 973,17	7 112,52	1 401,01
15,58	179,85	3,00	9,86	6 392,07	6 543,81	1 401,03
15,58	179,85	3,25	10,68	5 900,38	6 064,44	1 401,05
15,58	179,85	3,50	11,50	5 478,92	5 655,21	1 401,01

Fuente: elaboración propia.

Para una d = 2,5 metros se tiene una tensión máxima del cable de 7 797,39 libras.

Los diámetros de cable más usados en pasos aéreos de agua potable son los siguientes: diámetros de 3/8 de pulgada con un esfuerzo de ruptura de 12 620 libra y un peso de 0,22 libras por pie, diámetros de 1/2 pulgada con un esfuerzo de ruptura de 27 200 libra, y un peso de 0,42 libra/pie.

Con base a lo anterior, se selecciona el cable de 3/8 de pulgada de diámetro, con alma de acero de 6 \* 9 hilos y una resistencia a tensión de 12 620 libras. Integrando el peso propio del cable a la carga muerta se tiene:

$$C_m = C_m' + W_{\text{cable}}$$

$$C_m = 2,02 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 0,22 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 2,24 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

Carga última:

$$U = 1,4 \cdot 2,24 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 1,7 \cdot 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} = 15,89 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} \cong 16 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}$$

El valor corregido de la tensión será:

Tabla XXXVII. **Corrección de la tensión del cable**

U' (LB/PIE)	L (PIE)	D (M)	D (PIE)	TH (LB)	T (LB)	TV (LB)
16,00	179,85	2,50	8,21	7 877,27	8 007,59	1 438,79

Fuente: elaboración propia.

Longitud del cable principal: según el Wire Hand Book, cuando la flecha (d), es el 5 por ciento de L, la longitud suspendida entre soportes se define de la siguiente manera:

$$L1=L+\frac{8*d^2}{3*L}$$

$$L1=54,75+\frac{8*2,5^2}{3*54,75}=55,05 \text{ m}$$

Se recomienda una relación L/4 como longitud del tensor

$$\frac{L}{4} = \frac{54,75 \text{ m}}{4} = 13,70 \text{ m}$$

$$L2 = \sqrt{\frac{L^2}{4} + d^2}$$

$$L2 = \sqrt{(13,70)^2 + 2,5^2} = 13,93 \text{ m}$$

$$L_{\text{total}} = 55,05 \text{ m} + 2 * 13,93 \text{ m} * 1,10 = 91,20 \text{ m}$$

- Péndolas o tirantes

Son los tirantes que sostienen la tubería, van unidos al cable principal. La separación óptima de péndola a péndola es de 2 metros según Steinman.

La carga de tensión que soportará viene dada por la siguiente fórmula:

$$Q=U*S=Carga \text{ última} * Separación \text{ entre péndolas} = 16 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} * 6,56 \text{ pie} = 104,96 \text{ lb}$$

Se utilizará cable galvanizado de ¼” con una resistencia a la ruptura de 3 600 lb, para péndolas. Para calcular la longitud de péndolas se utilizará la ecuación de la sección 3 del Wire Hand Book, que es la siguiente:

$$Y = \frac{U * X * (L - X)}{2 * Th}$$

Donde:

Y = variación de la flecha en metros

U = carga última en kg/m

X = separación de péndola respecto a la torre más cercana en metros

L = luz del paso aéreo en metros

Th = tensión horizontal en kilogramos

Cálculo de péndola No. 1:

$$U = 16 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} * \frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} * \frac{3,285 \text{ pie}}{1 \text{ m}} = 23,85 \frac{\text{kg}}{\text{m}}$$

$$X = 2 \text{ metros}$$

$$L = 54,75 \text{ metros}$$

$$Th = 7\,877,27 \text{ lb} * \frac{1 \text{ kg}}{2,2 \text{ lb}} = 3\,580,58 \text{ kg}$$

Entonces:

$$Y = \frac{23,85 \frac{\text{kg}}{\text{m}} * 2 \text{ m} (54,75 \text{ m} - 2 \text{ m})}{2 * 3\,580,58 \text{ kg}} = 0,3498 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de la péndola} = 2,5 \text{ m} - 0,3498 \text{ m} = 2,15 \text{ m}$$

Tabla XXXVIII. Longitud de péndolas de paso aéreo

No	X	L-X	$U/(2*TH)$	Y (m)	Longitud de pendola (m)	Número de Pendolas	Longitud total (m)
1	2.00	53.00	0.0033	0.3498	2.1500	2	4.30
2	4.00	51.00	0.0033	0.6732	1.8300	2	3.66
3	6.00	49.00	0.0033	0.9702	1.5300	2	3.06
4	8.00	47.00	0.0033	1.2408	1.2600	2	2.52
5	10.00	45.00	0.0033	1.4850	1.0200	2	2.04
6	12.00	43.00	0.0033	1.7028	0.8000	2	1.60
7	14.00	41.00	0.0033	1.8942	0.6100	2	1.22
8	16.00	39.00	0.0033	2.0592	0.4400	2	0.88
9	18.00	37.00	0.0033	2.1978	0.3000	2	0.60
10	20.00	35.00	0.0033	2.3100	0.1900	2	0.38
11	22.00	33.00	0.0033	2.3958	0.1000	2	0.20
12	24.00	31.00	0.0033	2.4552	0.0400	2	0.08
13	26.00	29.00	0.0033	2.4882	0.0100	2	0.02
14	27.50	27.50	0.0033	2.4956	0.0000	1	0.00
						<b>SUMA</b>	20.56

Fuete: elaboración propia.

Debido a que las péndolas van sujetas por medio de accesorios como guarda cables y abrazaderas, su longitud debe incrementarse en un 15 por ciento.

$$\text{Longitud} = 20,56 \text{ m} * 1,15 = 23,64 \text{ m} \approx 24 \text{ metros.}$$

Torres de soporte del cable

El material para su construcción será concreto reforzado. En cuanto a sus dimensiones, tendrá una altura de 3,00 metros con una sección de 0,30 x 0,30

metros. Estos elementos tendrán una zapata de 0,25 metros de espesor y 0,80 metros por lado.

Módulo de elasticidad del concreto (E)	= $15\ 100 * (f'c)^{1/2}$
Resistencia a compresión del concreto (f'c)	= 210 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero G 40 (fy)	= 2 810 kg/cm <sup>2</sup>
Peso específico del concreto ( $\gamma_c$ )	= 2,4 ton/m <sup>3</sup>
Momento de inercia de la sección de col (I)	= $b * h^3 / 12$
Radio de giro (r)	= $\sqrt{I/A}$
Valor soporte del suelo (Vs)	= 14 ton/m <sup>2</sup>
Longitud libre de la columna (lu)	= 2,0 m
Longitud total de la columna (L)	= 3,0 m
Área de la sección de la columna (A)	= 0,09 m <sup>2</sup>
Área del acero de refuerzo (As)	

Esbeltez en una columna: en función de la luz libre (lu) y su dimensión transversal, llamada radio de giro, que está, a su vez, es función de la inercia y del área. Por lo tanto, un parámetro que determina la esbeltez de una columna es L/r. Sin embargo, esta relación es válida si L es igual a la distancia de dos puntos de inflexión, que en el caso general no será igual a la luz libre, por lo que se considera una longitud efectiva,  $L_e = K*lu$ , que es proporcional a la luz libre, en donde K es un factor que depende del tipo de apoyo que tiene la columna, que no será simplemente apoyada ni un empotramiento perfecto, para el caso general.

La columna tiene posibilidades de ladeo, es decir, una columna no contraventada y puede tener elementos que le impidan el ladeo, siendo en este caso, una columna contraventada o contra desplazamiento lateral.

Por lo anterior, se clasifica como columna intermedia cuando la relación de esbeltez se encuentra en el intervalo:  $22 < K \cdot l_u / r < 100$ .

Calculando el momento de inercia:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,30 \cdot 0,30^3}{12} = 0,000675 \text{ m}^4$$

Calculando el radio de giro:

$$r = \frac{I}{A}^{1/2} = \frac{0,000675}{0,30 \cdot 0,30}^{1/2} = 0,0866$$

Chequeo por esbeltez (E):

$$E = \frac{K \cdot l_u}{r} = \frac{2 \cdot 2,0}{0,0866} = 46,189$$

Por lo que se clasifica como columna intermedia

Carga crítica de una columna ( $P_{cr}$ ): es la que produce pandeo en dos puntos de inflexión, es decir, en el tramo cuya longitud es la longitud efectiva. La fórmula de Euler para encontrar la carga crítica de una columna con un extremo empotrado y el otro libre, es:

$$P_{cr} = \frac{2 \cdot E \cdot I \cdot \pi^2}{(k \cdot l_u)^2}$$

$$P_{cr} = \frac{2 \cdot 15\,100 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 67\,500 \text{ cm}^4 \cdot \pi^2}{2 \cdot 200^2} = 1\,822\,217,13 \text{ kg} \cong 1\,822,22 \text{ tonelada}$$

Refuerzo en la columna: al considerar que la columna únicamente trabajará a compresión, bajo una carga axial muy pequeña  $T_v = 1\,438,79\text{ lb} = 1,44\text{ ton}$ . Comparada a lo que la sección de la columna puede resistir; se utilizará el criterio de la sección 10.8.4 del código ACI 318-83, el cual indica que cuando un elemento sujeto a compresión tiene una sección transversal mayor que la requerida para las condiciones de carga, se puede emplear con el fin de determinar el refuerzo mínimo, un área efectiva reducida  $A_g$  no menor que  $\frac{1}{2}$  del área de acero mínima ( $A_s\text{ mín}$ ), por lo tanto:

$$A_{s\text{mín}} = \frac{0,01 \cdot \text{área gruesa}}{2} = \frac{0,01 \cdot 0,30\text{ m} \cdot 0,30\text{ m}}{2} = 4,5\text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{No.4}} = \frac{4,50\text{ cm}^2}{1,267\text{ cm}^2} = 3,55\text{ var} \cong 4\text{ varillas No.4}$$

Carga axial que soporta la columna:

$$P_u = \phi(0,85 \cdot f'_c \cdot A_g + A_s \cdot f_y)$$

$$P_u = 0,7 \cdot 0,85 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \cdot 900\text{ cm}^2 + 5,068\text{ cm}^2 \cdot 2\,810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 122\,473,76\text{ kg} \cong 122,42\text{ ton}$$

La sección y refuerzo de la columna son aptas, por cuanto  $P_u$  es mucho mayor que  $T_v = 1,44$  toneladas.

Diseño de zapatas

Debido a la carga que soportará la zapata, se asumirá el peralte mínimo recomendado por el ACI.

Peralte mínimo arriba del refuerzo inferior = 15 cm

Recubrimiento mínimo del refuerzo = 7,5 cm

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

Se utilizará 25 cm de peralte

Se calculará el factor de carga última:

$$F_{cu} = \frac{U}{C_m + C_v} = \frac{16 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}}{2,24 \frac{\text{lb}}{\text{pie}} + 7,5 \frac{\text{lb}}{\text{pie}}} = 1,64$$

Carga que soportará la zapata:

Componente vertical de la tensión del cable	= 1 438,79 lb	= 0,654 t
Peso propio de la col. = $\gamma_c * A_g * h$	= 2,4 * 0,09 * 3,0	= 0,648 t
Peso propio del suelo = $\gamma_s * des * \text{Área}$	= 1,6 * 1,0 * 0,55	= 0,880 t
Peso propio de la zapata = $\gamma_c * t * b^2$	= 2,4 * 0,25 * (0,80) ^2	= 0,384 t
Pz = suma de cargas que actúan bajo la zapata		= 2,566 t

Se debe cumplir que  $P_z / A_z$ , debe ser menor que el valor soporte del suelo, entonces:

$$\frac{P_z}{A_z} = \frac{2,566 \text{ t}}{0,80 \text{ m} * 0,80 \text{ m}} = 4,009 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} < 14 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Carga última =  $W_u$

$$W_u = \frac{P_z}{A_z} * F_{cu} = 4,009 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 1,64 = 6,57 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$$

Chequeo por corte simple:

$V_a < V_c$  Donde:  $V_a$  = corte actuante

$V_c$  = corte resistente

$d$  = peralte – recubrimiento

$$d = 0,25 - 0,08 = 0,17 \text{ m}$$

$$V_a = W_u * b * c = 6,57 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * b * c$$

$$c = \frac{b}{2} - \frac{B}{2} - d$$

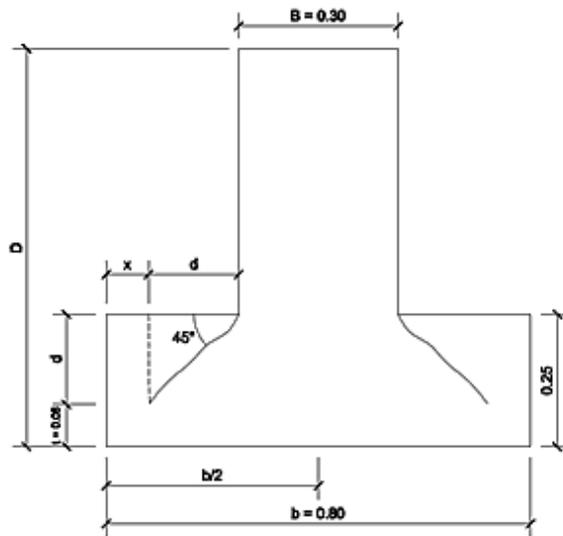
$$c = \frac{0,8 \text{ m}}{2} - \frac{0,3 \text{ m}}{2} - 0,17 \text{ m} = 0,08 \text{ m}$$

$$V_a = 6,57 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} * 0,8 \text{ m} * 0,08 \text{ m} = 4,20 \text{ ton}$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * f'_c \frac{1}{2} * b * \frac{d}{1000}$$

$$V_c = 0,85 * 0,53 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \frac{1}{2} * 80 \text{ cm} * \frac{17 \text{ cm}}{1000} = 8,88 \text{ ton}$$

Figura 39. **Chequeo por corte simple**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

El peralte propuesto resiste al corte simple debido a que:  $V_c = 8,88$  toneladas  $> V_a = 4,20$  toneladas

Chequeo por corte punzonante

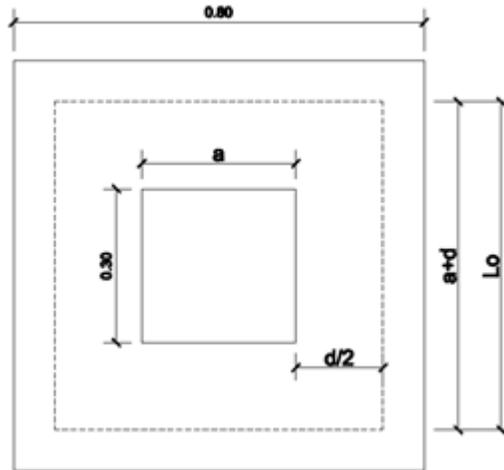
$V_a < V_c$

$V_a = W_u \cdot \text{área zapata} - \text{área punzonante}$

$$V_a = 6,57 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2} \cdot 0,80^2 - 0,30 + 0,17^2$$

$$V_a = 2,75 \text{ ton}$$

Figura 40. Chequeo por corte punzonante



Fuente: elaboración propia.

$$V_c = \frac{0,85 \cdot 1,06 \cdot f_c^{\frac{1}{2}} \cdot \text{perímetro punzonante} \cdot d}{1\,000}$$

$$V_c = \frac{0,85 \cdot 1,06 \cdot 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}^{\frac{1}{2}} \cdot 188 \text{ cm} \cdot 17 \text{ cm}}{1\,000} = 41,73 \text{ ton}$$

El peralte propuesto resiste al corte punzonante debido a que:

$$V_c = 41,73 \text{ ton} > V_a = 2,75 \text{ ton}$$

Diseño por flexión

$$M_u = \frac{W_u \cdot L^2 \cdot B}{2} = \frac{6,75 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} \cdot 0,25^2 \cdot 0,80 \text{ m}}{2} = 0,16875 \text{ ton-m}$$

$$M_u = 16\,875 \text{ kg-cm}$$

$$M_u = 168,75 \text{ kg-m}$$

Refuerzo mínimo y máximo

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{f_y} * b * d$$

$$A_{s\text{mín}} = \frac{14,1}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} * 80 \text{ cm} * 17 \text{ cm} = 6,82 \text{ cm}^2$$

$$A_s = b * d - \frac{b * d^2 * \frac{\mu * b}{0,003825 * f'_c} \frac{0,85 f'_c}{f_y}}$$

$$A_s = 80 \text{ cm} * 17 \text{ cm} - \frac{80 * 17^2 * \frac{168,75 \text{ kg-m} * 80 \text{ cm}}{0,003825 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} \frac{0,85 * 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}{2810 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}}}$$

$$A_s = 0,393 \text{ cm}^2$$

Como  $A_{s\text{mín}} > A_s$ , se tomara  $A_{s\text{mín}} = 6,82 \text{ cm}^2$ , usando hierro No. 4:

Sí  $6,82 \text{ cm}^2$  --- 80 cm

$1,267 \text{ cm}^2$  --- S

$S = 14,86 \text{ cm}$

Se colocará hierro No. 4 grado 40 a cada 14 cm en ambos sentidos.

Diseño de anclaje o muerto

Este será de concreto ciclópeo, enterrado con la superficie superior a nivel del suelo.

El muerto debe soportar la tensión máxima del cable, por lo tanto se determinará un peso del muerto que sea capaz de resistir dicha fuerza.

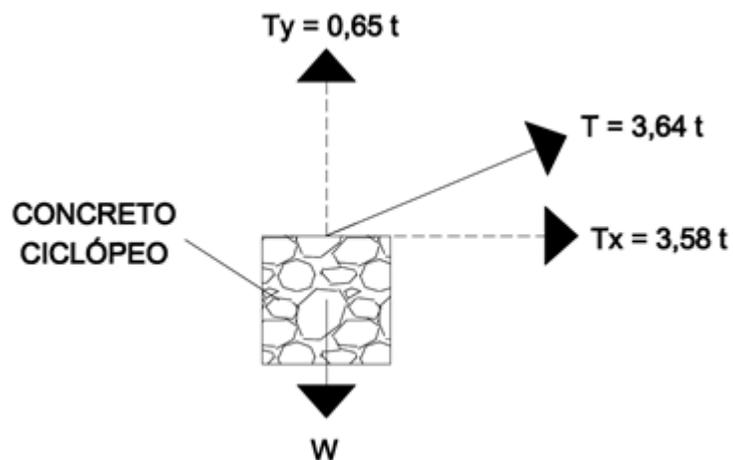
Debido a que se encontrará enterrado se obviará el análisis horizontal.

Entonces:

$$h \text{ propuesta} = 1,25 \text{ m}$$

$$\gamma_{c.cicl.} = 2,0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

Figura 41. **Diseño de anclaje muerto**



Fuente: elaboración propia, con programa Autocad 2010.

$$W_{\text{bloque}} = \text{vol} * \gamma_{c.cicl.}$$

$$W_{\text{bloque}} = 1,25 \text{ m}^3 * 2,0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} = 3,9 \text{ ton}$$

El peso del bloque es mucho mayor que la componente V de la tensión del cable:

$$3,9 \text{ ton} > 0,65 \text{ ton}$$

Comparando con la tensión máxima del cable:

$$3,9 \text{ ton} > 3,64 \text{ ton}$$

Y sabiendo que el cable se encontrará anclado a un muerto de cada lado del paso aéreo, la tensión se distribuye en los dos muertos por lo que:

$$50\% \text{ Tmáx} = 3,65 \text{ ton} * 0,5$$

$$50\% \text{ Tmáx} = 1,82 \text{ ton}$$

$$1,82 \text{ ton} < 3,9 \text{ ton OK}$$

Por lo tanto, las dimensiones de los anclajes son 1,25 m \* 1,25 m \* 1,25 m son correctas.

### **3.15. Válvulas**

Es un dispositivo mecánico con el cual se puede iniciar, detener o regular la circulación (paso) de líquidos o gases mediante una pieza movable que abre, cierra u obstruye en forma parcial uno o más orificios o conductos.

- Válvulas de compuerta: funcionan mediante el descenso progresivo de una compuerta que regula el paso del agua. Pueden ser de hierro fundido o de bronce, estas se instalan a la entrada y salida del tanque de distribución.
- Válvulas de aire: Permitirán la evacuación del aire, que se introduzca en la tubería de la línea de conducción, las cuales se ubicarán conforme lo indicado en los planos es importante la correcta ubicación de las mismas pues permitirá el flujo óptimo del agua.

### **3.16. Elaboración de planos**

También se denomina plano a la representación de la planta de un edificio, así como a las representaciones y esquemas de los diseños industriales. Se elaboraron los siguientes planos:

- Plano de densidad de vivienda
- Plano de planta general del sistema de agua potable
- Planos de planta y perfil de la línea de conducción
- Planos de planta y perfil de la red de distribución
- Plano de tanque de distribución
- Plano de pasos de zanjón
- Plano de paso aéreo
- Plano de detalles de caja de válvulas y conexión domiciliar

### **3.17. Presupuesto**

Cálculo y negociación anticipado de los ingresos y gastos de una actividad económica ya sea personal, familiar, un negocio, una empresa, una oficina, un gobierno durante un período, por lo general en forma anual.

Tabla XXXIX. Cuadro de cantidades de trabajo

<b>PROYECTO:</b>	SISTEMA DE AGUA POTABLE				
<b>UBICACIÓN:</b>	SAN ANTONIO LA PAZ				
<b>DEPARTAMENTO:</b>	EL PROGRESO				
<b>FECHA:</b>	MARZO				
No.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
1	TOPOGRAFIA	40.00	día	Q 1 982.92	Q 79 316.90
2	EXCAVACION	595.85	m3	Q 1 526.89	Q 909 795.13
3	RELLENO Y COMPACTACION	595.85	m3	Q 1 914.71	Q 1 140 880.00
4	LINEA DE CONDUCCIÓN	19196.31	ml	Q 140.22	Q 2 691 678.63
5	CAJA VALVULA DE AIRE	4.00	unidad	Q 2 326.92	Q 9 307.68
6	CAJA VALVULA DE LIMPIEZA	4.00	unidad	Q 2 823.98	Q 11 295.91
7	CAJA ROMPE PRESION	4.00	unidad	Q 1 740.64	Q 6 962.54
8	TANQUE DE DISTRIBUCION	70	m³	Q 1 407.78	Q 98 544.69
9	LINEA DE DISTRIBUCION	3371	m³	Q 160.50	Q 541 059.03
<b>COSTO TOTAL</b>					<b>Q 5 488 840.51</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.18. Análisis económico

Es un enfoque sistemático para examinar la distribución de recursos limitados para lograr cierto objetivo. Las empresas, agencias gubernamentales y organizaciones sin fines de lucro usan las técnicas de análisis económico con muchos fines.

- Valor Presente Neto (VPN)

Valor Actual Neto o Valor Presente Neto: son términos que proceden de la expresión inglesa *Net Present Value*. El acrónimo es NPV en inglés y VAN en español. Es un procedimiento que permite calcular el valor presente, de ahí su

nombre, de un determinado número de flujos de caja futuros. El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado. La obtención del VAN constituye una herramienta fundamental para la evaluación y gerencia de proyectos, así como para la administración financiera.

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

$$\text{VPN} < 0$$

$$\text{VPN} = 0$$

$$\text{VPN} > 0$$

Cuando el  $\text{VPN} < 0$ , y el resultado es un valor negativo muy grande alejado de cero, nos está advirtiéndole que el proyecto no es rentable. Cuando  $\text{VPN} = 0$ , indica que exactamente se está generando el porcentaje de utilidad que se desea, y cuando el  $\text{VPN} > 0$ , está indicando que la opción es rentable y que inclusive podría incrementarse el porcentaje de utilidad. Las expresiones para el cálculo del valor presente son:

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

Donde:

- P Valor de pago único en el inicio de la operación o valor presente
- F Valor de pago único al final del período de la operación o valor de pago futuro

- A Valor de pago uniforme en un período determinado o valor de pago constante o renta de ingreso
- I Tasa de interés de cobro por la operación o tasa de unidad por la inversión a una solución.
- N Período que se pretende dure la operación

Como es un proyecto de inversión social, la municipalidad absorberá el 80 por ciento del costo total del proyecto y la comunidad pagará el otro 20 por ciento en un período de 8 años en cuotas de Q.5 000,00/anales.

#### Datos del proyecto

Costo total del proyecto = Q. 5 488 840,51

Costo de mantenimiento = Q. 15 000,00/añual

Ingresos anuales por mantenimiento = Q. 5 000,00

n= 8 años

Valor Presente Neto para un interés del 10 por ciento anual en un período de 8 años.

$$VPN = -23\,206\,852,98 + 5,000,00 \left( \frac{(1+0,10)^8 - 1}{0,10(1+0,10)^8} \right) - 15\,000,00 \left( \frac{(1+0,10)^8 - 1}{0,10(1+0,10)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. 23013551.50$$

Valor Presente Neto para un interés del 18 por ciento anual en un período de 8 años.

$$VPN = -23\,206\,852,98 + 5\,000,00 \left( \frac{(1+0,18)^8 - 1}{0,18(1+0,18)^8} \right) - 15\,000,00 \left( \frac{(1+0,18)^8 - 1}{0,18(1+0,18)^8} \right)$$

$$VPN = - Q. -26\,5271,28$$

## Tasa Interna de Retorno (TIR)

La Tasa Interna de Retorno o Tasa Interna de Rentabilidad (TIR) de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto o Valor Presente Neto (VAN o VPN) es igual a cero. El VAN o VPN es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente. La tasa interna de retorno es el tipo de descuento que hace igual a cero el VAN. La TIR es una herramienta de toma de decisiones de inversión utilizada para comparar la factibilidad de diferentes opciones de inversión. Generalmente, la opción de inversión con la TIR más alta es la preferida.

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

$$TIR = VPN_{\text{BENEFICIO}} - VPN_{\text{GASTOS}} = 0$$

Para calcular la tasa interna de retorno, se procede por el método de prueba y error, este consiste en delimitar un rango, el cual, debe existir un VPN negativo y un VPN positivo, para luego interpolar, y así, encontrar la tasa de retorno requerida, la cual nos sirve de guía para determinar la tasa de rendimiento que genera una rentabilidad neutral.

Tasa 1	VPN (+)
TIR	VPN = 0
Tasa 2	VPN (-)

Para calcular la tasa interna de retorno se utiliza la siguiente expresión:

$$TIR = i1 + \left[ \frac{VPN1}{VPN1 + VPN2} \right] (i2 - i1)$$

$$TIR = (0,10) + \left[ \frac{23013551,50}{23013551,50 + 265271,28} \right] (0,18 - 0,10)$$

$$TIR = 17,90\%$$

Relación beneficio/costo

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

$B/C > 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es mayor que el costo.

Por lo que existe rentabilidad en la propuesta del proyecto.

$B/C = 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es igual al costo. Por lo que el proyecto es indiferente ya que no se está obteniendo ganancia pero tampoco se pierde.

$B/C < 1$  Donde el beneficio a obtenerse del proyecto es menor que el costo.

Por lo que no es rentable la propuesta del proyecto.

Datos:

$$B = Q. 26 5271,28$$

$$C = Q. 23 013 551,50$$

$$\frac{B}{C} = \frac{265 271,28}{23 013 551,50} = 0,01 < 1$$

La propuesta de disposición del sistema de agua potable en términos financieros no es rentable para la municipalidad, ya que el índice beneficio costo, es menor a uno, lo que indica que el costo de la obra es mayor a los ingresos que generará la misma. Sin embargo, este proyecto traerá consigo beneficios para la comunidad, por lo tanto, la inversión que hará la municipalidad estará respaldada por todos los beneficios que obtendrán los habitantes del municipio al ser este un proyecto social.



## CONCLUSIONES

1. El sistema de conducción de agua potable se diseñó por gravedad, por las ventajas topográficas del lugar. El sistema de distribución es por medio de ramales abiertos y cerrados, debido a lo disperso de las viviendas.
2. El proyecto del sistema de abastecimiento de agua potable mejorará las condiciones de vida de la población, como: calidad de vida, sanidad y limpieza, salud y economía, por cuanto, no habrá bacterias en el agua y el sistema brindará agua las 24 horas del día.
3. La evaluación socioeconómica de los dos proyectos, dio como resultado un proyecto no rentable, debido a que la inversión es irrecuperable, sin embargo, por ser un proyecto de tipo social, el beneficio se mide a partir de la cantidad de habitantes beneficiados con el proyecto.
4. La verificación de resultado de software ETABS contra el método de Kanni en el análisis estructural da como prueba la exactitud que posee este método. Se determinó el cálculo estructural de este sistema en un tiempo más rápido y con datos más exactos, que permiten corroborar y comprobar la exactitud de Kanni y por eso es necesario la utilización del software como un medio de verificación extra. El porcentaje de variación fue de un 3 por ciento en promedio durante el desarrollo de todo el análisis estructural.



## RECOMENDACIONES

A municipalidad de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso:

1. Contratar personal calificado para la construcción del sistema de agua potable, para garantizar la calidad de la obra.
2. Contratar a un profesional de ingeniería civil para la supervisión de la construcción del sistema de agua potable, con lo cual se garantizará la aplicación de las especificaciones técnicas contenidas en los planos, con el fin de que la obra proporcione los resultados propuestos al comité de desarrollo local del caserío.
3. Contribuir al mantenimiento y manejo del sistema de agua potable, no permitir el consumo de agua sin clorar, para evitar enfermedades en la población.
4. Usar el agua necesaria y no exceder el número de servicios, según lo planificado, para que el funcionamiento del mismo sea del cien por ciento durante el período de diseño.
5. Actualización de precios al momento de la ejecución de estos proyectos.
6. En el diseño estructural del mercado municipal se aplicaron diferentes criterios, los cuales proporcionan confiabilidad a los usuarios donde se tomaron en cuenta las condiciones de carga de acuerdo a la utilización de la misma. Además se consideró el efecto que puede producir un

sismo en determinado momento debido a la zona sísmica en la que se encuentra. Por lo cual se recomienda ser ejecutado y supervisado por personal altamente calificado, para cumplir con las especificaciones del mismo ya que así se garantiza la calidad del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR RUÍZ, Pedro. *Apuntes sobre el curso de ingeniería sanitaria 1*. Trabajo de graduación de Ing. Civil. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería, 2007. 196 p.
2. GÓMEZ SAGASTUME, Freddy Paolo. *Diseño del sistema de agua potable para la aldea La Catocha y caserío El Poshte y diseño de muro de contención para la escuela oficial rural mixta caserío El Poshte, municipio de Chiquimula, departamento de Chiquimula*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 174 p.
3. Instituto de Fomento Municipal. *Guía para el diseño de abastecimientos de agua potable a zonas rurales*. Guatemala: INFOM, 2007. 80 p.
4. JUÁREZ MÉRIDA, Ana Lucía. *Diseño del sistema de alcantarillado sanitario para la aldea San Rafael El Arado y Del sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Las Flores, municipio de Sumpango, Sacatepéquez*. Trabajo de graduación de Ing. Civil, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2007. 183 p.
5. UNEPAR. *Normas de diseño de abastecimiento de agua potable en zonas rurales*, Guatemala 1991. 90 p.

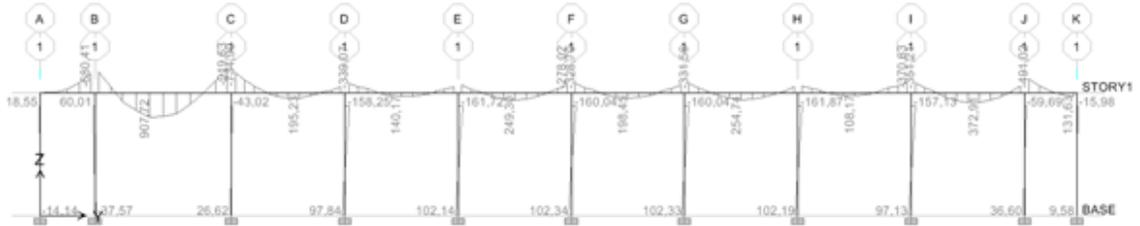


## **ANEXOS**



Figura 42. Análisis por carga muerta

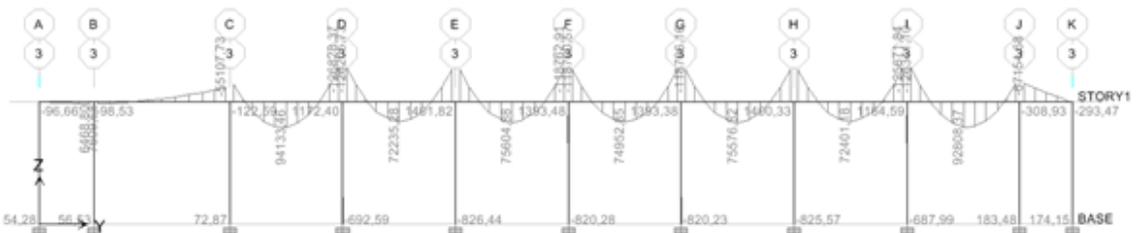
eje 1



eje 2



eje 3



Continuación de la figura 42.

Eje 4



Eje 5



Eje 6



Continuación de la figura 42.

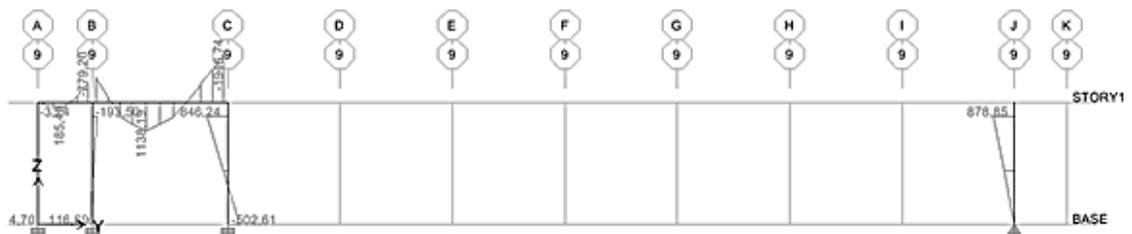
### Eje 7



### Eje 8

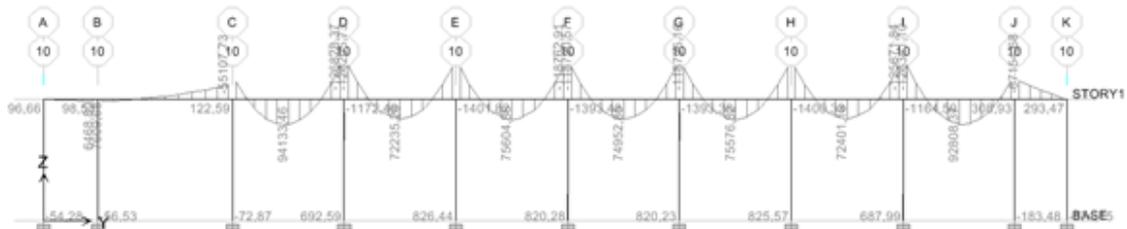


### Eje 9

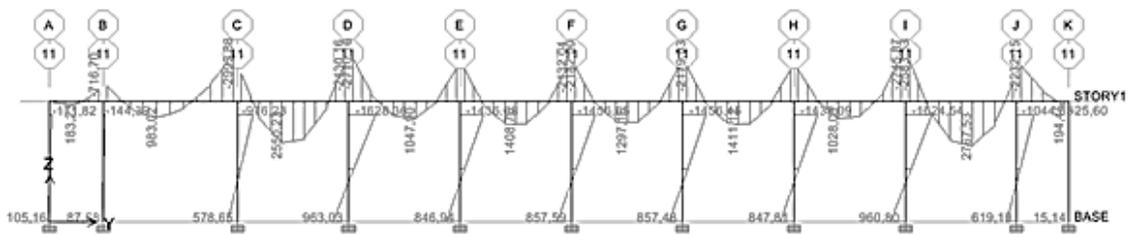


Continuación de la figura 42.

Eje 10



Eje 11

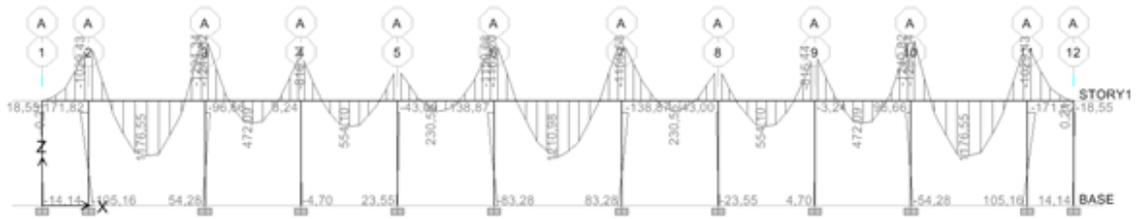


Eje 12

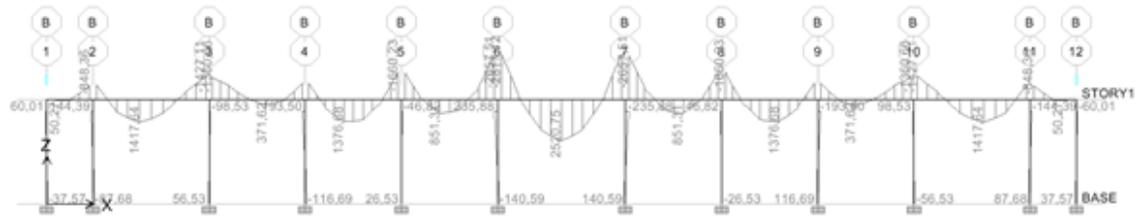


Continuación de la figura 42.

Eje A



Eje B

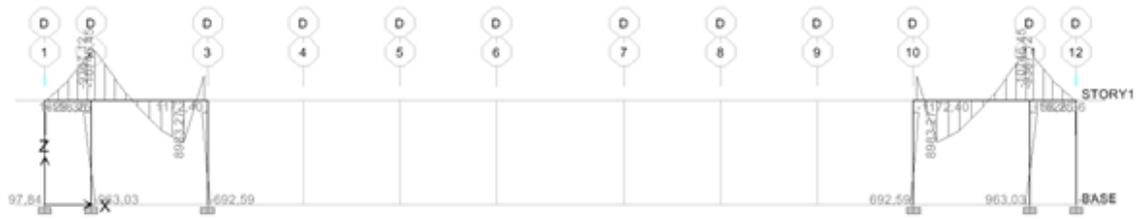


Eje C



Continuación de la figura 42.

Eje D



Eje E



Eje F



Continuación de la figura 42.

### Eje G



### Eje H

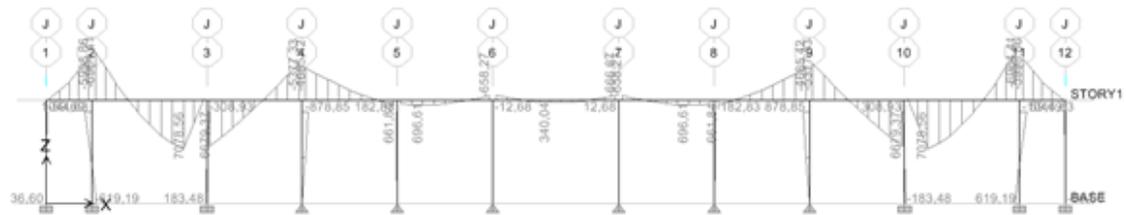


### Eje I

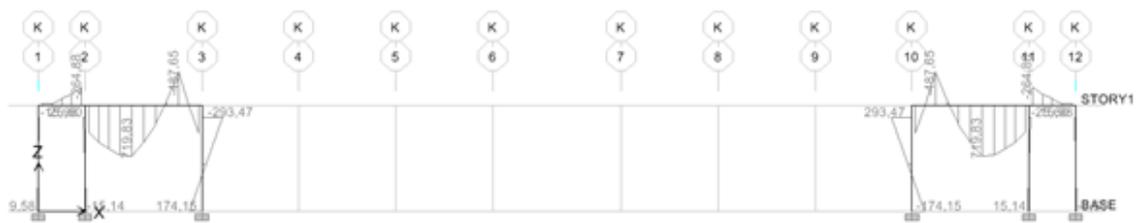


Continuación de la figura 42.

Eje J



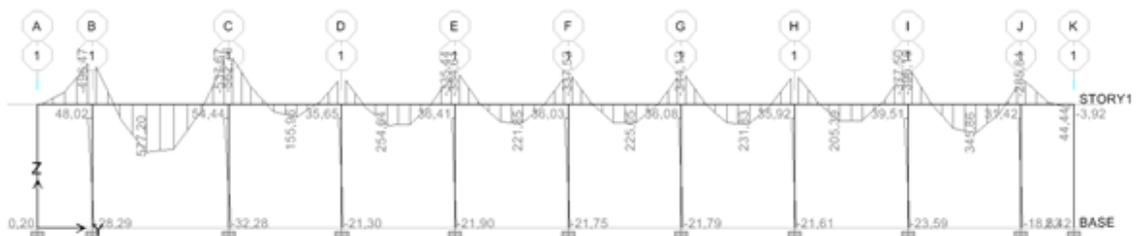
Eje K



Fuente elaboración propia.

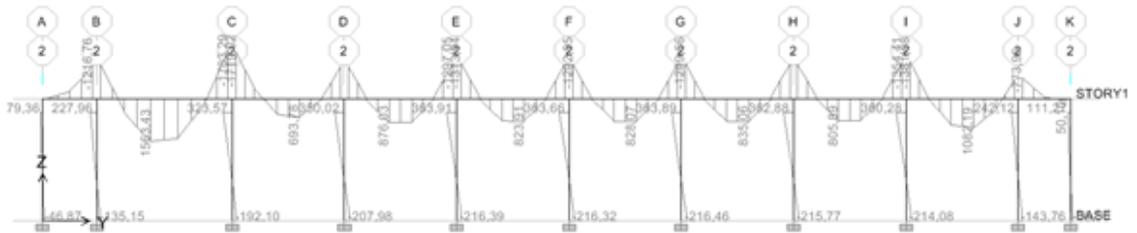
Figura 43. **Cargas vivas**

Eje 1

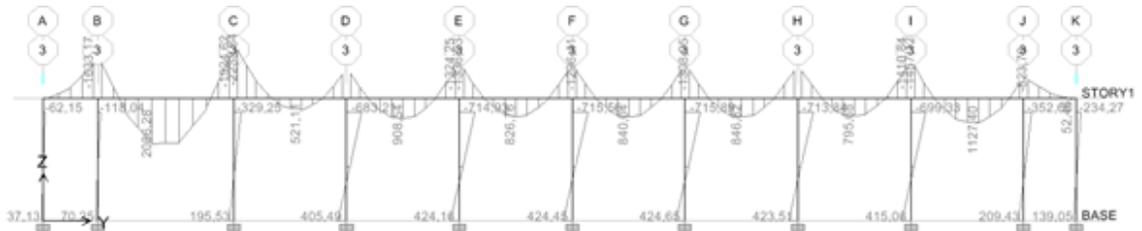


Continuación de la figura 43.

Eje 2



Eje 3



Eje 4

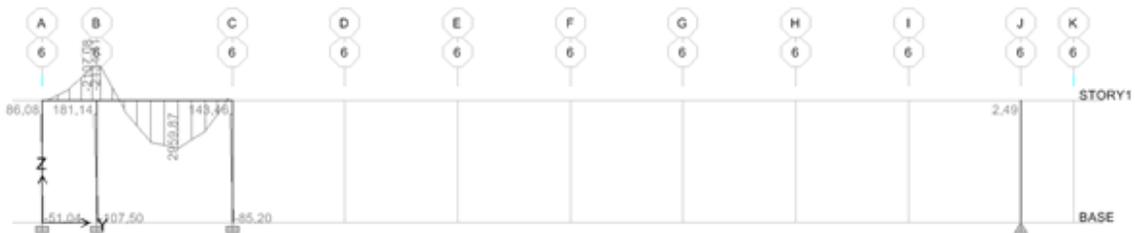


Continuación de la figura 43.

Eje 5



Eje 6



Eje 7



Continuación de la figura 43.

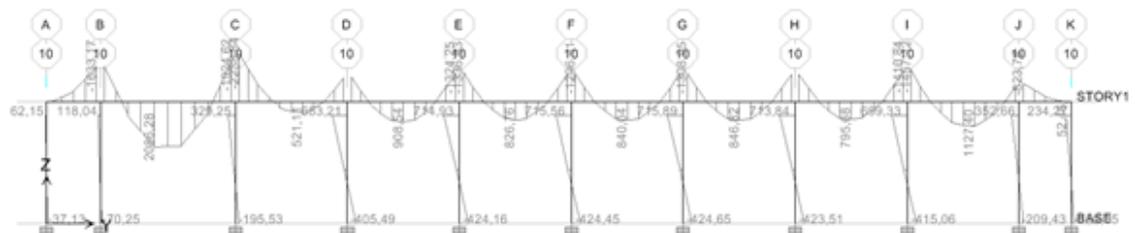
Eje 8



Eje 9

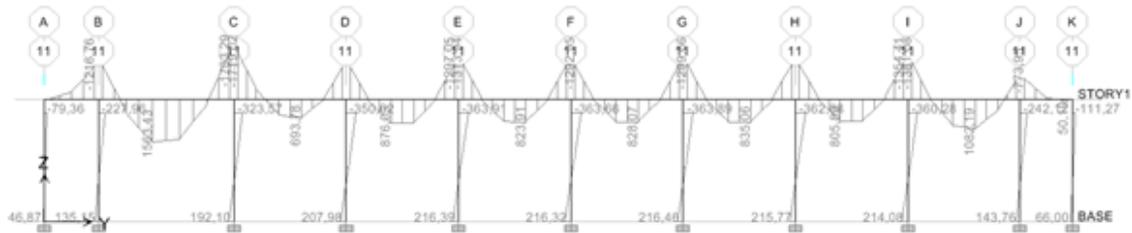


Eje 10

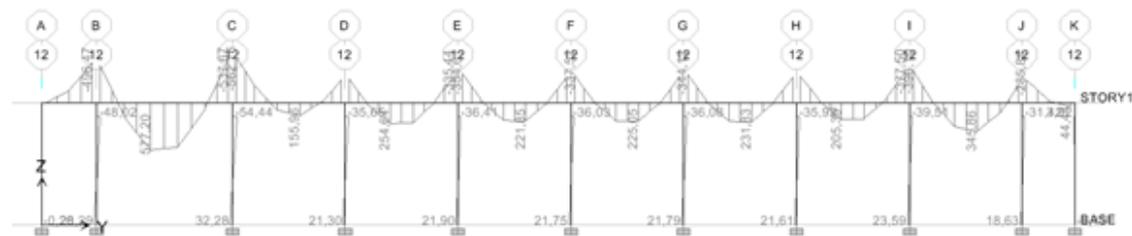


Continuación de la figura 43.

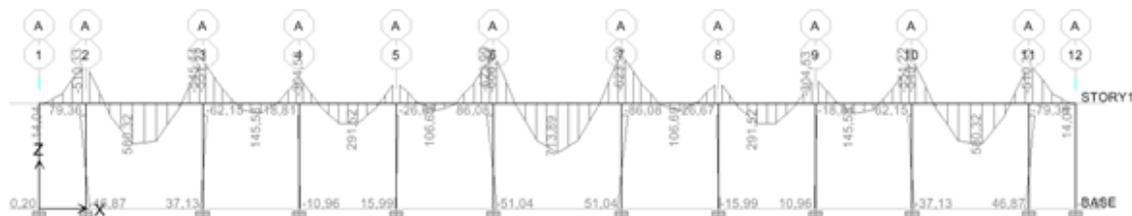
Eje 11



Eje 12

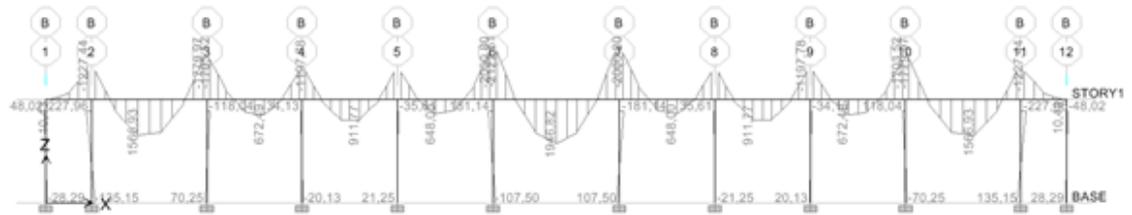


Eje A



Continuación de la figura 43.

Eje B



Eje C



Eje D



Continuación de la figura 43.

### Eje E



### Eje F



### Eje G

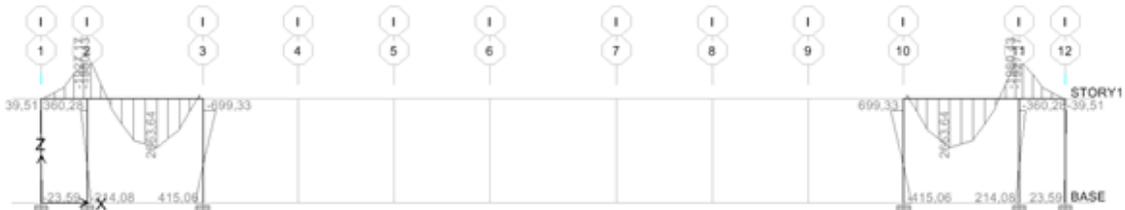


Continuación de la figura 43.

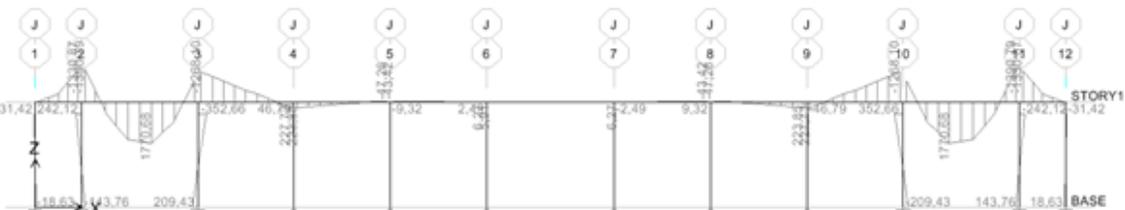
Eje H



Eje I



Eje J



Continuación de la figura 43.

Eje K



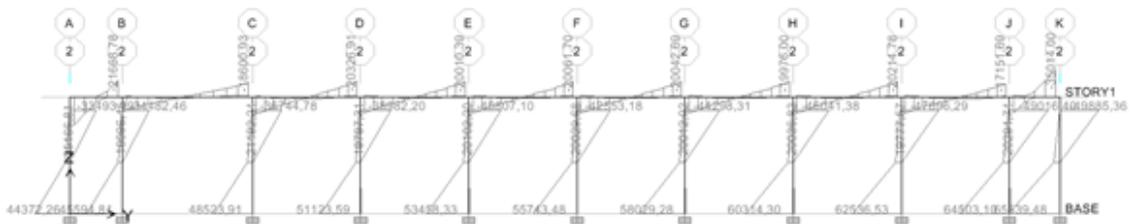
Fuente: elaboración propia.

Figura 44. **Cargas muertas + cargas vivas + sismo**

Eje 1

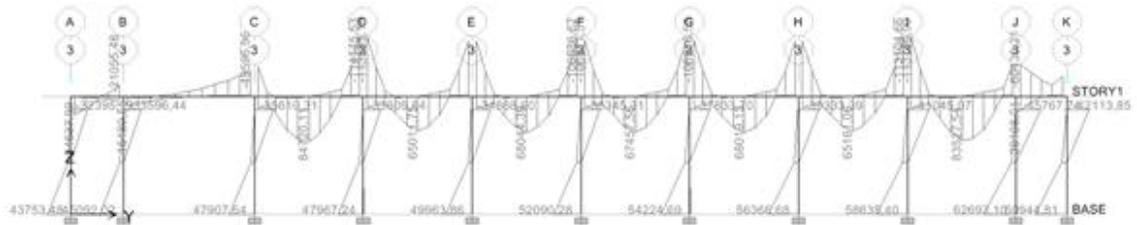


Eje 2

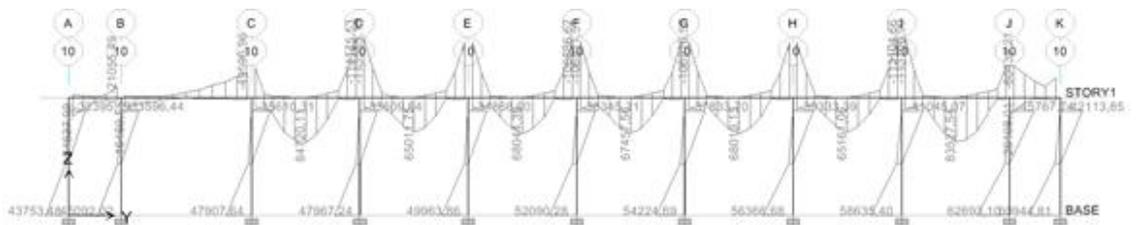


Continuación de la figura 44.

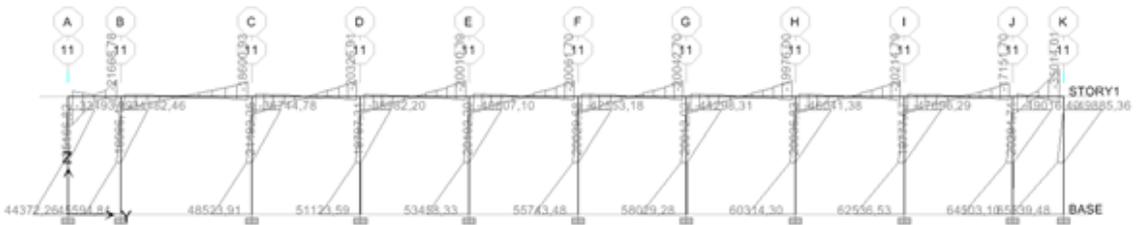
Eje 3



Eje 10

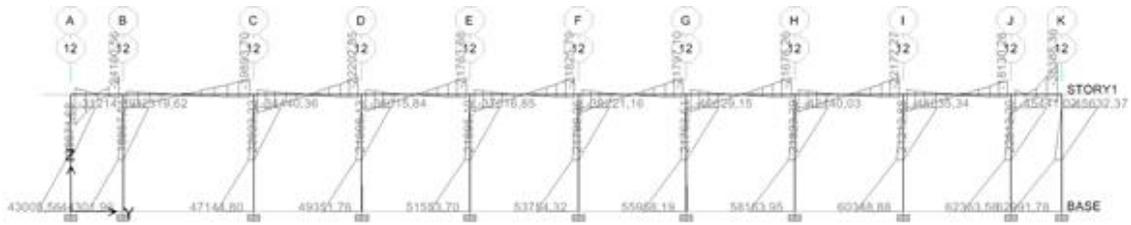


Eje 11



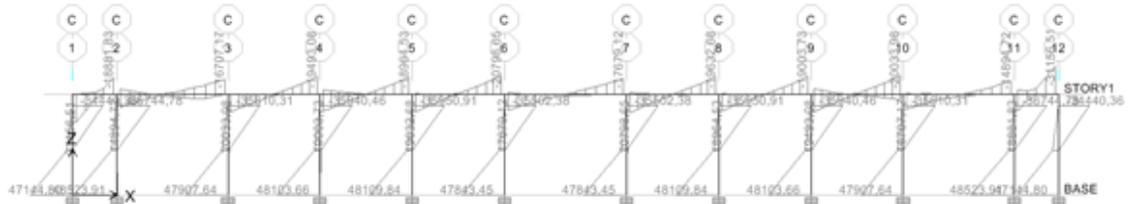
Continuación de la figura 44.

Eje 12

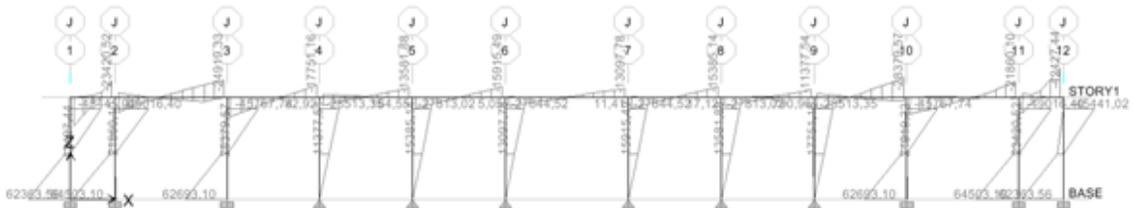


Continuación de la figura 44.

### Eje C



### Eje J



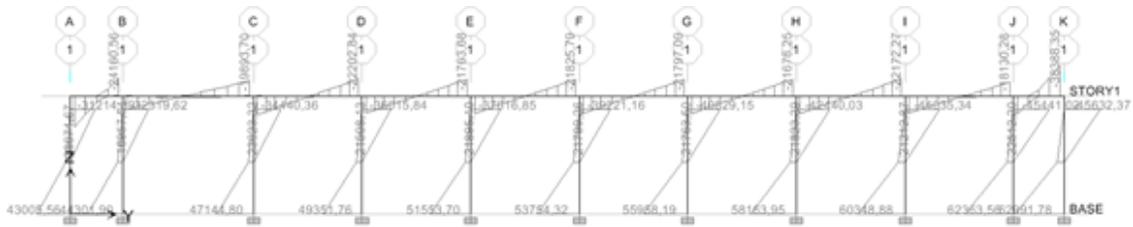
### Eje K



Fuente: elaboración propia.

Figura 45. 1.2 Cargas muerta + 1.6 cargas vivas + sismo

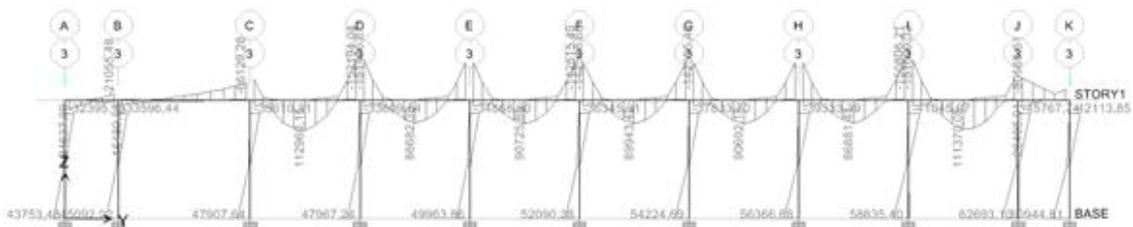
Eje 1



Eje 2



Eje 3



Continuación de la figura 45.

Eje 4



Eje 5



Eje 6



Continuación de la figura 45.

Eje 7



Eje 8

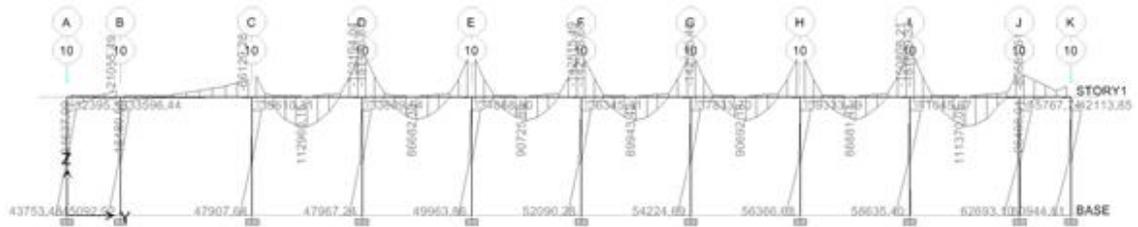


Eje 9

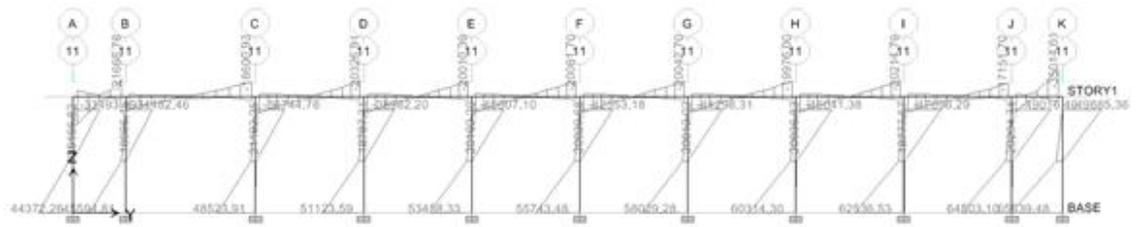


Continuación de la figura 45.

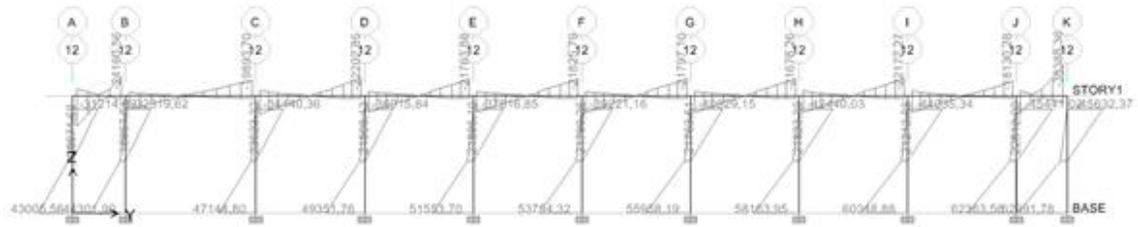
Eje 10



Eje 11

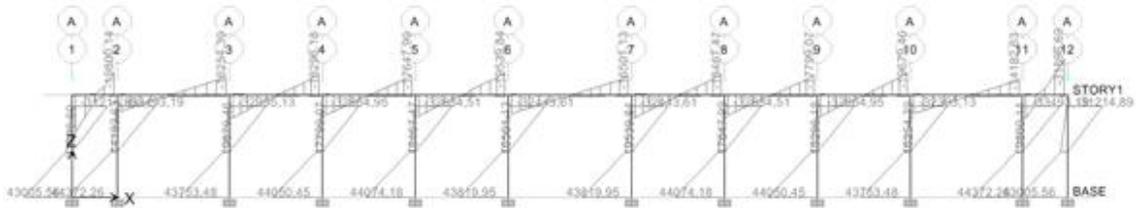


Eje 12

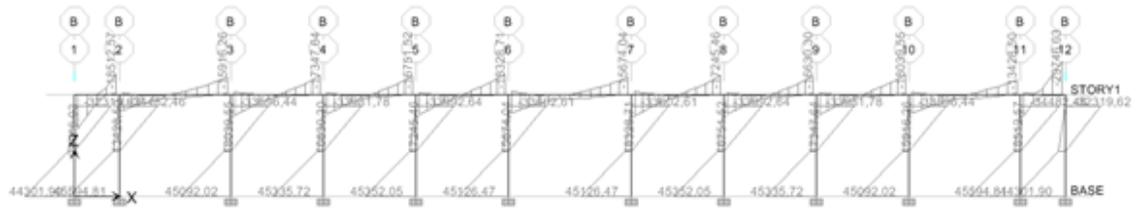


Continuación de la figura 45.

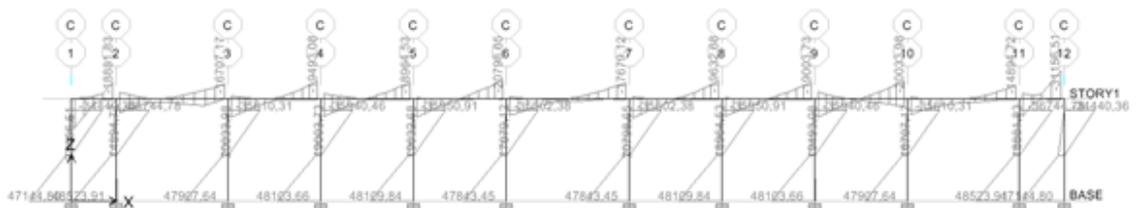
Eje A



Eje B

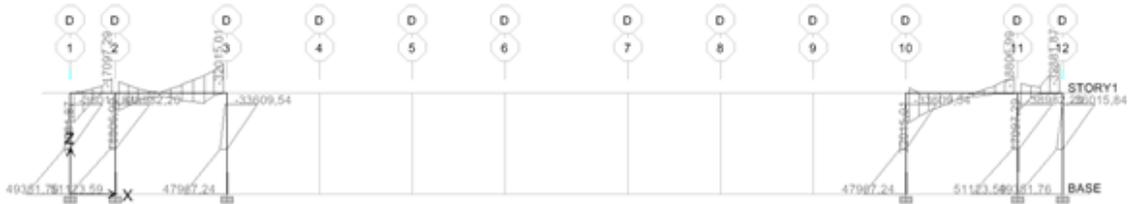


Eje C



Continuación de la figura 45.

Eje D



Eje E



Eje F



Continuación de la figura 45.

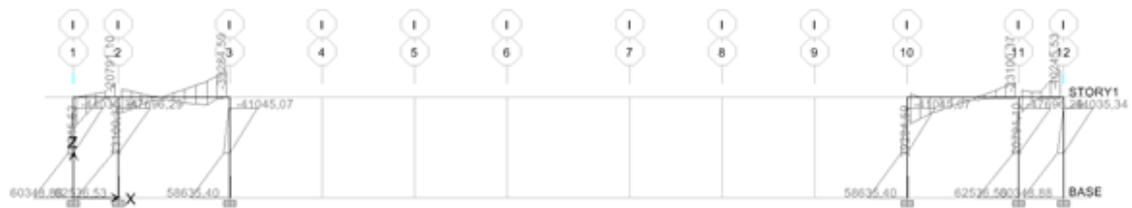
### Eje G



### Eje H

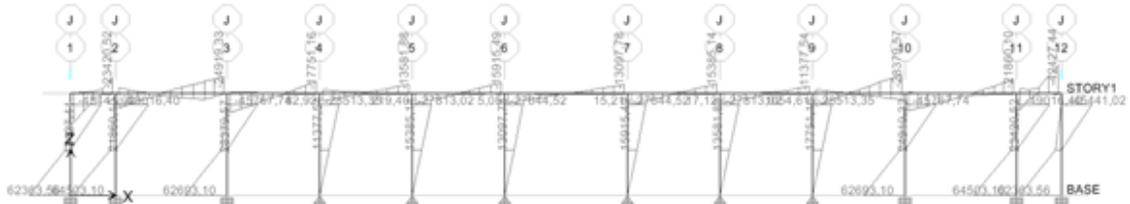


### Eje I



Continuación de la figura 45.

### Eje J



### Eje K



Fuente: elaboración propia.

### Diseño de instalaciones iluminación y fuerza

La instalación de iluminación cuenta con un total de 15 circuitos para lo cual se diseñó en base al circuito más lejano del tablero de distribución (circuito S), calculado de la siguiente manera:

Las lámparas de iluminación serán de 4 tubos de 40 *watts* cada tubo y un voltaje de 110 voltios.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{unidades} \cdot \text{watts por unidad}}{\text{voltaje}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{(8 * 40)}{110}$$

Intensidad = 2,91 amperios

La intensidad se incrementa por seguridad en un 40 por ciento

Intensidad = 2,91 amp. \* 1,40 = 4,07 amperios

Con un cable calibre 12 AWG. Se debe de colocar un *flip-on* con un amperaje máximo de 20 amperios. Para este caso se utilizará uno de 10 amperios el cual se cubre la demanda para este circuito.

La caída de tensión se calcula multiplicando un factor de caída de tensión en función del calibre del cable (en este caso 1,03), por la intensidad, por la distancia más larga (en metros), todo esto dividido 100. El resultado debe ser menor a 3, si es mayor a 3, se debe aumentar el calibre del cable o reacondicionar el sistema.

$$\text{C.T.} = \frac{1,03 * 2,91 * 49}{100} = 1,34$$

Para la instalación de fuerza, cuenta 17 circuitos para lo cual se diseñó en base al circuito más lejano de tablero de distribución, calculado de la siguiente manera.

El tomacorriente doble se toma como 300 watts, con este dato se calcula la intensidad.

$$\text{Intensidad} = \frac{\text{unidades} * \text{watts por unidad}}{\text{voltaje}}$$

$$\text{Intensidad} = \frac{3 * 300}{110}$$

Intensidad = 8,18 amperios

La intensidad se incrementa por seguridad en un 40 por ciento

Intensidad = 8,18 amperios \* 1,40 = 11,45 amperios

Con un cable calibre 10 AWG. Se debe de colocar un *flip-on* con un amperaje máximo de 30 amperios. Para este caso se utilizara uno de 15 amperios con el cual se cubre la demanda para este circuito.

La caída de tensión la calculamos como se hizo anteriormente.

$$C.T. = \frac{0,64 * 8,18 * 51}{100} = 2,67$$

En base a lo calculado anteriormente, se tendrá un total de 17 circuitos para la instalación de fuerza. Cada circuito se empleara un *flip-on* de 15 amperios y cable calibre 10 AWG.

#### Diseño instalación de agua potable

Todo el sistema de agua potable será por medio de circuito cerrado, el cual mantendrá la presión en toda el área con tubería de Cloruro Polivinilo (PVC), el circuito contará con 27 inodoros, 25 lavamanos, 14 lavado. Las tuberías se deben colocar lo más retirado posible de las tuberías de drenajes.

Para el diseño del sistema se utilizó el método de Hunter, en el cual se toman en cuenta los pesos o demandas de agua de los artefactos que se utilizarán. Se procede a encontrar el caudal necesario y con este el diámetro del ramal de alimentación.

Cálculo:

$$Q = 0,30 * \sqrt{P}$$

Tabla XL. **Demanda de accesorios método de Hunter**

<b>Accesorio</b>	<b>Peso</b>
Inodoro con caja de descarga	0,30
Inodoro con fluxómetro	40,00
Tina de baño	1,00
Bebedero	0,10
Bidet	0,10
Regadera	0,50
Lavabo	0,50
Lavadora de ropa	1,00
Mingitorio auto aspirante	2,80
Mingitorio	0,30

Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Tabla 6, p. 126.

Tabla XLI. **Demanda de accesorios edificación de dos niveles**

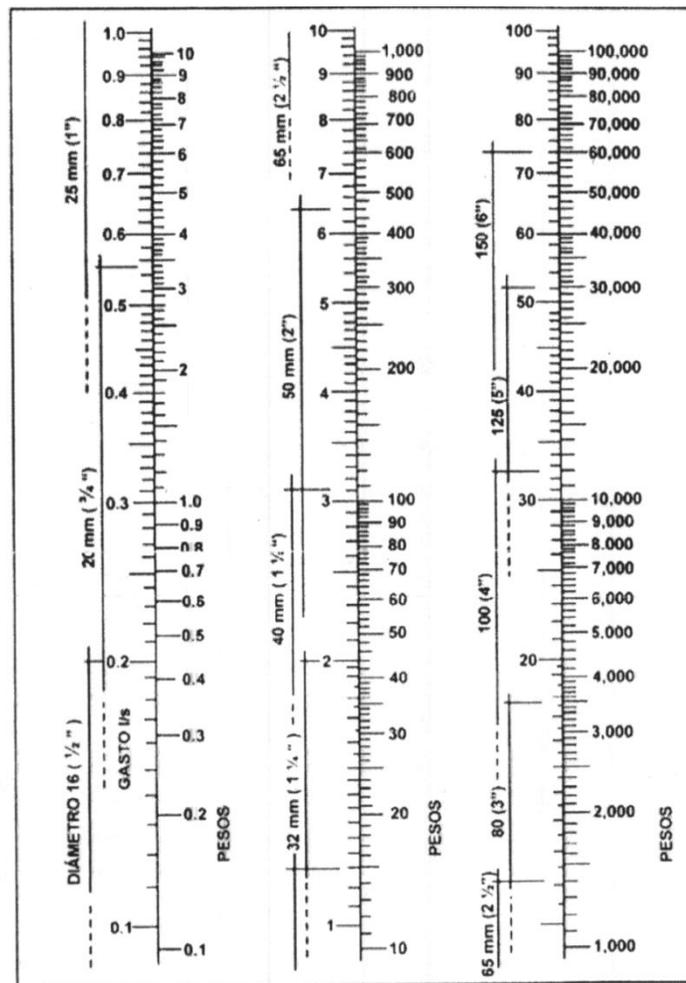
<b>Accesorio</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Peso</b>	<b>Parcial</b>
Inodoro con caja de descarga	27	0,30	8,10
lavabo	14	0,50	7,00
lavamanos	25	0,50	12,50
Total			27,6

Fuente: elaboración propia.

$$Q = 0,30 * \sqrt{27,6} = 1.58$$

Con el dato de caudal necesario, que se necesita para abastecer los accesorios, el siguiente paso será buscar el dato en el ábaco que se presenta en la figura 1.

Figura 46. **Ábaco para el cálculo de agua fría**



Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales. Abaco 1, p. 128.

Localizado el caudal (gasto), en la parte izquierda del ábaco, se indica que el ramal de alimentación debe ser de 1 pulgada, para los subramales que alimentan, los accesorios de la tubería deberá ser de  $\frac{3}{4}$  de pulgada. La tubería debe cumplir con la Norma ASTM D2241 y los accesorios serán cédula 40 Norma ASTM D2466.

### Drenajes

La instalación de aguas negras se trabajó con tubería de PVC de diámetro 4 y de 2 pulgadas, las cuales deben de cumplir con la Norma ASTM D-2265 cédula 40, contando con una caja de registro y una caja de trampa de grasa.

Se optó por un sistema separativo para la instalación de aguas negras y pluviales, para así evitar un incremento de caudal en el alcantarillado sanitario general.

El ramal de drenaje son las tuberías que reciben los afluentes de los ramales de descarga, los diámetros se obtienen de la tabla XV en función de las unidades de Hunter que llegan a él.

Tabla XLII. **Dimensiones de ramales para drenaje**

Diámetro nominal	Máximo de unidades
1"	1
1 $\frac{1}{2}$ "	3
2"	6
3"	20
4"	160
6"	620

Fuente: ENRIQUE HARPER, Gilberto. Cálculo de instalaciones hidráulicas y sanitarias, residenciales y comerciales, p. 241.

El objetivo del drenaje pluvial es la evacuación de las aguas provenientes de la escorrentía producida por la precipitación pluvial.

Estimando una frecuencia de ocurrencia de 5 años, y tiempo de concentración de 5 minutos el cálculo de la intensidad de lluvia, se utiliza la formula siguiente.

$$I = \frac{A}{t + B}$$

Donde:

I = intensidad de lluvia en mm/h

t = tiempo de concentración en minutos

A = parámetros de ajuste

B = parámetros de ajuste

$$I = \frac{15,075}{5+30}$$

$$I = 430,71 \text{ mm/h}$$

Los parámetros de ajuste A y B corresponden a la estación meteorológica más cercana, siendo en este caso la del municipio de San Antonio La Paz, departamento de El Progreso.

Por ser una superficie impermeable de techos, se estimara una C (relación entre la escorrentía y la cantidad de lluvia caída en el área) de 1, debido a que hay un 0 por ciento de infiltración. El área mayor a drenar será de 220.78 metros cuadrados o 0,02 hectáreas, el cual es una cuarta parte del área total a drenar, el caudal es calculado de la siguiente manera.

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360}$$

Donde:

C = coeficiente de escorrentía

I = intensidad de lluvia

A = área a drenar

$$Q = \frac{1 \cdot 431,71 \cdot 0,02}{360}$$

$$Q = 0,02 \text{ m}^3/\text{s} = 20,00 \text{ l/s}$$

Ahora se calcula el diámetro de la tubería por medio de la fórmula de Manning. Utilizando tubería PVC con un coeficiente de rugosidad de 0,009 y una pendiente de 1 por ciento.

$$D = \frac{691\,000 \cdot Q \cdot n^{3/8}}{S^{1/2}}$$

Donde:

Q = caudal

n = coeficiente de rugosidad

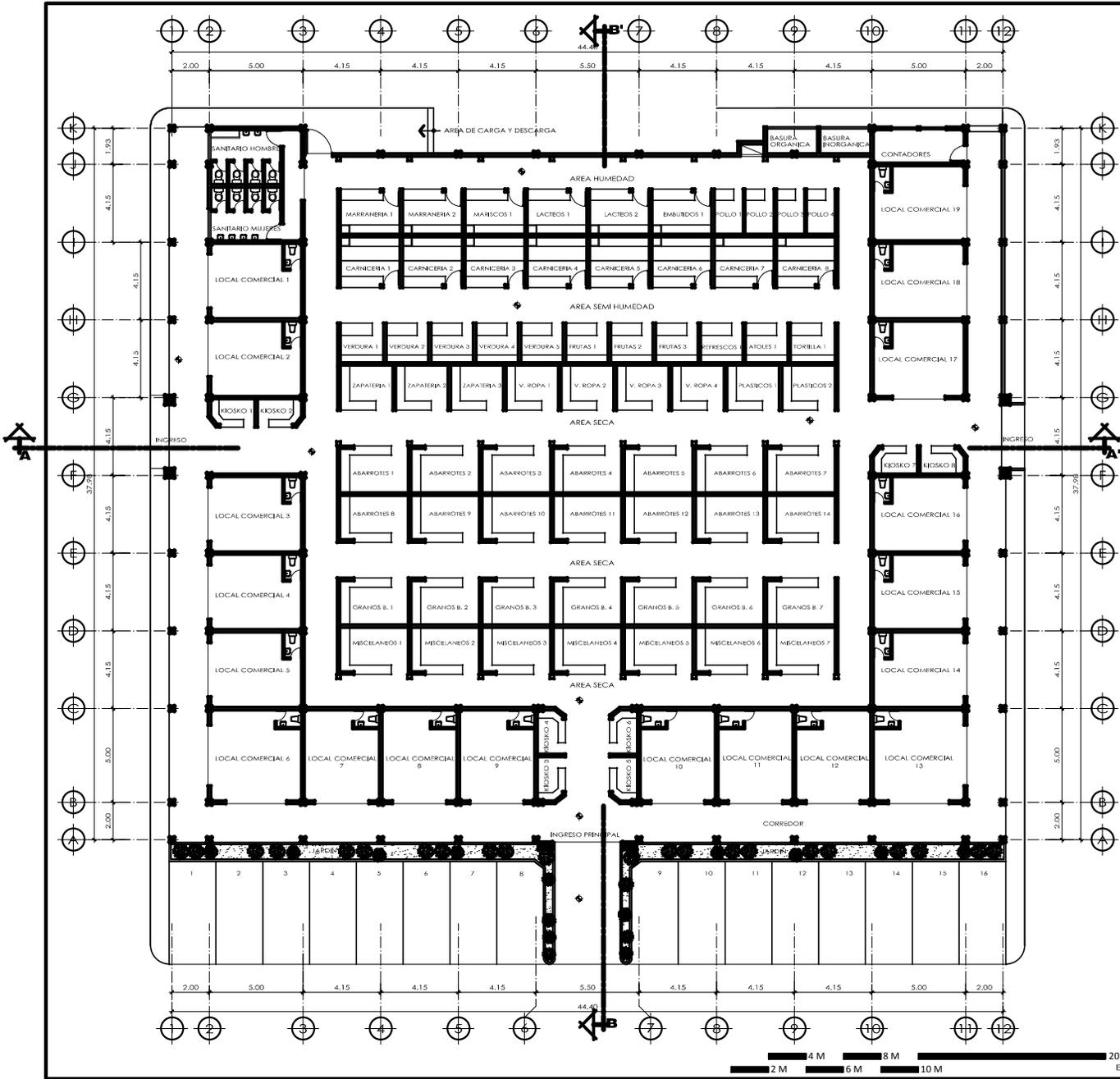
S = pendiente

$$D = \frac{691\,000 \cdot 0,02 \cdot 0,009^{3/8}}{0,01^{1/2}}$$

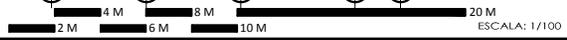
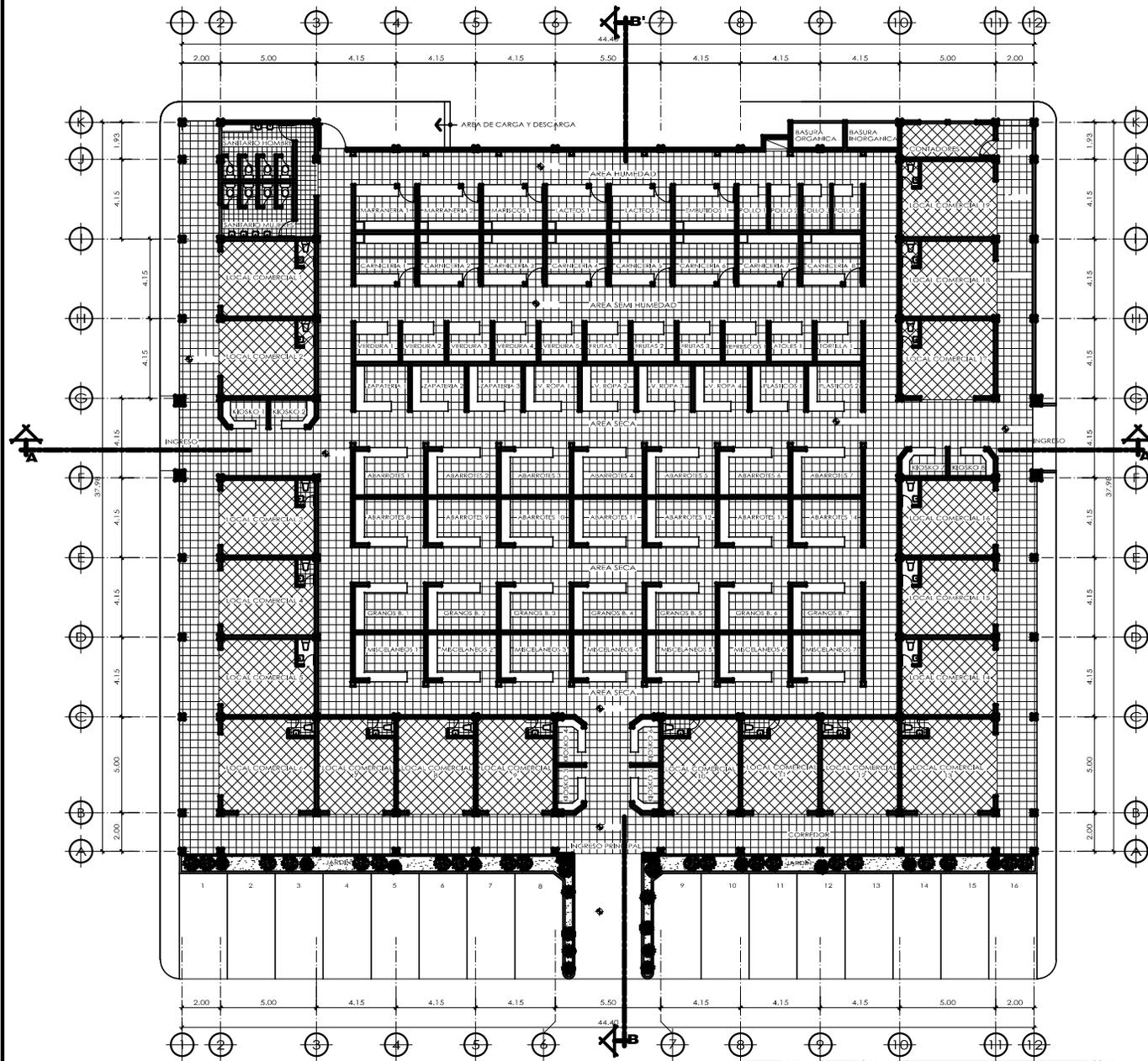
$$D = 14,47 \text{ cm} = 6''$$

Se recomienda utilizar tubería PVC de 6" pulgadas de diámetro.

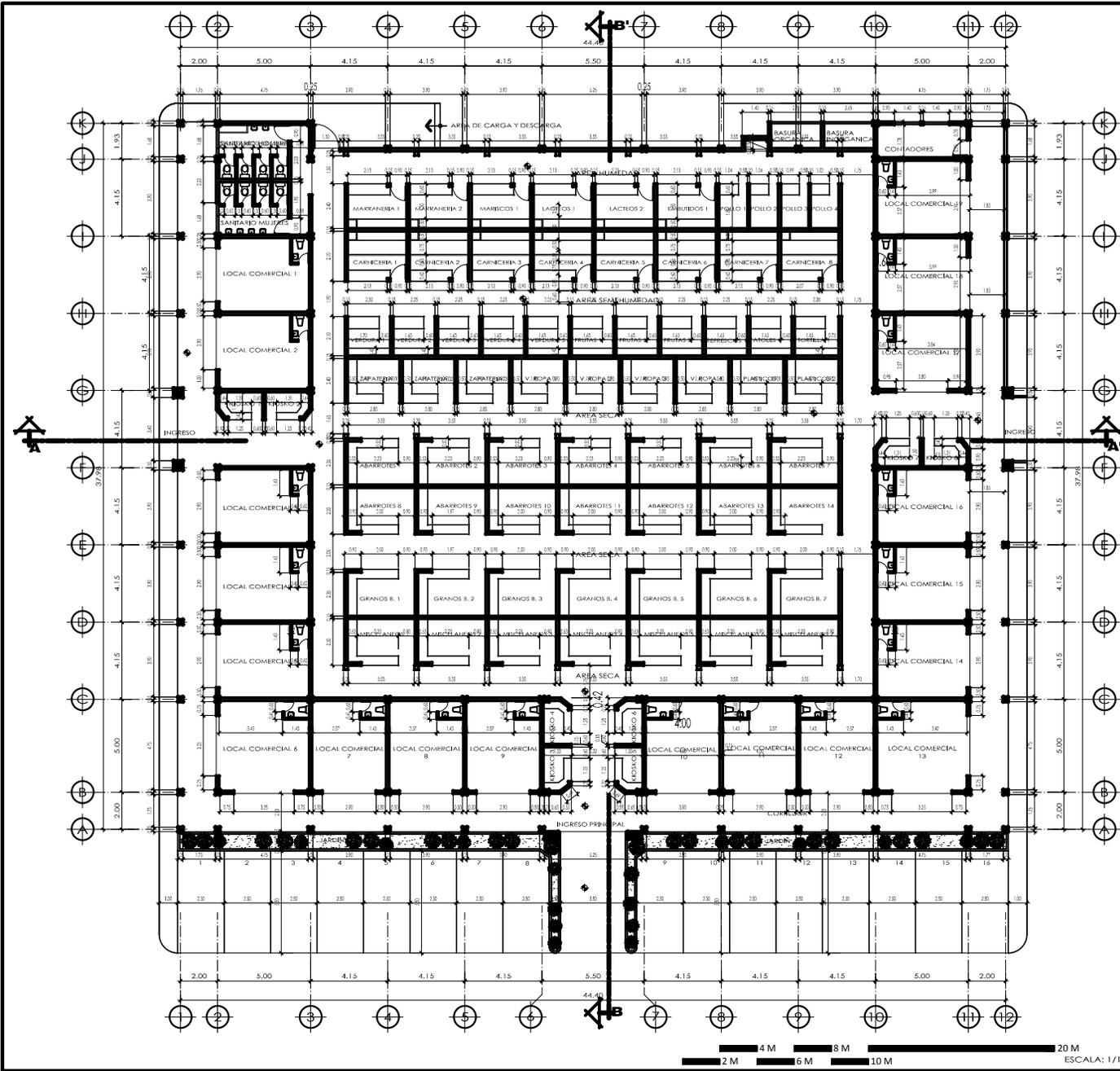




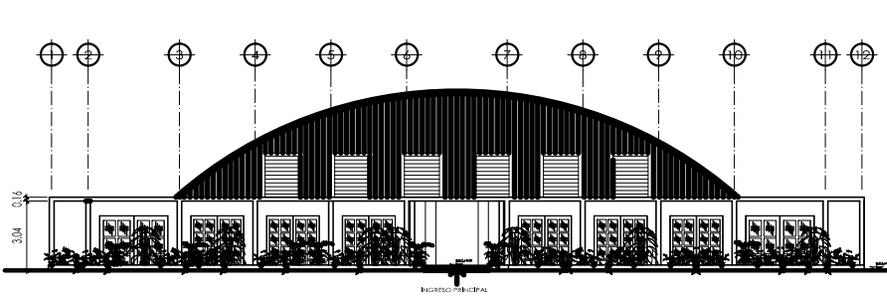
	<b>UNIDAD DE OBLIGACION DE CONTROL</b> <b>MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ</b> <b>DEPARTAMENTO DEL CAQUETA</b>		
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	<b>PLANTA GENERAL</b>	
DISEÑO: BYRON RIVATO GARCERAN	PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL CAQUETA</b>	CANTON: <b>CAQUETA</b>	CORTE: <b>1</b>
DISEÑO: BYRON RIVATO GARCERAN	CLIENTE: <b>BYRON RIVATO GARCERAN ARANA</b>	FECHA: <b>2024-10-04</b>	VAGO: <b>13</b>
ESCALA: <b>1:100</b>	INGENIERO: <b>BYRON RIVATO GARCERAN</b>	INGENIERO EN CARTEL: <b>BYRON RIVATO GARCERAN</b>	INGENIERO EN CARTEL: <b>BYRON RIVATO GARCERAN</b>



	<b>DEPARTAMENTO DE OBRAS DE CONSTRUCCION</b> <b>PLANTA DE OBRAS</b> <b>RESPONSABLE TECNICO: GERARDO</b>	
	<b>PROYECTO:</b> <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	<b>PLANTA AMPLIADA</b>
<b>DISEÑO:</b> <b>BYRON RIVERO GARCERAN</b>	<b>PROYECTO DE:</b> <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL TROLESIMO</b>	
<b>CALCULO:</b> <b>BYRON RIVERO GARCERAN</b>	<b>PROYECTA:</b> <b>BYRON RIVERO GARCERAN ARANA</b>	<b>CARTE:</b> <b>3000-10000</b>
<b>DESA:</b> <b>BYRON RIVERO GARCERAN</b>	<b>VADO:</b> <b>BYRON RIVERO GARCERAN</b>	<b>FECHA:</b> <b>12/24</b>
<b>ESCALA:</b> <b>1/100</b>	<b>FECHA:</b> <b>12/24</b>	<b>2</b> <b>13</b>

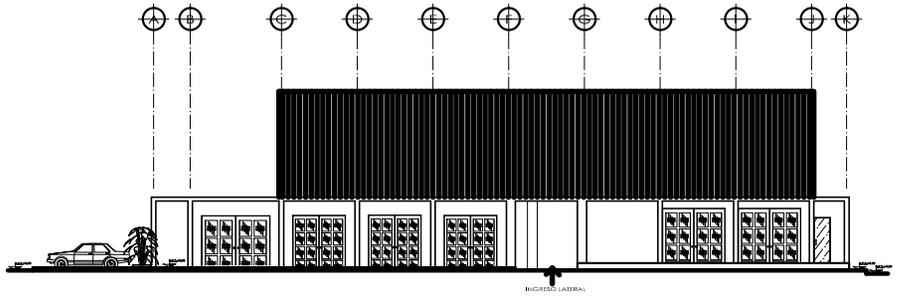


 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESPESIO PROFESIONAL ESPESIANO</b>		
	<b>PROYECTO:</b> <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	<b>PLANTA ACOTADA</b>	
<b>DISEÑO:</b> BYRON RENOZO GARCERAN <b>CALCULO:</b> BYRON RENOZO GARCERAN <b>DESAÑO:</b> BYRON RENOZO GARCERAN <b>ESCALA:</b> 1/100	<b>PROYECTO DE:</b> <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	<b>CLIENTE:</b> BYRON RENOZO GARCERAN ARANA <b>FECHA:</b> 2004-2004	
<b>FECHA:</b> 2004-2004	<b>ESCALA:</b> 1/100	<b>PROYECTO DE:</b> BYRON RENOZO GARCERAN ESPESIO PROFESIONAL ESPESIANO	<b>FECHA:</b> 2004-2004 <b>ESCALA:</b> 1/100



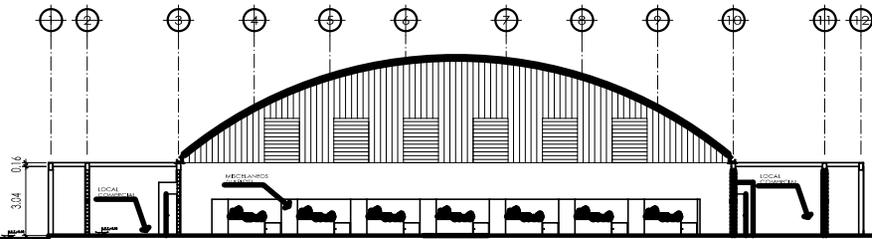
**ELEVACION FRONTAL  
MERCADO MUNICIPAL**

ESCALA: 1/125



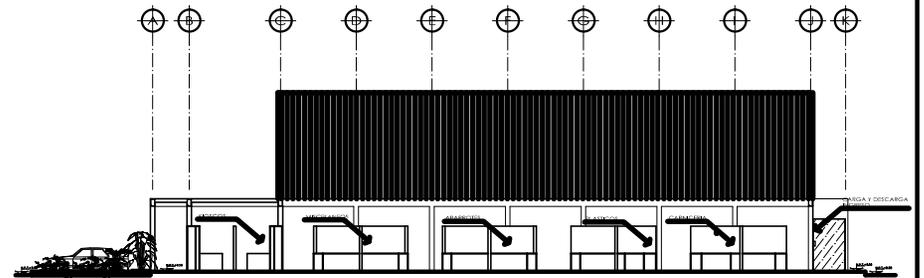
**ELEVACION LATERAL  
MERCADO MUNICIPAL**

ESCALA: 1/125



**SECCION A-A'  
MERCADO MUNICIPAL**

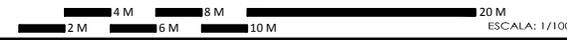
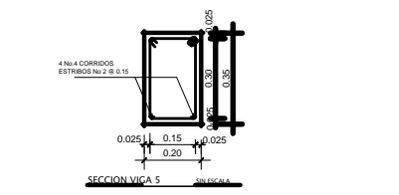
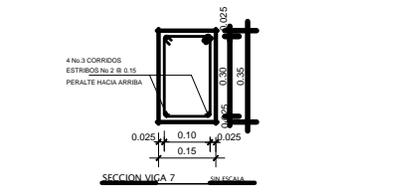
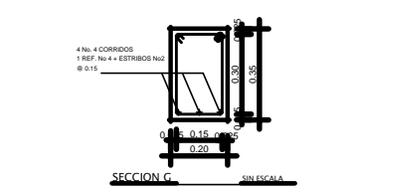
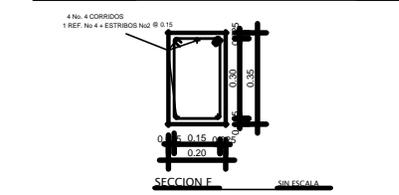
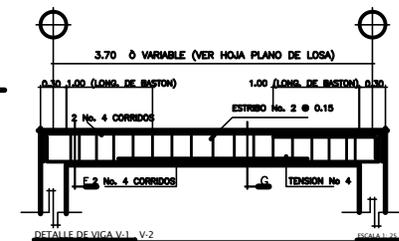
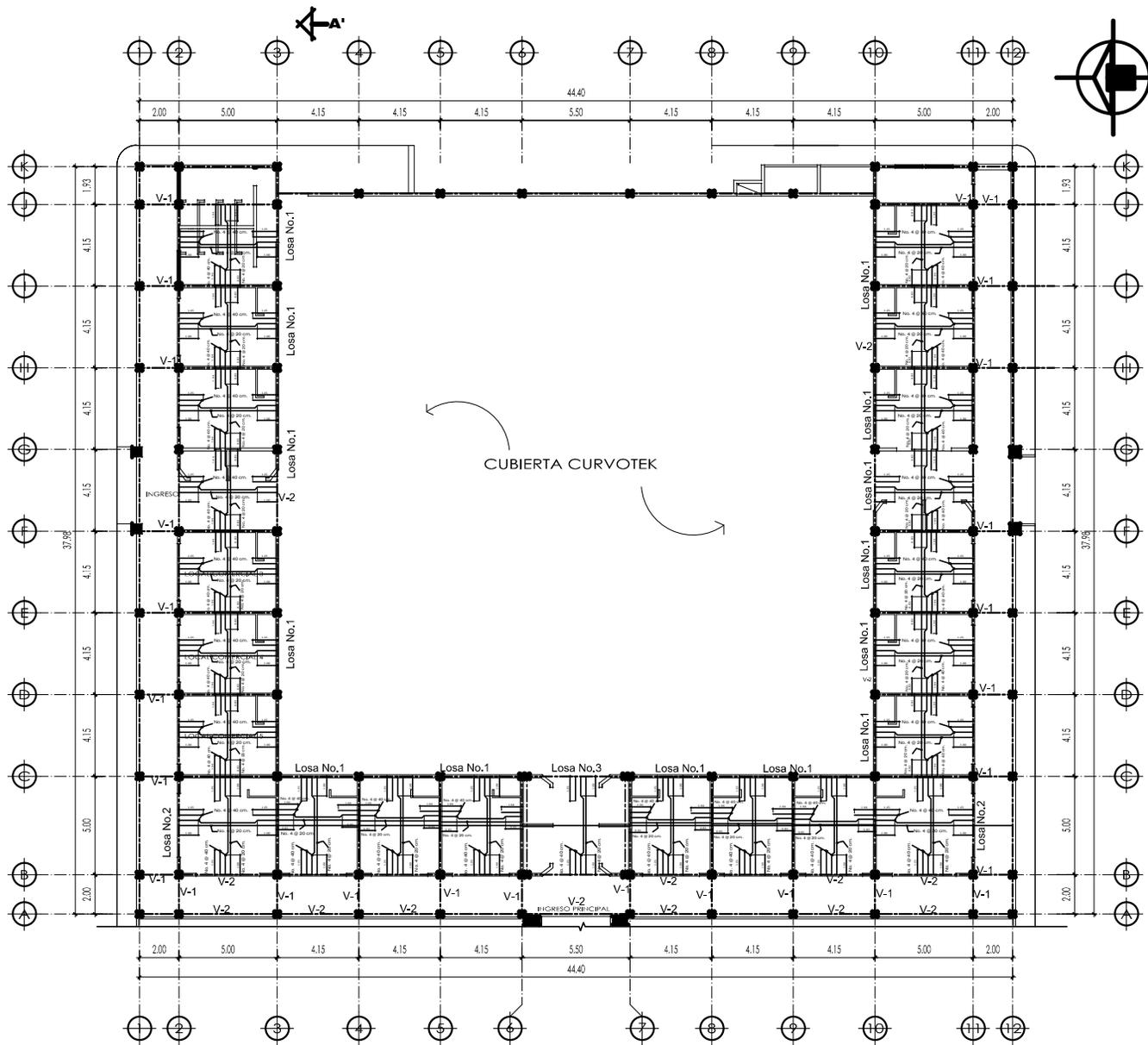
ESCALA: 1/125



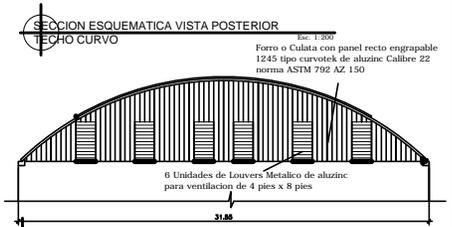
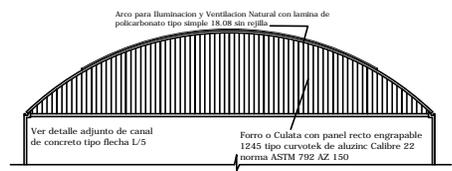
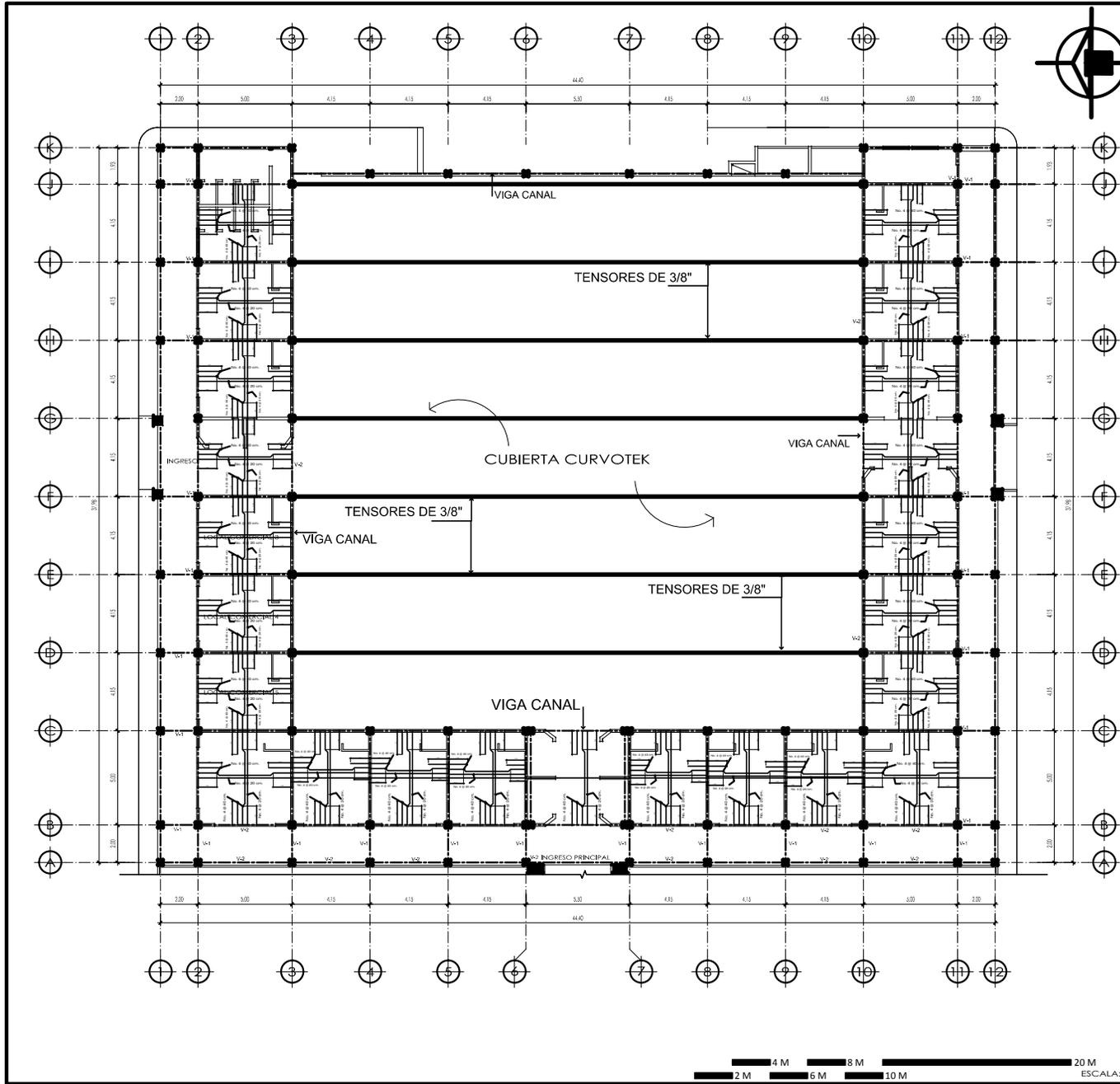
**SECCION B-B'  
MERCADO MUNICIPAL**

ESCALA: 1/125

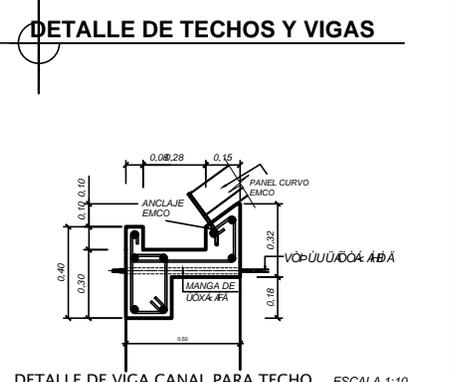
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESPESIO PROFESIONAL GUATEMALA</b>	
	<b>PROYECTO: MERCADO MUNICIPAL</b>	
<b>PLANO DE: ELEVACIONES Y SECCIONES</b>		
<b>PROYECTO DE: MANGUAYABO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>		
<b>DISEÑO: BYRON RIVATO CACERES</b> <b>CALCULO: BYRON RIVATO CACERES</b> <b>DESAO: BYRON RIVATO CACERES</b> <b>ESCALA: 1/2500</b> <b>FECHA: 2024-08-08</b>	<b>CLIENTE: BYRON RIVATO CACERES ARANA</b>	<b>CALLE: 2000-1000A</b> <b>YABO: 1200A</b>
<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESPESIO PROFESIONAL GUATEMALA</b>		<b>4</b> <b>13</b>



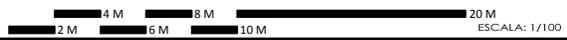
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b>	
	<b>INSTITUTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>	
PROYECTO:	MERCADO MUNICIPAL	
PLANO DE:	PLANTA ARMAO DE LOSA	
PROYECTO DE:	MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO	
PROYECTISTA:	BYRON RENOLO CACERES ARANA	Carné: 2004-10074
ESCALA:	1/50	FECHA: 13



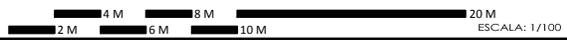
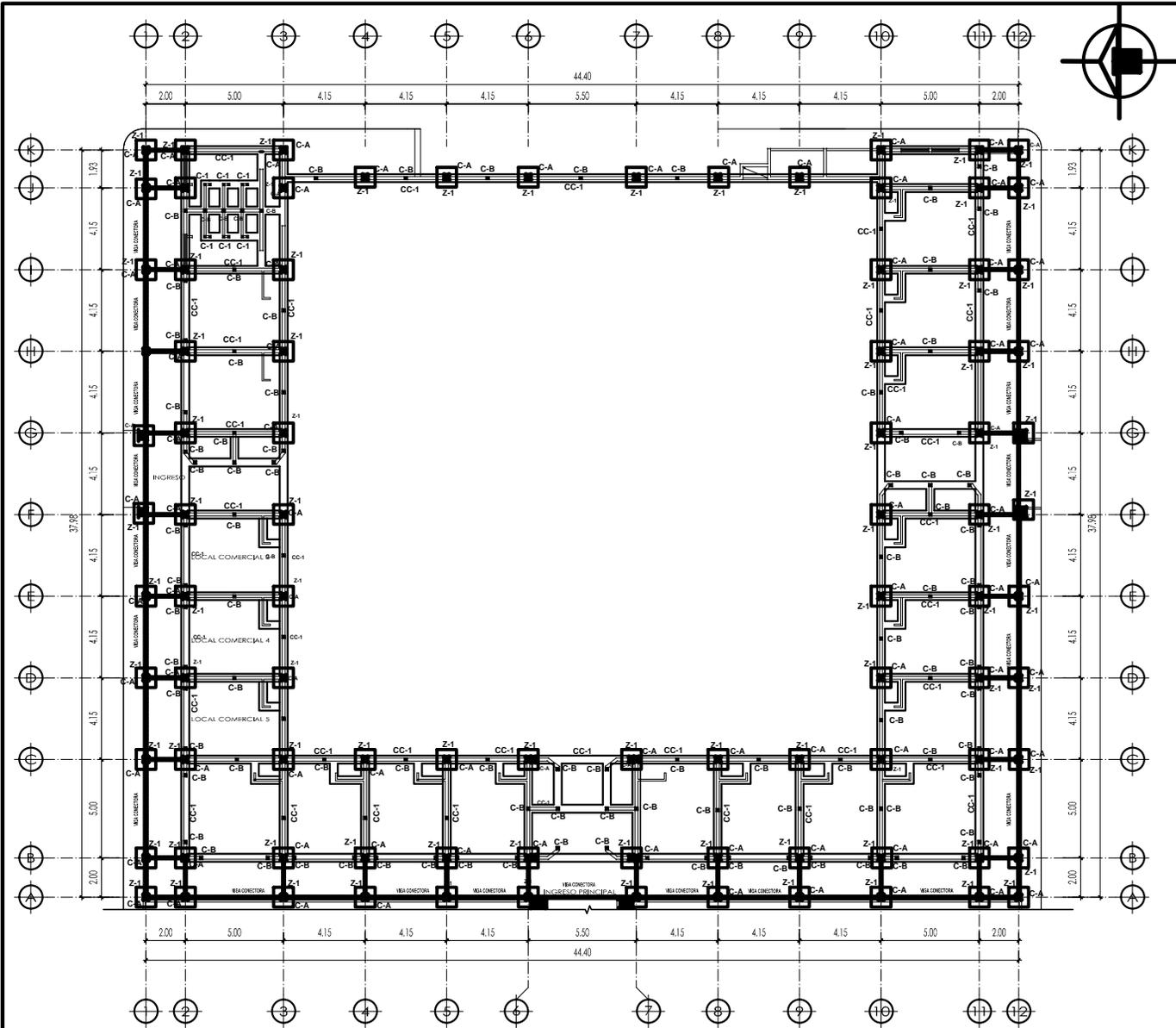
DETALLE DE TECHOS Y VIGAS



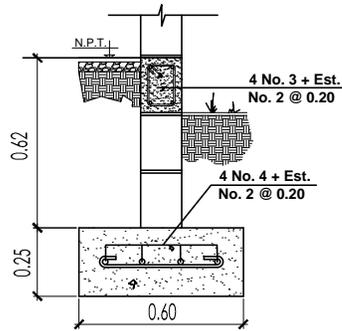
DETALLE DE VIGA CANAL PARA TEOHO ESCALA 1:10



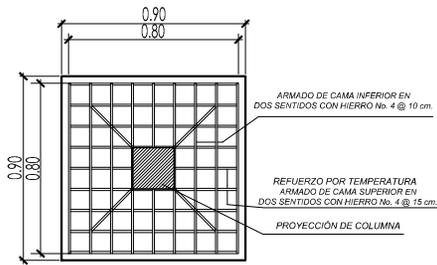
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN ANTONIO DE GUATEMALA</b> <b>PROYECTO DE GRADUACIÓN</b> <b>DESIGNO PROFESIONAL OPORTUNO</b>		
	PROYECTA: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	PLANTA ARMADE TEOHO CURVOTEK	
DISEÑO: BYRON RIVATO GARCERAN	CALLE: BYRON RIVATO GARCERAN	PROYECTO DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO	CARRERA: 2004-2008
DISEÑO: BYRON RIVATO GARCERAN	ESCALA: 1/100	VOTO: 6	FECHA: 13



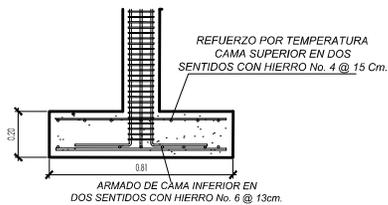
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERIA</b>	
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	
PLANO DE: <b>PLANTA DE CIMENTACION</b>		
PROFESOR DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>		
DISEÑO: <b>BYRON RIVATO GARCERAN ARANA</b>	CARGO: <b>2004-2008</b>	
DISEÑO: <b>BYRON RIVATO GARCERAN ARANA</b>	VOTO: <b>7</b>	<b>13</b>
ESCALA: <b>1/100</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERIA</b>	



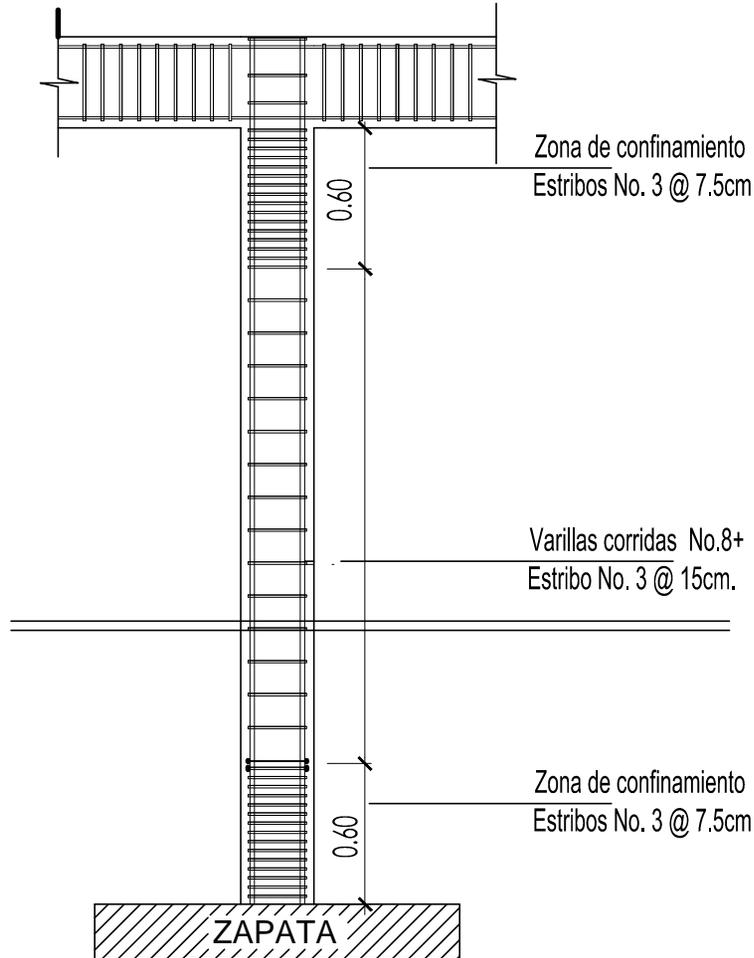
**CIMIENTO CORRIDO CC-1**  
Esc. 1:10



**ZAPATA TIPO Z-1**  
Esc. 1:10

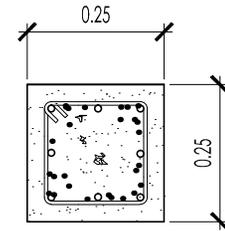


**DETALLE DE ZAPATA Z-1**  
Esc. 1:20



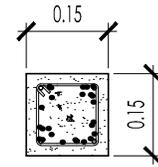
**DETALLE DE ARMADO  
COLUMNA C-A Y C-B**

Esc. 1:25



**COLUMNA TIPO A**

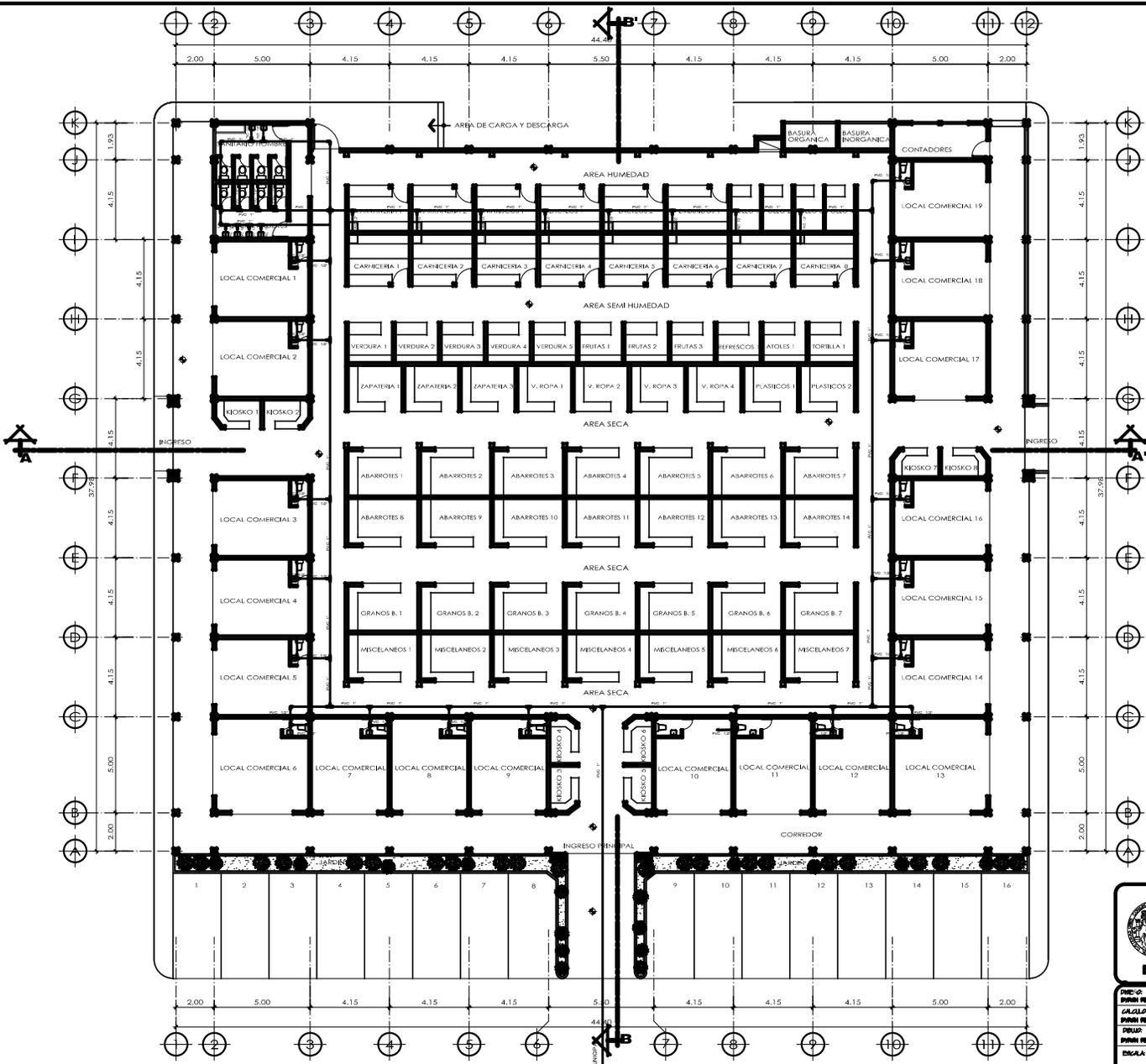
4 No. 8 + 4 No. 7 confinamiento de Esc. 1:5  
0.6 en los extremos con Est. No. 3 @ 7.5 cm y  
Est. No. 3 @ 15 cm en el centro



**COLUMNA TIPO B**

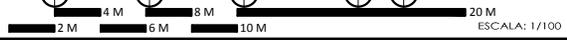
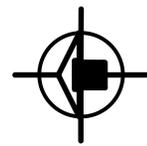
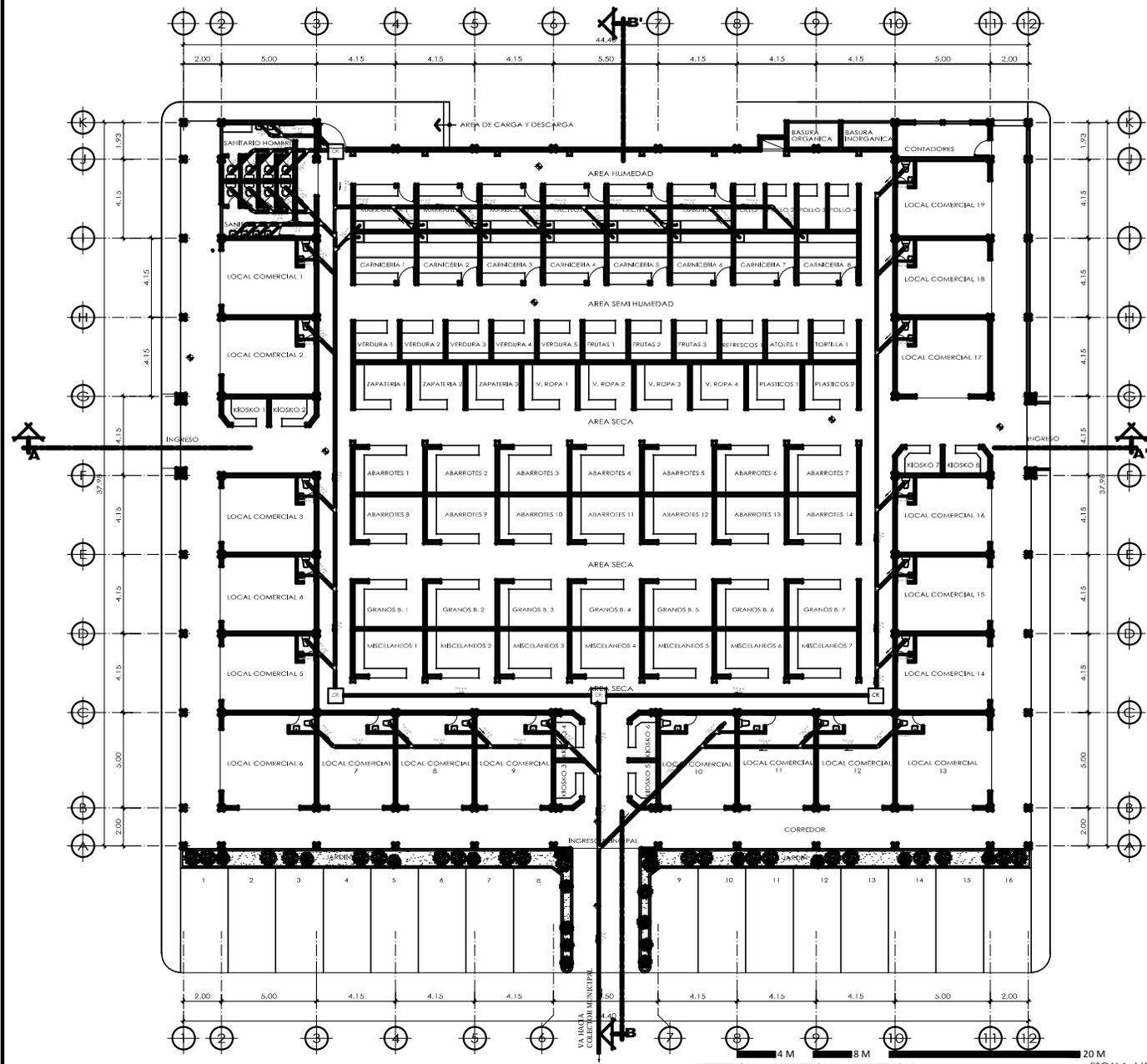
4 No. 4 + Est. No. 2 @ 0.20 Esc. 1:5

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES</b> <b>DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL</b>		
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	PLANTA DETALLES DE CIMENTACION	
DISEÑO: <b>BYRON RENTIS GACERES</b> CALIFICACION: <b>INGENIERO CIVIL</b> FECHA: <b>2024-10-08</b>	PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	CARRERA: <b>2024-2028</b>	HOJA: <b>13</b>
ESCALA: <b>1:50</b>	VAGO:	INGENIERO CIVIL: <b>BYRON RENTIS GACERES</b>	INGENIERO CIVIL: <b>BYRON RENTIS GACERES</b>
FECHA: <b>2024-10-08</b>	INGENIERO CIVIL: <b>BYRON RENTIS GACERES</b>	INGENIERO CIVIL: <b>BYRON RENTIS GACERES</b>	<b>13</b>

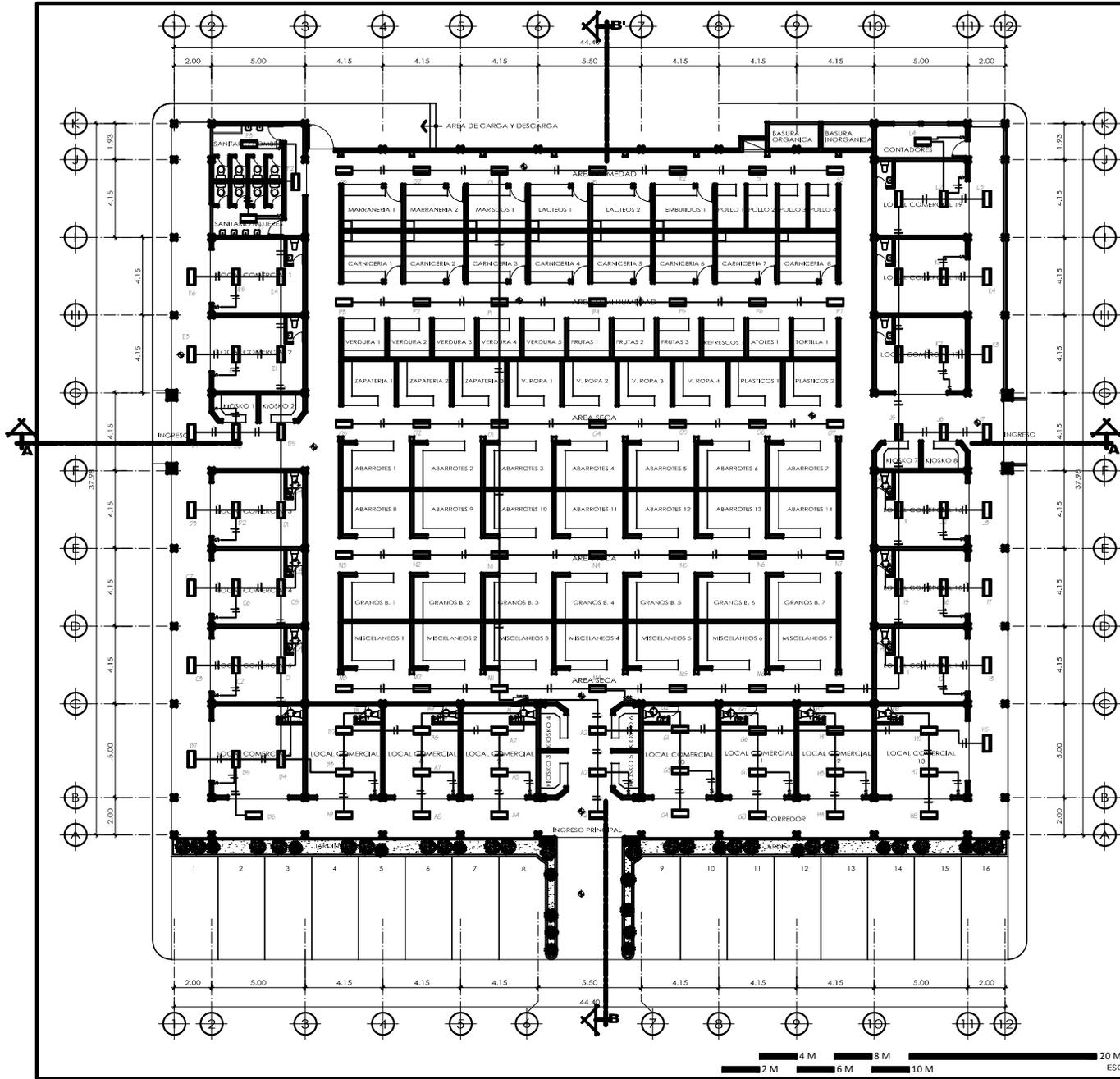


	<b>UNIVERSIDAD DE LOS ANDES DE COLOMBIA</b> <b>PROYECTO DE GRADUACIÓN</b> <b>DESIGNO PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO:</b>	<b>MERCADO MUNICIPAL</b>
<b>PLANO DE:</b>	<b>PLANTA INSTALACION DE AGUA POTABLE</b>	
<b>PROYECTO DE:</b>	<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL CAQUETA</b>	
<b>PROYECTISTA:</b> BYRON RIVATO CACERES ARANA	<b>Carre:</b> 2000-1000%	
<b>ESCALA:</b> 1:500	<b>FECHA:</b> 2024-10-15	
<b>PROYECTISTA:</b> BYRON RIVATO CACERES ARANA	<b>PROYECTISTA:</b> BYRON RIVATO CACERES ARANA	
<b>PROYECTISTA:</b> BYRON RIVATO CACERES ARANA	<b>PROYECTISTA:</b> BYRON RIVATO CACERES ARANA	

9/13



	<b>MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y VIVIENDA</b> <b>PLANTA DE INSTALACION DE PREMAES</b>	
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	PLANO NO: <b>PLANTA DE INSTALACION DE PREMAES</b>
DISEÑO: <b>BYRON RIVATO GARCERAN</b> CALIDAD: <b>BYRON RIVATO GARCERAN</b> DIBUJO: <b>BYRON RIVATO GARCERAN</b>	PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL TROPICANO</b>	
ESCALA: <b>1/500</b>	CLIENTE: <b>BYRON RIVATO GARCERAN ARANA</b>	CANTO: <b>2000-1000</b>
FECHA: <b>11/11/2011</b>	VAGO:	HOJA: <b>10</b> DE: <b>13</b>



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	ONT A O R
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	LAMPARA EN CIELO 4x4x4 W
	FOCO EN CIELO 100W
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	TUBERIA EN CIELO 2 1/2"
	TUBERIA EN PISO O PARED 2 1/2"
	LAJA DE FLUJANTE
	LAJA DE RETENIDO
	SALTO
	LINEA DE CONDUCCION

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
**ESCUELA DE INGENIERIA**  
**INGENIERIA EN SISTEMAS ELECTRICOS**

---

PROYECTO: **MERCADO MUNICIPAL**

PLANO DE: **PLANTA DE ILUMINACION**

PROYECTO DE: **MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,**  
**DEPARTAMENTO DEL PROGRESO**

---

CLIENTE: **BYRON RIVATO GARCERAN**

DISEÑO: **BYRON RIVATO GARCERAN**

ESCALA: **1:200**

FECHA: **11/12/13**

---

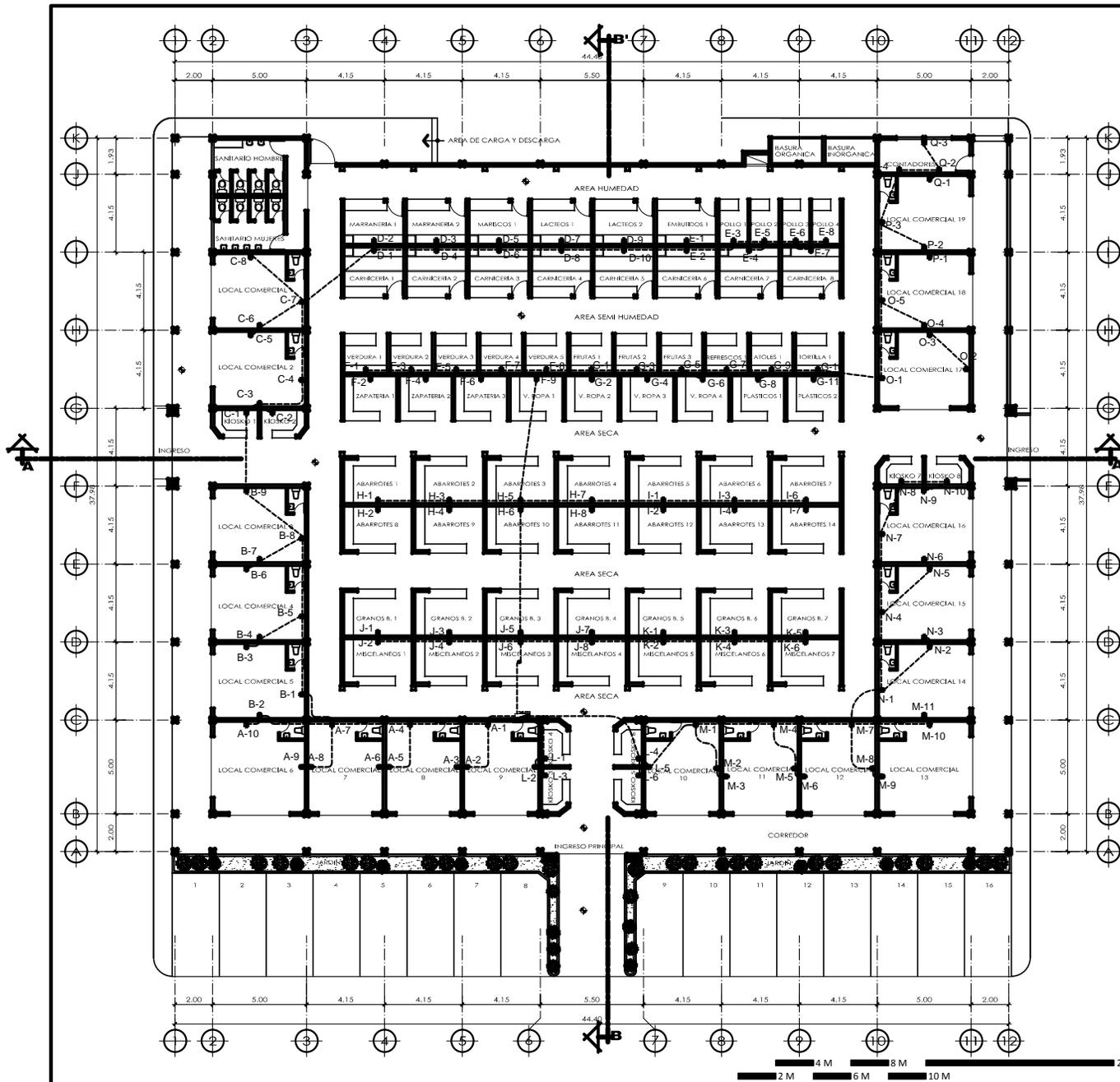
INGENIERO EN SISTEMAS ELECTRICOS

**BYRON RIVATO GARCERAN**

INGENIERO EN SISTEMAS ELECTRICOS

**BYRON RIVATO GARCERAN**

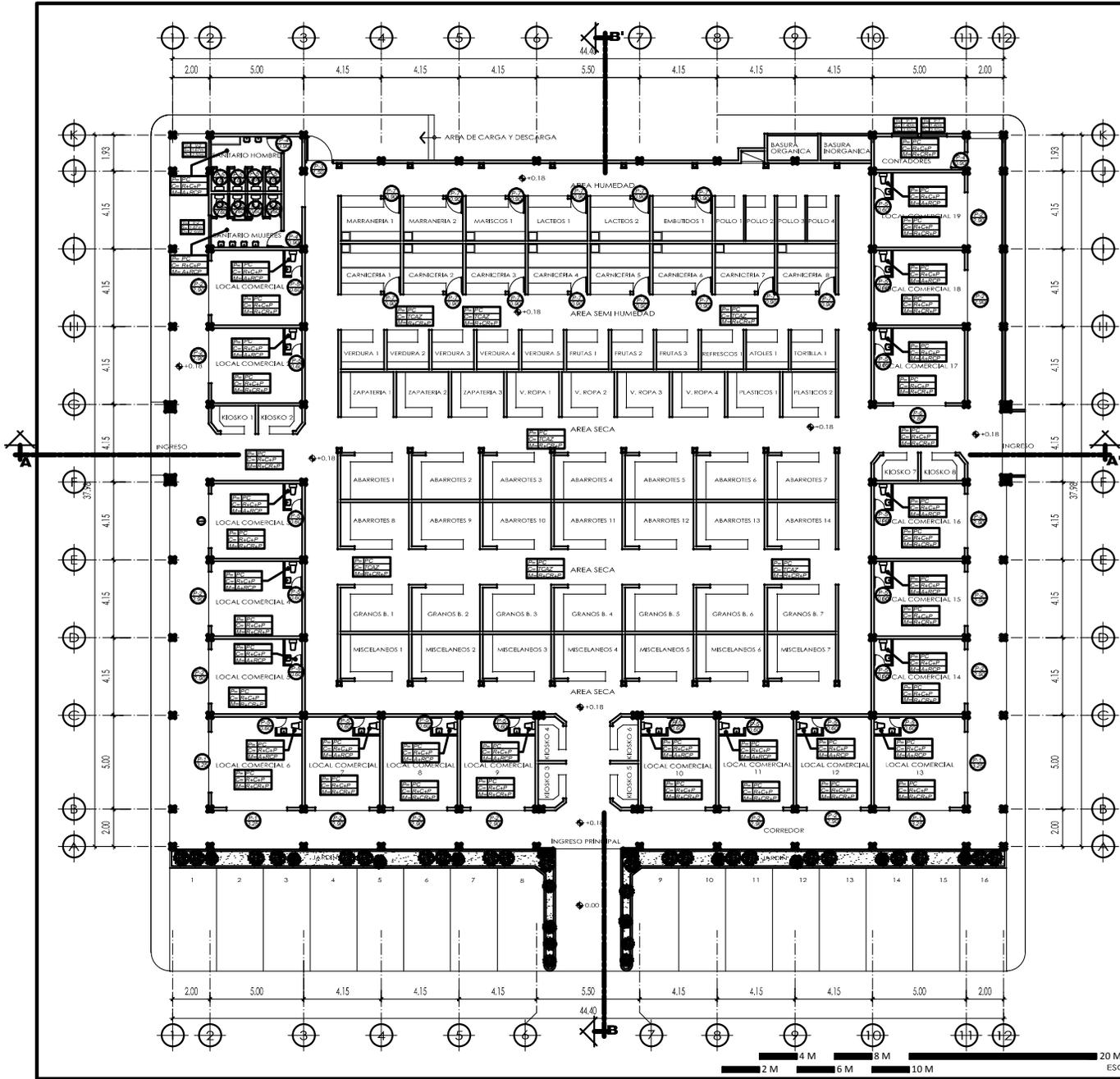




SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	C O N T A D O R
	T A B L E R O D E D I S T R I B U C I O N D E C I R C U I T O S
	T U B E R I A E N P I S O O P A R E D Ø 3/4"
	T O M A C O R R I E N T E D O B L E P O L A R I Z A D O 120 V O L T S . E N P A R E D
	C O N D U C T O R N E G A T I V O
	C O N D U C T O R P O S I T I V O

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESPESIO FUNDACION EDUCACION</b>		
	PROYECTO: <b>MERCADO MUNICIPAL</b>	PLANTA DE INSTALACIONES ELECTRICAS	
DISEÑO: BYRON RENOZO GARCERAN	CALIFICACION: BYRON RENOZO GARCERAN	PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
DISEÑO: BYRON RENOZO GARCERAN	ESCALA: 1:200	CLIENTE: BYRON RENOZO GARCERAN	CARGO: 2004-2007
ESCALA: 1:200	FECHA: 2011	DISEÑO: BYRON RENOZO GARCERAN	CARGO: 2011-2012

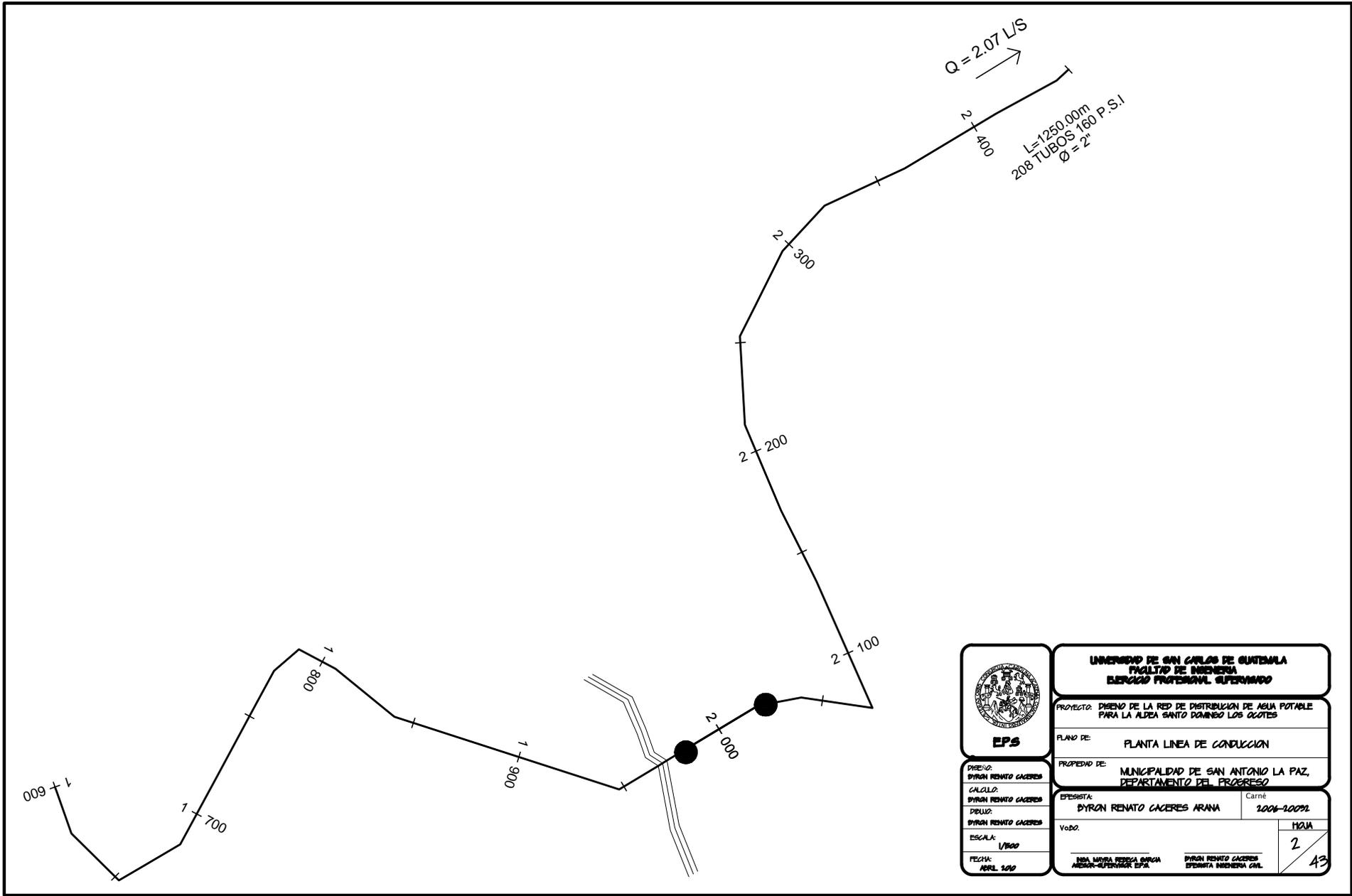
2M 6M 10M 20M  
 ESCALA: 1/100



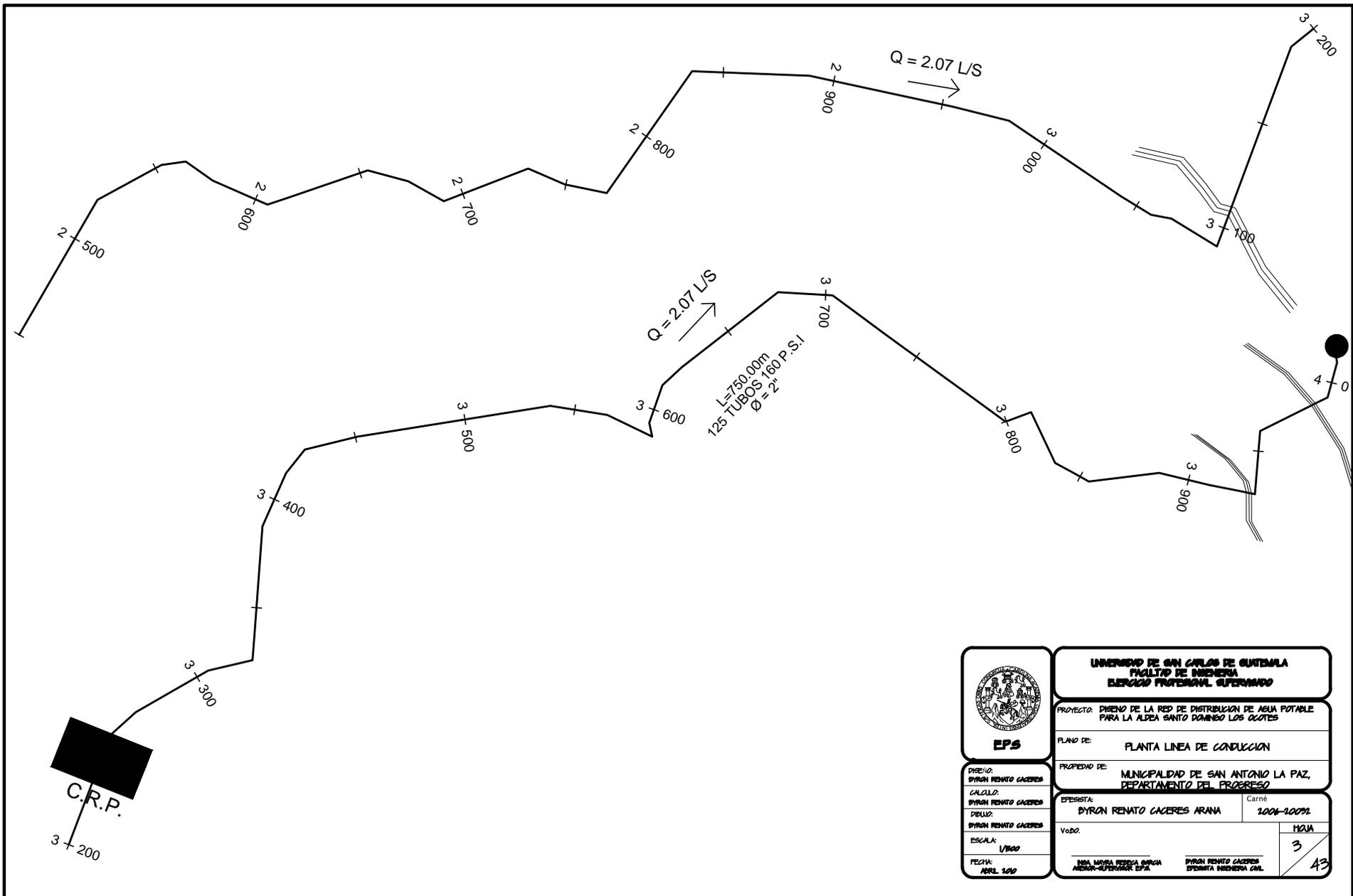
SIMBOLOGÍA Y NOMENCLATURA	
	Indica acabado en piso, cielo y muros.
	Indica tipo de puerta y ancho de vano.
	Indica tipo de ventana, sillar y dintel.
PC	Útil para: ( 0.10 ) ( 0.15 ) ( 0.20 ) ( 0.25 ) ( 0.30 )
PCON	Piso de concreto S= 10cm con acabado final.
R+C+P	Repello + Cemento + Pintura Latex
A+RCP	CE " 1.50 m. + Repello + cemento + pintura.
CR	Cemento Remolinado rustico
PM	Útil para: ( 0.10 ) ( 0.15 ) ( 0.20 ) ( 0.25 ) ( 0.30 )
LP	Lamina de policarbonato troquelado greka color blanco lechoso
AR	Adoquin rectangular 12x24cms 210 Kg/cm2 color azul claro
J	Rebata 3 ó 4000) A 0.10 ( 0.15 ) ( 0.20 ) ( 0.25 ) ( 0.30 )
TCAZ	Techo curvo de aluminio-zinc.

	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO</b>	
	PROYECTO: <b>MARKET MUNICIPAL</b>	PLANTA DE ACABADOS
DISEÑO: <b>BYRON RENOZO GARCERAN</b> CALIDAD: <b>BYRON RENOZO GARCERAN</b> DIBUJO: <b>BYRON RENOZO GARCERAN</b> ESCALA: <b>1:100</b>	PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	CANTO: <b>3200-1000</b> VANO: <b>1000</b> FECHA: <b>13/13</b>

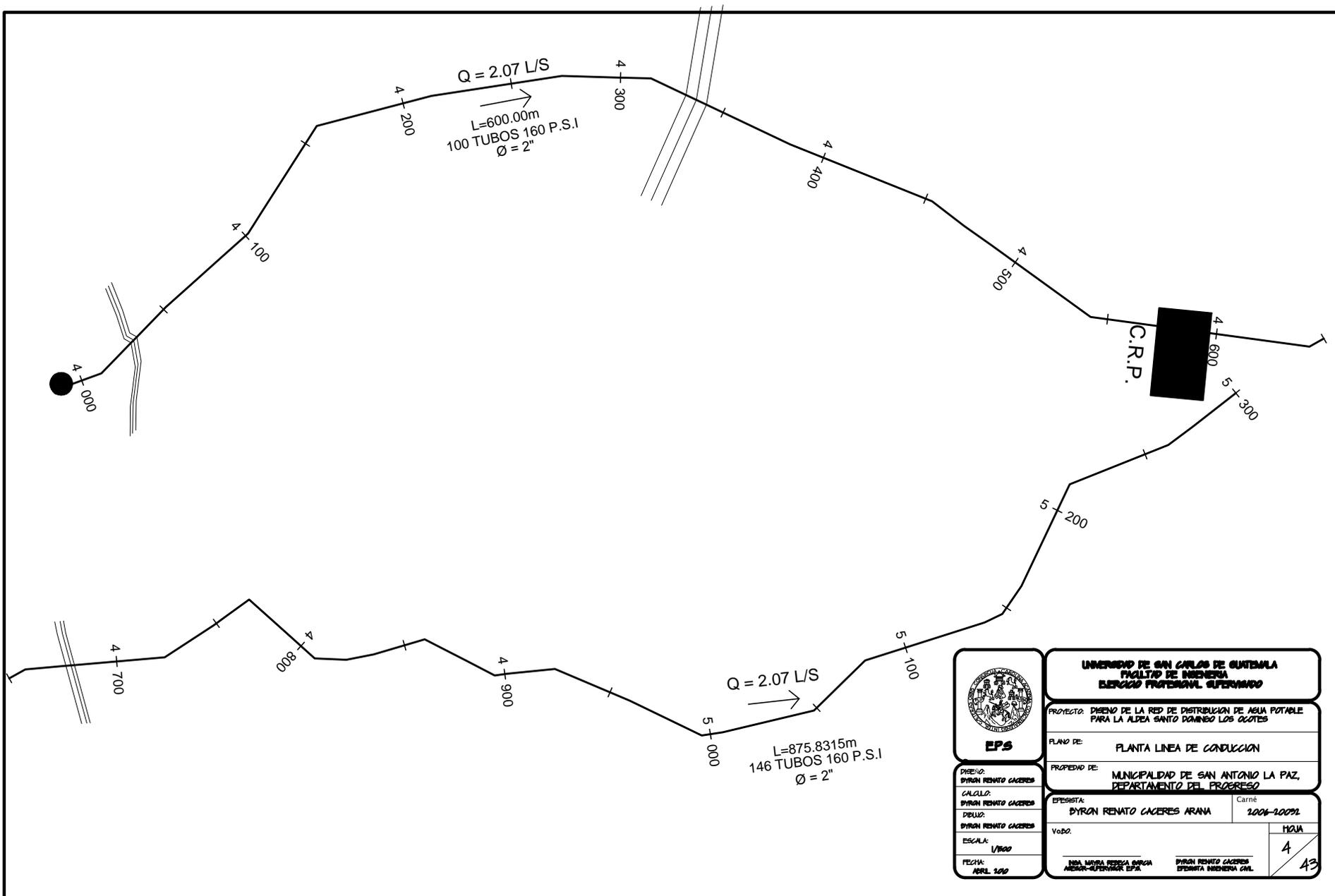




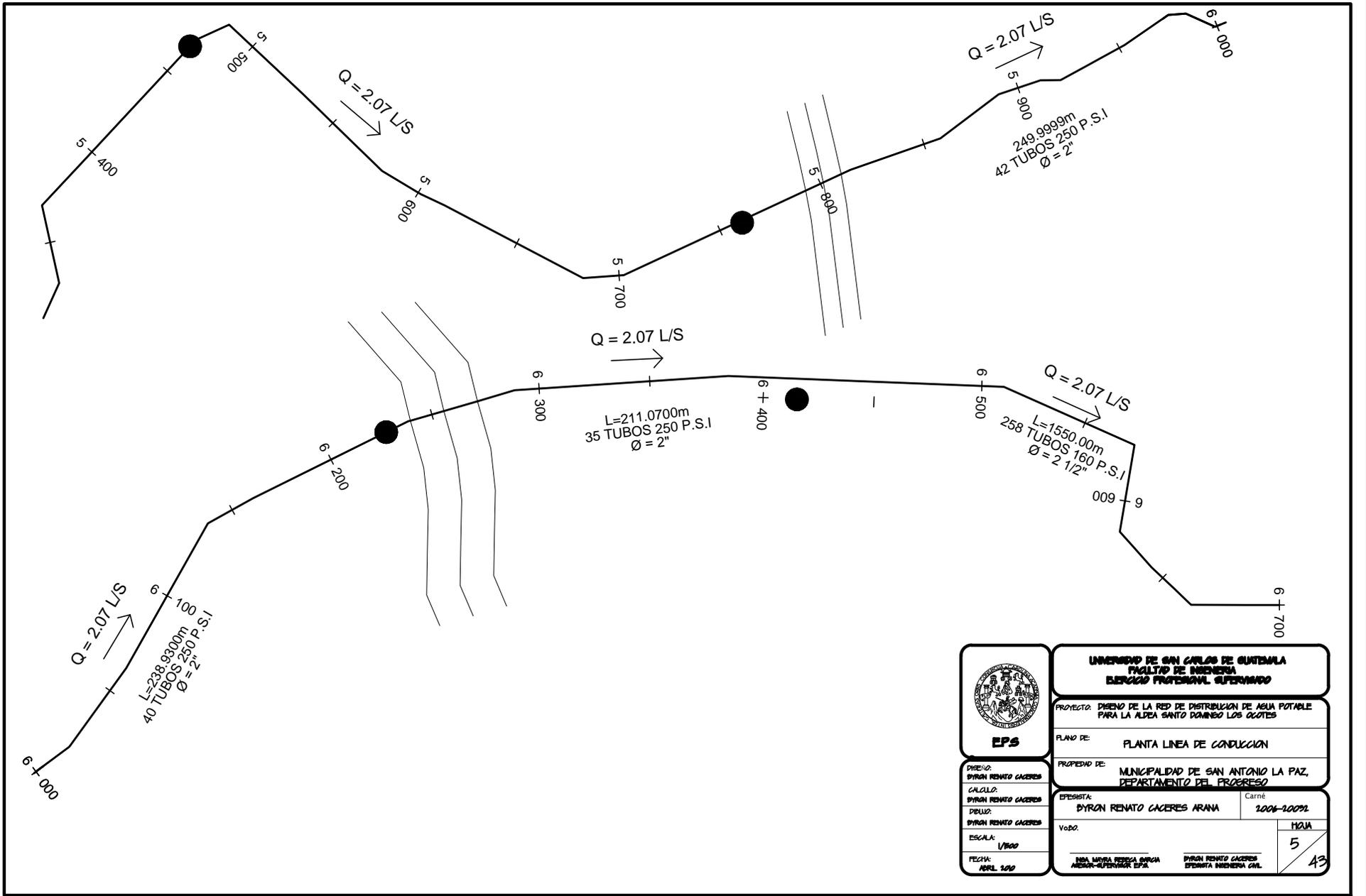
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>		
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES		
PLANO DE: <b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>		PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
DISEÑO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> CALCULO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> DIBUJO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> ESCALA: <b>1/1000</b> FECHA: <b>ABRIL 2002</b>			EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> <small>Carre</small> <b>2006-2009</b>
		VoBo: <b>2</b> <small>HOJA</small>	<b>43</b>
		<small>ING. MIRIAM PEREZ BARRA</small> <small>ABOGADA-GERENTE EPS</small>	<small>BYRON RENATO CACERES</small> <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>



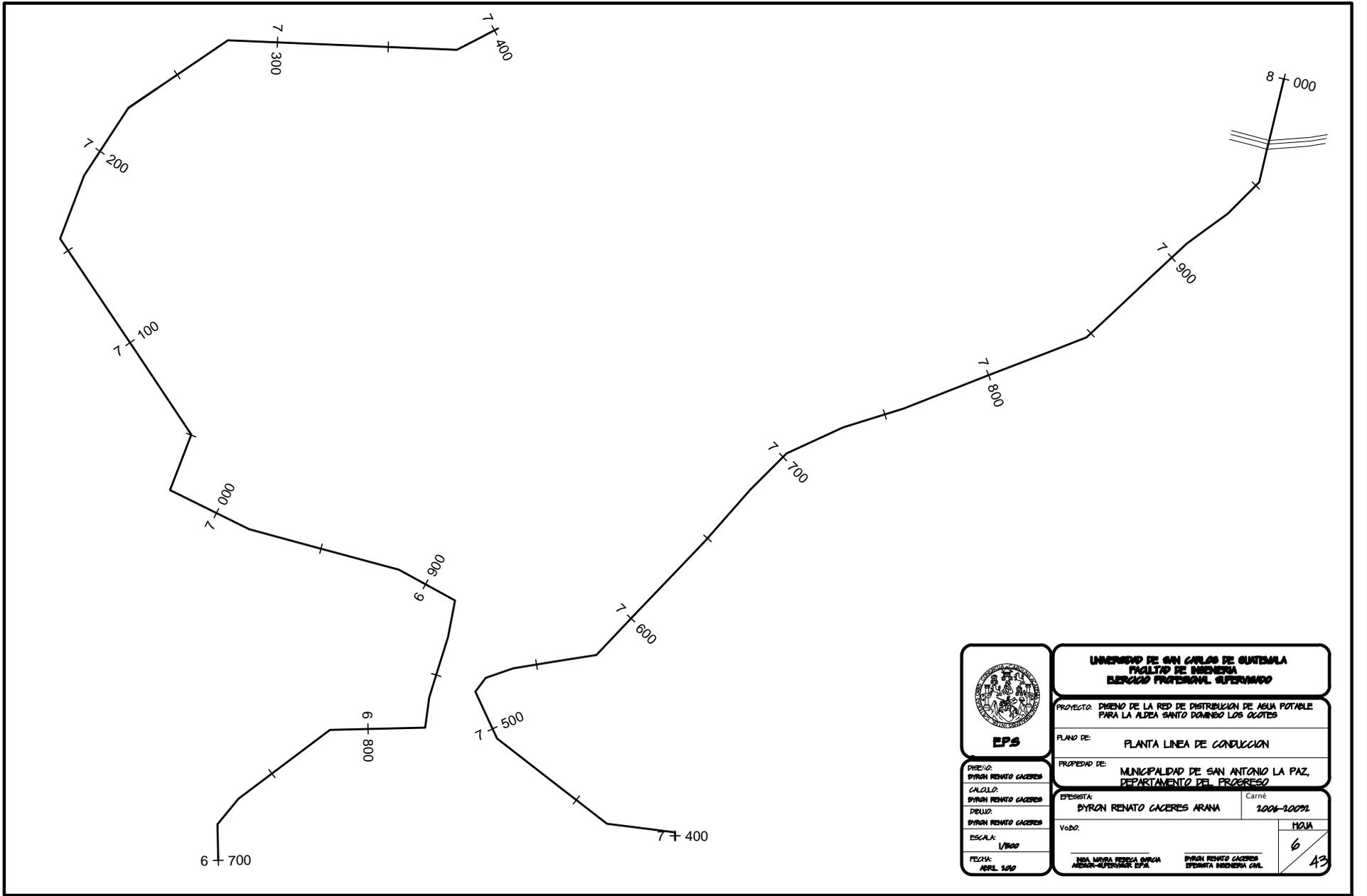
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES CALCULO: BYRON RENATO CACERES DIBUJO: BYRON RENATO CACERES	PLANO DE: <b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>	
ESCALA: 1/1000 FECHA: ABRIL 2002	PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
	EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> VoBo:	Carné: <b>2006-20092</b> NoVA: <b>3</b> NoA: <b>43</b>
	INSA MIRIAM PARRA BARRA ASISTENTE-EPSCA EPS	BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL



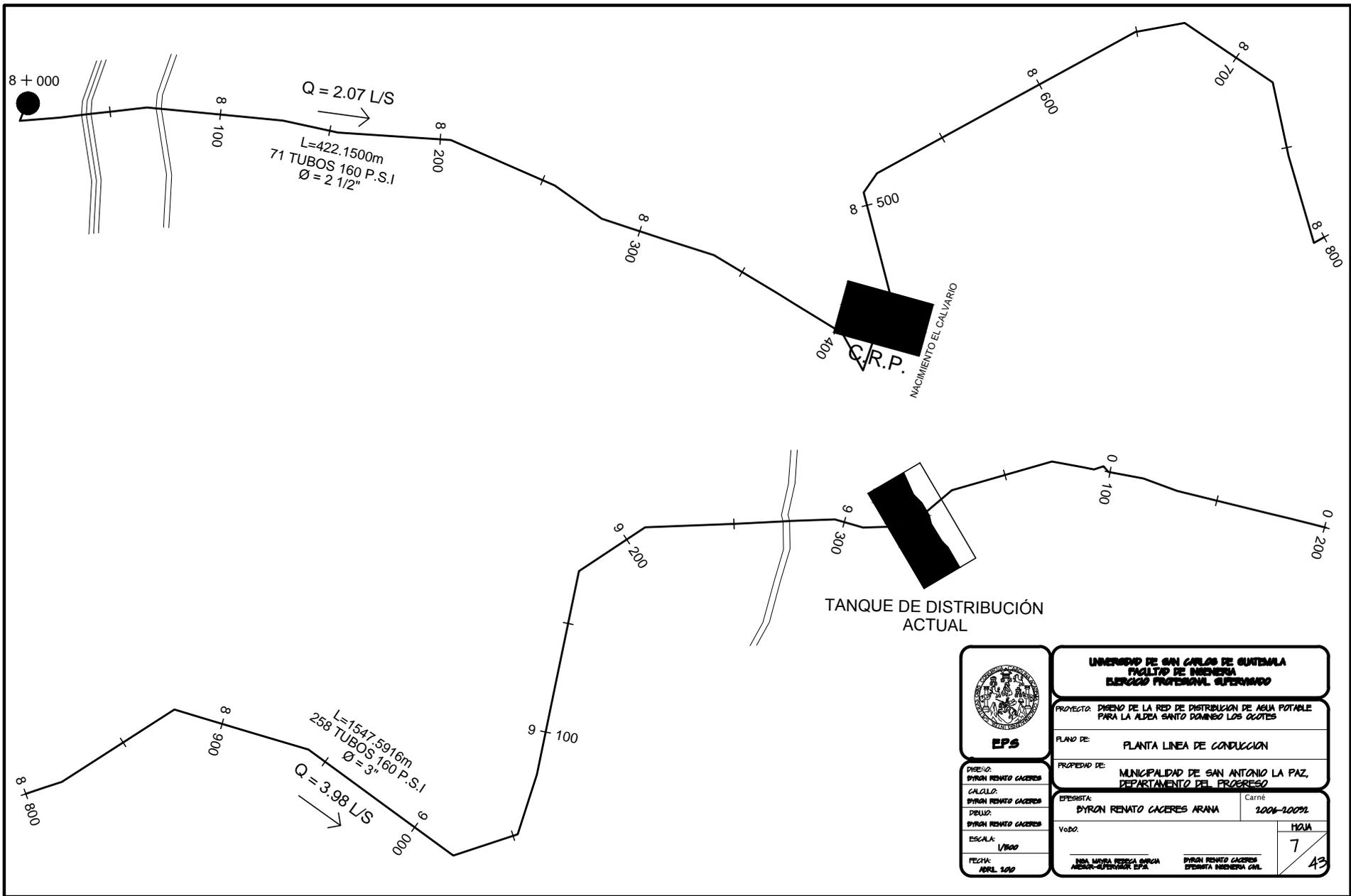
<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		<b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES CALCULO: BYRON RENATO CACERES DIBUJO: BYRON RENATO CACERES		EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> Carné <b>2006-20092</b>
ESCALA: <b>1/1000</b>		Voto: <b>4</b>
FECHA: <b>ABRIL 2010</b>		INSA MURVA PARRA BARRON ASISTENTE TECNICA EPS
		BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL
		<b>43</b>



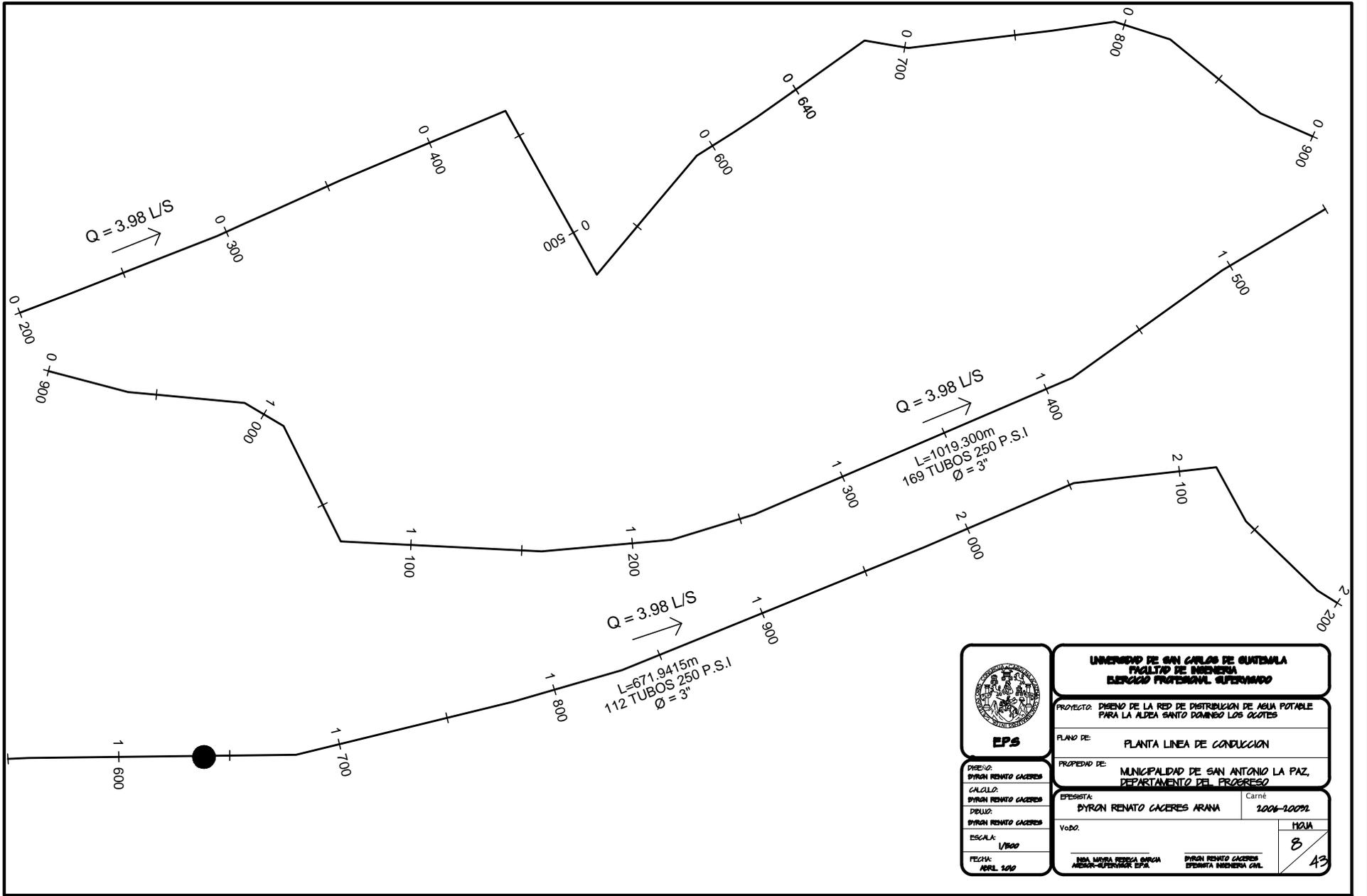
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>			
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES			
PLANO DE:		<b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>		
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>		
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES CALCULO: BYRON RENATO CACERES DIBUJO: BYRON RENATO CACERES ESCALA: 1/1000 FECHA: ABRIL 2002		EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> <small>Carne</small> <b>2006-20092</b> Voto: <table border="1"> <tr> <td> <b>NOA MAYRA PEREIRA BARRON</b>  <small>INGENIERA-EPIS</small> </td> <td> <b>BYRON RENATO CACERES</b>  <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small> </td> </tr> </table>	<b>NOA MAYRA PEREIRA BARRON</b> <small>INGENIERA-EPIS</small>	<b>BYRON RENATO CACERES</b> <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>
<b>NOA MAYRA PEREIRA BARRON</b> <small>INGENIERA-EPIS</small>	<b>BYRON RENATO CACERES</b> <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>			
		MQUA <b>5</b> <b>43</b>		



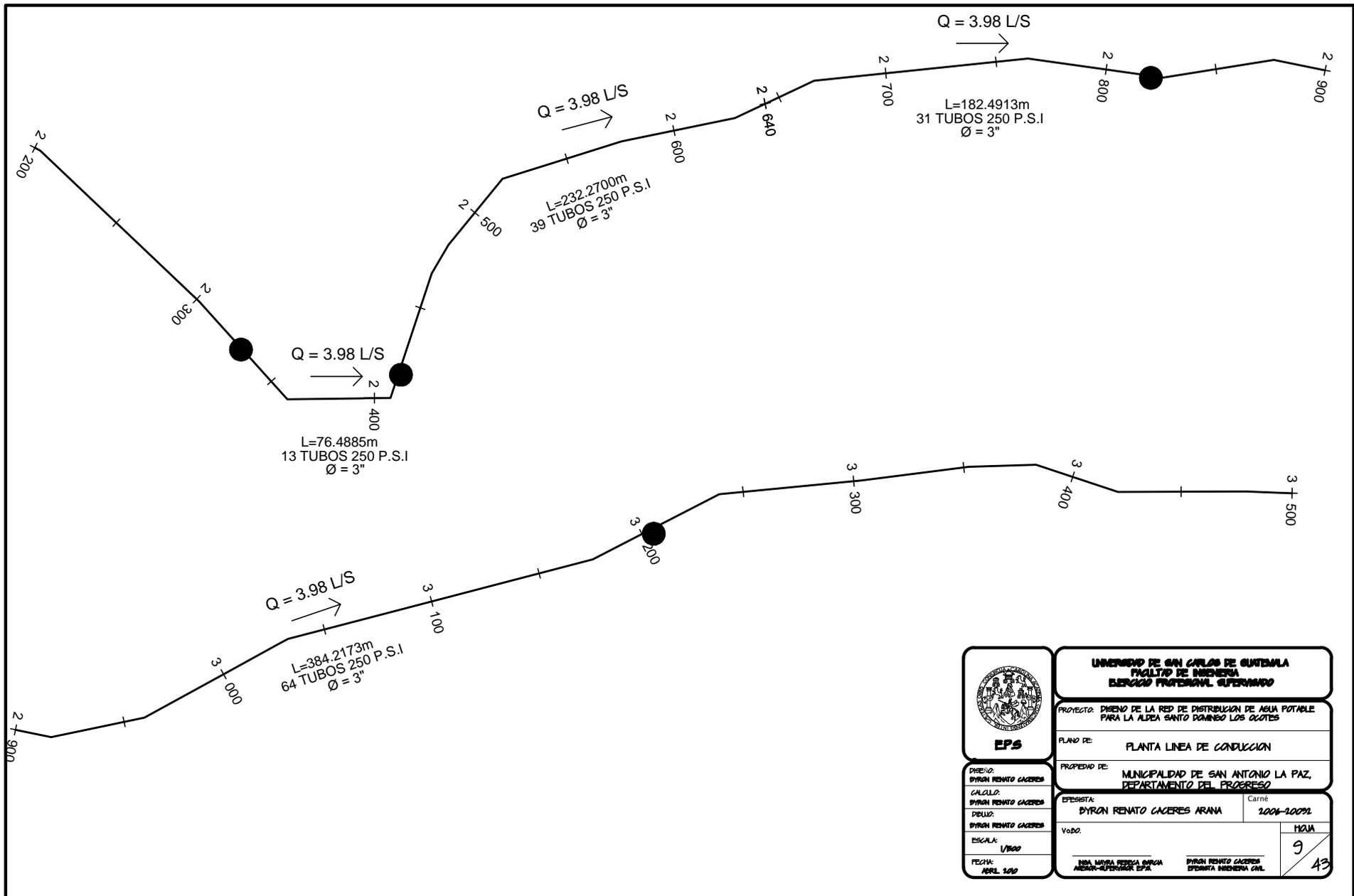
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		<b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES	CALCULO: BYRON RENATO CACERES	EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> Carné <b>2006-20092</b>
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES	ESCALA: 1/1000	Voto:
FECHA: ABRIL 2010	INSA MARYLA PEREIRA BARRON ASISTENTE-GERENTE EPS	BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL
		HORA <b>6</b> <b>43</b>



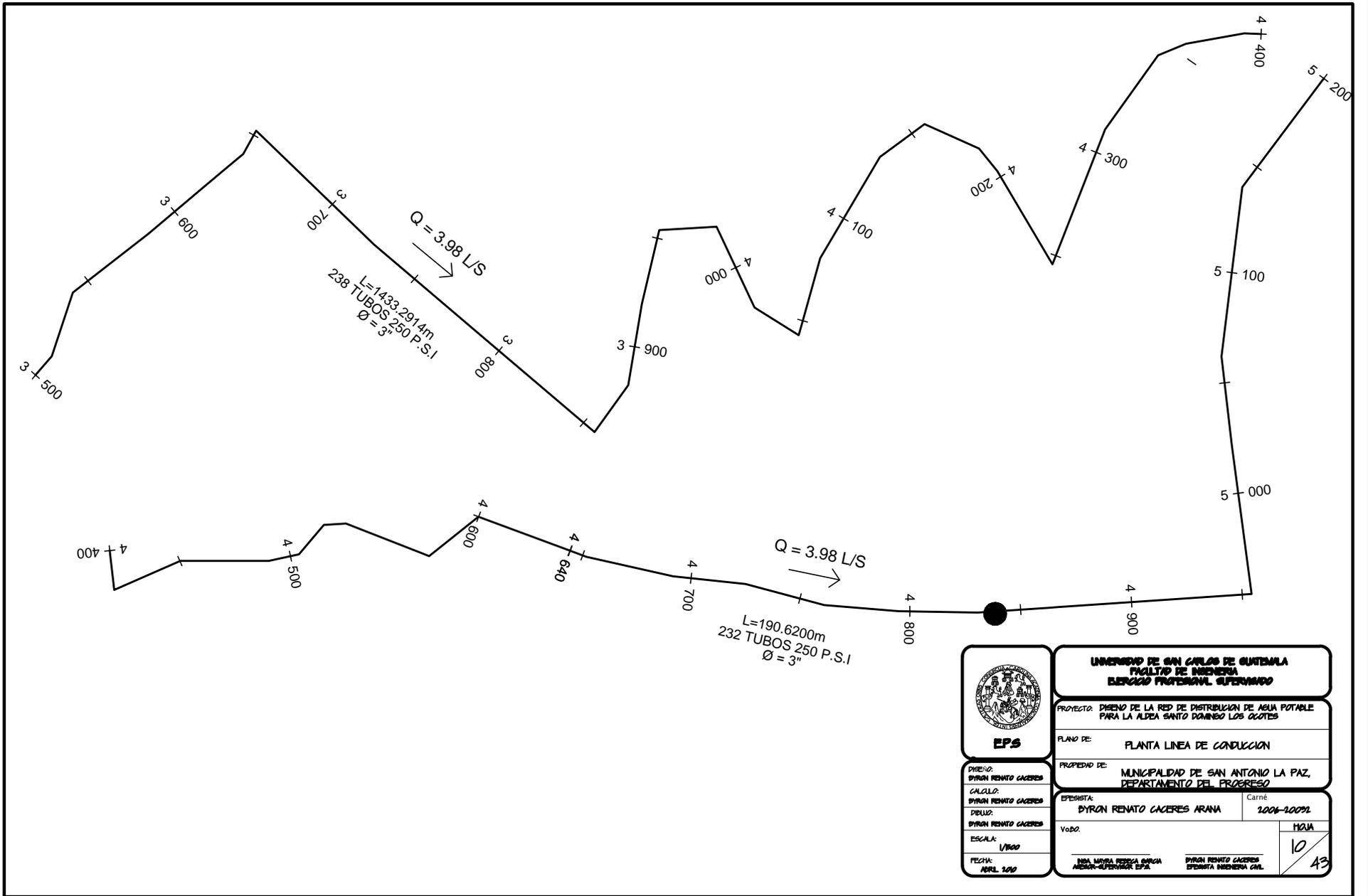
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>		
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES		
PLANO DE: <b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>		PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
DISEÑO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> CALCULO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> DIBUJO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> ESCALA: <b>1/1000</b> FECHA: <b>ABRIL 2002</b>			EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> <small>Carne 2004-20092</small> Voto: <b>7</b>
		INSA MURVA PARRERA BARRON <small>INGENIERA-EPISA</small> BYRON RENATO CACERES <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>	<b>43</b>



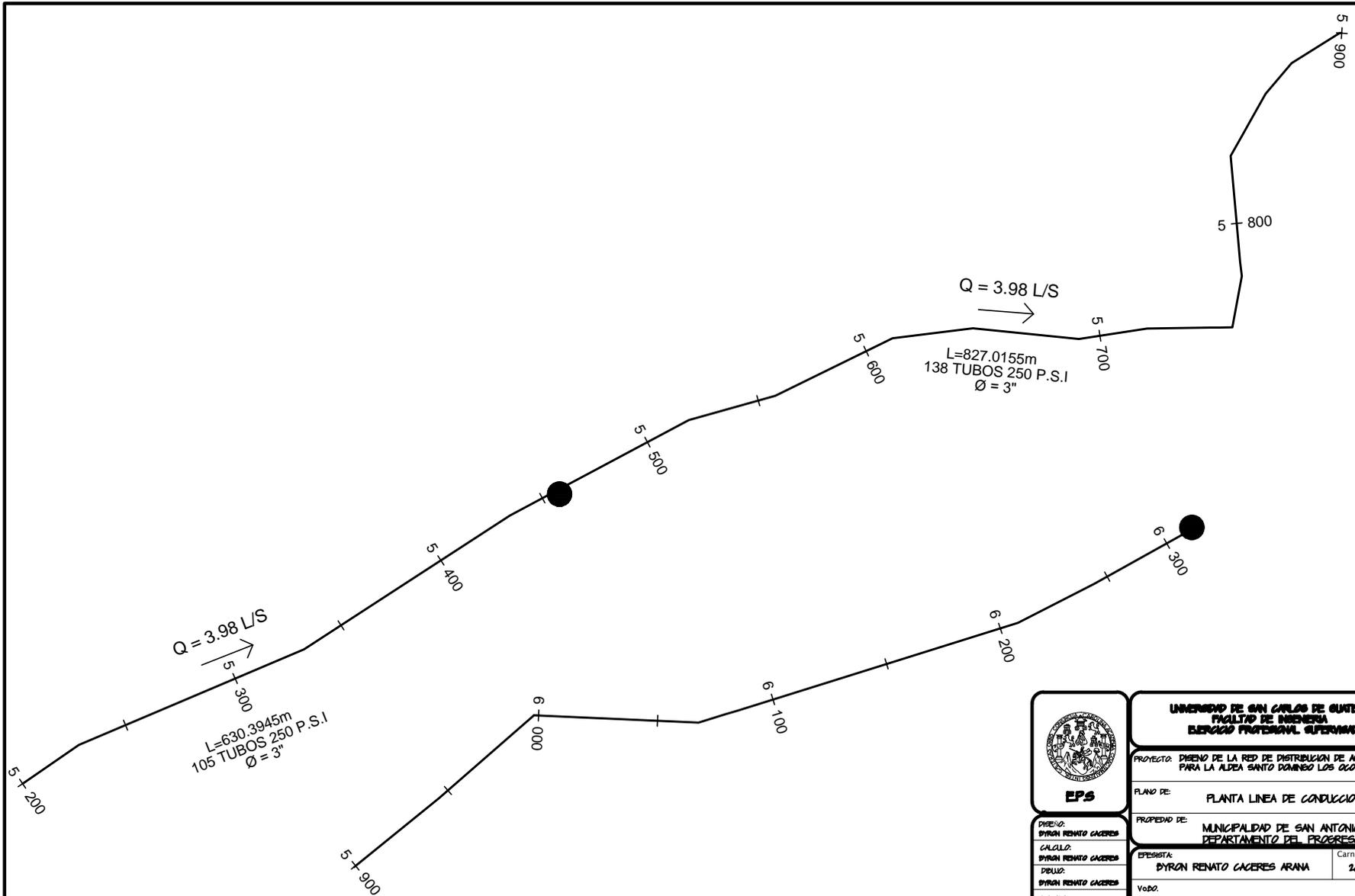
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GIGOTES</b>	
<b>DISEÑO: BYRON RENATO CACERES</b> <b>CALCULO: BYRON RENATO CACERES</b> <b>DIBUJO: BYRON RENATO CACERES</b>		<b>PLANO DE: PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>
<b>ESCALA: 1/1000</b> <b>FECHA: ABRIL 2009</b>		<b>PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
<b>EFESISTA: BYRON RENATO CACERES ARANA</b>		<b>Carné: 2008-20092</b>
<b>VoBo: [Signature]</b>		<b>MdA: [Signature]</b>
<b>ING. MAYRA PEREIRA BARRON</b> <small>ANEXO-SECRETARIA EPS</small>		<b>BYRON RENATO CACERES</b> <small>ESCUELA INGENIERIA CIVIL</small>
		<b>8</b> <b>43</b>



 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		<b>PLANTA LINEA DE CONDUCCION</b>
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES		EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b>
CALCULO: BYRON RENATO CACERES		Carné: <b>2004-20092</b>
DIBUJO: BYRON RENATO CACERES		Voto:
ESCALA: <b>1/1000</b>		<b>9</b>
FECHA: <b>ABRIL 2010</b>		<b>43</b>
INSA MARYLA PEREIRA BARRON ASISTENTE-GERENTE EPS		BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL



	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		PLANTA LINEA DE CONDUCCION
PROPIEDAD DE:		MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES CALCULO: BYRON RENATO CACERES DIBUJO: BYRON RENATO CACERES		EFESISTA: <u>Byron Renato Caceres Arana</u> Carné <u>2004-20092</u>
ESCALA: <u>1/1000</u>		Voto: <u>10</u>
FECHA: <u>ABRIL 2010</u>		INSA MURRAY PEREIRA BARRERA RECTOR-UNIVERSIDAD EPS
		BYRON RENATO CACERES EFESISTA INGENIERIA CIVIL
		<u>43</u>



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCOLETA PROFESIONAL SUPERINTENDENTE

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES

PLANO DE: PLANTA LINEA DE CONDUCCION

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,  
DEPARTAMENTO DEL PROGRESO

EFESISTA: **BYRON RENATO CACERES ARANA** Carné: 2006-20092

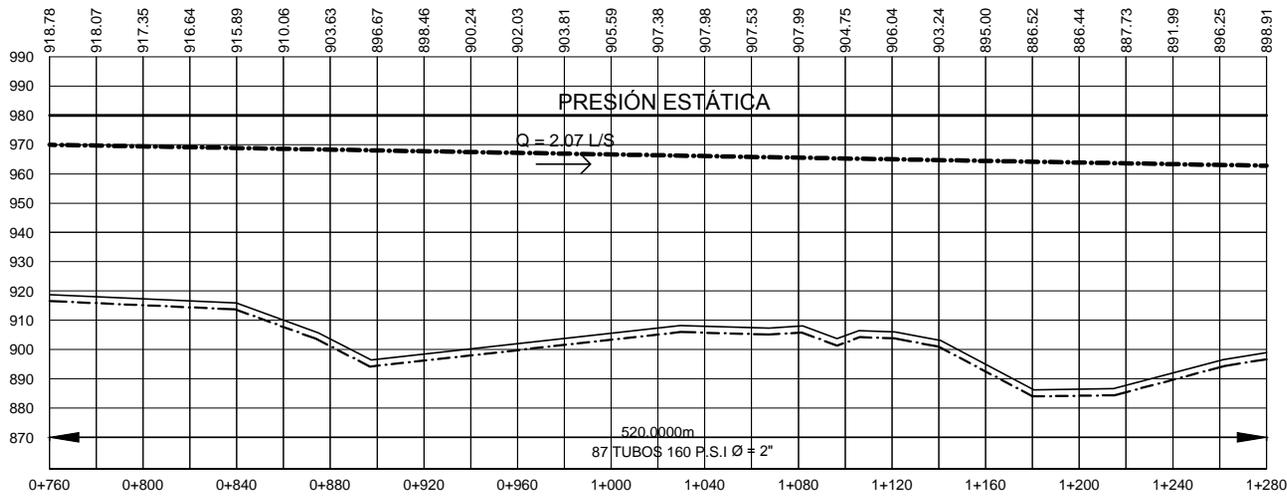
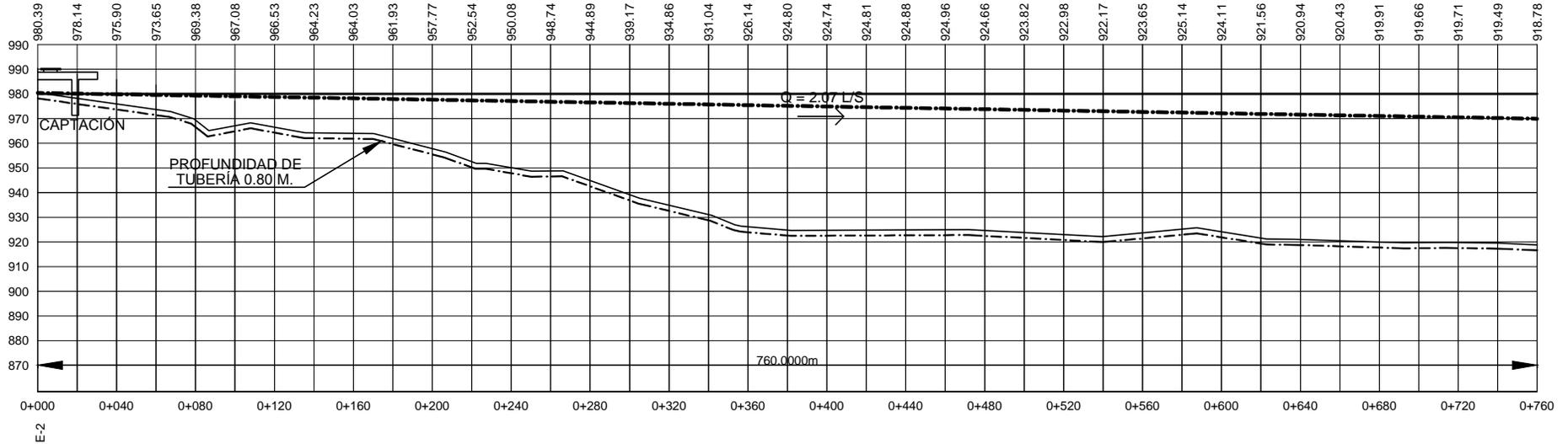
VoBo: \_\_\_\_\_

FECHA: ABRIL 2009

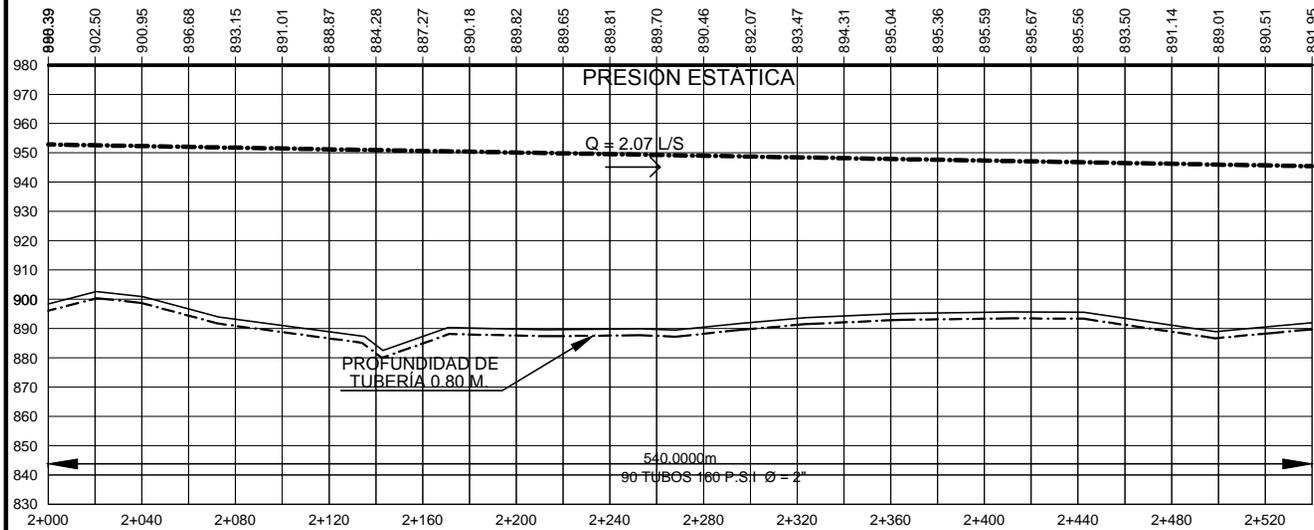
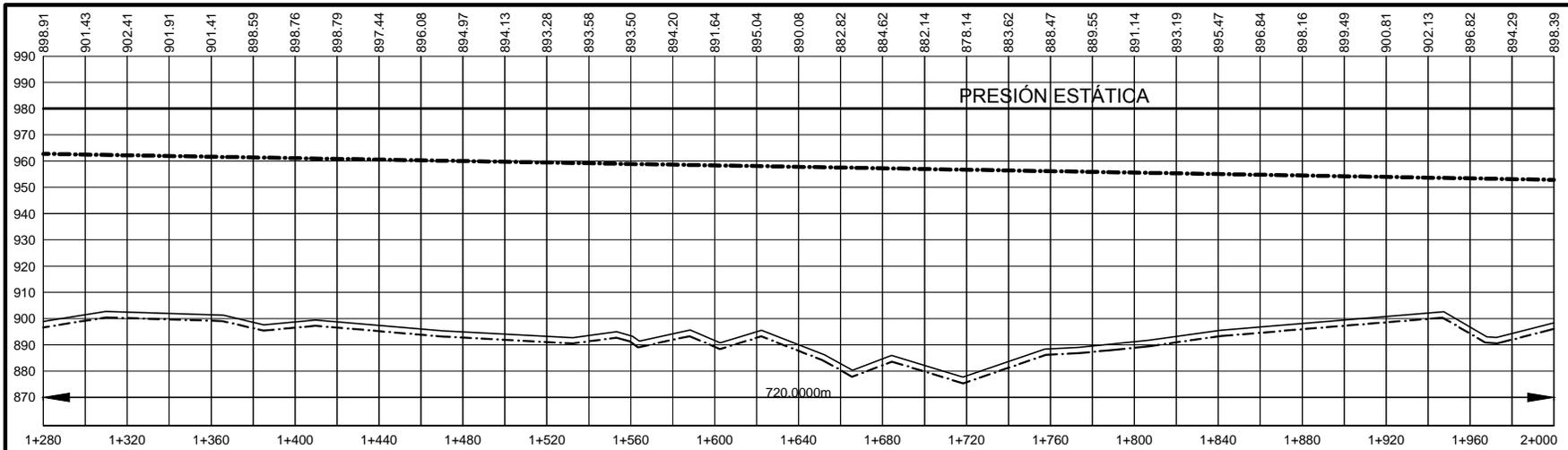
ING. MIRIAM PEREZ BARRON  
MAG. ALFONSO ESCOBAR EPS

BYRON RENATO CACERES  
ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL

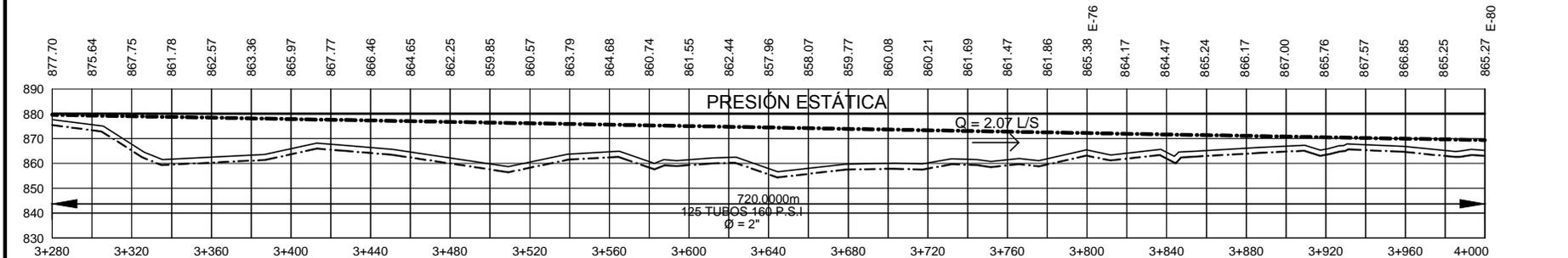
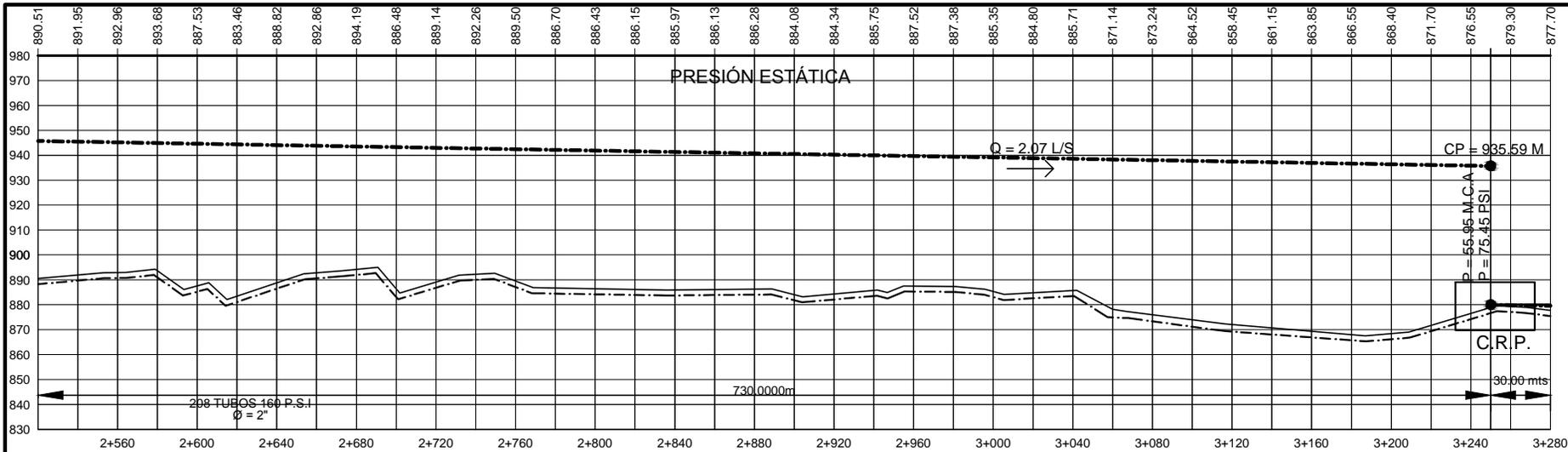
HQVA  
||  
43



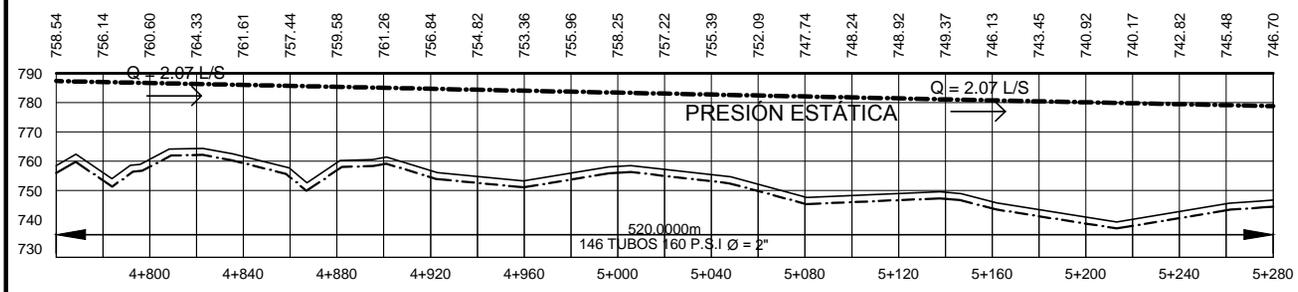
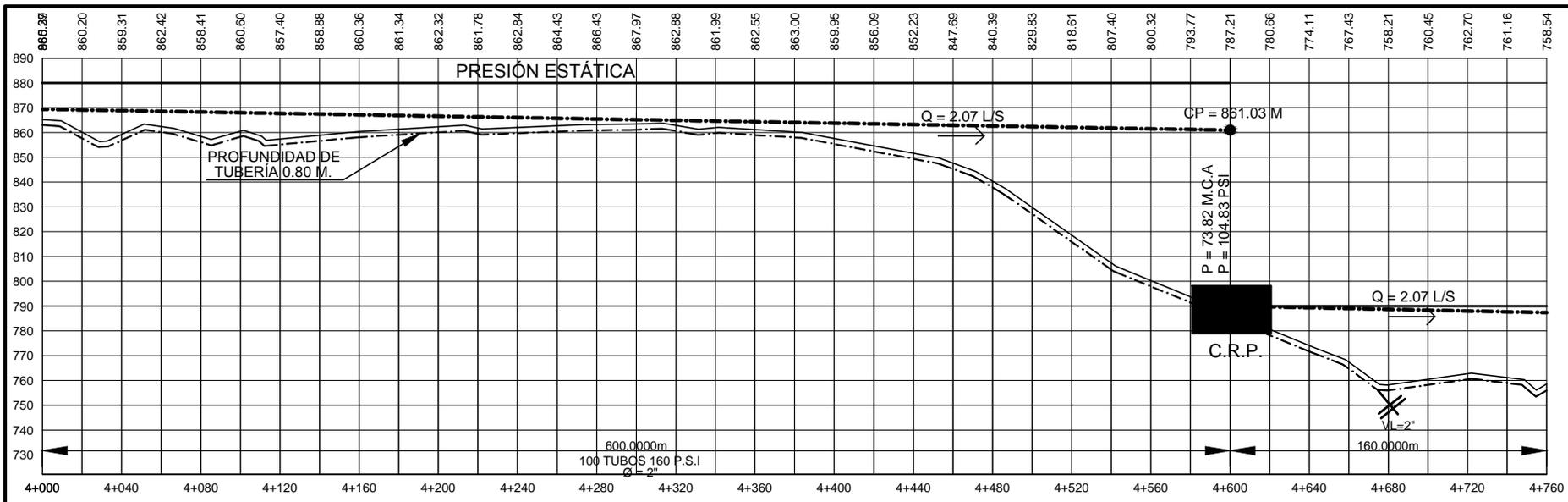
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES</b>	
<b>DISEÑO: BYRON RENATO CACERES</b> <b>CALCULO: BYRON RENATO CACERES</b> <b>DIBUJO: BYRON RENATO CACERES</b> <b>ESCALA: INDICADA</b> <b>FECHA: ABRIL 2002</b>		<b>PLANO DE: PERFIL LINEA DE CONDUCCION</b> <b>PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
<b>ESTUDISTA: BYRON RENATO CACERES ARANA</b> <b>VoBo:</b>		<b>Carne: 2006-20092</b> <b>MQUA</b> <b>12</b> <b>43</b>
<b>ING. MARYA PÉREZ BARRA</b> <small>RECTORA-UNIVERSIDAD EPS</small>		<b>BYRON RENATO CACERES</b> <small>ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL</small>



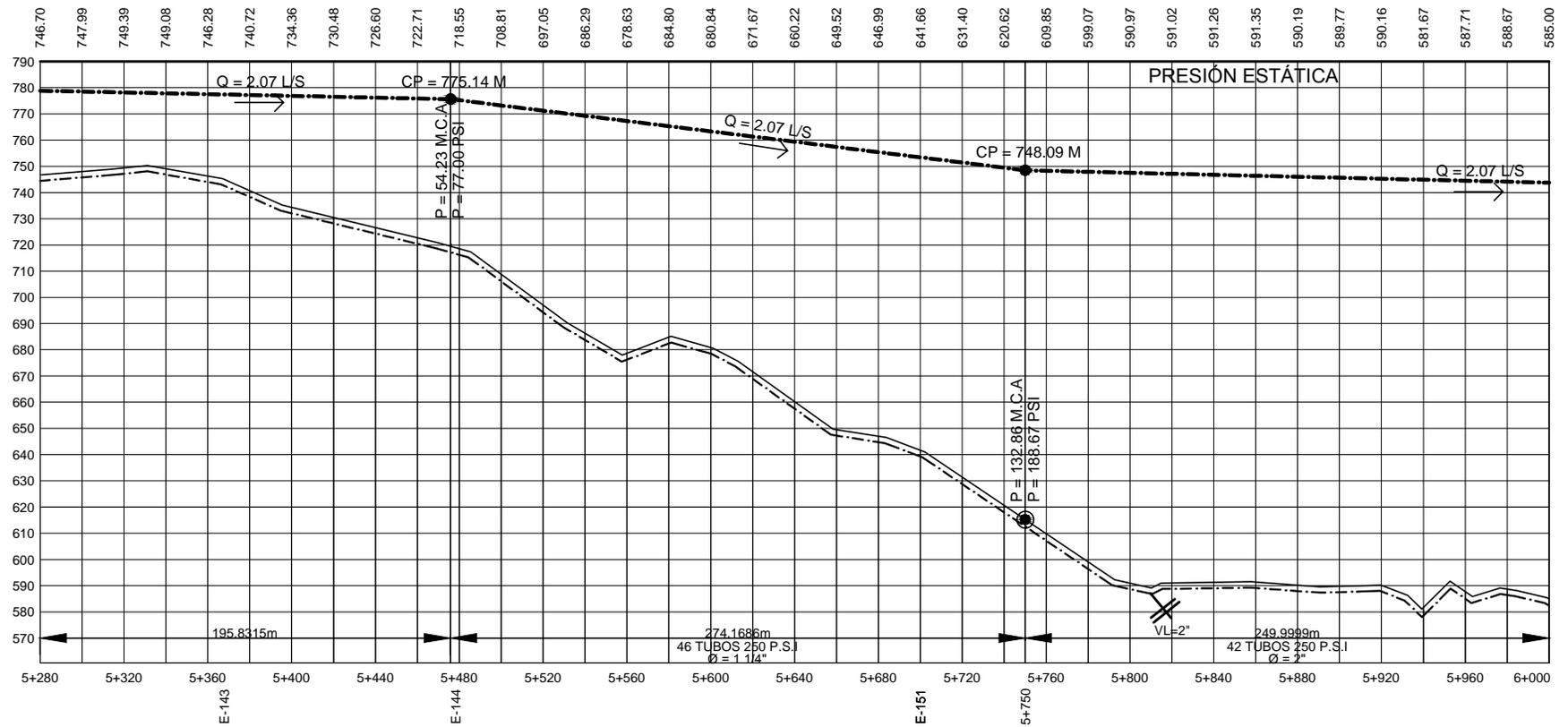
<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>BIENIO PROFESIONAL SUPERVISADO</b>			
	<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS ACOTES			
<b>PLANO DE:</b> PERFIL LINEA DE CONDUCCION		<b>PROPIEDAD DE:</b> MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO		
<b>DISEÑO:</b> DYRON RENATO CACERES <b>CÁLULO:</b> DYRON RENATO CACERES <b>DIBUJO:</b> DYRON RENATO CACERES		<b>EFESISTA:</b> DYRON RENATO CACERES ARANA Carné 2006-20092		
<b>ESCALA:</b> INDICADA		<b>VOTO:</b> <table border="1"> <tr> <td>13</td> <td>43</td> </tr> </table>	13	43
13	43			
<b>FECHA:</b> ABRIL 2010		<b>INGENIERO SUPERVISOR:</b> MDA MAYRA REYES SUQUA <b>INGENIERO EN JEFE:</b> DYRON RENATO CACERES <b>EFESISTA INGENIERIA CIVIL</b>		



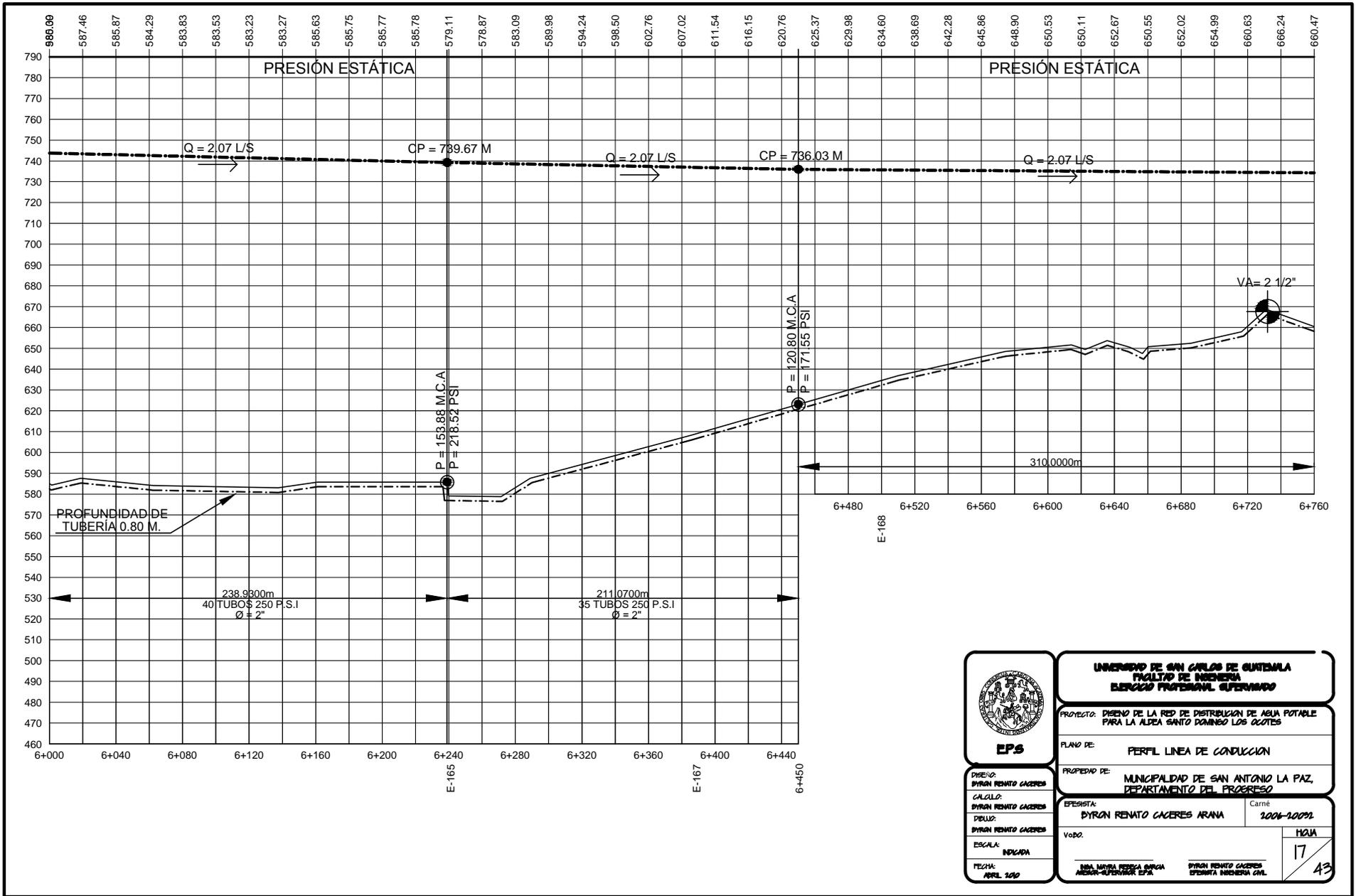
<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS COTES	
DISEÑO: DYRON REVATO CACERES CÁLCULO: DYRON REVATO CACERES DIBUJO: DYRON REVATO CACERES	PLANO DE: <b>PERFIL LINEA DE CONDUCCION</b> PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2010	EPESISTA: <b>DYRON REVATO CACERES ARANA</b> Carné 2004-20092 VOBO:	HAZA 14 43
	INGA MAYRA PEÑEA SUÑCA ASISTENTE SUPERIOR EPSA	DYRON REVATO CACERES EPESISTA INGENIERIA CIVIL

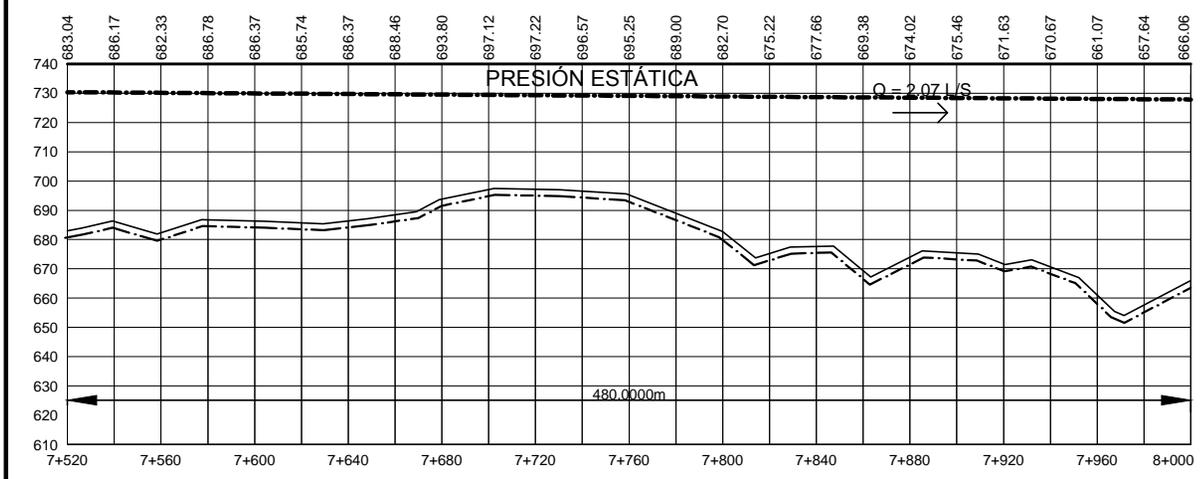
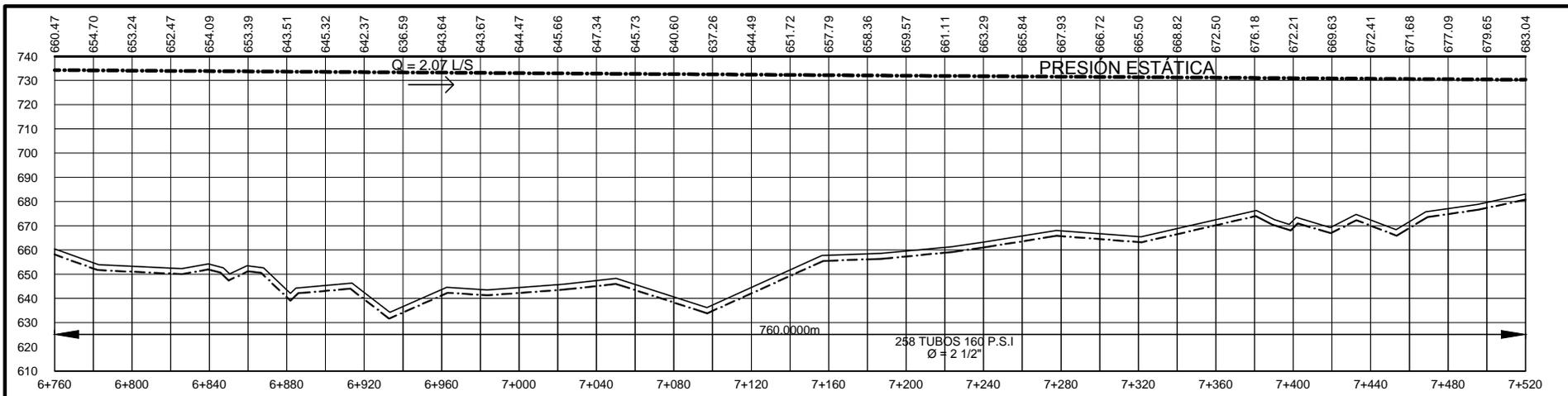


<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS ACOTES	
PLANO DE: <b>PERFIL LINEA DE CONDUCCION</b>		PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> CALCULO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> DIBUJO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> ESCALA: <b>INDICADA</b> FECHA: <b>ABRIL 2010</b>		ESPECIALISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> <small>Carné 2004-20092</small> VOTO: NDA NIVIA REYES ORTIZ <small>INGENIERA SUPERIOR EPSA</small> <b>BYRON RENATO CACERES</b> <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>
		HOJA <b>15</b> / 43

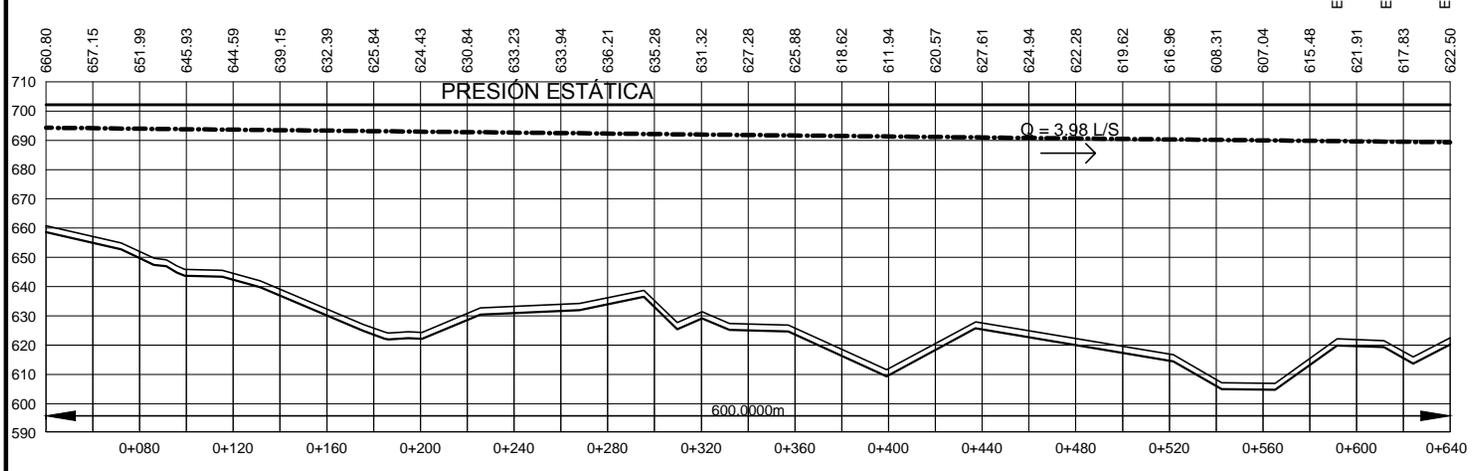
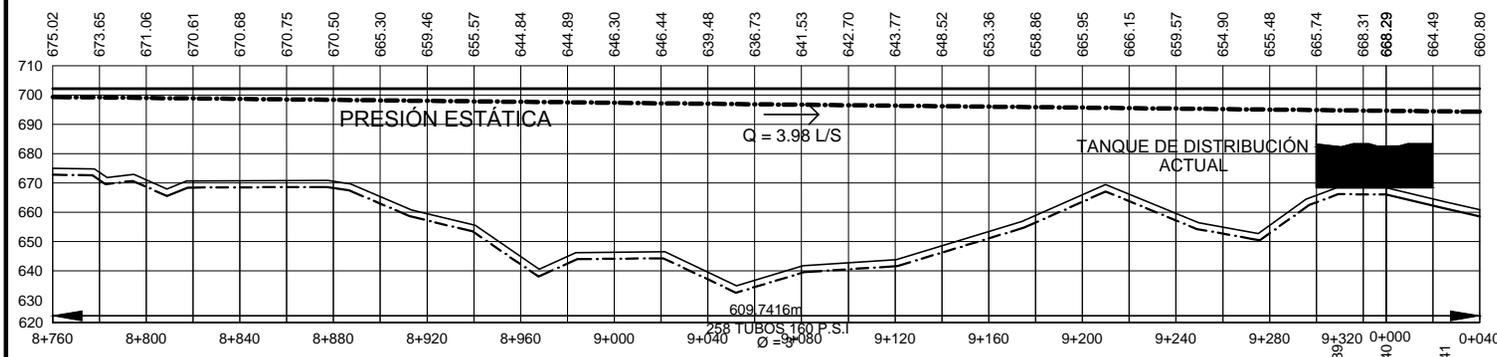
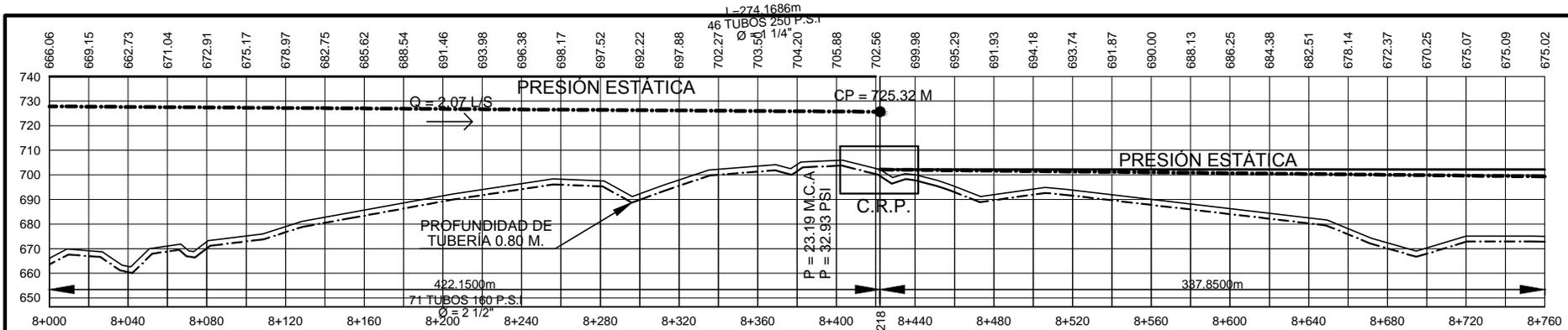


 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS ACOTES	
DISEÑO: PYRON RENATO CACERES CALCULO: PYRON RENATO CACERES DIBUJO: PYRON RENATO CACERES ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2010	PLANO DE: <b>PERFIL LINEA DE CONDUCCION</b> PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b> EPESISTA: <b>PYRON RENATO CACERES ARANA</b> Carné <b>2004-20092</b> VOTO:	HJUA <b>16</b> <b>43</b>
NDA NIVINA PEREIRA BORGIA ASISTENTE SUPERIOR EPSA		PYRON RENATO CACERES EPESISTA INGENIERIA CIVIL

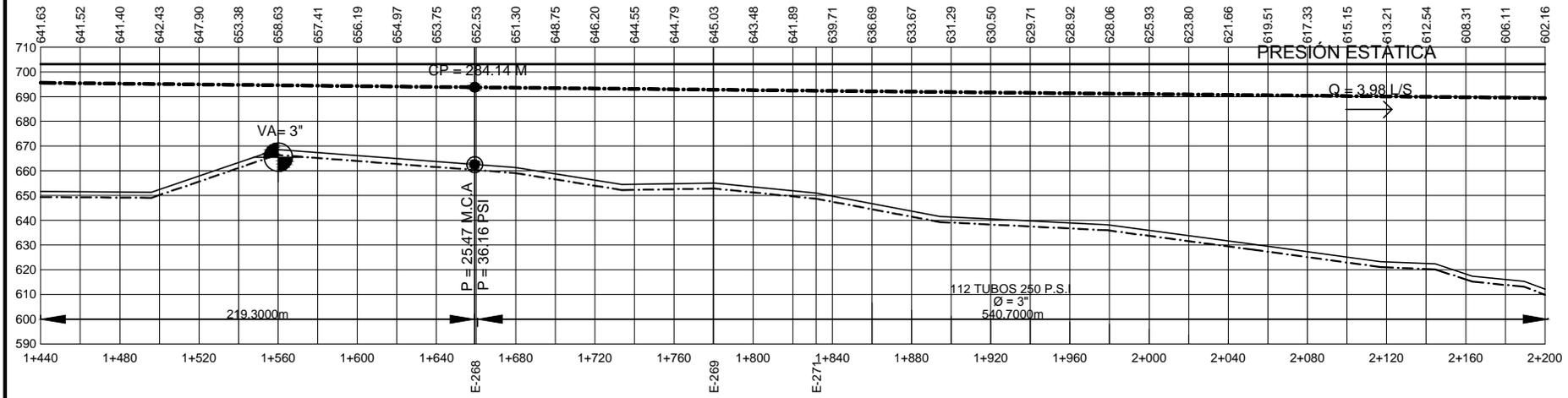
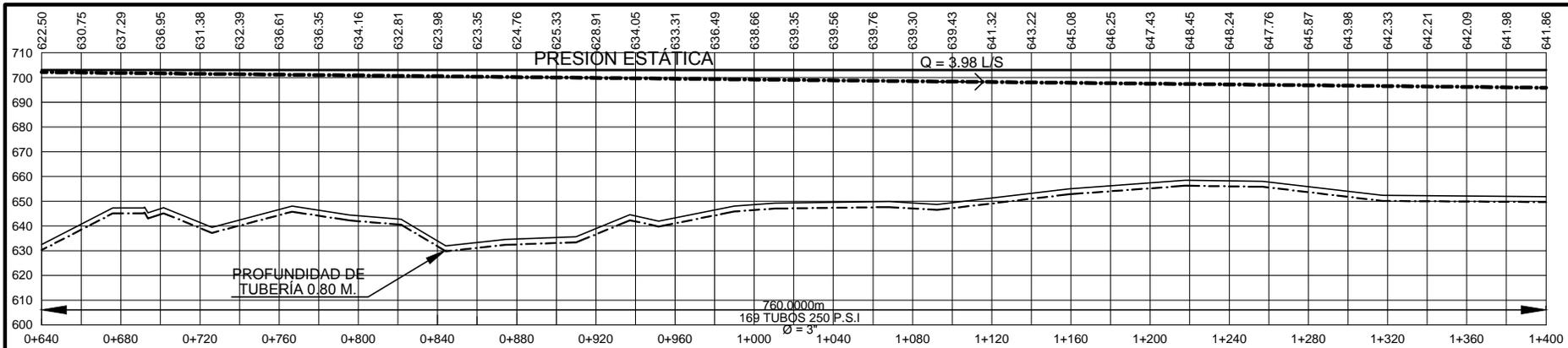




<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS ACOTES	
PLANO DE: <b>PERFIL LINEA DE CONDUCCION</b>		PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> CALCULO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> DIBUJO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> ESCALA: <b>INDICADA</b> FECHA: <b>ABRIL 2010</b>	ESPECIALISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> Carné: <b>2004-20092</b> VOTO:	HAZA <b>18</b> <b>43</b>
NDA NIVIA REBECA BORGIA ARSUS-ALFONSO B. EPA		BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL



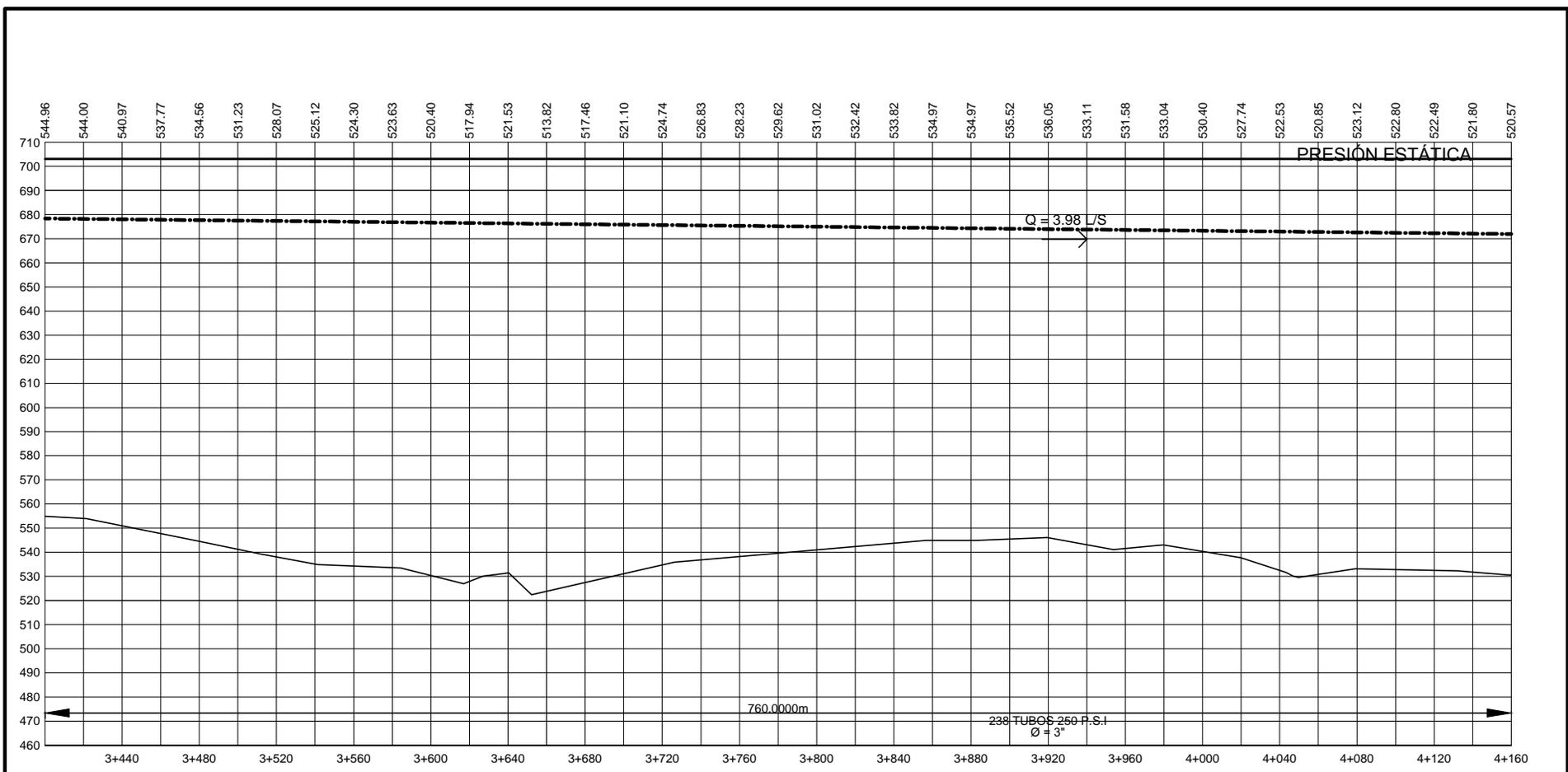
 <b>EPS</b>	<b>COMUNIDAD DE SAN ANTONIO DE CUEMBALA</b> <b>MUNICIPALIDAD DE CUEMBALA</b> <b>DEPARTAMENTO DE CAJAMA</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTA ISABEL LOS GUSTOS	
PLAN NO: PERFIL LINEA DE CONDUCCIÓN		ESCALA: 1:1000
PROYECTO DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PERU		FECHA: 19/11/2025
DISEÑO: [Nombre]		VOTO: [Nombre]
REVISOR: [Nombre]		APROBADO: [Nombre]



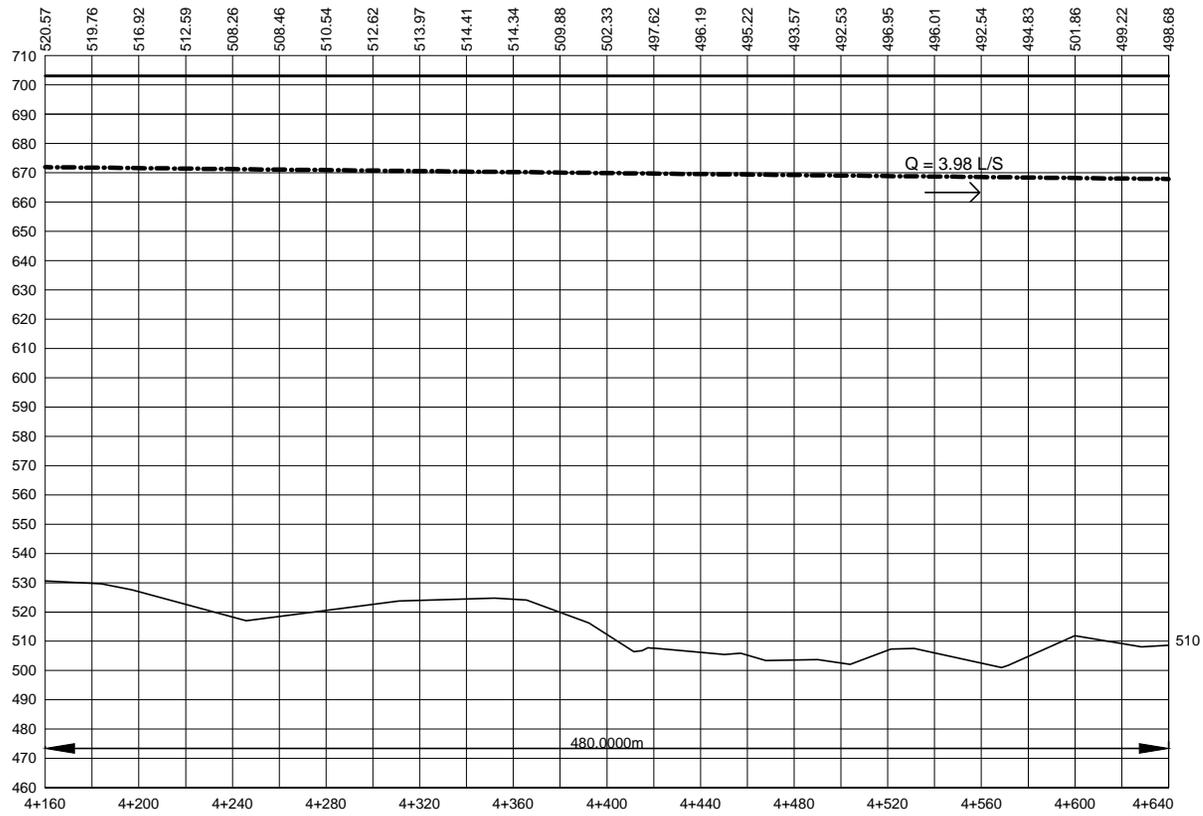
	<b>COMUNIDAD DE SAN ANTONIO DE GUAYAMA</b> <b>PROYECTO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTA ISABEL LOS GOTES</b>	
	<b>EPS</b>	<b>PERFIL LINEA DE CONDUCCION</b>
DISEÑO: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b> CALULA: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b> TITULO: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b>	PROYECTO DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROYECTO</b>	CANTON: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b> VOTO: <b>2009-2009</b>
ESCALA: <b>1:5000</b> TECNICO: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b>	AREA: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b> CANTON: <b>DAVID RIVERA GARCIA</b>	FECHA: <b>20</b> AS



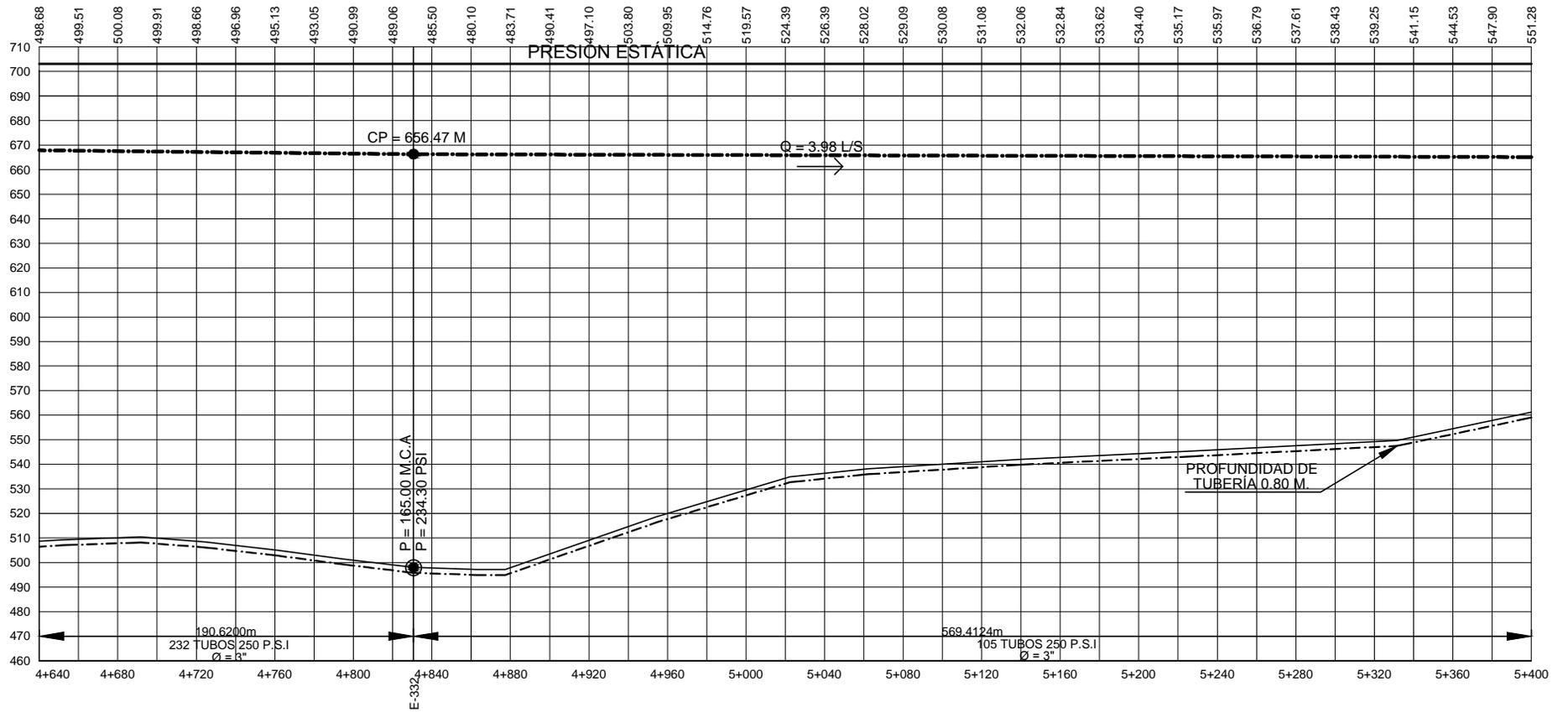




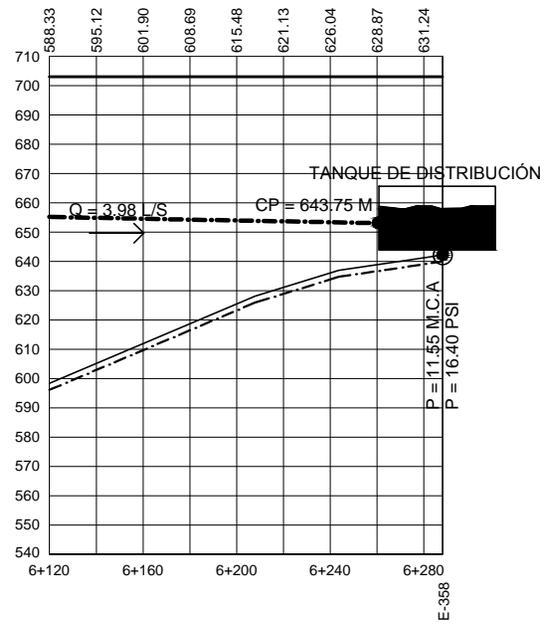
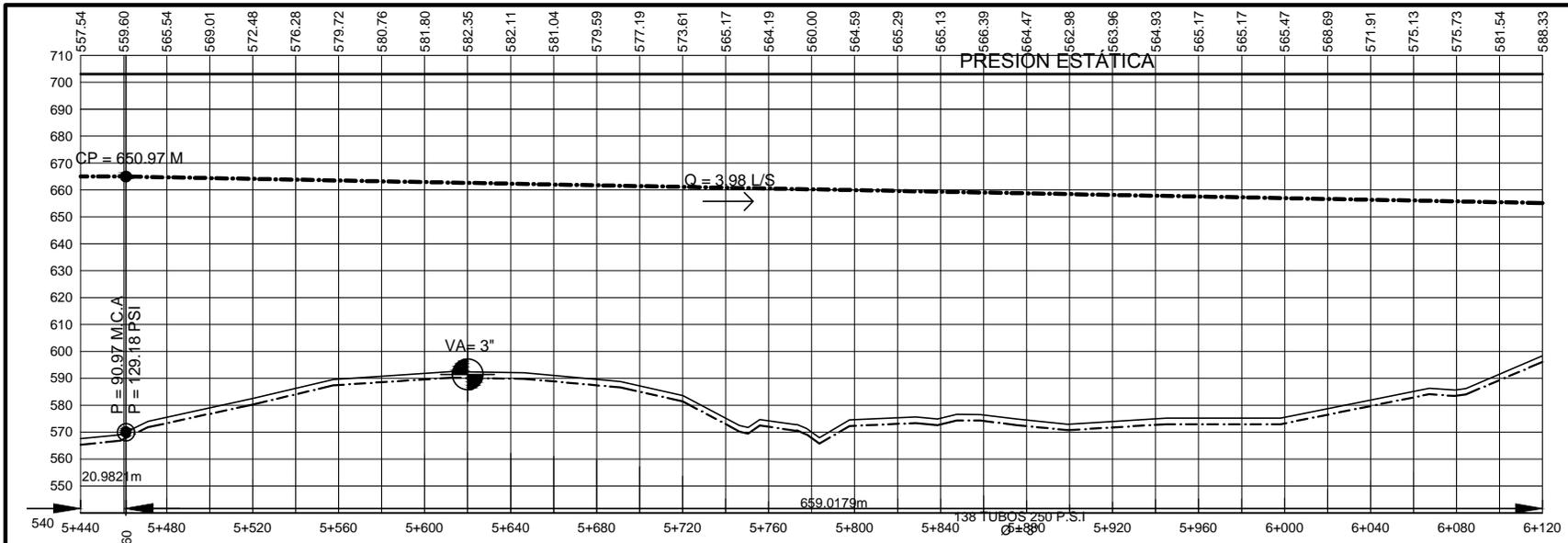
 <b>EPS</b>	<b>MINISTERIO DE SAN AGUSTÍN DE GUATEMALA</b> <b>PLAN DE RECONSTRUCCIÓN</b> <b>SERVICIO PROFESIONAL GUATEMALTECO</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN PEDRO DOLANDO LOS AGÜES	
PLAN DE: PERFIL LINEA DE CONDUCCION		CANTON:
PROYECTO DE: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO		CLIENTE:
CALLES:		VALOR:
PUEBLOS:		FECHA:
ESCALA:		HOJA:
FECHA:		23
ASESOR:		43



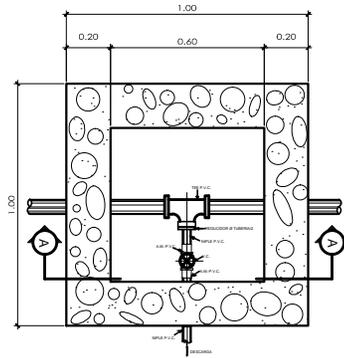
	<b>MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE GUATEMALA</b> <b>MUNICIPIO DE SAN ANTONIO DE GUATEMALA</b> <b>DEPARTAMENTO DE GUATEMALA</b>	
	<b>PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN PEDRO DE LOS AGÜES</b>	
<b>PLANO DE:</b> PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN		<b>PROYECTO DE:</b> MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DE PROGRESO
<b>PROYECTO:</b> EPS <b>DISEÑO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS	<b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS	<b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS
<b>ESCALA:</b> 1:1000		<b>FECHA:</b> 2023-10-10
<b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS		<b>PROYECTO:</b> EPS <b>PROYECTO:</b> EPS



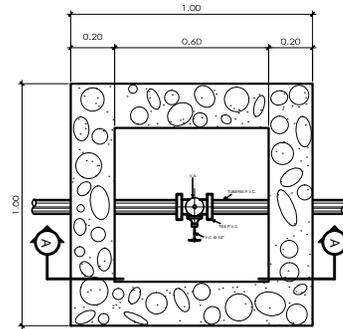
	<b>MINISTERIO DE SAN AGUSTÍN DE GUATEMALA</b> <b>MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SAN PEDRO DOLANDO LOS AGÜES	
PLANO DE: PERFIL LINEA DE CONDUCCION		PROYECTO DE: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
DISEÑO: PABLO RIVERA GARCIA CALCULO: PABLO RIVERA GARCIA DISEÑO: PABLO RIVERA GARCIA ESCALA: 1:25000 FECHA: ABRIL 2009		CLIENTE: PABLO RIVERA GARCIA VALOR: 2000-40000 HOJA: 25 TOTAL: 43



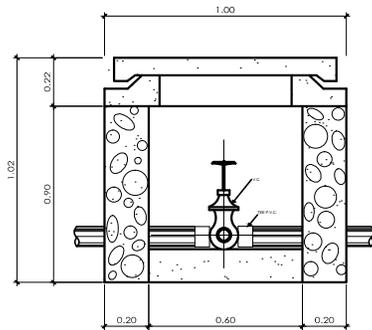
	<b>MINISTERIO DE SANIDAD Y CALIDAD</b> <b>PLAN DE TRABAJO</b> <b>SERVICIO PROFESIONAL ESPECIALIZADO</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANJO DOLANDO LOS AGÜTES	
PLAN DE: PERFIL LÍNEA DE CONDUCCIÓN		FECHA:
PROYECTO DE: MUNICIPIO DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL CECIPI		CANTON:
CALIFICADO POR:		CORREO:
DISEÑADO POR:		TELÉFONO:
VERIFICADO POR:		FECHA:
APROBADO POR:		VALOR:
ASESORADO POR:		HOJA:
ASESORADO POR:		26
ASESORADO POR:		43



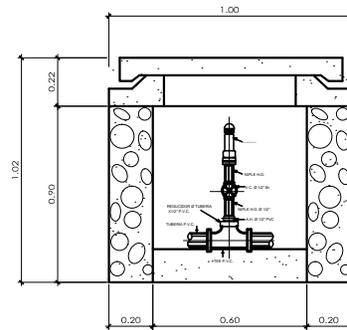
**PLANTA**  
VALVULA DE LIMPIEZA  
SIN ESCALA



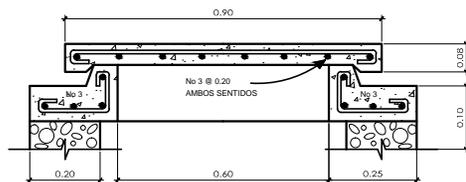
**PLANTA**  
VALVULA DE AIRE  
SIN ESCALA



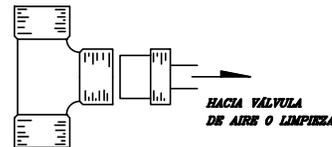
**SECCIÓN A-A**  
VALVULA DE LIMPIEZA



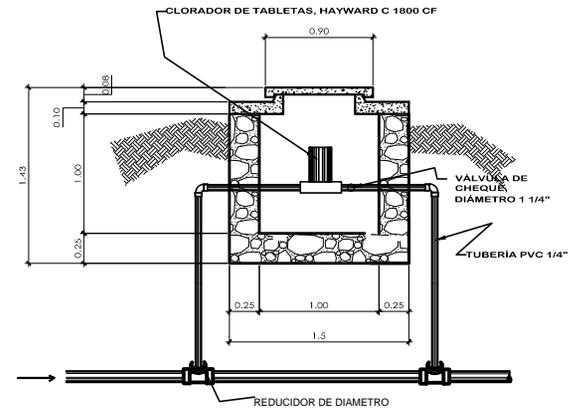
**SECCIÓN A-A**  
VALVULA DE AIRE



**DETALLE**  
TAPADERA CAJA DE VALVULAS  
SIN ESCALA



**DETALLE**  
CONEXION DE VALVULAS  
SIN ESCALA



**DETALLE**  
INSTALACION COLADOR  
SIN ESCALA

**ESPECIFICACIONES**

**HIERRO:**

MAMPOSTERIA DE PIEDRA:  
-PIEDRA BOLA 67%  
-MORTERO 33%  
EL MONTERO A UTILIZAR SABIETA  
CEMENTO/ARENA (1:2)

CONCRETO:  
-F<sub>c</sub>=210 Kg/cm<sup>2</sup> = 3000Lb/plg<sup>2</sup>  
PROPORCION DE MEZCLA  
CEMENTO-ARENA-PIEDRIN (1:2:3)

-F<sub>c</sub>=2810 Kg/cm<sup>2</sup> = 40 KSI  
VARILLAS CORRUGADAS

**NOTAS:**

- 1- LAS VALVULAS SE ASENTARÁN SOBRE UN LECHO DE ARENA PARA FACILITAR EL DRENAJE
- 2- LAS CAJAS SE CONSTRUIRÁN DE PIEDRA BOLA
- 3- LAS TAPADERAS SE CONSTRUIRÁN DE CONCRETO REFORZADO
- 4- LAS DIMENSIONES ESTAN EN METROS
- 5- TODAS LAS PAREDES DEVEN IR ALIZADAS CON SABIETAS PROPORCION 2:1
- 6- EL DIAMETRO DE LA VALVULA DE LIMPIEZA SERA LA MITAD DEL DIAMETRO DE LA TUBERIA DE CONDUCCION



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR

PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE  
PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS QUOTES

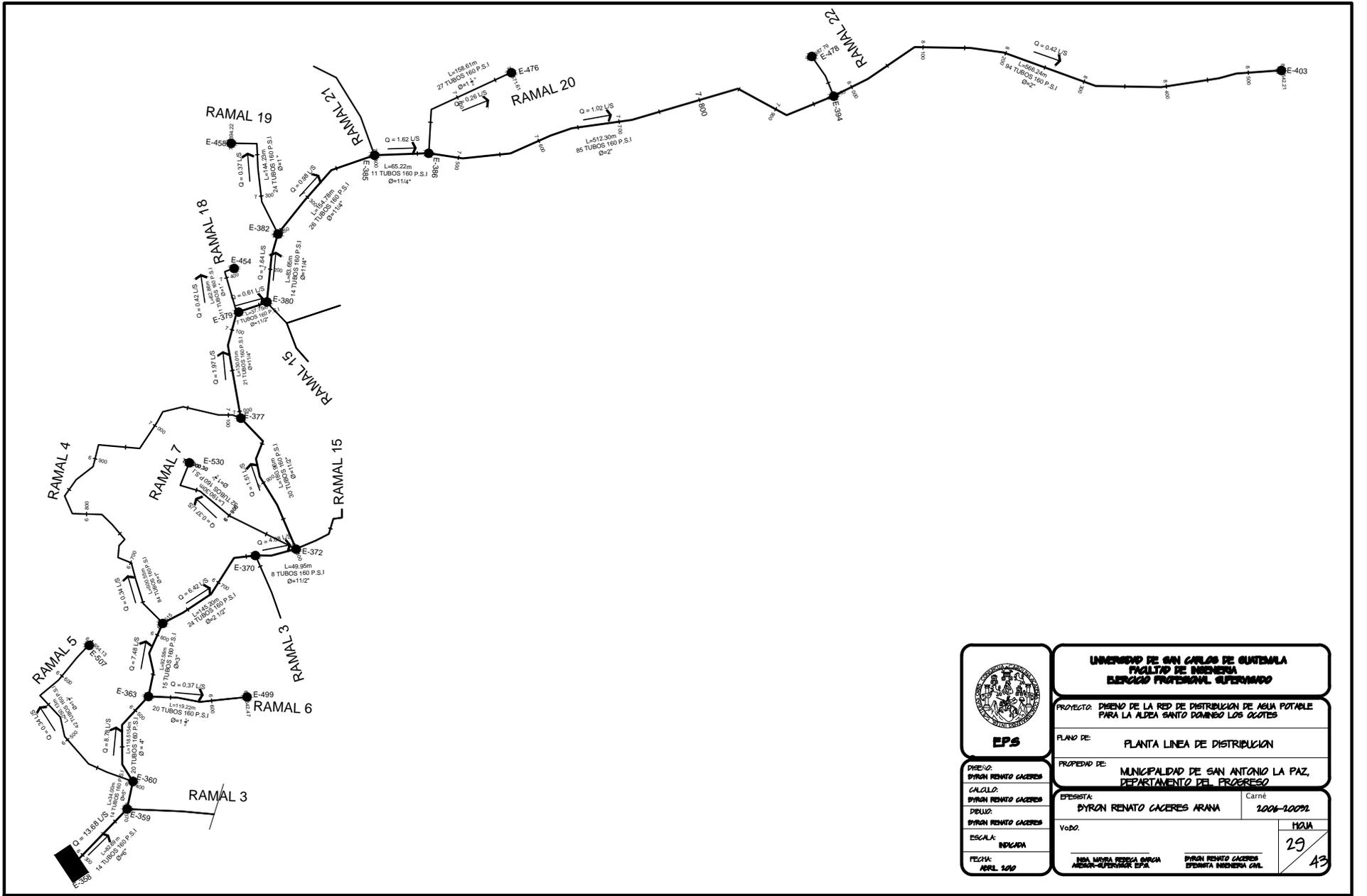
PLANO DE: DETALLE DE OBRAS DE ARTE

PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,  
DEPARTAMENTO DEL PROGRESO

DISEÑO: BYRON RENTO CACERES  
CALCULO: BYRON RENTO CACERES  
DIBUJO: BYRON RENTO CACERES  
ESCALA: 1/100  
FECHA: ABRIL 2002

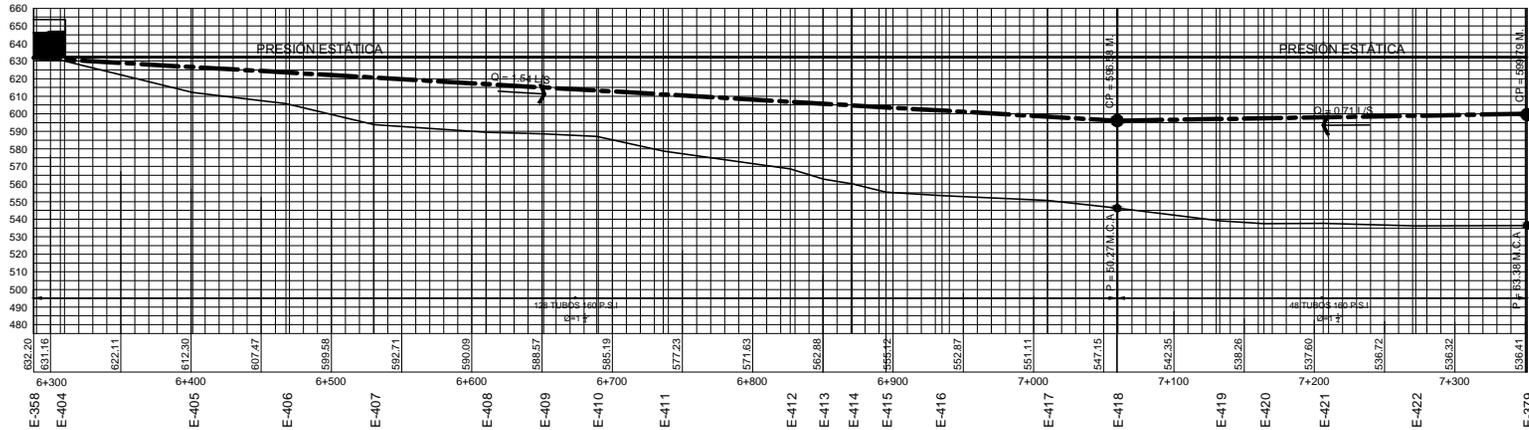
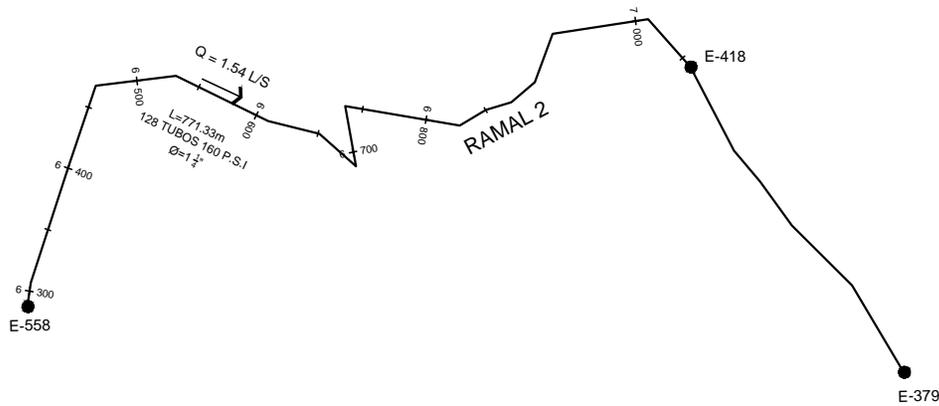
EFESISTA: BYRON RENTO CACERES ARANA  
Carne: 2004-20092  
VoBo: MUA  
27  
43  
ING. MARYA FERRERA BARRON  
MESA-INGENIERA EPS  
BYRON RENTO CACERES  
ESPECIALISTA INGENIERA CIVIL





 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: <b>DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES</b>	
PLANO DE: <b>PLANTA LINEA DE DISTRIBUCION</b>		PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> CALCULO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> DIBUJO: <b>BYRON RENATO CACERES</b>		
ESCALA: <b>INDICADA</b>		EFESISTA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b> <small>Carné</small> <b>2004-2009</b>
FECHA: <b>ABRIL 2009</b>		VoBo: <b>29</b> <small>MQUA</small> <b>43</b>
INSA MURVA PARRA BARRON ASISTENTE-EPAS		BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL

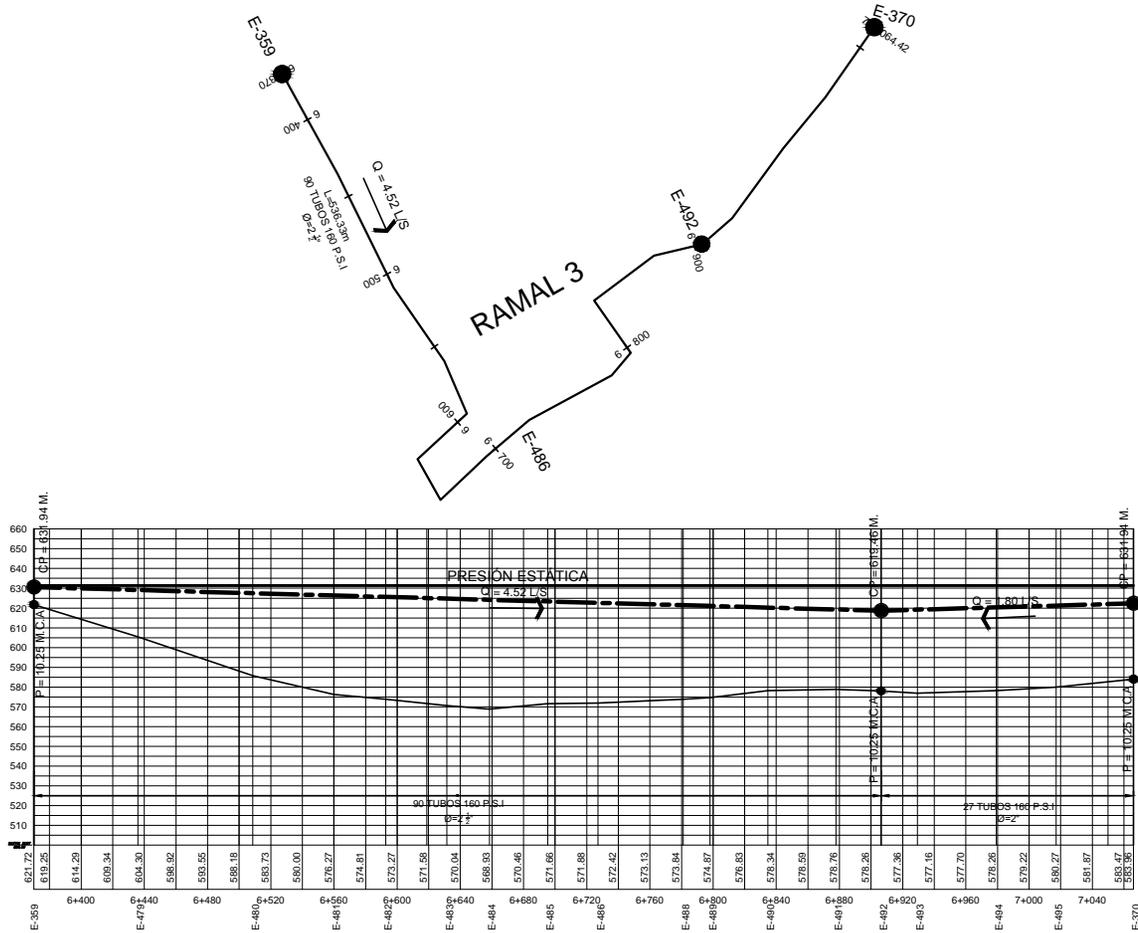




### RAMAL 2

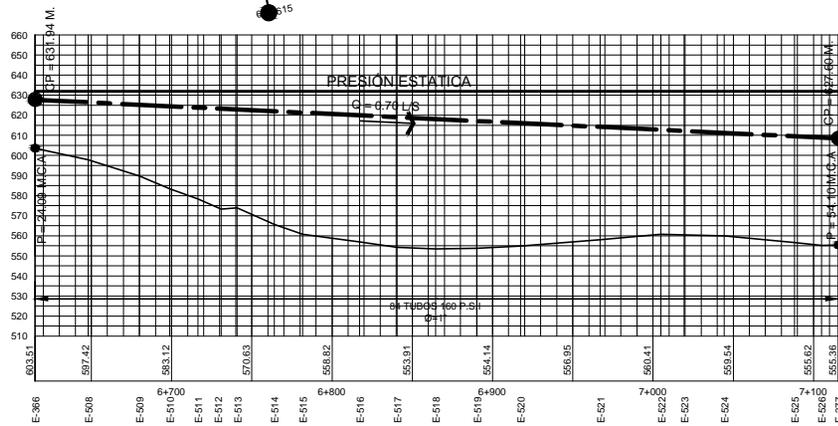
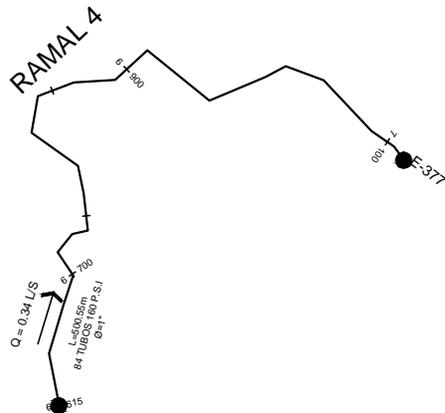
<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES</b>	
<b>DISEÑO:</b> BYRON RENTO CACERES <b>CALCULO:</b> BYRON RENTO CACERES <b>REVISOR:</b> BYRON RENTO CACERES <b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> ABRIL 2002	<b>PLANO DE:</b> PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION <b>PROPIEDAD DE:</b> MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO	
	<b>EFESISTA:</b> BYRON RENTO CACERES ARANA <b>VoBo:</b>	<b>Carne:</b> 2006-20092 <b>NOA MIRVA PEREIRA BARRON</b> <b>ABRIL-2002</b>

31  
43

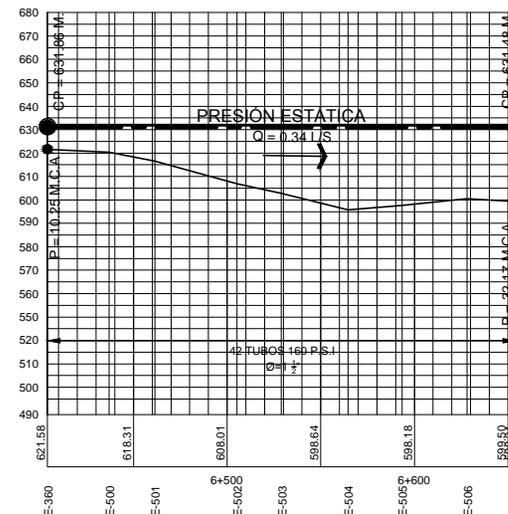
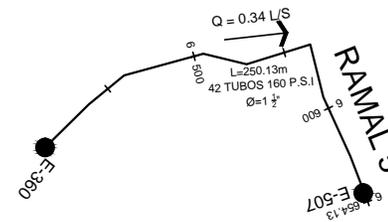


### RAMAL 3

 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION
PROPIEDAD DE:		MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
DISEÑO: BYRON RINATO CACERES		ESTUDISTA: <u>Byron Rinato Caceres Arana</u> Carné <u>2004-20092</u>
CALCULO: BYRON RINATO CACERES		
DIBUJO: BYRON RINATO CACERES		Voto:
ESCALA: INDICADA		M.O.A. <u>32</u>
FECHA: ABRIL 2009		INSA MURRAY PEREZ ARANA      BYRON RINATO CACERES INGENIERO EN SISTEMAS DE EPS      ESPECIALISTA EN INGENIERIA CIVIL

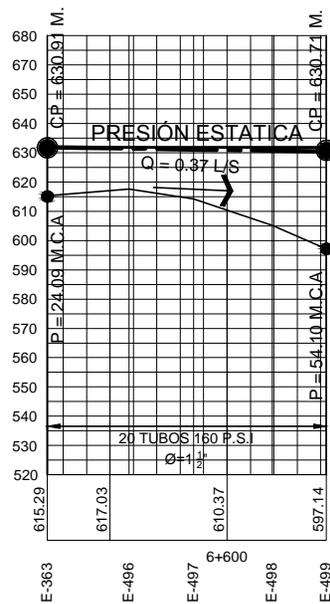
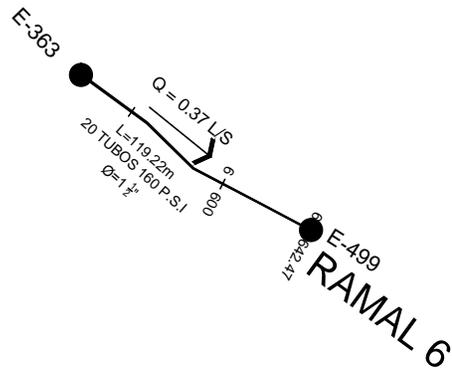


RAMAL 4

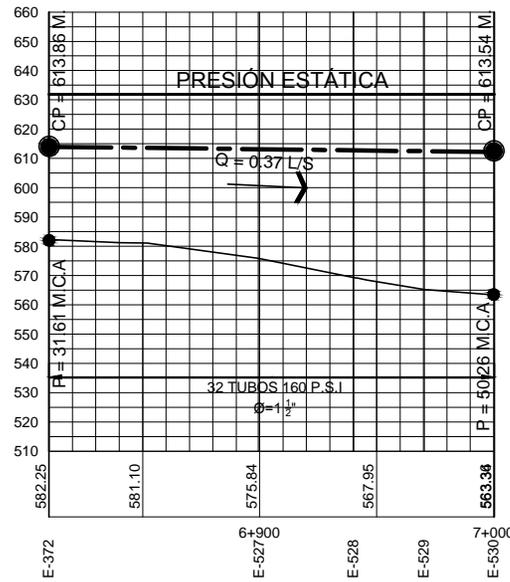
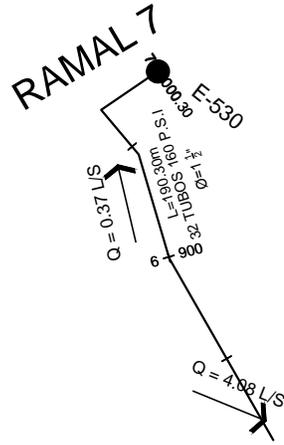


RAMAL 5

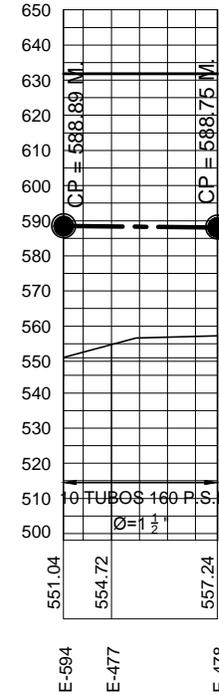
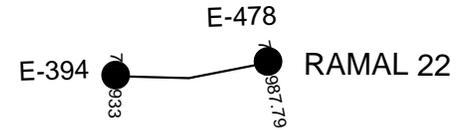
<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES</b>	
<b>PLANO DE:</b> PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION		<b>PROPIEDAD DE:</b> MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
<b>DISEÑO:</b> DYRON RENTO CACERES <b>CALCULO:</b> DYRON RENTO CACERES <b>REVISOR:</b> DYRON RENTO CACERES		
<b>ESCALA:</b> INDICADA		<b>ESTUDISTA:</b> Dyron Rento Caceres Arana Carné: 2008-20092
<b>FECHA:</b> ABRIL 2009		<b>VoBo:</b> MORA MORA PARRA ARANA INGENIERA EN INGENIERIA EPS
		<b>VoBo:</b> DYRON RENTO CACERES ESPECIALISTA EN INGENIERIA CIVIL
		H2O 33 43



RAMAL 6



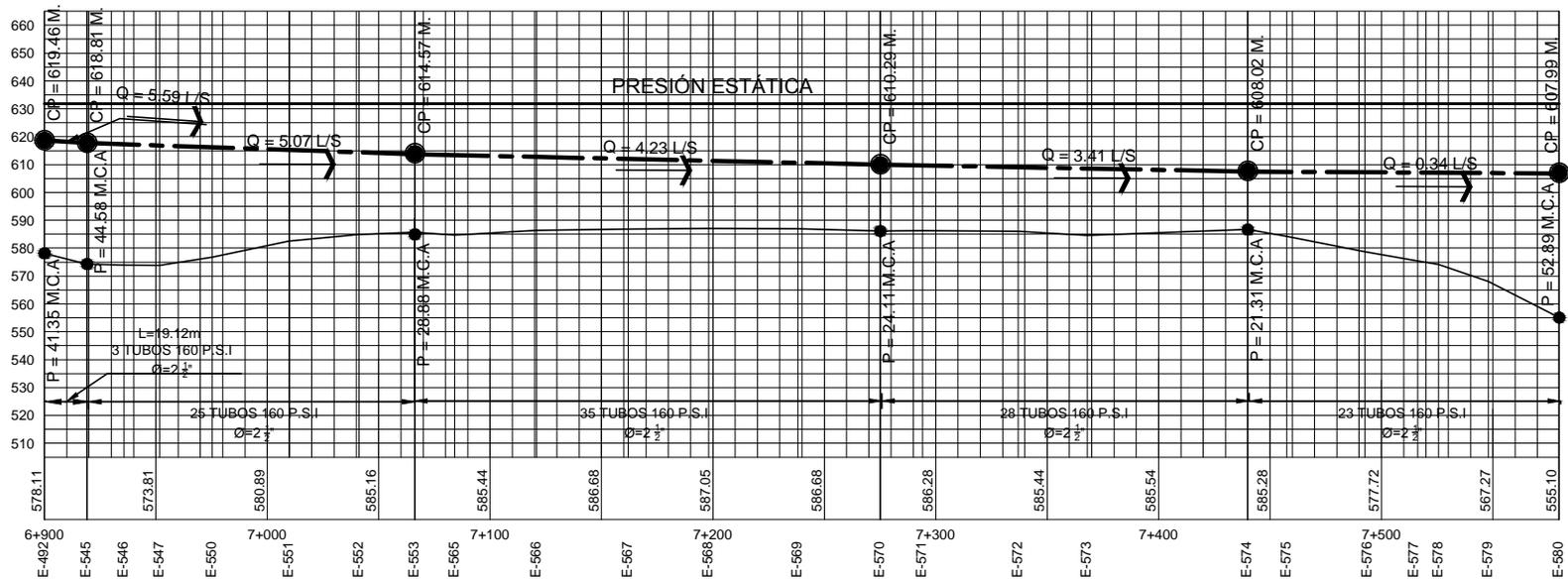
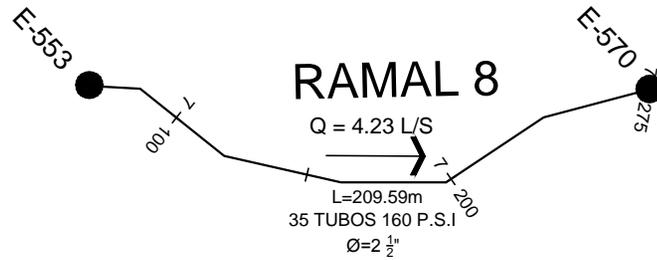
RAMAL 7



RAMAL 22

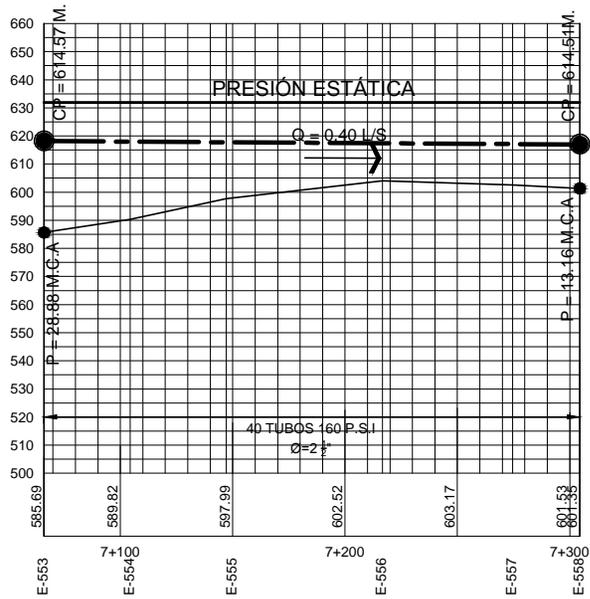
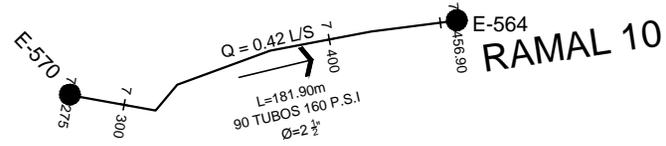
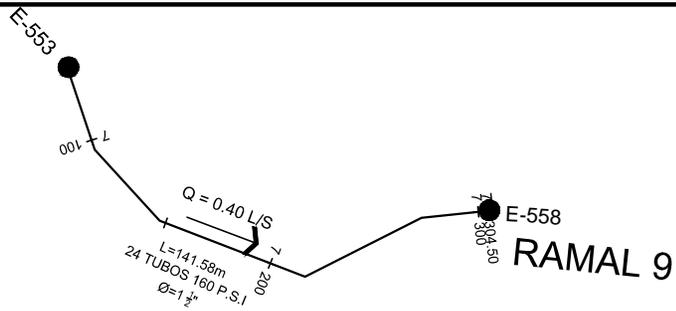
	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS COTES	
<b>EPS</b>	PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION</b>	
	PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
DISEÑO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> CALCULO: <b>BYRON RENATO CACERES</b> DIBUJO: <b>BYRON RENATO CACERES</b>	ESTUDIA: <b>BYRON RENATO CACERES ARANA</b>	Carné: <b>2004-2009</b>
ESCALA: <b>INDICADA</b>	Voto:	<b>34</b>
FECHA: <b>ABRIL 2009</b>	INSA MURRAY PEREIRA BARRON ASISTENTE TECNICO EPS	BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL

43

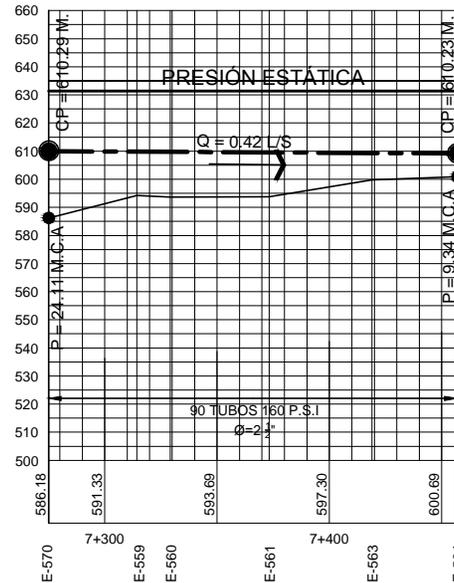


# RAMAL 8

<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
DISEÑO: DYRON RENTO CACERES CALULO: DYRON RENTO CACERES DIBUJO: DYRON RENTO CACERES ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2002	PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION</b>	
	PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>	
FECHA: ABRIL 2002	ESTUDISTA: <b>DYRON RENTO CACERES ARANA</b>	Carné: <b>2006-20092</b>
	VoBo: <b>INDICADA</b>	MUA: <b>35</b> <b>35</b> <b>43</b>

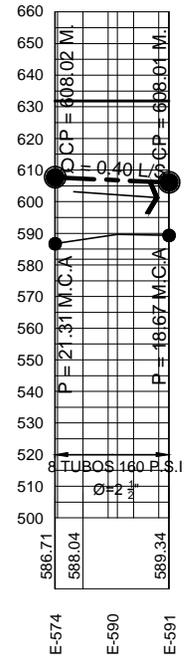
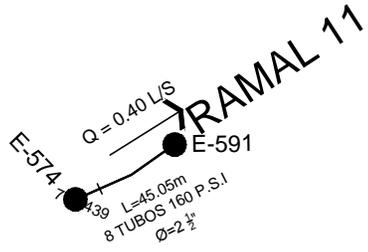


**RAMAL 9**

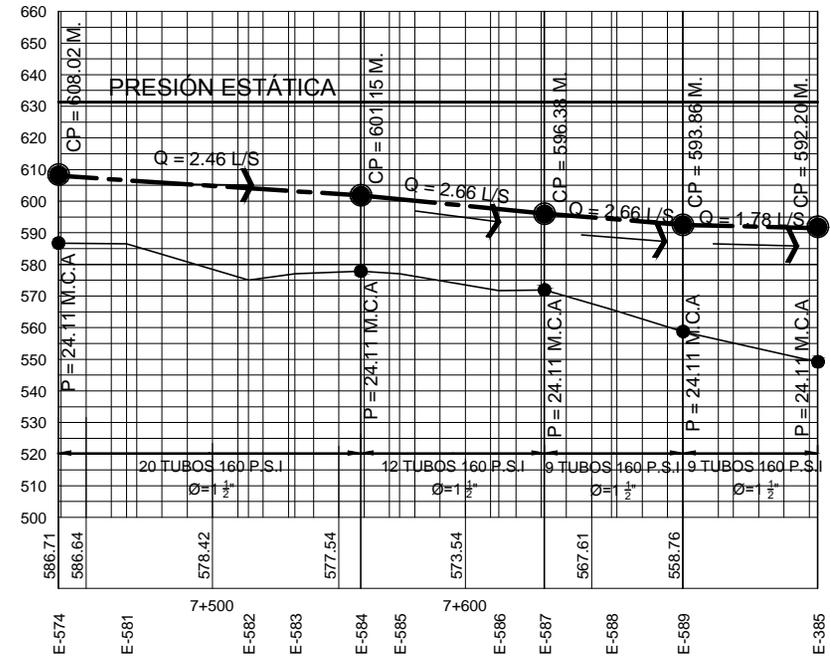
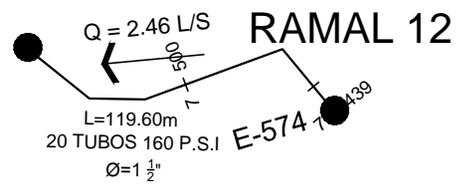


**RAMAL 10**

<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		<b>PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION</b>
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES		Carné <b>2008-2009</b>
CALCULO: BYRON RENATO CACERES		
DIBUJO: BYRON RENATO CACERES		Voto: MHA <b>36</b> <b>43</b>
ESCALA: INDICADA		
FECHA: ABRIL 2008		INSA MARYLA PEREIRA ARIZA MESA-SECRETARIA EPS
		BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL

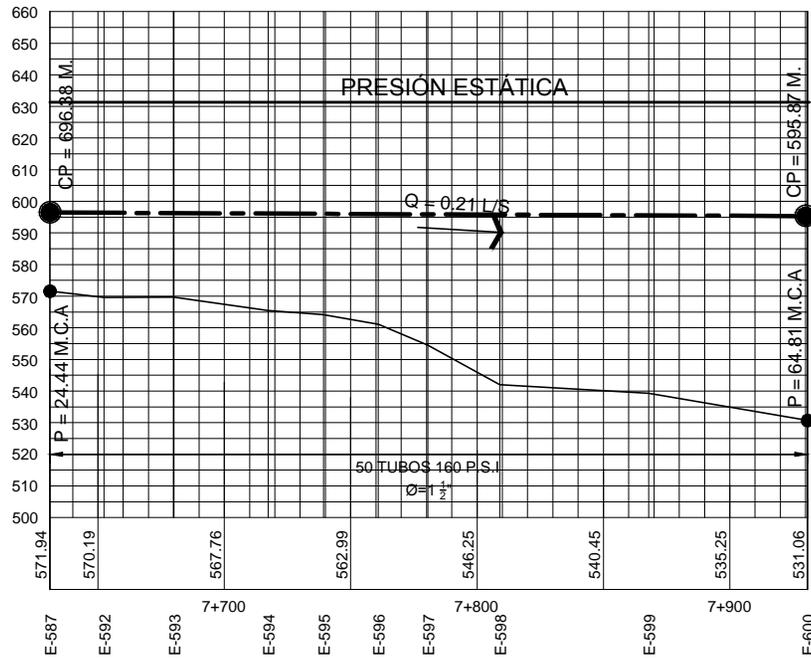
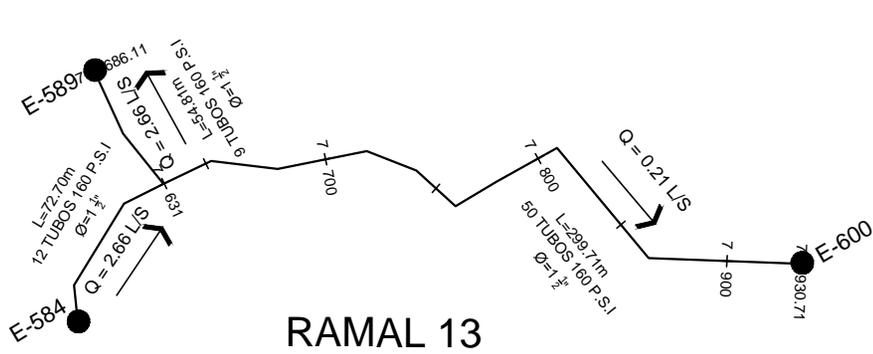


RAMAL 11

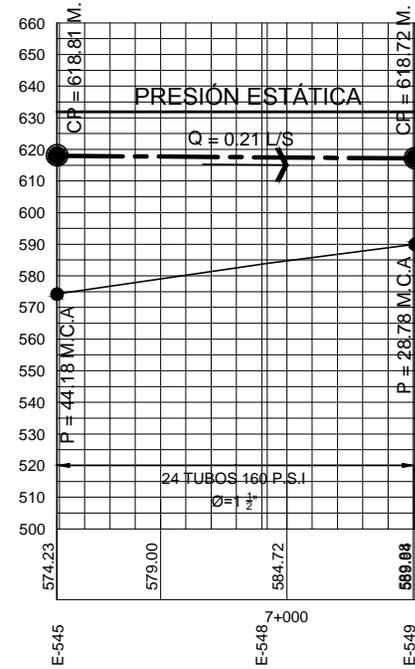
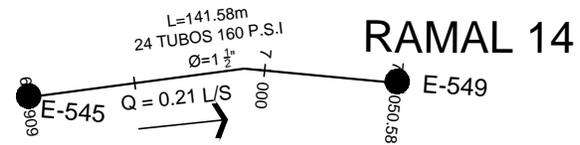


RAMAL 12

<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
<b>PLANO DE:</b> PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION		<b>PROPIEDAD DE:</b> MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
<b>DISEÑO:</b> BYRON RENTO CACERES <b>CALCULO:</b> BYRON RENTO CACERES <b>REVISOR:</b> BYRON RENTO CACERES		
<b>ESCALA:</b> INDICADA		<b>ESTUDIANTE:</b> BYRON RENTO CACERES ARANA <span style="float: right;">Carne 2008-20092</span>
<b>FECHA:</b> ABRIL 2009		<b>VoBo:</b> <span style="float: right;">MUA</span>
		<small>ING. MARYA FERRERA BARRA</small> <small>REVISORA-GERENTE EPS</small>
		<small>BYRON RENTO CACERES</small> <small>ESTUDIANTE INGENIERIA CIVIL</small>
		<span style="font-size: 24pt; font-weight: bold;">37</span> <span style="font-size: 24pt; font-weight: bold;">43</span>

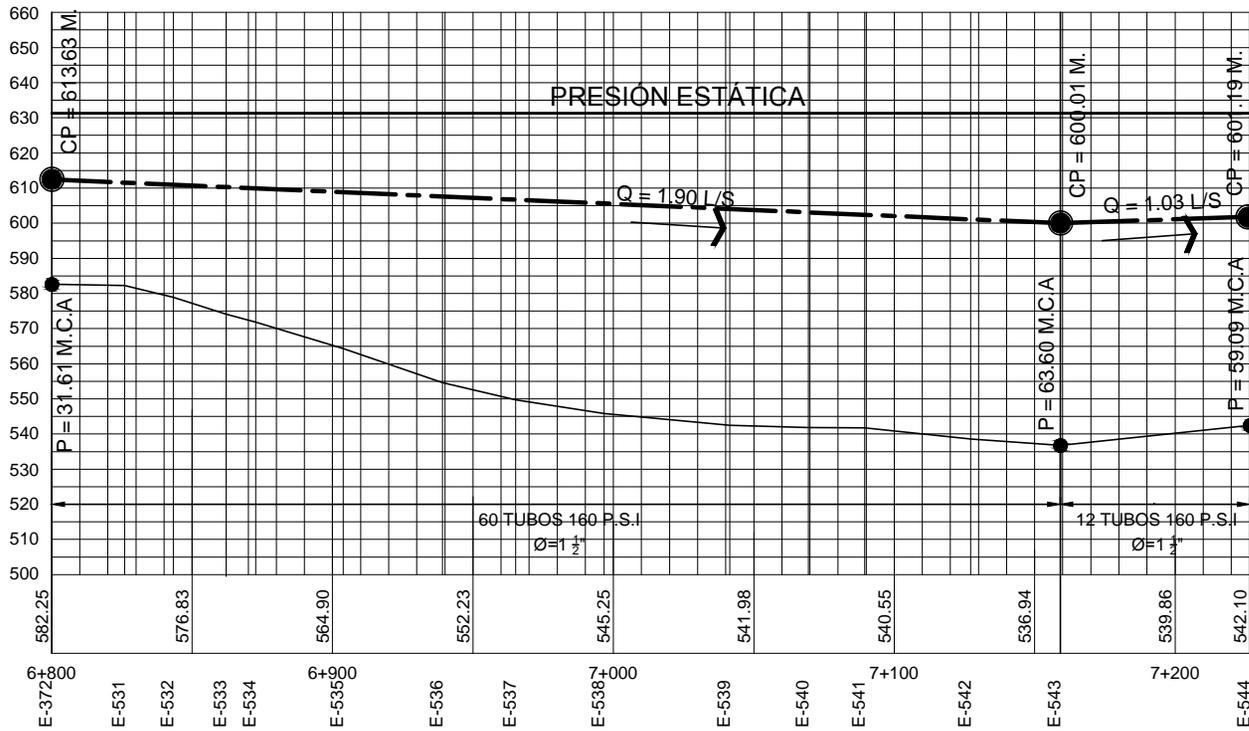
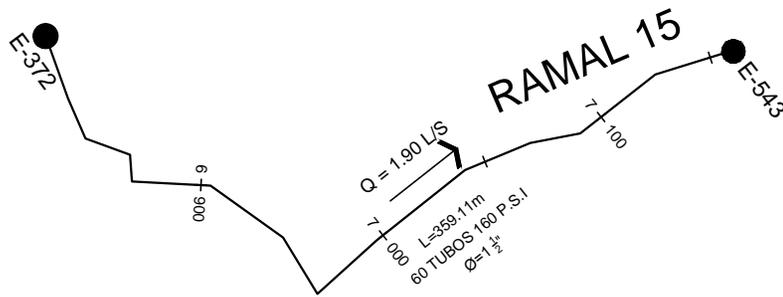


**RAMAL 13**



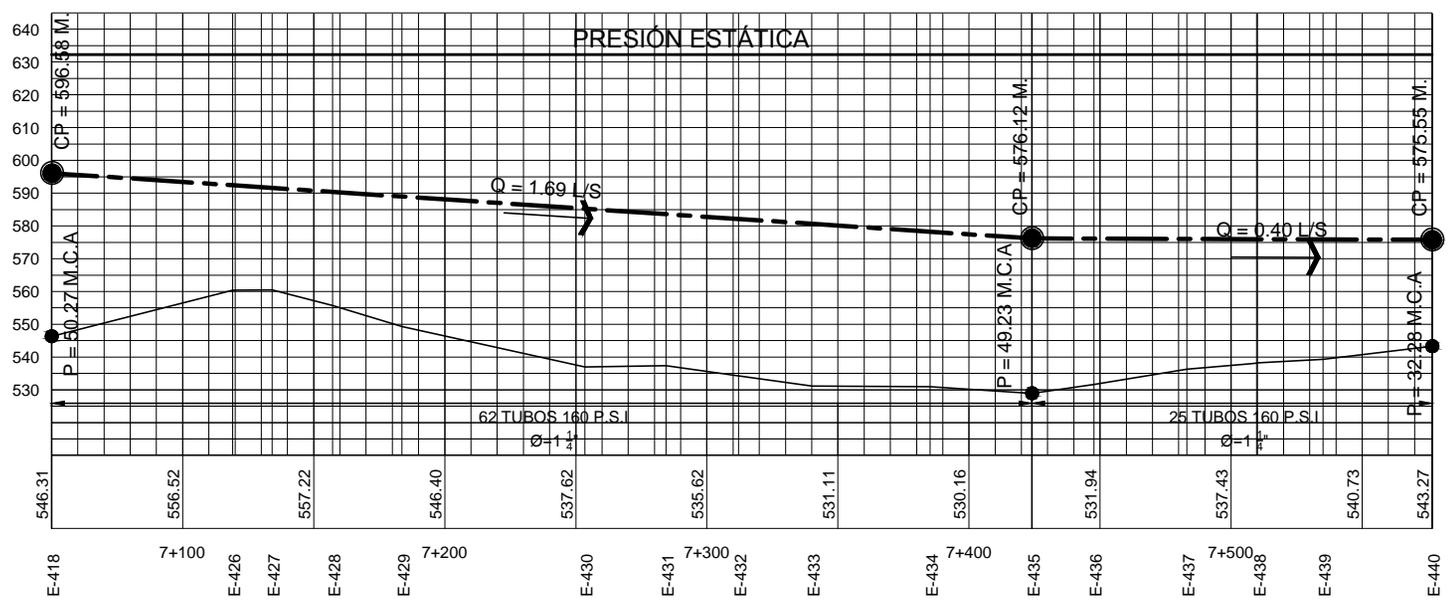
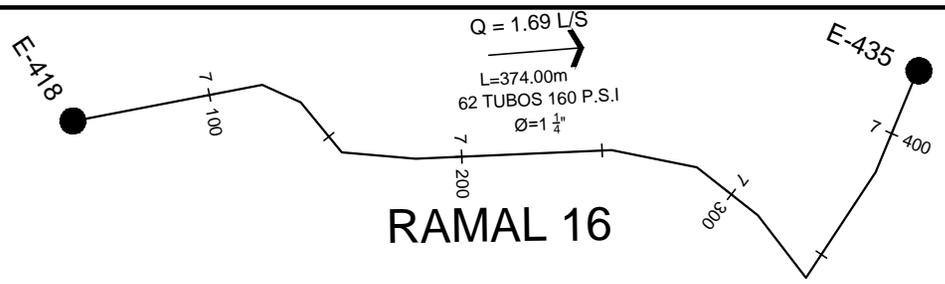
**RAMAL 14**

<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
DISEÑO: BYRON RINATO CACERES CALCULO: BYRON RINATO CACERES DIBUJO: BYRON RINATO CACERES		PLANO DE: <b>PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION</b>
ESCALA: INDICADA		PROPIEDAD DE: <b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
FECHA: <b>ABRIL 2009</b>		ESTUDISTA: <b>BYRON RINATO CACERES ARANA</b> <small>Carne 2008-20092</small> Voto: <b>38</b> / <b>43</b>
INSA MIRVA PEREIRA BARRICA MESA-SECRETARIA EPS		BYRON RINATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL



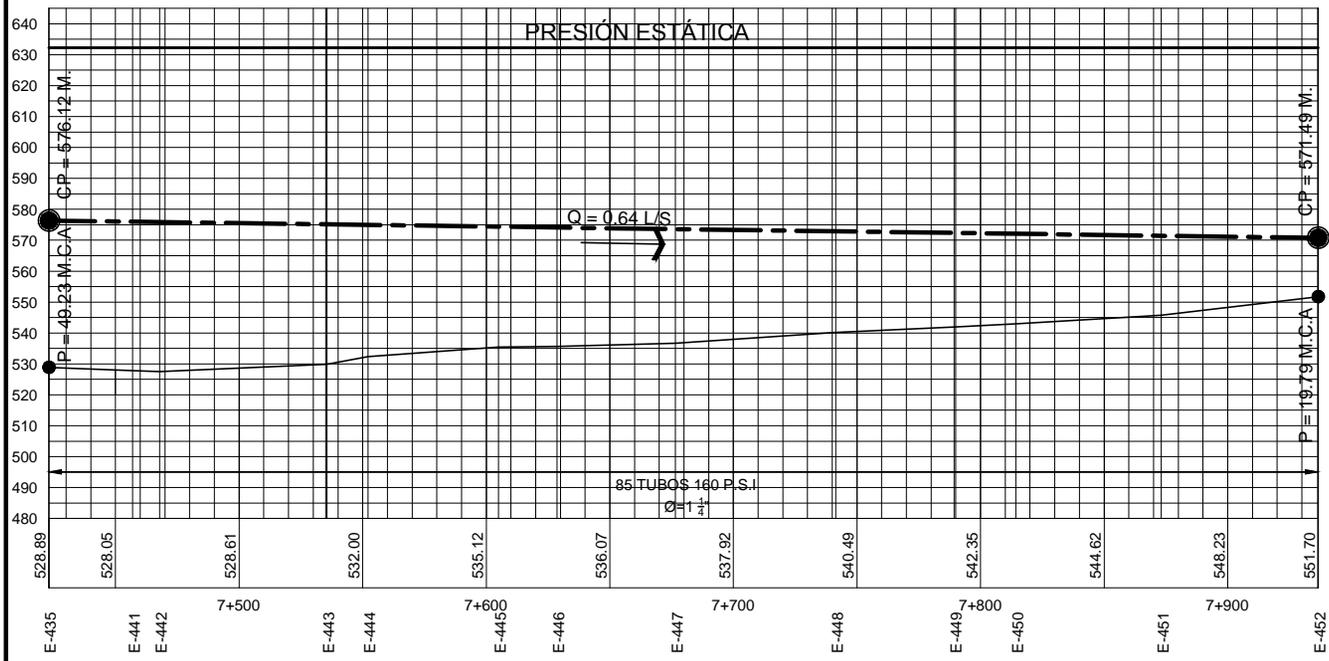
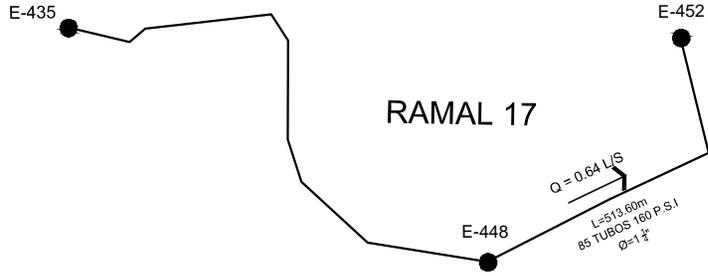
# RAMAL 15

 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	<b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GIGOTES	
<b>PLANO DE:</b> PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION		<b>PROPIEDAD DE:</b> MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
<b>DISEÑO:</b> BYRON RENATO CACERES <b>CALCULO:</b> BYRON RENATO CACERES <b>REVISOR:</b> BYRON RENATO CACERES <b>ESCALA:</b> INDICADA <b>FECHA:</b> ABRIL 2009	<b>ESTUDISTA:</b> BYRON RENATO CACERES ARANA <b>VoBo:</b>	<b>Carne:</b> 2008-20092 <b>HOJA:</b> 39 / 43
<small>ING. MARYA TERESA BARRA          ASISTENTE TECNICA EPS</small>		<small>BYRON RENATO CACERES          ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>



# RAMAL 16

<p><b>EPS</b></p>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE: PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION		PROPIEDAD DE: MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ, DEPARTAMENTO DEL PROGRESO
DISEÑO: BYRON RENTO CACERES CALCULO: BYRON RENTO CACERES DIBUJO: BYRON RENTO CACERES ESCALA: INDICADA FECHA: ABRIL 2009		
		H2O/A 40 43

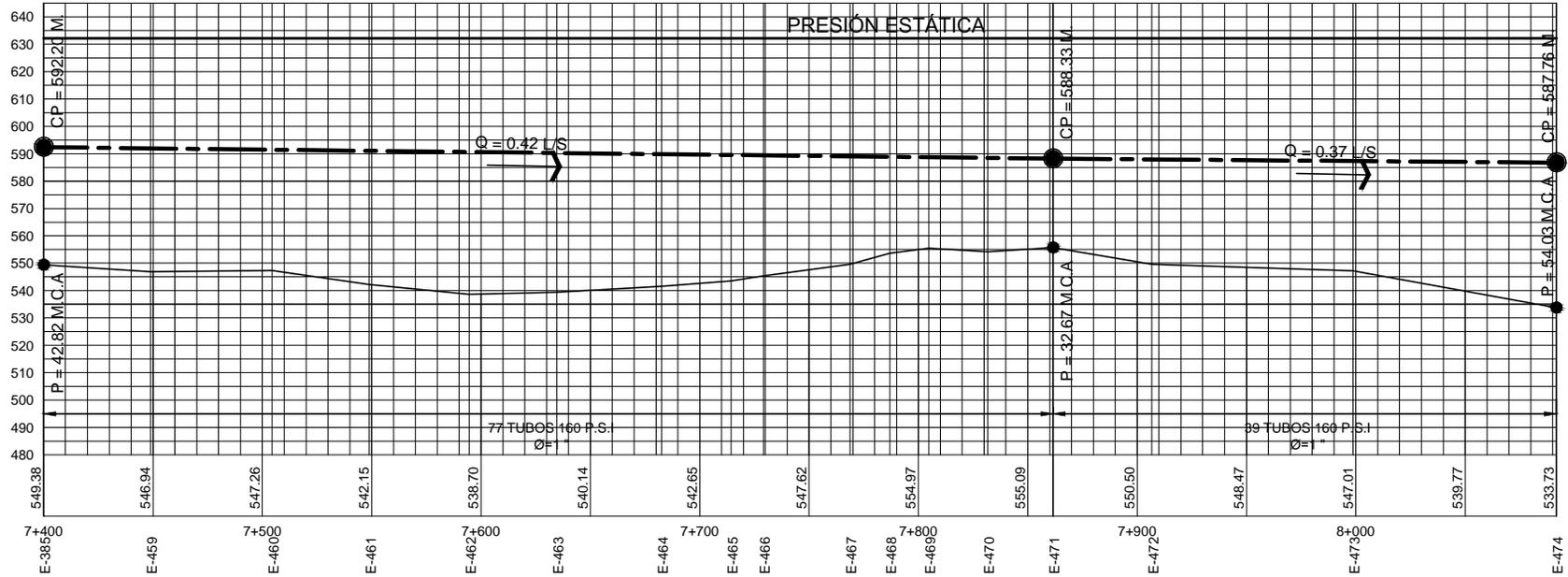


RAMAL 17

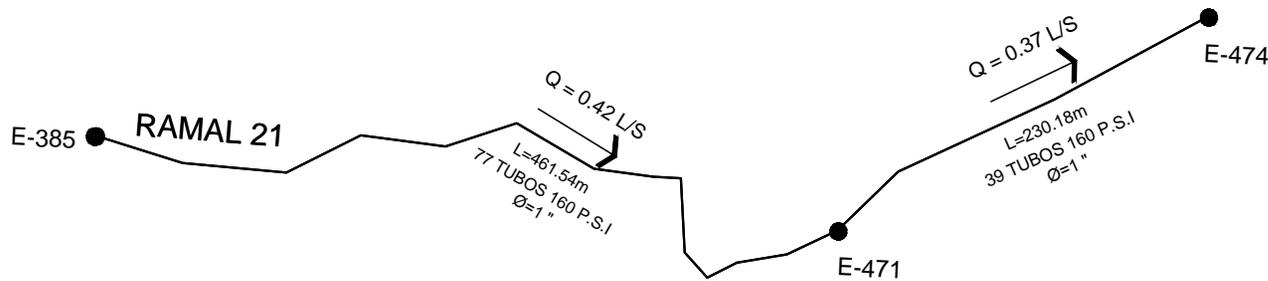
 <b>EPS</b>	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ENERGIA PROFESIONAL SUPERIOR</b>			
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES			
PLANO DE:		<b>PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION</b>		
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>		
DISEÑO: BYRON RINATO CACERES		ESPECIALISTA: <b>Byron</b>		
CALCULO: BYRON RINATO CACERES		<b>BYRON RINATO CACERES ARANA</b>		
DIBUJO: BYRON RINATO CACERES		<b>2006-2009</b>		
ESCALA: INDICADA		Voto:		
FECHA: ABRIL 2007		<table border="1"> <tr> <td> <b>NOA MAYRA PEREIRA ARANA</b>  <small>INGENIERA-QUIMICA EPS</small> </td> <td> <b>BYRON RINATO CACERES</b>  <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small> </td> </tr> </table>	<b>NOA MAYRA PEREIRA ARANA</b> <small>INGENIERA-QUIMICA EPS</small>	<b>BYRON RINATO CACERES</b> <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>
<b>NOA MAYRA PEREIRA ARANA</b> <small>INGENIERA-QUIMICA EPS</small>	<b>BYRON RINATO CACERES</b> <small>ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL</small>			

41  
43





# RAMAL 21



	<b>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL SUPERIOR</b>	
	PROYECTO: DISEÑO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA SANTO DOMINGO LOS GOTES	
PLANO DE:		<b>PLANTA Y PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION</b>
PROPIEDAD DE:		<b>MUNICIPALIDAD DE SAN ANTONIO LA PAZ,</b> <b>DEPARTAMENTO DEL PROGRESO</b>
DISEÑO: BYRON RENATO CACERES	CALCULO: BYRON RENATO CACERES	EFESISTA: BYRON RENATO CACERES ARANA
DIBUJO: BYRON RENATO CACERES	ESCALA: INDICADA	Carné 2008-20092
FECHA: ABRIL 2008	INGA MIRVA PEREIRA BARRA INGENIERA-EPISA	VoBo. BYRON RENATO CACERES ESPECIALISTA INGENIERIA CIVIL
		H2UA 43 43