



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

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO  
DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

**Erick Rolando López Posadas**  
Asesorado por el Ing. Juan Merck Cos

Guatemala, agosto de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA  
LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO  
DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ERICK ROLANDO LÓPEZ POSADAS**  
ASESORADO POR EL ING. JUAN MERCK COS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO CIVIL**

GUATEMALA, AGOSTO DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

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

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Fernando Amílcar Boiton Velásquez
EXAMINADOR	Ing. Silvio José Rodríguez Serrano
EXAMINADOR	Ing. Juan Merck Cos
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

### **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha octubre de 2009.

Erick Rolando López Posadas





Guatemala 17 de marzo de 2011.

Ref.EPS.DOC.450.03.11.

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

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Asesor-Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Erick Rolando López Posadas** de la Carrera de Ingeniería Civil, con carné No. **199616439**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ”**.

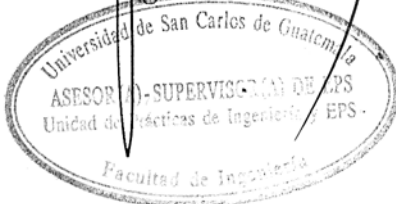
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

Ing. Juan Merck Cos  
Asesor-Supervisor de EPS  
Área de Ingeniería Civil



c.c. Archivo  
JMC/ra



Guatemala, 17 de marzo de 2011.  
Ref.EPS.D.209.03.11

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

Estimado Ingeniero Montenegro Franco.

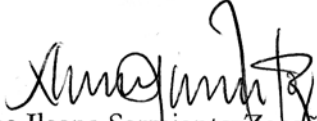
Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario **Erick Rolando López Posadas**, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ing. Juan Merck Cos.

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

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

*"Id y Enseñad a Todos"*

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



NISZ/ra



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



Guatemala,  
25 de marzo de 2011

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

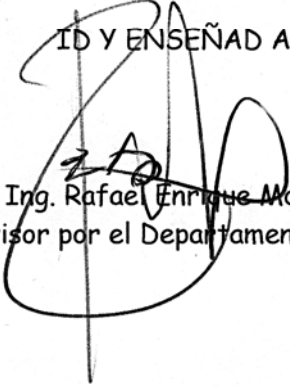
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Erick Rolando López Posadas, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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,

Y ENSEÑAD A TODOS

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



FACULTAD DE INGENIERIA  
DEPARTAMENTO  
DE  
HIDRAULICA  
USAC

/bbdeb.



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



Guatemala,  
6 de mayo de 2011

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

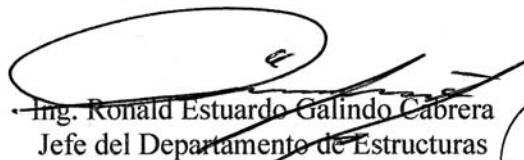
Estimado Ing. Montenegro.

Le informo que he revisado el trabajo de graduación **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, desarrollado por el estudiante de Ingeniería Civil Erick Rolando López Posadas, quien contó con la asesoría del Ing. Juan Merck Cos.

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

Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS

  
Ing. Ronald Estuardo Galindo Cabrera  
Jefe del Departamento de Estructuras



FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO  
DE  
ESTRUCTURAS  
USAC

/bbdeb.



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



El director de la Escuela de Ingeniería Civil, después de conocer el dictamen del Asesor Ing. Juan Merck Cos y de la Coordinadora de E.P.S. Inga. Norma Ileana Sarmientos Zeceña, al trabajo de graduación del estudiante Erick Rolando López Posadas, titulado DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ, da por este medio su aprobación a dicho trabajo.

  
Ing. Hugo Leonel Montenegro Franco 

Guatemala, agosto de 2011

/bbdeb.



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Civil, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA Y ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**, presentado por el estudiante universitario: **Erick Rolando López Posadas**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

  
Ing. Murphy Olympo Paiz Reinos  
Decano



Guatemala, agosto de 2011

/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios padre</b>	Por su infinita misericordia, bendición y por estar siempre a mi lado.
<b>Mis padres</b>	Rolando López y Carmen Posadas, por su gran esfuerzo y sacrificio en todo momento.
<b>Mi esposa</b>	Lourdes Dávila de López, por su amor, entrega y comprensión.
<b>Mis hijos</b>	Rechel Lourdes y Erick André López Dávila por ser mi fuente de inspiración y motivación para salir adelante.
<b>Mis hermanos</b>	Carlos y María José López Posadas por el infinito amor y respeto que nos une.
<b>Guatemala</b>	Por haberme permitido nacer en esta tierra.

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTADO DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO .....	IX
RESUMEN.....	XIII
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN .....	XVII
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Monografía de aldea Concepción La Ceiba, Cuyotenango .....	1
1.1.1. Breves datos históricos.....	1
1.1.2. Fiestas titulares.....	1
1.1.3. Extensión territorial y ubicación geográfica.....	1
1.1.4. Climatología .....	2
1.1.5. Colindancias.....	2
1.1.6. Población .....	2
1.1.7. Actividad productiva .....	2
1.1.8. Educación .....	3
1.1.9. Salud.....	3
1.1.10. Agua potable .....	3
1.1.11. Drenajes.....	3
1.1.12. Energía eléctrica .....	4
1.1.13. Investigación diagnóstica sobre necesidades .....	4
1.1.14. Descripción de las necesidades.....	4



2.	FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1.	Diseño de estructura para el graderío del estadio municipal, Cuyotenango, Suchitepéquez.....	7
2.1.1.	Descripción del proyecto.....	7
2.1.2.	Localización del proyecto.....	7
2.1.3.	Levantamiento topográfico.....	7
2.1.4.	Evaluación de la calidad del suelo.....	8
2.1.5.	Aplicando el método del Dr. Karl Terzaghi.....	8
2.1.5.1.	Factor de flujo de carga ( $N_q$ ) .....	8
2.1.5.2.	Factor de flujo de carga última ( $N_c$ ) .....	9
2.1.5.3.	Factor de flujo del suelo ( $N_\gamma$ ) .....	9
2.1.5.4.	Capacidad carga última ( $q_u$ ) .....	9
2.1.6.	Requerimiento de áreas.....	9
2.1.7.	Distribución de espacios .....	10
2.1.8.	Alturas y cotas .....	10
2.1.9.	Análisis estructural.....	10
2.1.10.	Predimensionamiento estructural .....	12
2.1.10.1.	Columna .....	12
2.1.10.2.	Viga.....	13
2.1.10.3.	Losa .....	13
2.1.11.	Cargas aplicadas a marcos dúctiles .....	14
2.1.11.1.	Cargas verticales .....	14
2.1.11.2.	Carga horizontal .....	16
2.1.12.	Análisis de marcos dúctiles por ETABS.....	21
2.1.12.1.	Momentos últimos por envolventes de momentos .....	21
2.1.12.2.	Diagrama de cortes en marcos dúctiles.....	23
2.1.13.	Dimensionamiento de graderío.....	24

2.1.13.1.	Diseño de losa de graderío .....	24
2.1.13.2.	Diseño de vigas.....	24
2.1.13.3.	Diseño de columnas.....	42
2.1.13.4.	Diseño de cimientos .....	49
2.1.14.	Instalaciones eléctricas .....	53
2.1.15.	Planos constructivos .....	56
2.1.16.	Presupuesto .....	56
3.	SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
3.1.	Descripción del proyecto.....	59
3.2.	Levantamiento topográfico.....	59
3.3.	Libreta topográfica .....	60
3.4.	Caudal de aforo, tipo de fuente brote superficial (río).....	62
3.5.	Calidad del agua .....	62
3.5.1.	Examen Físico Químico Sanitario .....	62
3.5.2.	Examen Bacteriológico .....	63
3.6.	Período de diseño.....	63
3.7.	Estimación de la población de diseño.....	63
3.8.	Dotación.....	64
3.8.1.	Factor de consumo .....	66
3.8.2.	Factor de hora máximo (FHM) .....	66
3.8.3.	Factor de día máximo (FDM) .....	66
3.9.	Determinación de caudales .....	67
3.9.1.	Caudal medio diario .....	67
3.9.2.	Caudal máximo .....	67
3.9.3.	Caudal máximo horario .....	68
3.10.	Datos para diseño.....	68
3.11.	Diseño de la captación.....	69
3.12.	Diseño de la línea de conducción .....	70

3.12.1.	Fórmulas.....	71
3.12.2.	Diámetros equivalentes y diámetro nominal .....	73
3.13.	Diseño de tanque de distribución .....	75
3.13.1.	Cálculo de la losa .....	75
3.13.2.	Cálculo de muro.....	75
3.14.	Sistema de desinfección.....	81
3.14.1.	Propósitos de la desinfección. ....	81
3.14.2.	Hipoclorador .....	81
3.14.3.	Dosis de cloro necesario.....	82
3.15.	Diseño de red de distribución .....	82
3.16.	Evaluación de impacto ambiental .....	83
3.17.	Programa de operación y mantenimiento .....	89
3.18.	Propuesta de tarifa .....	92
3.19.	Evaluación socioeconómica .....	92
3.19.1.	Valor presente neto. ....	92
3.19.2.	Tasa interna de retorno.....	95
3.19.3.	Planos constructivos .....	96
CONCLUSIONES.....		99
RECOMENDACIONES.....		101
BIBLIOGRAFÍA.....		103
APÉNDICE .....		105
ANEXOS.....		135

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Mapa del departamento de Suchitepéquez.....	05
2.	Planta típica del graderío.....	11
3.	Elevación marco típico del graderío.....	11
4.	Cargas aplicadas por marcos sentido “x” .....	20
5.	Cargas aplicadas a marco sentido “y” .....	20
6.	Diagramas momentos últimos sentido “x” vigas.....	22
7.	Diagramas momentos últimos sentido “x” columnas.....	22
8.	Diagrama sentido “y” viga.....	22
9.	Diagrama sentido “y” columnas.....	22
10.	Diagrama de corte sentido “y” viga.....	23
11.	Diagrama de cote “x” columnas.....	23
12.	Diagrama de corte “y” viga.....	23
13.	Diagrama de corte sentido “y” columna.....	24
14.	Diagrama de corte actuante y corte resistente sentido “x”.....	38
15.	Espaciamiento de viga, longitud L/2 sentido “x” .....	39
16.	Esquema espaciamiento de estribos en viga.....	40
17.	Diagrama de corte actuante corte resistente sentido “y”.....	40
18.	Esquema espaciamiento de estribos en viga.....	41
19.	Esquema de espaciamiento de estribos en viga.....	42
20.	Esquema de estribos en columna.....	49
21.	Diagrama unifilar.....	54
22.	Elevación del muro.....	78

## TABLAS

I. Fuerzas por marco sentido “x”.....	19
II. Área de acero para monumento actuante.....	27
III. Área de acero requerido para cada momento actuante sentido “x”.....	30
IV. Área de acero requerido para cada momento actuante sentido “y”.....	33
V. Refuerzo en cama superior al centro sentido “x”.....	34
VI. Refuerzo en cama superior al centro sentido “y”.....	35
VII. Refuerzo en cama inferior de apoyos sentido “x”.....	35
VIII. Refuerzo en cama inferior de apoyos sentido “y”.....	36
IX. Presupuesto.....	57
X. Diseño de la línea de conducción.....	74
XI. Datos de parámetros de diseño.....	82
XII. Primera evaluación ambiental.....	84
XIII. Segunda evaluación ambiental.....	85
XIV. Tercera evaluación ambiental.....	85
XV. Estudio de impacto ambiental de construcción.....	86
XVI. Impacto ambiental negativo.....	87
XVII. Medidas de mitigación y compensación.....	88
XVIII. Manual de operación y mantenimiento.....	90
XIX. Valor presente neto.....	93
XX. Presupuesto.....	97

## LISTADO DE SÍMBOLOS

<b><math>A_{S_{temp}}</math></b>	Acero por temperatura
<b><math>h</math></b>	Altura
<b><math>A_s</math></b>	Área de acero
<b><math>A_{smáx}</math></b>	Área de acero máximo
<b><math>A_{mín}</math></b>	Área de acero mínimo
<b><math>A</math></b>	Área tributaria
<b><math>Az</math></b>	Azimut
<b><math>b</math></b>	Base
<b><math>W</math></b>	Carga muerta
<b><math>W_{cm}</math></b>	Carga muerta distribuida
<b><math>W_{cmu}</math></b>	Carga muerta distribuida última
<b><math>Q</math></b>	Caudal ( $m^3/s$ )
<b><math>Q_{dom}</math></b>	Caudal domiciliar
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b><math>N</math></b>	Coefficiente de rugosidad
<b><math>V_{cm}</math></b>	Corte por carga muerta
<b><math>V_c</math></b>	Corte que resiste el concreto
<b><math>V_u</math></b>	Corte último resistente
<b><math>\emptyset</math></b>	Diámetro
<b><math>S_{máx}</math></b>	Espaciamiento máximo
<b><math>t</math></b>	Espesor de losa
<b><math>F_{qm}</math></b>	Factor de caudal medio
<b>FDM</b>	Factor de día máximo
<b>FHM</b>	Factor de hora máximo
<b><math>F_L</math></b>	Fuerza longitudinal

<b>ACI</b>	Instituto Americano del Concreto
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>kg</b>	Kilogramo
<b>kg-m</b>	Kilogramo-metro
<b>kg/m</b>	Kilogramo por metro
<b>lt/hab/día</b>	Litros por habitante por día
<b>lts/s</b>	Litros por segundo
<b>m<sup>3</sup>/s</b>	Metros cúbicos por segundo
<b>m/s</b>	Metros por segundo
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>F</sub></b>	Momento final
<b>M<sub>máx</sub></b>	Momento máximo
<b>M<sub>cm</sub></b>	Momento por carga muerta
<b>M<sub>cv</sub></b>	Momento por carga viva
<b>M<sub>SISMO</sub></b>	Momento por sismo
<b>V</b>	Momento por volteo
<b>M<sub>CG</sub></b>	Momento respecto al centro de gravedad
<b>M<sub>u</sub></b>	Momento último
<b>S</b>	Pendiente (m/m)
<b>d</b>	Peralte
<b>n</b>	Período de diseño
<b>P<sub>f</sub></b>	Población futura
<b>P<sub>a</sub></b>	Población actual
<b>q<sub>máx</sub></b>	Presión máxima sobre el suelo
<b>R<sub>h</sub></b>	Radio hidráulico (m)
<b>F'<sub>c</sub></b>	Resistencia nominal a compresión del concreto
<b>F'<sub>y</sub></b>	Resistencia nominal del acero
<b>r</b>	Tasa de incremento poblacional
<b>V</b>	Velocidad (m/s)

## GLOSARIO

<b>Altimetría</b>	Nos proporciona la diferencia de nivel que existe entre varios puntos del terreno.
<b>AGIES</b>	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
<b>Carga de diseño</b>	Cargas o fuerzas en kg ó en lb fuerza, para el diseño estructural del proyecto.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por unidad de tiempo.
<b>Cimentación</b>	Subestructura destinada a soportar el peso de la construcción que gravitará sobre ella, la cual transmitirá sobre el terreno las cargas correspondientes de una forma estable y segura.
<b>Columna</b>	Soporte Vertical que transmite carga hacia la cimentación.
<b>Concreto</b>	Mezcla de Cemento Pórtland, agua y aglomerantes finos y gruesos.
<b>Dotación</b>	Cantidad de agua que una persona necesita por día para satisfacer sus necesidades.
<b>Factor de retorno</b>	Factor que indica la relación que existe entre la cantidad de agua que se consume al día.



<b>Fuerza de sismo</b>	Carga que es inducida por un sismo y provoca esfuerzos en la superestructura.
<b>Empuje</b>	Fuerza ejercida por el suelo a la estructura.
<b>Momento de diseño</b>	Es el momento resistente afectado por un factor de magnificación, el cual nos asegura que los elementos estructurales son diseñados para soportar las fuerzas internas actuantes con un cierto margen de seguridad.
<b>Momento Negativo</b>	Momento flector que produce esfuerzos de tensión en la parte superior de la sección de un elemento horizontal y que requiere la colocación del refuerzo a flexión en la parte superior.
<b>Momento positivo</b>	Momento flector que produce esfuerzos de tensión en la parte inferior de un elemento horizontal.
<b>Momento resistente</b>	Es el resultado de multiplicar la fuerza de tensión o la de compresión, por el brazo del par interno.
<b>Planimetría</b>	Es la proyección del terreno sobre un plan horizontal imaginario.
<b>Planos de proyecto</b>	Planos que en conjunto con las especificaciones del proyecto describen toda la información necesaria para llevar a cabo el trabajo requerido por los documentos contractuales.

<b>Recubrimiento</b>	Espesor de concreto entre una barra de refuerzo y la cara exterior más cercana del elemento.
<b>Refuerzo</b>	Barra de acero, alambre, o mallas de alambre embebidas en el concreto de una manera tal que los dos materiales actúen en conjunto para resistir las fuerzas.
<b>Refuerzo a compresión</b>	Refuerzo colocado para resistir esfuerzos de compresión inducidos por los momentos flectores que actúan sobre el elemento.
<b>Refuerzo a flexión</b>	Refuerzo provisto para resistir la tensión inducida por los momentos flectores que actúan sobre la sección del elemento.
<b>Refuerzo a corte</b>	Refuerzo diseñado para resistir el corte.
<b>Refuerzo longitudinal</b>	Refuerzo colocado de forma paralela al eje longitudinal del elemento.
<b>Refuerzo transversal</b>	Refuerzo perpendicular al eje longitudinal del elemento, comprende estribos, flejes y espirales entre otros.
<b>Resistencia</b>	Propiedad que tiene un elemento para una carga o fuerza.

<b>Resistencia de diseño</b>	Producto de la resistencia nominal multiplicada por el factor de reducción de resistencia.
<b>Sobrecarga</b>	Carga adicional a la aplicada, que se toma como factor de seguridad.
<b>Período de diseño</b>	Tiempo durante el cual un sistema, ya sea de agua potable, drenajes, pavimento, etc., dará un servicio satisfactorio a la población.
<b>Valor soporte</b>	Capacidad de carga de un suelo. En unidades de fuerza por unidad de área.

## **RESUMEN**

Este trabajo de graduación, presenta el desarrollo del diseño de los proyectos, sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Concepción la Ceiba y la estructura para el graderío del Estadio municipal, del municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez. Proyectos que fueron el resultado de un diagnóstico de necesidades practicadas en el lugar.

En el capítulo I, se presenta una investigación monográfica y el diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura del área en estudio.

El capítulo II, contiene la fase de servicio técnico profesional, en esta se describen los diseños de los proyectos seleccionados, con los cálculos necesarios para garantizar que los mismos sean seguros y que cumplan con los requerimientos técnicos que demanda cada uno.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Diseñar el sistema de abastecimiento de agua potable, para la aldea Concepción La Ceiba y estructura para el graderío del Estadio municipal, Cuyotenango, Suchitepéquez.

### **Específicos**

1. Desarrollar una investigación monográfica y un diagnóstico de las necesidades de servicios básicos e infraestructura de la aldea Concepción La Ceiba, Cuyotenango, Suchitepéquez.
2. Capacitar a los miembros del Comité de Desarrollo de la aldea Concepción La Ceiba, sobre operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua potable.



## INTRODUCCIÓN

Cuyotenango, es el municipio de más reciente formación del departamento de Suchitepéquez, a pesar de esto y gracias al esfuerzo de las autoridades municipales que han gobernado el municipio, se han realizado proyectos y obras que han promovido el desarrollo y el crecimiento económico. Sin embargo, falta mucho por hacer, tanto en el área urbana como rural, quedando ésta última un poco abandonada, existiendo comunidades que aún no cuentan con servicios básicos o deficientes, debido al crecimiento demográfico en la región.

Es por esta razón que el presente trabajo de graduación, está orientado a plantear soluciones factibles a problemas de servicios básicos e infraestructura del municipio de Cuyotenango, como lo son el diseño de la estructura para el graderío del Estadio municipal y el sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Concepción La Ceiba.





# **1. FASE DE INVESTIGACIÓN**

## **1.1. Monografía de la aldea Concepción La Ceiba**

### **1.1.1. Breves datos históricos**

Florecente y próspera esta la aldea Concepción La Ceiba del municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez, división administrativa de segundo orden en la zona costera del Sur de la República de Guatemala. Es una de las aldeas más recientes en el municipio, cuenta con 13 años de existencia.

### **1.1.2. Fiesta titular**

Su fiesta titular, es del 7 al 15 de diciembre, el día principal es el 12 de diciembre y celebran el día de la Virgen de Concepción, donde se reúnen para venerarla y se realizan misas en su honor y otros tipos de actividades tradicionales.

### **1.1.3. Extensión territorial y ubicación geográfica**

La aldea Concepción La Ceiba, se encuentra ubicada en el municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepéquez.

Según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), tiene una extensión territorial de 1,7 kilómetros cuadrados y una altura de 334 metros sobre el nivel del mar. La economía, se basa en la agricultura, ganadería, con razas de primera calidad, grandes y pequeñas industrias y elaboración de artesanías, entre las que se destacan la cestería, tejidos, objetos de madera, de cuero, metales y materiales de construcción. Además del idioma español, se habla el idioma K'iche'.

#### **1.1.4. Climatología**

La aldea posee un clima cálido, con ciertas características homogéneas a lo largo de todo el año. La temperatura mínima es de 30 grados y la máxima es de 38 grados centígrados.

#### **1.1.5. Colindancias**

Colinda al Norte con la aldea Candelaria, al Sur con la colonia Los Llanos, al Este con el municipio de San Andrés Villa Seca y al Oeste con el municipio de San Francisco Zapotitlán.

#### **1.1.6. Población**

Los datos de la población se obtienen del censo realizado en el 2006 por la municipalidad, siendo este de 858 habitantes.

#### **1.1.7. Actividad productiva**

La producción agrícola es variada, principalmente el cultivo de maíz, caña de azúcar, naranja, mango, plátano y limón.

La mayor parte de la población se dedica a la agricultura. El maíz lo comercializan en la cabecera departamental y otras comunidades aledañas, además es la base fundamental para la alimentación de los habitantes locales.

#### **1.1.8. Educación**

Cuenta solamente con una escuela para educación primaria y preprimaria, el edificio escolar tiene cinco aulas, que comparten entre si los grados de preprimaria, primero y segundo primaria.

#### **1.1.9. Salud**

En la comunidad no existen puestos de salud, únicamente se han realizado campañas de vacunación cada tres meses, logrando vacunar a un 85 por ciento de los niños. Cuando son enfermedades menores, la comunidad recurre a la medicina natural y cuando se presentan enfermedades mayores, recurren al Centro de Salud de Cuyotenango.

#### **1.1.10. Agua potable**

Para consumo doméstico, hacen uso de pozos artesanales, los que varían en una profundidad de 5 a 9 metros.

#### **1.1.11. Drenajes**

A pesar de que la aldea carece de un sistema de agua potable, si cuentan con alcantarillado sanitario, el cual está en funcionamiento desde el 2002.

### **1.1.12. Energía eléctrica**

La aldea cuenta con el servicio público de electricidad.

### **1.1.13. Investigación diagnóstica sobre necesidades**

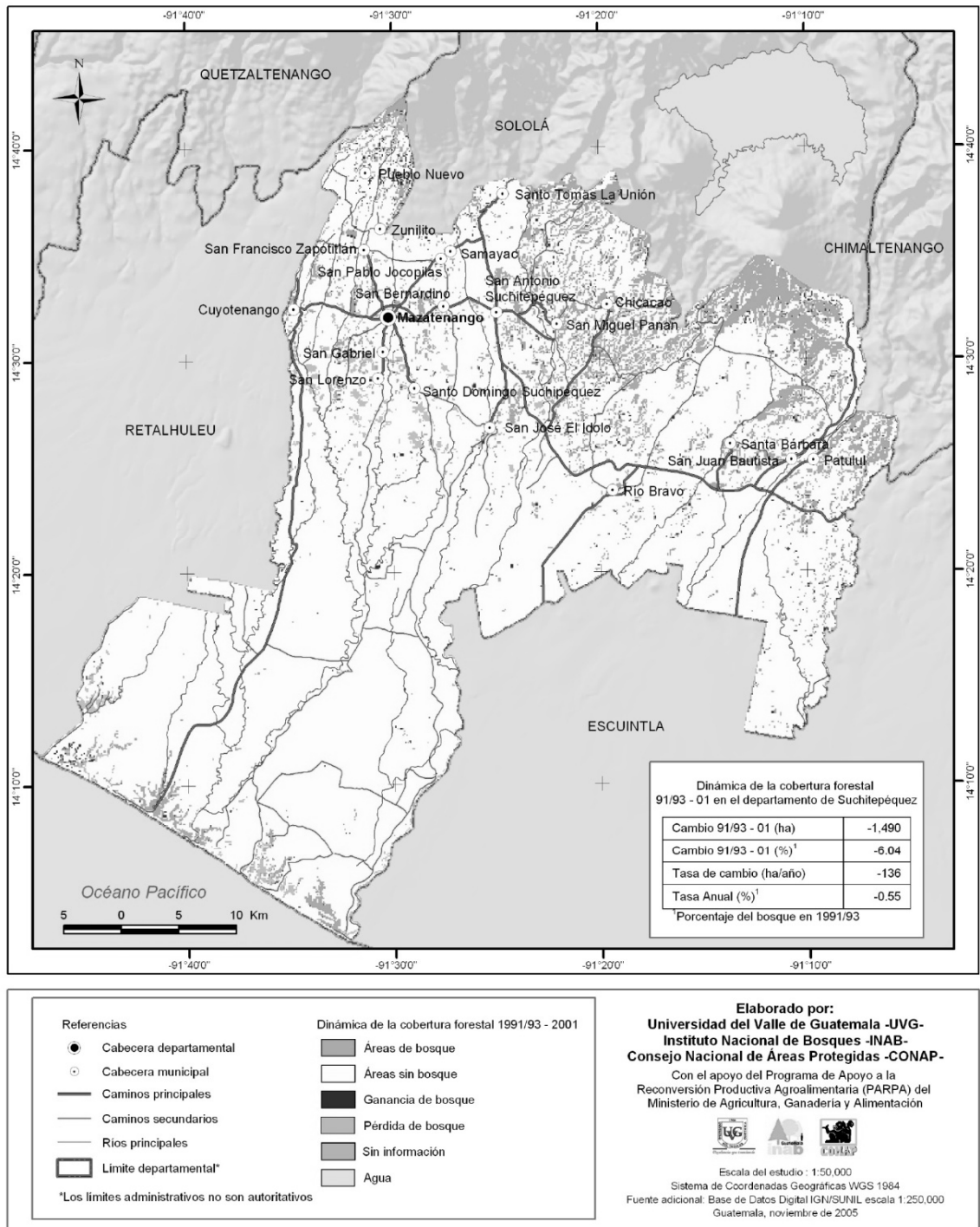
Servicios básicos e infraestructura de la aldea Concepción La Ceiba Cuyotenango, Suchitepéquez.

### **1.1.14. Descripción de las necesidades.**

Las necesidades que se presentan en la aldea Concepción La Ceiba del municipio de Cuyotenango departamento de Suchitepéquez son las siguientes:

- Agua potable: la aldea carece de un sistema de abastecimiento de agua potable confiable y seguro, que garantice su calidad, en la actualidad hacen uso de pozos artesanales que están en su mayoría contaminados, hay proliferación de enfermedades de tipo gastrointestinales, sobre todo en la población infantil.
- Centro de salud: para los habitantes de esta aldea, es de sumo interés contar con un centro asistencial, pues el acceso a dicha comunidad en tiempo de invierno, es complicado y esto dificulta las asistencias médicas en la aldea Concepción La Ceiba.
- Las vías de acceso: las vías de comunicación en la aldea son de terracería, por lo que esto dificulta el traslado de los habitantes al casco urbano de esta población y el trasiego de sus cultivos para poder ser vendidos en el mercado local.

Figura 1. Mapa del departamento de Suchitepéquez



Fuente: Instituto Geográfico Nacional



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

### **2.1. Diseño de estructura para el graderío del estadio municipal, Cuyotenango, Suchitepéquez**

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

El diseño de la estructura para el graderío, será destinada a toda la comunidad del municipio de Cuyotenango que se dedica a la práctica del deporte, brindará comodidad e incentivará a la juventud a la práctica del mismo. La estructura cubrirá un área aproximada de 450 m<sup>2</sup> y tendrá una altura de 4,00 m. Se eligió un sistema estructural de marcos dúctiles con nudos rígidos y losas planas de concreto reforzado.

#### **2.1.2. Localización del proyecto**

El proyecto se encuentra ubicado en la cabecera municipal de Cuyotenango, a inmediaciones de la ruta internacional CA 2, kilómetro 166,5 carretera que conduce al litoral del pacífico.

#### **2.1.3. Levantamiento topográfico**

Para el levantamiento de topografía (planimetría y altimetría), se aplicó el método de conservación de azimut y taquimetría, el equipo utilizado fue estación total marca Sokia.



#### 2.1.4. Evaluación de la calidad del suelo

El tipo de suelo encontrado en esta área, es arcilla limosa color café.

El estudio del suelo se realizó a una muestra inalterada de 1 pie<sup>3</sup> de volumen, el ensayo realizado fue compresión triaxial, los resultados son:

- Ángulo de fricción interna  $\phi = 23,15^\circ$
- Cohesión CU = 7,00 t/m<sup>2</sup>
- Descripción del suelo = Limo arcilloso color café
- Densidad seca = 0,93 t/m<sup>3</sup>
- Desplante = 2,50 m (profundidad a la que se tomó la muestra)

#### 2.1.5. Aplicando el método del Dr. Karl Terzaghi

##### 2.1.5.1. Factor de flujo de carga (Nq)

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - \phi_{rad}\right) * \tan \phi}}{2 * \cos^2 \left(45 + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$Nq = \frac{e^{\left(\frac{3}{2} * \pi - 0,2082\right) * \tan(0,2082)}}{2 * \cos^2 \left(45 + \frac{0,2082}{2}\right)}$$

$$Nq = 4,82 \text{ t/m}^2$$

### 2.1.5.2. Factor de flujo de carga última (Nc)

$$N_c = \cot \phi * (N_q - 1)$$

$$N_c = \cot(0,2082) * (3,26 - 1) \quad N_c = 13,51 \text{ t/m}^2$$

### 2.1.5.3. Factor de flujo del suelo (N $\gamma$ )

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \phi$$

$$N_\gamma = 2 * (4,82 + 1) * \tan(0,2082) \quad N_\gamma = 1,84 \text{ t/m}^2$$

### 2.1.5.4. Capacidad carga última (q $_{\mu}$ )

$$q_u = 0,876 * cN'c + qN'q + 0,4 * N \gamma_{suelo} bN'\gamma$$

$$q_u = 0,876 (7) (13,51) + 1,16 (4,82) + 0,4 (0,93) (1,20) (1,84)$$

$$q_u = 88,40 \text{ t/m}^2.$$

$$q_{ua} = q_{\mu} / fs; \quad fs=3$$

$$q_{ua} = 88,40/3$$

$$q_{ua} = 29,46 \text{ ton/m}^2$$

Capacidad soporte de diseño: 29 t/m<sup>2</sup>

### 2.1.6. Requerimiento de áreas

La estructura, debe poseer seguridad y comodidad a los usuarios, incluirá servicios sanitarios y vestidores, con lo cual se estará aportando instalaciones adecuadas para realizar deporte y disfrutar un rato de recreación.

### **2.1.7. Distribución de espacios**

Se distribuyeron los espacios de la forma siguiente: una estructura con una longitud 25,40 metros, ancho de 7,20 metros, se aprovechará el área libre que queda debajo del graderío, para ubicar servicios sanitarios y área de vestidores.

### **2.1.8. Alturas y cotas**

El área a utilizar, es de 142 m<sup>2</sup>, la altura máxima a ejes de piso a graderío es de 4,00 m, la altura a ejes mínima es 1,20 m, con una separación a ejes de 3,00 m y 3,725 m entre columnas respectivamente.

### **2.1.9. Análisis estructural**

Datos para diseño:

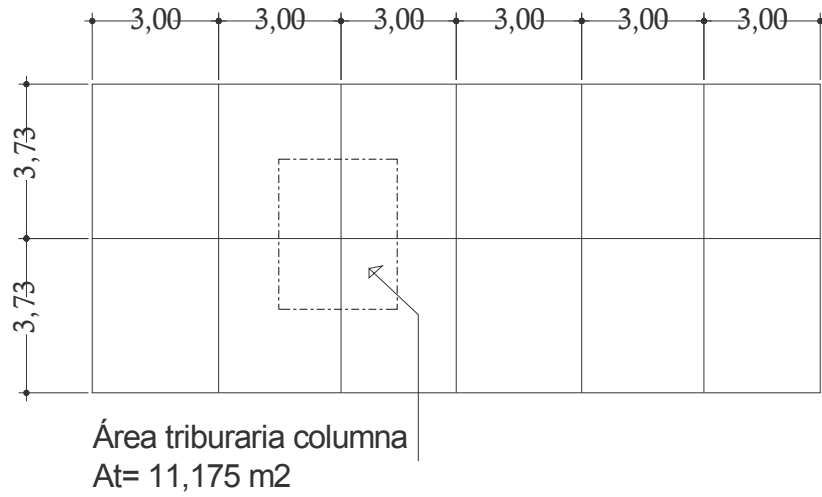
Carga viva = graderíos de estadio = 500 kg/m<sup>2</sup> (AGIES NR 2:2000)

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

F'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

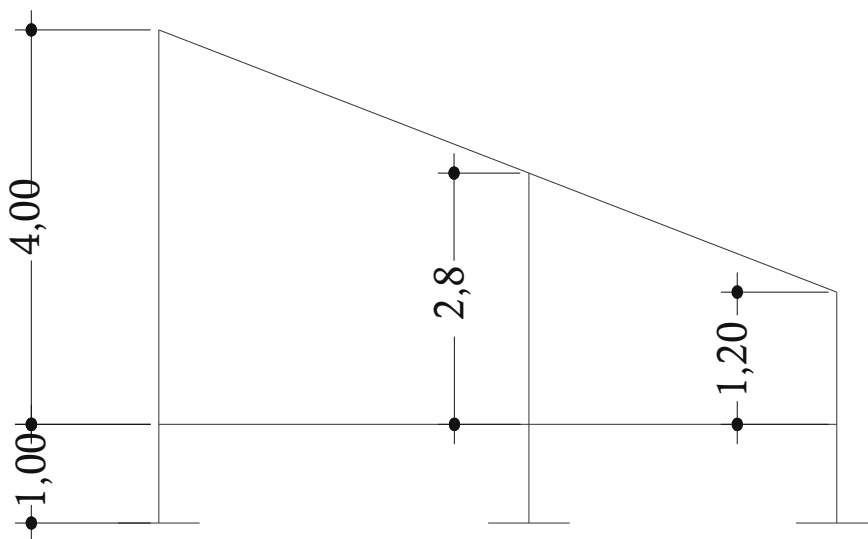
Fy= 2 810 kg/m<sup>2</sup>

Figura 2. **Planta típica, de graderío**



Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Elevación marco típico de graderío**



Fuente: elaboración propia.

## 2.1.10. Predimensionamiento estructural

### 2.1.10.1. Columnas

Se calcula la sección de la columna más crítica, según la carga aplicada a ésta, código ACI 318-95, capítulo 10.

$$P = 0,8 (0,225 f 'c * Ag + fy * As)$$

Donde:

$$P = \text{Área tributaria} * \text{Peso concreto} = 25 * 2\,400 = 60\,000 \text{ kg}$$

Ag = Área gruesa

As = Área de acero

$$1\% Ag \leq As \leq 8\% Ag$$

Usando un As de 0,01Ag, queda:

$$26\,820 = 0,8 (0,225 * (210) Ag + 2\,810(0,01Ag))$$

$$26\,820 = 60,28 Ag$$

$$Ag = 444,92 \text{ cm}^2$$

Proponer dos tipos de sección de columna, por seguridad y por esbeltez

$$Ag_1 = 35 * 35 \text{ cm}^2, \quad \text{con } Ag = 1,225 \text{ cm}^2$$

$$Ag_2 = 25 * 25 \text{ cm}^2, \quad \text{con } Ag = 625 \text{ cm}^2$$

### 2.1.10.2. Vigas

Se calcula la sección de la viga más crítica, determinando el peralte de la viga utilizando la luz libre que cubre la viga.

$$t_{\text{viga}} = \text{Luz libre} * 0,08 \quad \text{ò} \quad t_{\text{viga}} = L/18,5$$

$$t_{\text{viga}} = 3,725 * 0,08$$

$$t_{\text{viga}} = 0,298 \text{ cm}$$

$$t_{\text{viga}} = 3,725/18,5$$

$$t_{\text{viga}} = 0,201 \text{ cm}$$

Proponer una sección de viga de 30 x 35 cm, en el sentido X y una sección de viga de 25 x 40 cm, en el sentido Y.

### 2.1.10.3. Losa

Para calcular el espesor de la losa, se aplicó el criterio de L/24, por ser una losa diseñada en una dirección.

$$t_{\text{losa}} = L/24$$

$$t_{\text{losa}} = 3/24 = 0,125 \text{ m}$$

Proponer espesor de losa de 12,5 cm

Contrahuella: será de 40 cm de altura

Huella: será de 90 cm de ancho.

## 2.1.11. Cargas aplicadas a marcos dúctiles

### 2.1.11.1. Cargas verticales

Carga muerta

$$\text{Peso concreto} = 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso acabados} = 80 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Peso muros} = 210 \text{ kg/m}^2$$

Carga viva (AGIES NR 2:2000)

$$\text{Graderíos estadios} = 500 \text{ kg/m}^2$$

Sentido Y

$$\text{CM} = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{gradas}} + W_{\text{contrahuellas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$\text{Área de carga tributaria en viga} = A_t = (1,5+1,5)*8,55 = 25,65 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} W_{\text{losa}} &= (W_c * t_{\text{losa}} * A_t) / \text{Longitud total viga} \\ &= (2\,400 * 0,1 * 25,65) / 8,55 = 720 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{viga}} &= \text{Sección} * W_c \\ &= 0,4 * 0,3 * 2\,400 = 288 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{gradas}} &= (W_c * \text{huella} * \text{contrahuella} * \text{base viga} * \text{No. de gradas}) / \text{L viga} \\ &= (2,400 * 0,9 * 0,4 * 0,3 * 8) / 8,55 = 252,6 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{contrahuellas}} &= (W_c * \text{espesor} * \text{altura} * \text{longitud grada}) / \text{L viga} \\ &= (2,400 * 0,1 * 0,4 * 3) / 8,55 = 33,68 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_{\text{acabados}} &= (W_{\text{acabados}} * A_t) / \text{L viga} = \\ &= (80 * 25,65) / 8,55 = 241,41 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

$$\text{CM} = 720 + 288 + 252,6 + 33,68 + 241,41$$

$$CM = 1\,535,72 \text{ kg/m}$$

$$CV = (At \cdot \text{Carga viva}) / L \text{ viga}$$

$$CV = (25,65 \cdot 500) / 8,55$$

$$CV = 1\,500 \text{ kg/m}$$

Sentido X

$$CM = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{gradas}} + W_{\text{contrahuellas}} + W_{\text{acabados}}$$

$$\text{Área de carga tributaria en viga} = At = (1\,8625 + 1\,8625) / 3 = 11,17 \text{ m}^2$$

$$W_{\text{losa}} = (W_c \cdot t_{\text{losa}} \cdot At) / \text{Longitud total viga}$$

$$= (2\,400 \cdot 0,1 \cdot 11,17) / 3 = 894 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{viga}} = \text{Sección} \cdot W_c$$

$$= 0,4 \cdot 0,3 \cdot 2\,400 = 288 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{gradas}} = (W_c \cdot \text{huella} \cdot \text{contrahuella} \cdot \text{base viga} \cdot \text{No. de gradas}) / L \text{ viga}$$

$$= (2,400 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 0,3 \cdot 4) / 3 = 360 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{contrahuellas}} = (W_c \cdot \text{espesor} \cdot \text{altura} \cdot \text{longitud grada}) / L \text{ viga}$$

$$= (2,400 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 3,725) / 3 = 119,2 \text{ kg/m}$$

$$W_{\text{acabados}} = (W_{\text{acabados}} \cdot At) / L \text{ viga} =$$

$$= (80 \cdot 11,17) / 3 = 298 \text{ kg/m}$$

$$CM = 894 + 288 + 360 + 119,2 + 298$$

$$CM = 1\,959,20 \text{ kg/m}$$

$$CV = (At \cdot \text{Carga viva}) / L \text{ viga}$$

$$CV = (11,17 \cdot 500) / 3$$

$$CV = 1\,862,5 \text{ kg/m}$$



### 2.1.11.2. Cargas horizontales

En Guatemala las cargas horizontales, son principalmente debido a fuerzas sísmicas, que consisten en movimientos aleatorios horizontales y verticales en la superficie de la tierra. Para encontrar las fuerzas sísmicas aplicadas a la estructura se utilizó el método de SEAOC, el cual se describe a continuación:

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

Para estructuras de un nivel, la combinación de factores ZICKS es 0,1, tomando el 10% del peso total de la estructura, por lo que el valor del corte basal V será:

$$V = 0,1 * W$$

$W = W_{\text{losa}} + W_{\text{vigas}} + W_{\text{ruedas}} + W_{\text{contrahuella}} + W_{\text{columnas}} + W_{\text{acabados}}$   
+ 0,25 carga viva

$W_{\text{losa}} = \text{área total} * t_{\text{losa}} * W_c$

$$= 153,81 * 0,1 * 2,400 = 36\,914,40 \text{ kg}$$

$W_{\text{viga}} = \text{Sección} * W_c * L_{\text{viga}} * \text{No. de vigas}$

$$W_{\text{vigax}} = 0,40 * 0,30 * 2,400 * 18 * 3 = 15\,552 \text{ kg}$$

$$W_{\text{vigay}} = 0,40 * 0,30 * 2,400 * 8,55 * 7 = 17\,236,80 \text{ kg}$$

$W_{\text{ruedas}} = W_c * \text{ancho} * \text{espesor} * \text{longitud total horizontal} * \text{No. de gradas}$

$$W_{\text{rueda1}} = 2\,400 * 0,9 * 0,1 * 18 * 7 = 27\,216 \text{ kg}$$

$$W_{\text{rueda2}} = 2\,400 * 1,25 * 0,1 * 18 * 1 = 5\,400 \text{ kg}$$

$$W_{\text{contrahuella}} = W_c \cdot \text{espesor} \cdot \text{altura} \cdot \text{No. de gradas} \cdot \text{Longitud}$$

$$= 2\,400 \cdot 0,1 \cdot 0,4 \cdot 9 \cdot 18 = 15\,552 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna}} = W_c \cdot \text{sección} \cdot \text{altura} \cdot \text{No. de columnas}$$

$$W_{\text{columna1}} = 2\,400 \cdot 0,25 \cdot 0,25 \cdot 2,2 \cdot 7 = 2\,310 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna2}} = 2\,400 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 3,8 \cdot 7 = 7\,820,40 \text{ kg}$$

$$W_{\text{columna3}} = 2\,400 \cdot 0,35 \cdot 0,35 \cdot 5 \cdot 7 = 10\,290 \text{ kg}$$

$$W_{\text{acabados}} = W_{\text{acabados}} \cdot \text{área total}$$

$$= 80 \cdot 153,81 = 12\,304,80 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CM}} = 36\,914.40 + 32\,788.8 + 34\,128 + 15\,552 + 21\,033,6 + 12\,304,80$$

$$W_{\text{CM}} = 152\,721,6 \text{ kg}$$

$$W_{\text{CV}} = \text{Área total} \cdot \text{carga viva graderío}$$

$$W_{\text{CV}} = 153,81 \cdot 500$$

$$W_{\text{CV}} = 76\,905 \text{ kg}$$

$$W = 152\,721,60 + 0,25 (76\,905) = 171\,947,85 \text{ kg}$$

Sustituir datos:

$$V = 0,1 \cdot W$$

$$V = 0,1 \cdot 171\,947,85$$

$$V = 17\,194,78 \text{ kg}$$

## Fuerzas por marco

Se calcula aplicando las siguientes fórmulas:

$$FM = FM' + FM''$$

Donde:

$$FM' = \frac{R_i * F_{ni}}{\sum R_i}$$

$$FM'' = \frac{e * F_{ni}}{\frac{\sum (R_i * d_i)^2}{R_i * d_i}}$$

$$e = CM - CR$$

$$e \text{ mínimo} = 0,05 * \text{Altura total}$$

$$CR = \frac{\sum (R_i * d_i)}{\sum R_i}$$

Donde

R<sub>i</sub> = Rigidez del marco

D<sub>i</sub> = Distancia de CR a marco considerado

E = Excentricidad

CM = Centro de masa

CR = Centro de rigidez

Sentido X

Con R = 1

$$CR = \frac{1*3 + 1*6 + 1*9 + 1*12 + 1*15 + 1*18}{1*7}$$

$$CR = 9 \text{ m}$$

$$CM = 18/2$$

$$CM = 9 \text{ m}$$

$$e = 9 - 9 = 0 \text{ m}$$

$$e \text{ min.} = 0,05 * 5 = 0,2 \text{ m}$$

$$FM' = \frac{1*17\,194,78}{3} = FM' = 5\,731,59 \text{ kg}$$

$$FM'' = \frac{0,2*17\,194,78}{3,725} = FM'' = 646,28 \text{ kg}$$

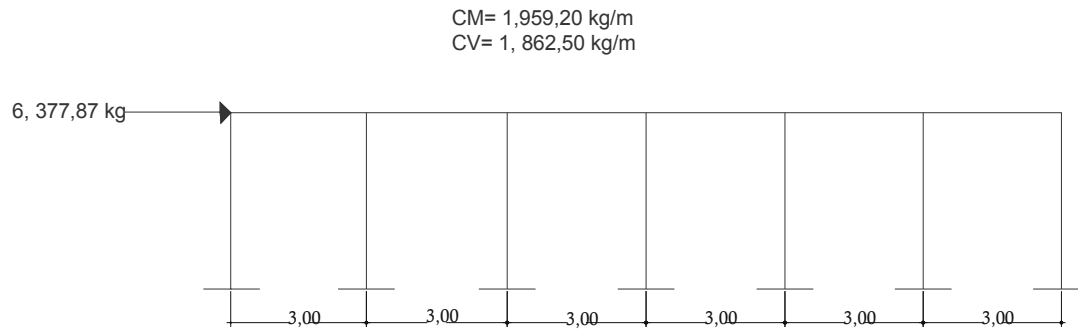
Tabla I. Fuerzas por marco – sentido X

MARCO	Ri	di	Ri*di	(Ri * di) <sup>2</sup>	FM'	FM''	FM
1	1	3,725	3,725	13,876	5,731.59	646,28	6,377,87
2	1	0	0	0	5,731.59	0	5,731,59
3	1	-3,725	-3,725	13,876	5,731.59	-646,28	5,085,31
				27,75			17,194,77

Fuente: elaboración propia.

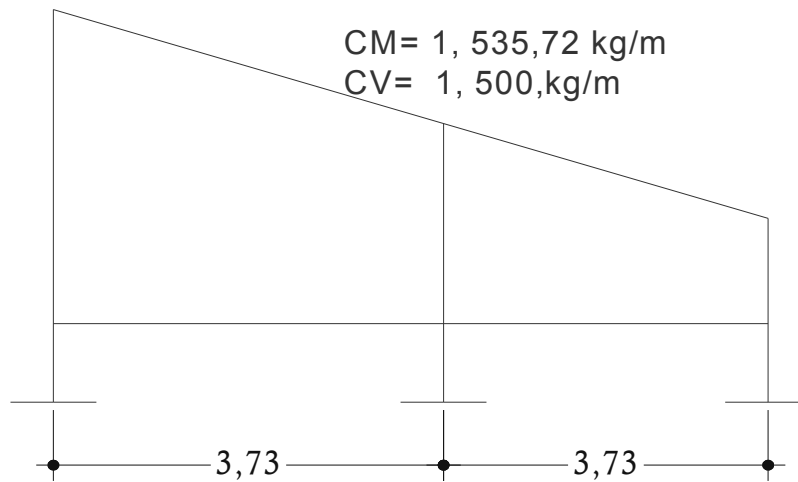
Se realiza el mismo procedimiento para el sentido Y, por lo que se presentan únicamente los resultados.

Figura 4. **Cargas aplicadas al marco sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Cargas aplicadas al marco sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

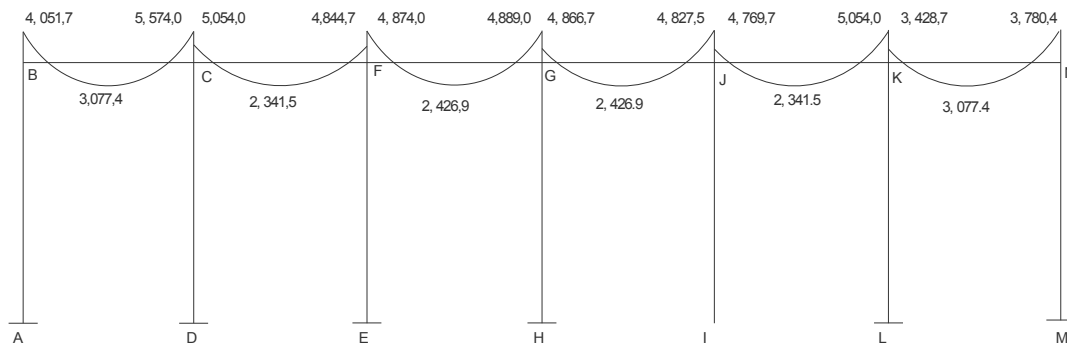
### 2.1.12. Análisis de marcos dúctiles por ETABS

ETABS, es un programa de análisis y diseño estructural. Todo lo que se necesita es integrar el modelo dentro de un sistema versátil de análisis, y diseño. El método de análisis incluye una gran variedad de opciones para el análisis estático y dinámico.

El análisis estructural, se comparó con el método numérico de Kani, dando resultados similares con una diferencia debido al número de iteraciones y cantidad de decimales utilizados en el análisis numérico, pero para efectos de diseño se tomaron los resultados del análisis por ETABS, ya que es un método conservador y exacto.

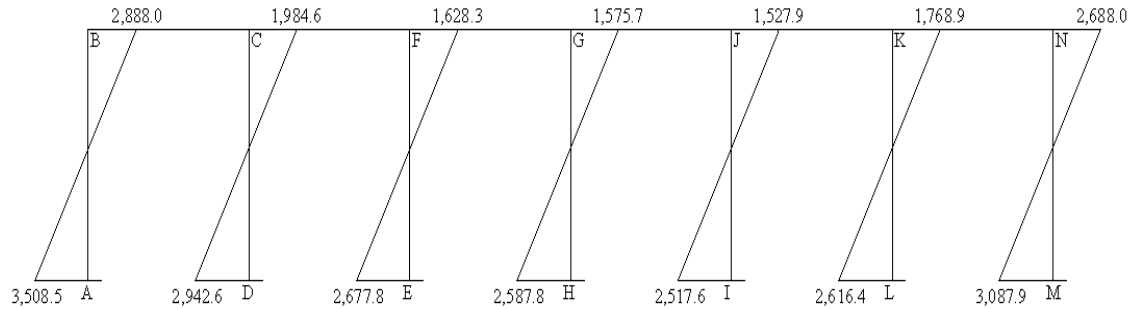
#### 2.1.12.1. Momentos últimos por envolventes de momentos

Figura 6. Diagrama de momentos últimos, (Kg-m) – sentido X – vigas



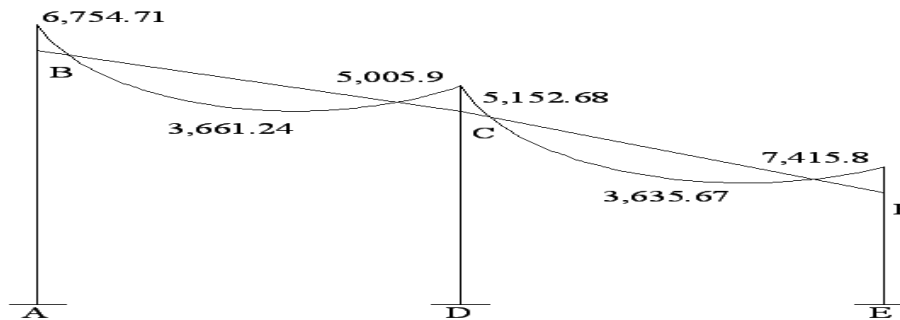
Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Diagrama de momentos últimos, (kg-m) – sentido X – columna



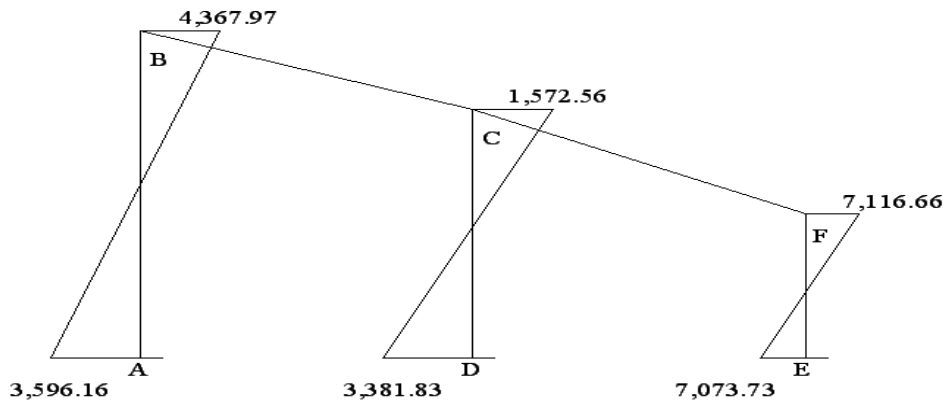
Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Diagrama de momentos últimos, (kg-m) – sentido Y – vigas



Fuente: elaboración propia.

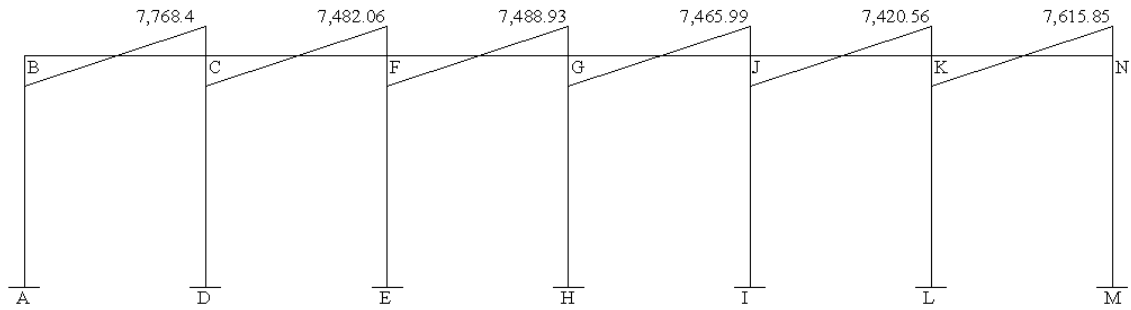
Figura 9. Diagrama de momentos últimos, (kg-m) – sentido Y – columnas



Fuente: elaboración propia.

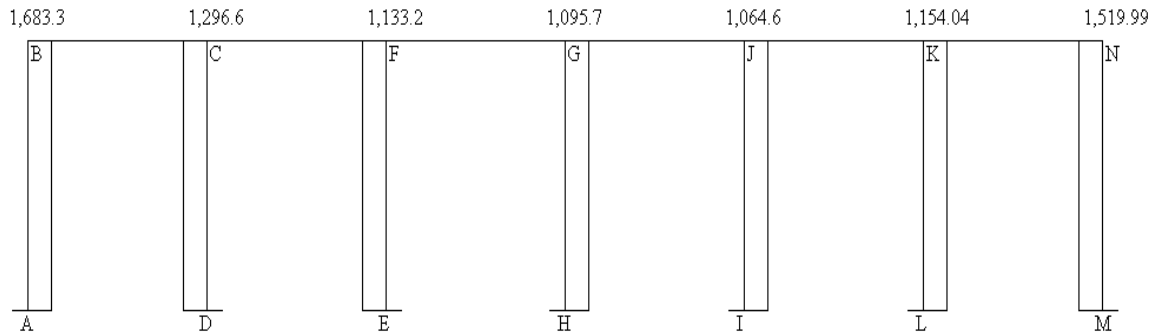
### 2.1.12.2. Diagrama de cortes en marcos dúctiles

Figura 10. Diagrama de cortes últimos, (kg) – sentido X – vigas



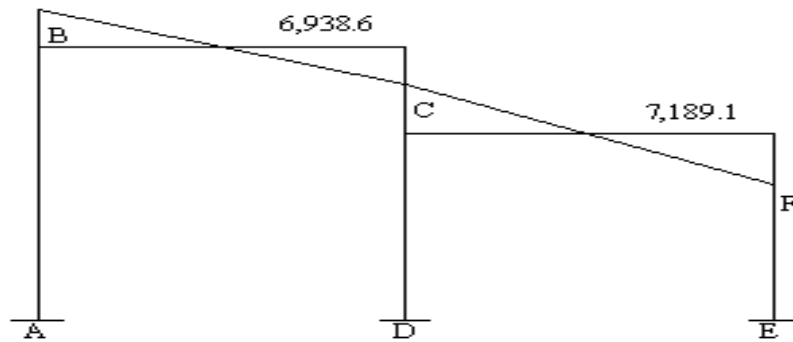
Fuente: elaboración propia.

Figura 11. Diagrama de cortes últimos, (kg) – sentido X – columnas



Fuente: elaboración propia.

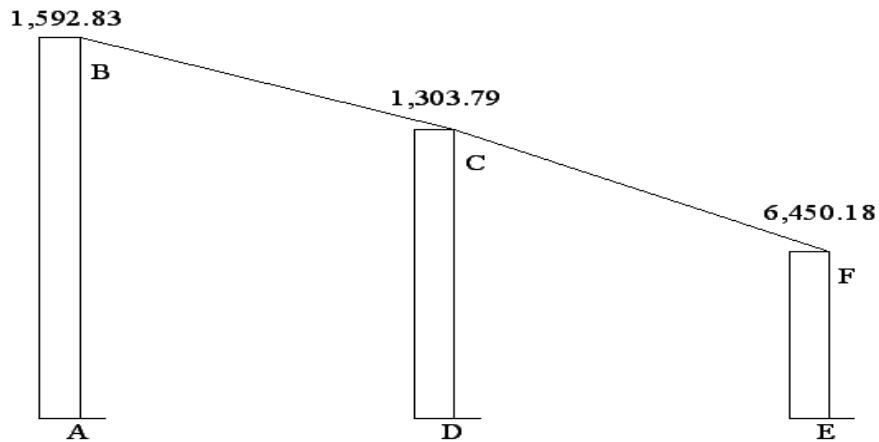
Figura 12. Diagrama de cortes últimos, (kg) – sentido Y – vigas



Fuente: elaboración propia.



Figura 13. Diagrama de cortes últimos, (kg) – sentido Y – columnas



Fuente: elaboración propia.

## 2.1.13. Dimensionamiento

### 2.1.13.1. Diseño de losa de graderío

Relación A/B:

a = Lado corto de losa

b = Lado largo de losa

$m = a/b = 0,9/3 = 0,3 < 0,5$  trabaja en un sentido

Espesor de losa:

Usar espesor de losa de 12,5 cm

Carga última ó carga de diseño:

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

$$CU = 1,4 (W_{losa} + W_{sobre\ carga}) + 1,7 \cdot CV$$

$$CU = 1,4 ((2\ 400 \cdot 0,10) + 100) + 1,7(500)$$

$$CU = 1\ 326\ \text{kg/m}^2$$

Para calcular los momentos de diseño se toma una franja 0,90 m que corresponde al ancho:

$$CUu = (1,326 \text{ kg/m}^2) * (0,90) = 1\,193,4 \text{ kg/m}$$

Momento actuante:

$$M = WL^2/12 = (1\,326 * 3^2)/12 = 995 \text{ kg-m}$$

Calcular peralte:

$$d = t - \text{recubrimiento} - \varnothing/2$$

$$d = 12,5 - 2 - (0,95/2) = 10,02 \text{ cm}$$

Calcular el acero mínimo de la losa:

$$As_{\text{mín}} = (14,1/f_y) * b * d$$

Donde:

$$b = \text{ancho} = 90 \text{ cm}$$

$$As_{\text{mín}} = (14,1/2\,810) * 90 * 10,02 = 4,53 \text{ cm}^2$$

Proponer espaciamiento S, usando varillas No. 3, con  $\varnothing$  No. 3 = 0,71 cm<sup>2</sup>

$$4,53 \text{ cm}^2 \text{ ----- } 90 \text{ cm}$$

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

$$S \approx 14,10 \text{ cm}$$

Chequeando  $S_{\text{máx}} = 3t = 3(0,12) = 0,36 \text{ m}$  ó

$$S_{\text{máx}} = 0,36 \text{ m}$$

Calcular el momento que resiste el Asmín:

$$M_{Asmín} = \phi [As \cdot fy (d - (As \cdot fy / (1,7 \cdot f'c \cdot b)))]$$

Donde:

$\phi$  = Flexión

b = Ancho = 90 cm

$$\begin{aligned} M_{Asmín} &= 0,90 [4,53 \cdot 2\,810 (10,02 - (4,53 \cdot 2\,810 / (1,7 \cdot 210 \cdot 90)))] \\ &= 110\,254,03 \text{ kg-cm} \\ &= 1\,102,5403 \text{ kg-m} \end{aligned}$$

Calcular el área de acero para momento calculado:

$$As = [b \cdot d - \sqrt{(b \cdot d)^2 - ((Mu \cdot b) / (0,003825 \cdot f'c))}] \cdot (0,85 \cdot f'c / fy)$$

Donde:

Mu = Momento último (kg-m) = 1 326 kg/cm<sup>2</sup>

f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>

fy = 2 810 kg/cm<sup>2</sup>

b = 90 cms

d = 10,02 cms

As = 5,90 cm<sup>2</sup>

Usando varillas No. 3, con As = 0,71 cm<sup>2</sup>

5,90 cm<sup>2</sup> -----90 cm

0,71 cm<sup>2</sup> -----X                    X= 10,83

Por seguridad se colocará varillas No. 3 @ 8,00 cm

Tabla II. **Área de acero para momento actuante**

Momento (kg-m)	Área de acero (cm <sup>2</sup> )		Espaciamiento (m)
	Requerido	Usar	
1 342.57	5,9	5,9	0,08

Fuente: elaboración propia.

As temperatura =  $0,002 \cdot b \cdot d = 0,002 \cdot 90 \cdot 10,02 = 1,80 \text{ cm}^2$ , por lo que se debe de usar  $\emptyset$  No 3 @ 30 cm

Chequeo por corte

Corte máximo actuante:

$$V_{\text{máx}} = (C U u \cdot L) / 2$$

$$V_{\text{máx}} = (1\ 193,4 \cdot 0,9) / 2 = 537,03 \text{ kg}$$

Donde:

C U u = Carga última unitaria

L = Lado corto de la losa que se está analizando

Corte máximo resistente:

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

$$V_R = 45 \cdot 10 \cdot \sqrt{210} = 6\ 521,12 \text{ kg}$$

Corte máximo resistente > Corte máximo actuante

$$V_R > V_{\text{máx}}$$

$$6\ 521,12 \text{ kg} > 537,03 \text{ kg} \quad \text{OK}$$

### 2.1.13.2. Diseño de vigas

Sentido X

Según pre dimensionamiento: 20 x 35 cm<sup>2</sup>

Calcular peralte efectivo:

$$d = h - \text{recubrimiento} - \text{estribo} - \phi/2$$

$$= 35 - 2,5 - 1,27 - 2 \cdot 865/2$$

$$= 32,33 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = (14,1/f_y) \cdot b \cdot d = (14,1/2 \cdot 810) \cdot 20 \cdot 32,33 = 3,24 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{s\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} \cdot b \cdot d$$

$$\rho_{\text{max}} = 0,5 \rho_{\text{balanceado}}$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,85 \beta_i (f'_c/f_y) [E_s \cdot 0,003 / (f_y + E_s \cdot 0,003)]$$

Como:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ usar } \beta_i = 0,85$$

$$E_s = 2,3 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,85 \cdot 0,85 \cdot (210/2 \cdot 810) [(2,3 \cdot 10^6) \cdot 0,003 / (2 \cdot 810 + 2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,003)]$$

$$= 0,0369$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 (0,0369) = 0,01847$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,01847 \cdot 20 \cdot 32,33 = 11,94 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido para cada momento actuante:

$$A_s = [b*d - \sqrt{((b*d)^2 - ((\mu*b)/(0,003825*f_c)))]*(0,85*f_c/f_y)$$

Donde:

$\mu$  = Momento último (kg-m)

$f_c$  = 210 kg/cm<sup>2</sup>

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

$b$  = 20 cm

$d$  = 32,33 cm

$A_s$  = # cm<sup>2</sup>

Si:

$A_s < A_{s\text{mín}}$ ; entonces colocar  $A_{s\text{mín}}$

$A_s > A_{s\text{máx}}$ ; entonces aumentar peralte o viga doblemente reforzada

$A_s < A_{s\text{máx}}$ ; viga simplemente reforzada

Tabla III. Área de acero requerido para cada momento actuante, sentido x

**Tramo B - C**

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4 051,72	5,30	3,24<5,30<11,94	5,30
<b>Mu<sup>+</sup></b>	3 077,45	3,95	3,24<3,95<11,94	3,95
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5 574,01	7,50	3,24<7,50<11,94	7,50

**Tramo C - F**

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	5 054	6,73	3,24<6,73<11,94	6,73
<b>Mu<sup>+</sup></b>	2 341,46	2,97	2,97<3,24	3,24
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4 844,68	6,43	3,24<6,43<11,94	6,43

**Tramo F - G**

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4 874,01	6,47	3,24<6,47<11,94	6,47
<b>Mu<sup>+</sup></b>	2 426,96	3,08	3,08<3,24	3,4
<b>Mu<sup>-</sup></b>	4 849,04	6,43	3,24<6,43<11,94	6,43

Fuente: elaboración propia.

Continuación Tabla III.

Tramo G - J

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
Mu <sup>-</sup>	4 866,74	6,46	3,24<6,46<11,94	6,46
Mu <sup>+</sup>	2 426,96	3,08	3,08<3,24	3,24
Mu <sup>-</sup>	4 827,47	6,40	3,24<6,40<11,94	6,40

Tramo J - K

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
Mu <sup>-</sup>	4 769,72	6,32	3,24<6,32<11,94	9,63
Mu <sup>+</sup>	2 341,46	2,97	2,97<3,24	5,62
Mu <sup>-</sup>	5 054	6,73	3,24<6,73<11,94	7,80

Tramo K - N

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
Mu <sup>-</sup>	5 428,72	7,29	3,24<7,29<11,94	7,29
Mu <sup>+</sup>	3 077,45	3,95	3,24<3,95<11,94	3,95
Mu <sup>-</sup>	3 780,42	4,92	3,24<4,92<11,94	4,92

Fuente: elaboración propia.

Sentido Y

Proponer sección de viga: 25 x 40 cm

Calcular peralte efectivo:

$$d = h - \text{recubrimiento} - \text{estribo} - \phi/2$$



$$d = 40 - 2,5 - 1,27 - 2,865/2$$

$$d = 34,80 \text{ cm}$$

Área de acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = (14,1/f_y) * b * d = (14,1/2810) * 25 * 34,80 = 4,37 \text{ cm}^2$$

Área de acero máximo:

$$A_{s\text{máx}} = \rho_{\text{máx}} * b * d$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 \rho_{\text{balanceado}}$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,85 \beta_i (f'_c/f_y) [E_s * 0,003 / (f_y + E_s * 0,003)]$$

Como:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 \text{ usar } \beta_i = 0,85$$

$$E_s = 2,3 * 10^6 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{\text{bal}} = 0,85 * 0,85 * (210/2810) [(2,3 * 10^6) * 0,003 / (2810 + 2,3 * 10^6 * 0,003)] = 0,0369$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,5 (0,0369) = 0,01847$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,01847 * 25 * 34,80 = 16,07 \text{ cm}^2$$

Área de acero requerido para cada momento actuante:

$$A_s = [b * d - \sqrt{(b * d)^2 - ((M_u * b) / (0,003825 * f'_c))}] * (0,85 * f'_c / f_y)$$

Donde:

$M_u$  = Momento último (kg-m)

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

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

$$b = 25 \text{ cm}$$

$$d = 34,80 \text{ cm}$$

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

Si:

$As < As_{mín}$ ; colocar  $As_{mín}$

$As > As_{máx}$ ; aumentar peralte o viga doblemente reforzada

$As < As_{máx}$ ; viga simplemente reforzada

Tabla IV. **Área de acero requerido para cada momento actuante  
sentido Y**

**Tramo B - C**

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
$Mu^-$	6 754,71	8,30	4,37<8,30<16,07	8,30
$Mu^+$	3 661,24	4,33	4,33<4,37	4,37
$Mu^-$	5 005,93	6,02	4,37<8,30<16,07	6,02

**Tramo C - F**

	Momento Actuante (kg - m)	As requerido (cm <sup>2</sup> )	Chequear Rango	Usar As (cm <sup>2</sup> )
$Mu^-$	5 152,68	6,20	4,37<6,20<16,07	6,20
$Mu^+$	3 635,67	4,30	4,30<4,37	4,37
$Mu^-$	7 415,80	9,19	4,37<9,19<16,07	9,19

Fuente: elaboración propia.

Refuerzo en cama superior al centro:

Tomar el mayor de los siguientes valores: Asmín ò 33% del As calculado para el M (-) mayor:

Sentido X

Tabla V. Refuerzo en cama superior al centro – sentido X

<b>TRAMO B - C</b> <b>Asmín en (-)</b> $\left[ \begin{array}{l} 33\%(7,50) = 2,475 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmín} = 3,24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3,96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$	<b>TRAMO C - F</b> <b>Asmín en (-)</b> $\left[ \begin{array}{l} 33\%(6,73) = 2,22 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmín} = 3,24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3,96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$
<b>TRAMO F - G</b> <b>Asmín en (-)</b> $\left[ \begin{array}{l} 33\%(6,47) = 2,14 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmín} = 3,24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3,96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$	<b>TRAMO G - J</b> <b>Asmín en (-)</b> $\left[ \begin{array}{l} 33\%(6,46) = 2,13 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmín} = 3,24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3,96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$
<b>TRAMO J - K</b> <b>Asmín en (-)</b> $\left[ \begin{array}{l} 33\%(6,73) = 2,22 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmín} = 3,24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3,96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$	<b>TRAMO K - N</b> <b>Asmín en (-)</b> $\left[ \begin{array}{l} 33\%(7,29) = 2,41 \text{ cm}^2 \\ \text{Asmín} = 3,24 \text{ cm}^2 \\ \text{Colocar 2 No. 5} \\ \text{(CORRIDOS)} \\ \text{As a utilizar} = 3,96 \text{ cm}^2 \end{array} \right.$

Fuente: elaboración propia.

Sentido Y

Tabla VI. **Refuerzo en cama superior al centro – sentido Y**

<p><b>TRAMO B - C</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>33%(8,30) = 2,74 cm<sup>2</sup>          Asmín = 4,37 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 6          (CORRIDOS)          As a utilizar = 5,70 cm<sup>2</sup></p>	<p><b>TRAMO C - F</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>33%(9,19) = 3,03cm<sup>2</sup>          Asmín = 4,37 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 6          (CORRIDOS)          As a utilizar = 5,70 cm<sup>2</sup></p>
---	--

Fuente: elaboración propia.

Refuerzo en cama inferior en apoyos:

Tomar el mayor de los siguientes valores: Asmín, 50% del As calculado para el M (+) ò 50% del As calculado para el M (-) mayor:

Sentido X

Tabla VII. **Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido X**

<p><b>TRAMO B - C</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>50%(7,50) = 3,5cm<sup>2</sup>          50%(3,95) = 1,98cm<sup>2</sup>          Asmín = 3,24 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 5          (CORRIDOS)          As a utilizar = 3,96 cm<sup>2</sup></p>	<p><b>TRAMO C - F</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>50%(6,73) = 3,37cm<sup>2</sup>          50%(3,24) = 1,62cm<sup>2</sup>          Asmín = 3,24 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 5          (CORRIDOS)          As a utilizar = 3,96 cm<sup>2</sup></p>
<p><b>TRAMO F - G</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>50%(6,47) = 3,23 cm<sup>2</sup>          50%(3,24) = 1,62 cm<sup>2</sup>          Asmín = 3,24 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 5          (CORRIDOS)          As a utilizar = 3,96 cm<sup>2</sup></p>	<p><b>TRAMO G - J</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>50%(6,46) = 3,23 cm<sup>2</sup>          50%(3,24) = 1,62 cm<sup>2</sup>          Asmín = 3,24 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 5          (CORRIDOS)          As a utilizar = 3,96 cm<sup>2</sup></p>
<p><b>TRAMO J - K</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>50%(6,73) = 3,37 cm<sup>2</sup>          50%(3,24) = 1,62 cm<sup>2</sup>          Asmín = 3,24 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 5          (CORRIDOS)          As a utilizar = 3,96 cm<sup>2</sup></p>	<p><b>TRAMO K - N</b></p> <p>Asmín en (-)</p> <p>50%(7,29) = 3,65 cm<sup>2</sup>          50%(3,95) = 1,98 cm<sup>2</sup>          Asmín = 3,24 cm<sup>2</sup>          Colocar 2 No. 5          (CORRIDOS)          As a utilizar = 3,96 cm<sup>2</sup></p>

Fuente: elaboración propia.

Sentido Y

Tabla VIII. Refuerzo en cama inferior en apoyos – sentido Y

TRAMO B - C	TRAMO C - F
<b>Asmín en (-)</b> 50%(8,30) = 4,15 cm <sup>2</sup> 50%(4,37) = 2,19 cm <sup>2</sup> Asmín = 4,37 cm <sup>2</sup> Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = 5,70 cm <sup>2</sup>	<b>Asmín en (-)</b> 50%(9,19) = 4,60 cm <sup>2</sup> 50%(4,37) = 2,19 cm <sup>2</sup> Asmín = 4,37 cm <sup>2</sup> Colocar 2 No. 6 (CORRIDOS) As a utilizar = 5,70 cm <sup>2</sup>

Fuente: elaboración propia.

Bastones:

Diferencia entre el As calculado y el As corrido colocarlo como bastón.

Sentido X

TramoB – C:

$$\text{As}(-) = 5,30 - 3,96 = 1,34 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 1 No. 5 con As} = 1,98 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(+) = 3,95 - 3,96 = 0; \text{ por seguridad utilizar 1 No. 4 con As} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(-) = 7,50 - 3,96 = 3,54 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Tramo F – G:

$$\text{As}(-) = 6,73 - 3,96 = 2,77 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$\text{As}(+) = 3,24 - 3,96 = 0;$$

$$\text{As}(-) = 6,43 - 3,96 = 2,47 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Tramo G - J:

$$As(-) = 6,46 - 3,96 = 2,50 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 3,24 - 3,96 = 0;$$

$$As(-) = 6,40 - 3,96 = 2,44 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Tramo J - K:

$$As(-) = 6,32 - 3,96 = 2,36 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 3,24 - 3,96 = 0;$$

$$As(-) = 6,73 - 3,96 = 2,77 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Tramo K - N:

$$As(-) = 7,29 - 3,96 = 3,33 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 3,95 - 3,96 = 0; \text{ por seguridad utilizar 1 No. 4 con As} = 1,27 \text{ cm}^2$$

$$As(-) = 4,92 - 3,96 = \text{cm}^2; \text{ utilizar 1 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

Sentido Y

Tramo B - C:

$$As(-) = 8,30 - 5,70 = 2,60 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con As} = 3,96 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 4,37 - 5,70 = 0;$$

$$As(-) = 6,02 - 5,70 = 0,32 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 1 No. 5 con As} = 1,98 \text{ cm}^2$$

Tramo C - F:

$$As(-) = 6,20 - 5,70 = 0,5 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 1 No. 5 con } As = 1,98 \text{ cm}^2$$

$$As(+) = 4,37 - 5,70 = 0;$$

$$As(-) = 9,19 - 5,70 = 3,49 \text{ cm}^2; \text{ utilizar 2 No. 5 con } As = 3,96 \text{ cm}^2$$

Acero transversal (estribos):

Sentido X

Corte que resiste el concreto

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

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 25 \cdot 34,8 = 5,679,68 \text{ kg}$$

Corte actuante, tomado del diagrama:

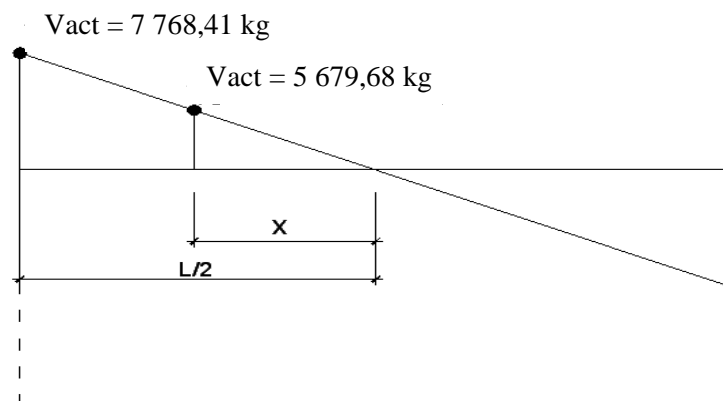
$$V_{act} = 7,768,41 \text{ kg}$$

Espaciamiento máximo:

$$S_{m\acute{a}x} = d/2$$

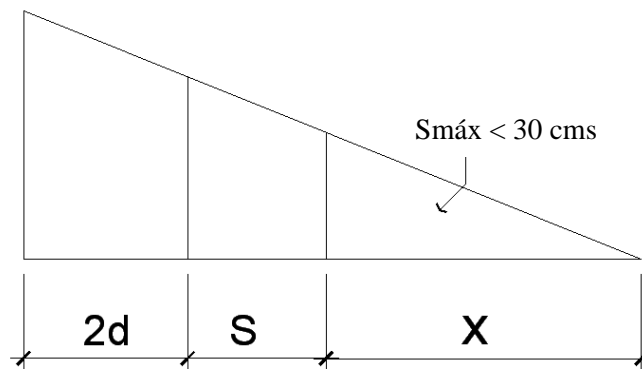
$$S_{m\acute{a}x} = 34,8/2 = 15 \text{ cm}$$

Figura 14. Diagrama de corte actuante y corte resistente – sentido X



Fuente: elaboración propia.

Figura 15. **Espaciamiento en viga, longitud L/2 – sentido X**



Fuente: elaboración propia.

Para  $2d = 2(0,348) = 0,70$  m, tomar el menor de las siguientes condiciones:

- $d/4 = 34,8/4 \approx 8,5$  cm
- 8 veces el  $\varnothing$  de la varilla menor longitudinal  $\approx 10$  cm
- 24 veces el  $\varnothing$  varilla de estribo  $\approx 23$  cm
- 30 cm

Colocar en  $2d = 0,70$  m, estribos No. 3 @ 8,5 cm

Para X, colocar  $S_{\text{máx}} < 30$  cm:

Por relación de triángulos:

$$X = 1,325 \cdot (5\,679,68) / 7\,768,41 = 0,975 \text{ m}$$

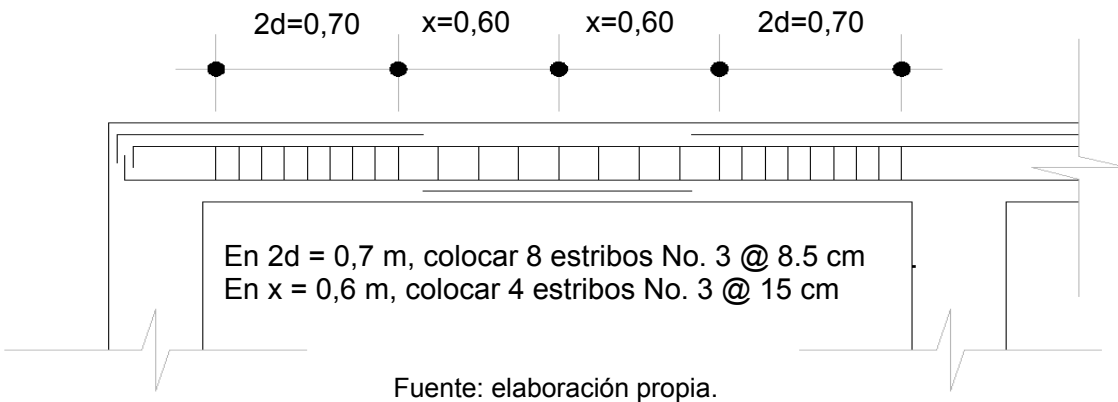
Usar  $S_{\text{máx}} = 15$  cm

Colocar en  $X = 0,975$ , estribos No. 3 @ 15 cm

Colocar estribos No. 3, 1ro. a 5 cm del rostro + 8 @ 8,5 cm + resto @ 15 cm



Figura 16. **Esquema espaciamento de estribos en viga**



Sentido Y:

Corte que resiste el concreto

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

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 25 \cdot 34,8 = 5,679,68 \text{ kg}$$

Corte actuante, tomado del diagrama:

$$V_{act} = 7,189,10 \text{ kg}$$

Espaciamento máximo:

$$S_{m\acute{a}x} = d/2$$

$$S_{m\acute{a}x} = 34,8/2 = 15 \text{ cms}$$

Figura 17. **Diagrama de corte actuante y corte resistente – sentido Y**

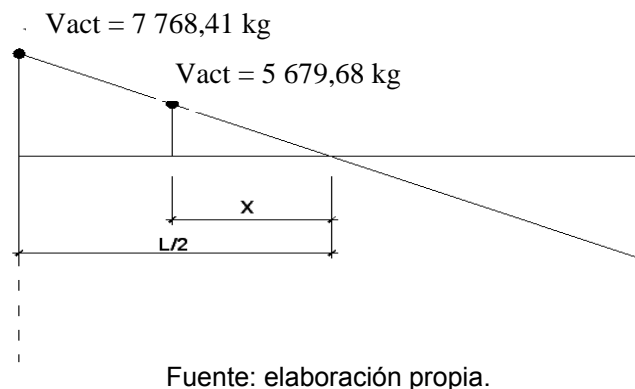
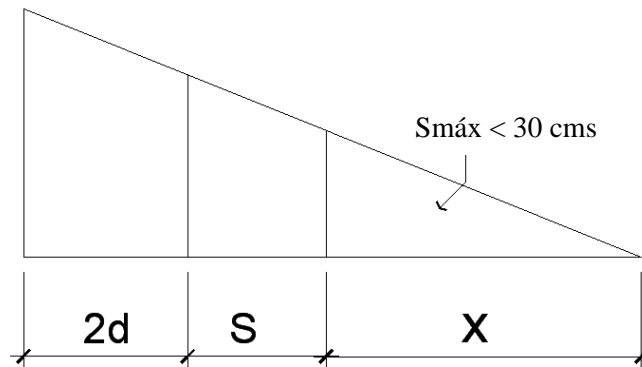


Figura 18. **Espaciamiento en viga, longitud L/2 – sentido Y**



Fuente: elaboración propia.

Para  $2d = 2(0,348) = 0,70$  m, tomar el menor de las siguientes condiciones:

- $d/4 = 34,8/4 \approx 8,5$  cm
- 8 veces el  $\varnothing$  de la varilla menor longitudinal  $\approx 13$  cm
- 24 veces el  $\varnothing$  varilla de estribo  $\approx 23$  cm
- 30 cm

Colocar en  $2d=0,70$  m, 8 estribos No. 3 @ 8,5 cm

Para X, colocar  $S_{\text{máx}} < 30$  cm:

Por relación de triángulos:

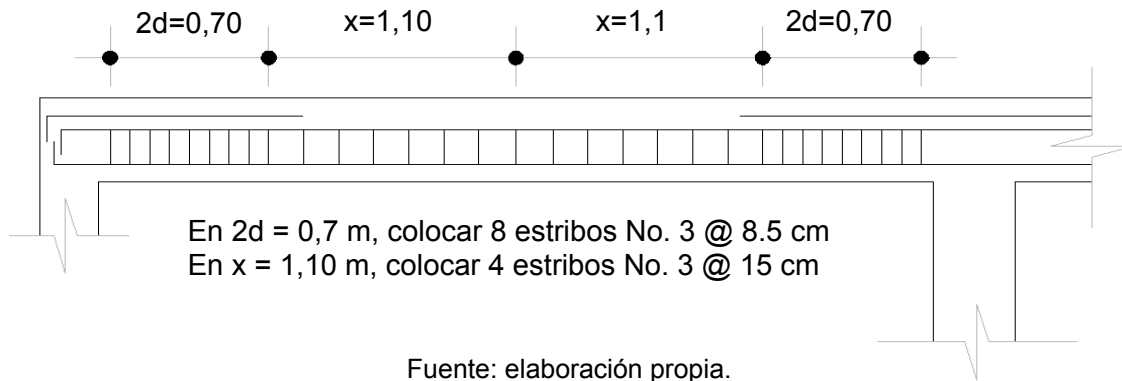
$$X = 1,79 \cdot (5\,679,68) / 7\,189,10 = 1,41 \text{ m}$$

Usar  $S_{\text{máx}} = 15$  cm

Colocar en  $X= 1,41$ , 9 estribos No. 3 @ 15 cm

Colocar estribos No. 3, 1ro. a 5 cm del rostro + 8 @ 8,5 cm + resto @ 15 cm

Figura 19. **Esquema espaciamiento de estribos en viga**



### 2.1.13.3. **Diseño de columnas**

Columna de longitud 2,20 m

Calcular carga última:

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

$$CU = 1,4 [(2\ 400 \cdot 0,10) + 100] + 1,7 (500) = 1\ 326 \text{ kg/m}^2$$

Calcular factor de carga última:

$$FCU = CU / (\text{CM} + \text{CV})$$

$$FCU = 1\ 326 / (340 + 500) = 1,58$$

Calcular carga axial:

$$Pu = (\text{Área tributaria columna} \cdot CU_{\text{total}}) + (\text{Peso propio de vigas} \cdot FCU) + (\text{Pp columna} \cdot FCU)$$

$$Ppvigas = \text{Sección viga} \cdot (\text{longitud vigas que llegan a columna}/2) \cdot Wc$$

$$Ppviga1 = 0,25 \cdot 0,35 \cdot 3 \cdot 2\ 400 = 504 \text{ kg}$$

$$Ppviga2 = 0,25 \cdot 0,40 \cdot (3\ 725/2) \cdot 2\ 400 = 447 \text{ kg}$$

$P_{pcol} = \text{Sección columna} * \text{longitud columna} * W \text{ concreto}$

$P_{pcol} = 0,35 * 0,35 * 2,2 * 2400 = 646,8 \text{ kg}$

$P_u = (11175 + 1326) + 1,58 * (504 + 447 + 646,8) = 17342,57 \text{ kg}$

Clasificar la columna según su esbeltez:

Si:  $E < 21$ ;                      Columna corta (no magnificar momentos)

$21 \leq E < 100$ ;                  Columna intermedia (magnificar momentos)

$E > 100$ ;                        Columna larga (no construir, fallan por pandeo)

$$E = K * L_u / r$$

Donde:

$K$  = Factor de longitud efectiva.

$L_u$  = Longitud de la columna entre apoyos.

$r$  = Radio de giro de sección transversal, para columna rectangular

usar:  $r = 0,30 * \text{Lado menor de sección} = 0,30 * 0,35 = 0,105 \text{ m}$

Coeficientes que miden el grado de empotramiento a la rotación:

Extremo superior:

$$\Psi = \frac{\sum (E_m * I/L) \text{ columnas}}{\sum (E_m * I/L) \text{ vigas}}$$

Donde:

$E_m = 1$  (Por ser todo el marco del mismo material)

$I$  = Inercias de cada elemento estructural

$L$  = Longitud de cada elemento estructural

$I = b * h^3 / 12$

$$I_{col} = 35 \cdot 35^3 / 12 = 125\,052,08 \text{ cm}^4$$

$$I_{vig1} = 20 \cdot 35^3 / 12 = 71\,458,33 \text{ cm}^4$$

$$I_{vig2} = 25 \cdot 40^3 / 12 = 133\,333,33 \text{ cm}^4$$

$$\Psi = \frac{(1 \cdot 125\,052,08 / 2,2)}{(1 \cdot 71\,458,33 / 3) + (1 \cdot 133\,333,33 / 3 \cdot 725)} = 0,68$$

Extremo inferior:

$$\Psi = 0; \text{ (Por ser empotramiento en la base)}$$

Promedio:

$$\Psi_p = (0,68 + 0) / 2 = 0,34$$

Factor de longitud efectiva K:

Para  $\Psi_p < 2$ :

$$K = \frac{20 - \Psi_p}{20} \cdot \sqrt{1 + \Psi_p} = \frac{20 - 0,34}{20} \cdot \sqrt{1,34} = 1,14$$

Sustituir datos para calcular esbeltez:

$$E = KLu / r = 1,14 \cdot 2,2 / 0,105 = 23,88 \text{ (Columna intermedia)}$$

$$\text{Como: } 21 \leq 23,88 < 100; \text{ (Columna intermedia)}$$

Magnificación de momentos:

- Factor de flujo plástico del concreto:

$$B_d = CMU / CU$$

$$B_d = 1,4 \cdot 340 / 1\,326 = 0,359$$

- El total del material:

$$EI = \frac{E_c \cdot I_g}{2,5 (1+Bd)}$$

Donde:  $E_c = 15,100 \sqrt{f_c}$

$$I_g = b \cdot h^3 / 12$$

$$EI = \frac{(15,100 \sqrt{210}) \cdot (35 \cdot 35^3 / 12)}{2,5 (1 + 0,359)}$$

$$EI = 8\,0541 \cdot 10^9 \text{ kg-cm}^2$$

$$EI = 805,41 \text{ t-m}^2$$

- Carga critica de pandeo de Euler:

$$P_{cr} = (\pi^2 \cdot EI) / (K \cdot Lu)^2$$

$$P_{cr} = (\pi^2 \cdot 805,41) / (1,14 \cdot 2,2)^2 = 1\,263,75 \text{ t}$$

- Magnificador de momentos:

$$\delta = \frac{1}{1 - (P_u / \phi P_{cr})} \geq 1$$

Donde:  $\phi = 0,70$ ; (Para estribos)

$$\delta = \frac{1}{1 - (17,34 / 0,7 \cdot 1263,75)} = 1,02$$

- Momentos de diseño magnificados:

$$M_x = 7\,116,66 \cdot 1,02 = 7\,258,99 \text{ kg-m}$$

$$M_y = 7\,073,73 \cdot 1,02 = 7\,215,20 \text{ kg-m}$$

Refuerzo longitudinal, aplicando el método de Bresler:

- Límites de área de acero en la columna:

$$1\% A_g \leq A_s \leq 8\% A_g$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,01 (35 \cdot 35) = 12,25 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 0,08 (35 \cdot 35) = 98 \text{ cm}^2$$

- Proponer área de acero y armado:

$$A_s = 1,5\% A_g$$

$$A_s = 0,015 (35 \cdot 35) = 18,375 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armado propuesto} = 4 \text{ No. 6} + 4 \text{ No. 5 con } A_s = 19,35 \text{ cm}^2$$

- Usando diagramas de interacción para diseño de columnas:

Valor de la gráfica:

$$\gamma = \frac{b - 2\text{rec}}{h} = \frac{0,35 - (2 \cdot 0,03)}{0,35} = 0,8$$

Valor de la curva:

$$P_t u = \frac{A_s \cdot f_y}{A_g \cdot 0,85 \cdot f_c} = \frac{19,32 \cdot 2810}{(35 \cdot 35) \cdot 0,85 \cdot 210} = 0,25$$

Excentricidades:

$$e_x = M_x / P_u = 7258,99 / 17342,57 = 0,43$$

$$e_y = M_y / P_u = 7215,20 / 17342,57 = 0,43$$

Valor de la diagonal:

$$e_x / h_x = 0,45 / 0,35 = 1,2$$

$$e_y / h_y = 0,45 / 0,35 = 1,2$$

En diagrama buscar:

$$K'x = 0,3$$

$$K'y = 0,3$$

Resistencia de la columna a una excentricidad dada.

Carga de resistencia de la columna:

$$P'ux = K'x \cdot \phi \cdot f'c \cdot b \cdot h = 0,3 \cdot 0,7 \cdot 210 \cdot 35 \cdot 35 = 54\,022,50 \text{ kg}$$

$$P'uy = K'y \cdot \phi \cdot f'c \cdot b \cdot h = 0,3 \cdot 0,7 \cdot 210 \cdot 35 \cdot 35 = 54\,022,50 \text{ kg}$$

Carga axial de resistencia para la columna:

$$P'o = \phi [0,85 \cdot f'c (Ag - As) + As \cdot fy]$$

$$P'o = 0,7 [0,85 \cdot 210(1,225 - 19,32) + 19,32 \cdot 2,810] = 188\,652,16 \text{ kg}$$

Carga de resistencia de la columna:

$$P'u = \frac{1}{(1/P'ux) + (1/P'uy) - (1/P'o)}$$

$$P'u = \frac{1}{(1/54,022,50) + (1/54,022,50) - (1/188,652,16)}$$

$$P'u = 31\,525 \text{ kg}$$

Chequeando  $P'u > Pu$ , si no aumentar  $As$

$$31\,525 \text{ kg} > 17\,342,57 \text{ kg} \quad [\text{Ok}]$$



Acero transversal (Estribos):

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

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 35 \cdot 30,1 = 6\,877,7 \text{ kg}$$

$$V_{act} = 6\,450,18 \text{ kg}$$

$$S_{m\acute{a}x} = d/2 = 30,1 / 2 \approx 15 \text{ cms}$$

Longitud de confinamiento:

$$L_o \begin{cases} L_u/6 = 2,2/5 = 0,44 \text{ m} \\ \text{Lado} > \text{de columna} = 0,35 \text{ m} \\ 0,45 \end{cases}$$

Tomar el mayor,  $L_o = 0,45 \text{ m}$

Relaci3n volum3trica:

$$\rho_s = 0,45(A_g/A_{ch} - 1) (0,85 \cdot f_c/f_y)$$

Donde:

$$\rho_s \geq 0,12 (f_c/f_y)$$

$$\rho_s = 0,45((35 \cdot 35)/(29 \cdot 29) - 1)(0,85 \cdot 210/2\,810) \geq 0,12(210/2\,810)$$

$$\rho_s = 0,01305 \geq 0,008967$$

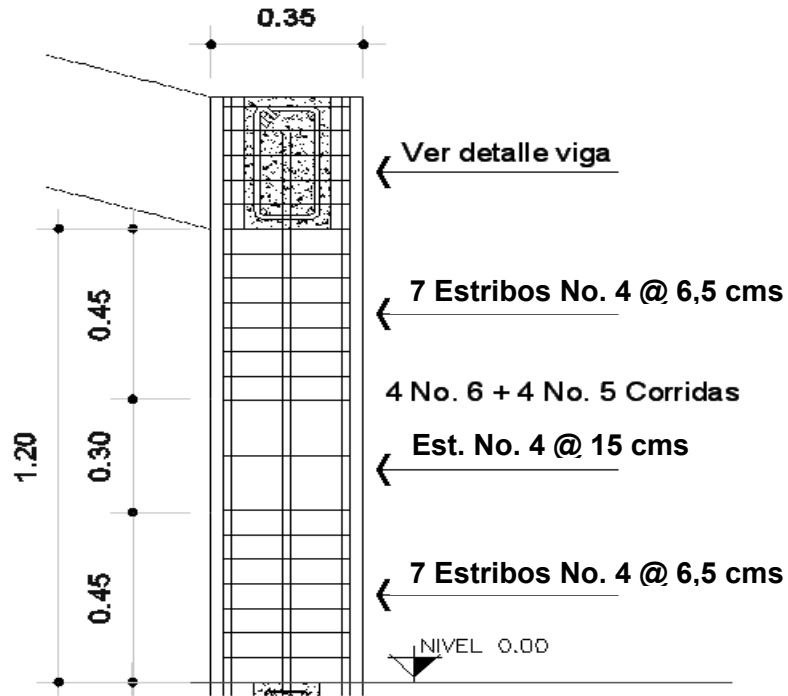
$$S = 2 A_v / (\rho_s \cdot L_n)$$

$$S = (2 \cdot 1,27) / (0,01305 \cdot 29)$$

$$S = 6,5 \text{ cms}$$

Colocar en zona de confinamiento 7 No. 4 @ 6,5 cms + resto @ 15 cms

Figura 20. Esquema de espaciamiento de estribos en columna



Fuente: elaboración propia.

Para las columnas restantes se utiliza el mismo procedimiento; ver detalle en apéndice.

#### 2.1.13.4. Diseño de cimientos

Para columna de  $35 \times 35 \text{ cm}^2$

Valor soporte del suelo =  $29 \text{ t/m}^2$

$\gamma_s = 1,24 \text{ t/m}^3$

Desplante = 1,00 m

$M_x = 3, 596,16 \text{ kg-m}$

$M_y = 3, 508,47 \text{ kg-m}$

$P_u = 17 491,41 \text{ kg}$

FCU = 1,58

Carga de trabajo:

$$P' = P_u / F_{CU} = 17\,342,57 / 1,58 = 10,98 \text{ t}$$

Momentos de trabajo:

$$M' = M_u / F_{CU}$$

$$M'_x = 7\,073,73 / 1,58 = 4\,477,04 \text{ kg-m} = 4,48 \text{ t-m}$$

$$M'_y = 3\,508,47 / 1,58 = 2\,220,55 \text{ kg-m} = 2,22 \text{ t-m}$$

Estimación de área de zapata:

$$A_z = 1,5 \cdot P' / V_s = (1,5 \cdot 10,98) / (29) = 0,57 \text{ m}^2$$

Sección de zapata de 2,00 m \* 2,00 m

$$\text{Proponer } A_z = 2,00 * 2,00 = 4,00 \text{ m}^2$$

Estimación total de cargas actuantes:

$$P = P' + P_s + P_{cim}$$

$$P_s = A_z \cdot \text{desplante} \cdot \gamma_s = 4 * 1,1 * 1,24 = 5,456 \text{ t}$$

$$P_{cim} = A_z \cdot \text{espesor asumido} \cdot W_c = 4 * 0,4 * 2,4 = 3,84 \text{ t}$$

$$P = 10,98 + 5,456 + 3,84 = 20,276 \text{ t}$$

Presión sobre el suelo:

$$q = \frac{P}{A_z} \pm \frac{M'_x}{S_x} \pm \frac{M'_y}{S_y}$$

$$\text{Donde: } S = (1/6) b \cdot h^2 = (1/6)(2)(2)^2 = 1,333$$

$$q = \frac{18,09}{4} \pm \frac{2,28}{1,333} \pm \frac{2,22}{1,333}$$

$$q_{\text{máx}} = 10,09 \text{ ton/m}^2 < V_s$$

$$q_{\text{mín}} = 0,043 \text{ ton/m}^2 > 0$$

Presión última de diseño:

$$q_{\text{dis u}} = q_{\text{máx}} \cdot \text{FCU} = 10,09 \cdot 1,58 = 15,94 \text{ t/m}^2$$

Diseño de peralte efectivo de la zapata:

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

$$d = 40 - 7,5 - 1,9/2 = 31,55 \text{ cm}$$

Corte simple actuante, actúa a una distancia d, del rostro de la columna:

$$V_{\text{act}} = \text{Área actuante} \cdot q_{\text{dis u}}$$

$$V_{\text{act}} = 2,038 \cdot 15,94$$

$$V_{\text{act}} = 32,48 \text{ t}$$

Corte simple resistente:

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d / 1000$$

$$V_r = 0,85 \cdot 0,53 \cdot \sqrt{210} \cdot 200 \cdot 31,55 / 1000$$

$$V_r = 41,19 \text{ t}$$

$$V_r > V_{\text{act}}$$

41,19 t > 32,48 t, el peralte es correcto, resiste corte simple.

Corte punzonante actuante, actúa a una distancia  $d/2$ , del rostro de la columna:

$$V_{act} = (\text{Área zapata} - \text{Área punzonada}) * q_{dis} u$$

$$V_{act} = 3,04 * 15,94$$

$$V_{act} = 48,46 \text{ t}$$

Corte punzante resistente:

$$V_r = 0,85 * 1,06 * \sqrt{f_c} * b_o * d / 1000$$

Donde:  $b_o$  = Perímetro de sección crítica de punzonamiento.

$$b_o = 0,85 * 1,06 * \sqrt{210 * 226,2 * 31,55} / 1000$$

$$b_o = 109,66 \text{ t}$$

$$V_r > V_{act}$$

109,66 t > 48,46 t, el peralte es correcto, resiste corte punzante

Diseño de refuerzo:

$$M_u = WL^2/2$$

Donde:

$$W = q_{dis} \text{ (Por ser zapata cuadrada)}$$

L = Distancia medida del rostro de columna al borde de zapata

$$M_u = (15,94)(0,825)^2/2 = 5,42 \text{ T-m}$$

Área de acero requerido para momento último:

$$A_{sreq} = [b * d - \sqrt{(b * d)^2 - ((M_u * b) / (0,003825 * f_c))}] * (0,85 * f_c / f_y)$$

Donde:

$M_u$  = Momento último (kg-m)

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

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

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$d = 31,55 \text{ cm}$$

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

$$A_{s_{req}} = \frac{[(100 \cdot 31,55) - \sqrt{((100 \cdot 31,55)^2 - 5 \cdot 424,58 \cdot 100)}] \cdot 0,85 \cdot 210}{(0,003825 \cdot 210) \cdot 2 \cdot 810}$$

$$A_{s_{req}} = 6,92 \text{ cm}^2$$

Área de acero mínimo:

$A_{s_{mín}} = (14,1/f_y) \cdot b \cdot d = (14,1/2,810) \cdot 100 \cdot 31,55 = 15,83 \text{ cm}^2$ , colocar el área de acero mínimo en el refuerzo de la zapata.

Espaciamiento entre varillas de refuerzo:

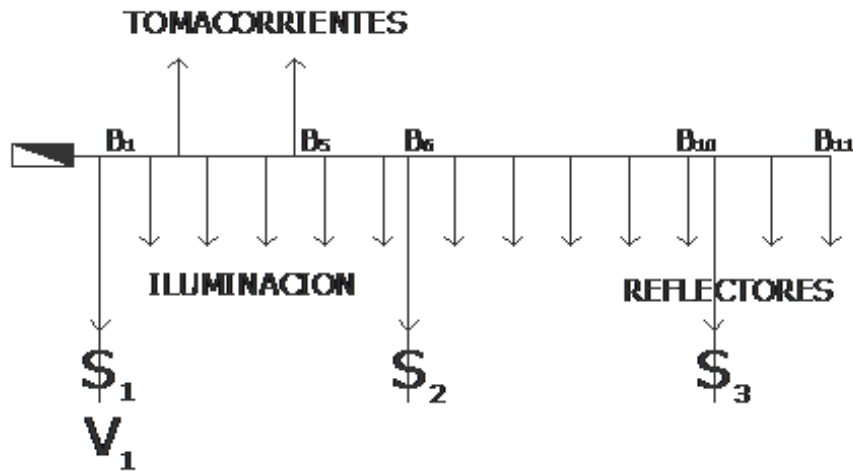
$S = (\text{Área varilla}) / (A_s \text{ a utilizar}) = 2,85 / 15,83 = 0,18 \text{ m}$ , colocar en ambos sentidos, diámetro No. 6

Para los cimientos restantes, se utiliza el mismo procedimiento; ver detalle en apéndice.

#### **2.1.14. Instalaciones eléctricas**

Debajo del graderío, se cuenta con dos circuitos de iluminación (con un total de 10 lámparas). Se presentan plantas esquematizadas, mostrando la distribución del sistema eléctrico, así como planilla de simbología utilizada para el sistema eléctrico, a continuación se presenta el diagrama unifilar.

Figura 21. Diagrama unifilar



Fuente: elaboración propia.

$$I = \frac{100 \text{ w}}{120 \text{ v}} = 0.83 \text{ amperios}$$

$\epsilon P$ : Pérdida de voltaje debido a elongación del cable.

$$V_1 = 120 \text{ v.}$$

$$3\% \text{ de } 120 = 3,6 \text{ v.}$$

La ampacidad está basada a una temperatura ambiente de 30 °C.

Por tanto:

$$I = \frac{\int}{K A} I \text{ total}$$

Donde:

$$k = 57 \text{ para } 30 \text{ °C.}$$

A = Área del cable en  $\text{mm}^2$

$$\epsilon_p = 2 \cdot R + I_{\text{total}} = \frac{2f}{KA} I_{\text{Total}}$$

Despejando se obtiene el área de cable.

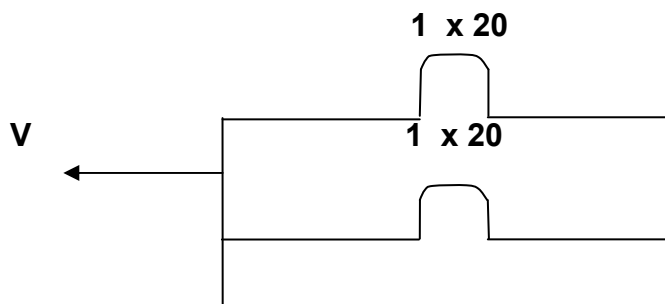
$$A = \frac{2}{e \cdot K} \left( l_{B1 B5} + B1 B5 \int_{B5 B6} + B5 B6 \int_{B6 B10+B6 B10} + \int_{\text{reflectores reflectores}} \right)$$

Donde  $\int$  es la longitud de un punto a otro

$$I_{\text{total}} = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$I_{B10 B11}$ , tomar en consideración que son reflectores dobles por lo que el  $N_0$  de amperios para cada reflector es de 1,66 amperios

Para el tablero



- 10 focos en cielo x 0,83 = 9,96 amperios
- 2 tomacorrientes x 0,83 = 1,66 amperios
- 3 Reflectores x 1,66 = 9,96 amperios
- Suma total de amperios 19,92 flupon de 20 amperios a utilizar
- Se adjunta tablas de ampacidad de cables



### **2.1.15. Planos constructivos**

Tomando en cuenta el dimensionamiento anterior descrito, se presenta un listado de planos constructivos del proyecto, mostrando los planos en apéndice.

- Planta de distribución + planta amueblada (1/9)
- Planta de cotas + sección transversal (2/9)
- Planta de cimientos + detalles estructurales (3/9)
- Corte en graderío + detalles (4/9)
- Planta + detalles de vigas (5 -6/9)
- Detalles de unión de columnas (7/9)
- Planta de losa + detalles (8/9)
- Planta de electricidad, fuerza e iluminación (9/9)

### **2.1.16. Presupuesto**

El presupuesto se integró en base a precios unitarios, aplicando el criterio de precios de materiales que se cotizan en el área. Lo concerniente a mano de obra calificada y no calificada lo que la municipalidad tiene contemplado. Para casos similares, en cuanto a costos indirectos se aplicó el 25%.

Tabla IX. Presupuesto

DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERÍO DEL ESTADIO MUNICIPAL, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ						
CUADRO DE COSTOS UNITARIOS						
No.	REGLÓN	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNITARIO	TOTAL	PORCENTAJE
1	Trabajos preliminares	253,00	ml	20,00	5 060,00	0,61%
2	Excavaciones estructurales	253,00	ml	115,00	29 095,00	3,53%
3	Zapata tipo 1	7,00	UNIDAD	3 600,00	25 200,00	3,05%
4	Zapata tipo 2	14,00	UNIDAD	2 450,00	34 300,00	4,16%
5	Zapata tipo 3	28,00	UNIDAD	700,00	19 600,00	2,38%
6	Cimiento corrido	237,00	ml	130,00	30 810,00	3,73%
7	Emplantillado	72,48	m2	100,00	7 248,00	0,88%
8	Solera de humedad	197,00	ml	120,00	23 640,00	2,87%
9	Solera intermedia	301,50	ml	110,00	33 165,00	4,02%
10	Solera corona	160,35	ml	120,00	19 242,00	2,33%
11	Columnas de concreto tipo 1	7,00	UNIDAD	1 650,00	11 550,00	1,40%
12	Columnas de concreto tipo 2	7,00	UNIDAD	2 000,00	14 000,00	1,70%
13	Columnas de concreto tipo 3	7,00	UNIDAD	3 000,00	21 000,00	2,55%
14	Columnas de concreto tipo 4	28,00	UNIDAD	1 450,00	40 600,00	4,92%
15	Viga de concreto reforzado tipo 1	3,00	UNIDAD	8 500,00	25 500,00	3,09%
16	Viga de concreto reforzado tipo 2	7,00	UNIDAD	4 500,00	31 500,00	3,82%
17	Losa de graderío	142,21	m2	740,00	105 235,40	12,76%
18	Levantado de block par muro perimetral	500,50	m2	220,00	110 110,00	13,35%
19	Levantado de muro de block	485,73	m2	200,00	97 146,00	11,78%
20	Instalación hidráulica	90,00	ml	40,00	3 600,00	0,44%
21	Instalación drenaje sanitario	96,00	ml	80,00	7 680,00	0,93%
22	Instalación drenaje pluvial	186,00	ml	80,00	14 880,00	1,80%
23	Cajas de ladrillo	3,00	UNIDAD	365,00	1 095,00	0,13%
24	Artefactos sanitarios	1,00	GLOBAL	12 183,60	12 183,60	1,48%
25	Instalación eléctrica (fuerza)	2,00	UNIDAD	345,00	690,00	0,08%

### Continuación Tabla IX.

26	Instalación eléctrica (iluminación)	28,00	UNIDAD	360,00	10 080,00	1,22%
27	Repello + cernido	156,00	m2	45,00	7 020,00	0,85%
28	Repello + alisado	74,00	m2	50,00	3 700,00	0,45%
29	Piso de concreto	225,00	m2	60,00	13 500,00	1,64%
30	Ventanearía	7,92	m2	625,00	4 950,00	0,60%
31	Puerta tipo P1	4,00	UNIDAD	5 850,00	23 400,00	2,84%
32	Puerta tipo P2	2,00	UNIDAD	3 120,00	6 240,00	0,76%
33	Puerta tipo P3	2,00	UNIDAD	2 730,00	5 460,00	0,66%
34	Puerta tipo P4	6,00	UNIDAD	2 340,00	14 040,00	1,70%
35	Puerta tipo P5	4,00	UNIDAD	3 120,00	12 480,00	1,51%
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 825 000,00</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.

### **3. DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE, PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ**

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

El proyecto introducción de agua potable para la aldea Concepción La Ceiba, consta de la captación de una fuente superficial del río Xulá, una línea de conducción de 1 223,53 m, de longitud, red de distribución de 2 378 metros, tanque de almacenamiento de 50 metros cúbicos, sistema de cloración a base de pastillas de tricloro y 143 conexiones domiciliarias.

#### **3.2. Levantamiento topográfico**

El levantamiento topográfico se realizó utilizando una estación total marca Sokia.

El equipo utilizado para la topografía fue el siguiente:

- Estación total marca Sokia
- Cinta métrica de 50 metros
- Brújula
- Estadal
- Plomada
- Trompos de madera
- Machete

Para el levantamiento topográfico, se contó con la ayuda de miembros de la comunidad que forman parte del Consejo Municipal de Desarrollo y del Consejo Comunitario de Desarrollo, de la aldea Concepción La Ceiba. Los datos y resultados obtenidos se traducen en la elaboración de los planos, los cuales se presentan en el apéndice.

### 3.3. Libreta topográfica

Línea de conducción		
LADO EST-PV	AZIMUT	DISTANCIA (m)
0-1	248°6'15"	42,875
1-2	320°36'15"	18,121
2-3	273°58'10"	25,369
3-4	227°29'30"	31,330
4-5	204°44'20"	18,049
5-6	256°29'20"	82,430
6-7	224°51'0"	7,689
7-8	269°16'5"	44,150
8-9	289°56'30"	21,598
9-10	250°53'15"	55,337
10-11	243°19'45"	76,276
11-12	335°57'55"	55,259
12-13	299°54'10"	27,180
13-14	264°26'55"	117,511
14-15	265°19'5"	124,684
15-16	266°7'50"	164,410
16-17	27°13'10"	53,970
17-18	15°15'0"	87,215
18-19	344°7'10"	84,152
19-20	341°30'40"	63,593
20-21	253°34'27"	199,482
21-22	249°53'0"	169,722
22-23	300°24'20"	36,385
23-24	245°42'56"	46,923
24-25	242°21'21"	48,577
25-26	240°41'51"	48,681
26-27	256°22'51"	50,499

<b>Distribución ramal 1</b>		
<b>LADO EST-PV</b>	<b>AZIMUT</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
23-28	339°19'11"	71,145
28-29	339°58'14"	10,049
29-30	340°30'55"	13,437
30-31	338°59'47"	118,387
31-32	338°17'57"	27,122
32-33	339°11'11"	114,549
<b>Distribución ramal 2</b>		
<b>LADO EST-PV</b>	<b>AZIMUT</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
24-34	338°48'21"	122,004
34-35	338°57'24"	93,124
35-36	338°59'23"	22,253
36-37	339°1'7"	125,814
<b>Distribución ramal 3</b>		
<b>LADO EST-PV</b>	<b>AZIMUT</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
25-42	339°7'21"	125,077
42-43	339°3'25"	91,682
43-44	338°35'34"	22,510
44-45	339°11'6"	89,761
<b>Distribución ramal 4</b>		
<b>LADO EST-PV</b>	<b>AZIMUT</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
26-42	339°2'21"	127,092
42-43	339°3'56"	91,958
43-44	338°29'58"	35,269
44-45	339°12'6"	90,439
<b>Distribución ramal 5</b>		
<b>LADO EST-PV</b>	<b>AZIMUT</b>	<b>DISTANCIA (m)</b>
27-46	339°20'6"	132,563
46-47	339°3'35"	75,686
47-48	339°19'17"	49,779
48-49	338°43'52"	97,761

### **3.4. Caudal de aforo, tipo de fuente superficial (río)**

Por ser una fuente superficial (río), cuyo caudal es mayor a  $1 \text{ m}^3$ , no se aforó, ya que solo se captará una parte de este, equivalente a 3,8 l/s.

### **3.5. Calidad del agua**

Las fuentes de abastecimiento, suelen ser superficiales: como ríos y lagos, subterráneos como pozos, en ambos casos existe la posibilidad de que no se encuentren aptos para el consumo humano, las muestras que se analizaron, se llevaron al Laboratorio Nacional de Salud LNS, esto con el fin de establecer las características físico químicas-sanitarias y bacteriológicas del agua, se tomaron muestras de la fuente para someterlas a los análisis de laboratorio y conocer la calidad del agua.

#### **3.5.1. Exámen físico químico sanitario**

Este análisis, determina las características físicas del agua tales como: color, aspecto, olor, sabor y turbidez, además se puede determinar el contenido de sustancias químicas en solución en el agua, que pueden afectar la salud, dañar las tuberías, equipos y otros efectos adversos.

Los resultados que se obtienen en el análisis físico químico, deben ser comparados con los límites máximos aceptables, según norma la COGUANOR NGO 29001. Ver anexo

### **3.5.2. Exámen bacteriológico**

Las mayores partes de las fuentes superficiales, están expuestas a ser contaminadas, esta contaminación principalmente, proviene de las bacterias coliformes que se encuentran en las heces fecales.

El examen bacteriológico, se hace con el fin de establecer la probabilidad de contaminación por microorganismos patógenos en el agua, ya que se basa en métodos estadísticos.

### **3.6. Período de diseño**

El período de diseño, es el lapso durante el cual el sistema funcionará eficientemente. El período que se utilizó para el presente proyecto es de 21 años, debido a que se va a utilizar PVC, esto permite una durabilidad de las instalaciones y capacidad de agua que genera la fuente de servicio, este período de diseño es recomendable por la Organización Mundial de la Salud.

### **3.7. Estimación de la población de diseño**

Para calcular la población futura o de diseño, se utilizará el método geométrico.

$$P_f = P_a (1+r)^n$$

$P_f$  = Población futura (habitantes)

$P_a$  = Población actual (habitantes)

$r$  = Tasa de crecimiento poblacional (según INE = 2%)

$n$  = Período de diseño (años)



Pa = 875 Habitantes  
r = 0,02  
n = 21 años  
Pf =  $875 \cdot (1+0,02)^{21}$   
Pf = 1 326 Habitantes

### 3.8. Dotación

La dotación, es la cantidad de agua que se le asigna a una persona durante un día de actividad, dentro de una población. Esta dotación debe de cubrir todas las necesidades en cuanto a la cantidad del agua que se requiera. Para la determinación de la dotación, en litros por habitante por día (l/ hab/día) de una población, se debe de tomar en cuenta los siguientes parámetros.

- Clima y capacidad de la fuente
- Condiciones socioeconómicas de la población
- Tipo de sistema de abastecimiento
- Nivel de vida y características de la población
- Costo del servicio de agua al usuario
- Presiones en el sistema

Para el efecto, se evaluaron los patrones de consumo de la aldea, los cuales son:

<b>Uso o actividad</b>	<b>Consumo estimado</b>
Consumo humano	2,00 l/hab/día
Cocinar	3,00 l/hab/día
Aseo de casa	4,00 l/hab/día
Utensilios de cocina	4,00 l/hab/día
Lavar ropa	15,00 l/hab/día
Aseo personal	1,00 l/hab/día
Actividades varias	25,00 l/hab/día
Consumo total estimado	64,00 l/ha/día

Partiendo del consumo estimado, se podrá obtener una dotación, tomando como parámetro los siguientes datos.

<b>Dotación (l/hab/día)</b>	<b>Sistema de abastecimiento</b>
De 30 a 40	Pozos excavados y bomba manual
De 40 a 50	Llena cantaros en clima frío
De 50 a 60	Llena cantaros en clima cálido
De 60 a 80	Conexión predial en clima frío
De 80 a 100	Conexión predial en clima cálido
De 100 a 150	Conexión domiciliar en clima frío
De 150 a 200	Conexión domiciliar en clima cálido
De 200 a 250	Colonias residenciales, urbanas

Para el proyecto en estudio, se utilizará una dotación de 150 l/ha/día.

### **3.8.1. Factores de consumo**

Estos son factores de seguridad, se utilizan para garantizar el buen funcionamiento del sistema en cualquier época, bajo cualquier condición y se dividen en dos; en factor de hora máximo y factor de día máximo.

### **3.8.2. Factor de hora máximo (FHM)**

Este factor, es un incremento porcentual que está en función al tamaño de la población de la siguiente forma:

- Poblaciones menores de 1 000 habitantes se usa 1,5
- Poblaciones mayores de 1 000 habitantes se usa 1,8

Para este diseño en particular, se tomará como factor de hora máximo 1,8, debido a que se tiene una población que rebasa los 1 000 habitantes.

### **3.8.3. Factor de día máximo (FDM)**

Al igual que el factor de hora máximo, es un incremento porcentual, el cual funciona en relación a la población que se deberá servir.

- Poblaciones menores de 1000 habitantes se usa 1,8
- Poblaciones mayores de 1000 habitantes se usa 1,2

Para este diseño utilizaremos 1,2 como factor de día máximo.

### **3.9. Determinación de caudales**

#### **3.9.1. Caudal medio diario**

Es el caudal relacionado con los consumos diarios de agua de una población, durante un período de registro de un año, dado en litros sobre segundo l/s.

Fórmula utilizada para el cálculo del caudal medio diario.

$$Q_m = (\text{Dotación} * \text{Población}) / 86\ 400$$

$$Q_m = l / s$$

$$Q_m = (168 * 1\ 326) / 86\ 400$$

$$Q_m = 2,57\ l/s$$

#### **3.9.2. Caudal máximo diario**

El caudal máximo diario, es el mayor consumo de agua que puede haber en 24 horas dentro de una población, este caudal se ve afectado por el factor de día máximo y el valor obtenido es utilizado, para el diseño de la línea de conducción.

Para su cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$Q_c = Q_m * FDM$$

$$Q_c = 2,57 * 1,2$$

$$Q_c = 3,80\ l/s$$

### 3.9.3. Caudal máximo horario

Este caudal, es el máximo consumo de agua en una hora determinada. Se calcula de la siguiente forma:

$$Q_{mh} = Q_m * FHM \text{ (l/s)}$$

$$Q_{mh} = 2,57 \text{ l/s} * 1,8$$

$$Q_{mh} = 4,63 \text{ l/s}$$

### 3.10. Datos para diseño

<b>Tipo de sistema a utilizar</b>	<b>Por gravedad</b>
Período de diseño	21 años
Tipo de red de distribución	Ramales abiertos con conexiones prediales
Población actual	875 habitantes
Población futura	1 326 habitantes
Tasa de crecimiento	2%
Dotación	150 litros por habitante día
Caudal medio diario	2,57 litros por segundo
Caudal máximo diario	3,80 litros por segundo
Caudal máximo horario	4,63 litros por segundo
Viviendas actuales	146 viviendas
Densidad de habitantes por vivienda	6 habitantes
Actividad comercial	Agricultura
Tipo de clima	Cálido

## **Estación Meteorológica del INSIVUMEH (Cuyotenango, Suchitepéquez)**

Parámetros:

Temperatura media	= 26,90°
Temperatura máxima	= 33,40°
Temperatura mínima	= 21,10°
Temperatura máxima absoluta	= 38,00°
Temperatura mínima absoluta	= 18,80°
Lluvia	= 2 842,50 mm
Días de lluvia	= 157,00
Nubosidad	= 9,00 octas
Humedad relativa media	= 70,00%
Presión atmosférica	= 741,20 mm. Hg
Velocidad del viento	= 4,20 km/hora
Dirección del viento	= variable

### **3.11. Diseño de la captación**

En el lugar donde se captará el agua, existe una obra consistente en un muro de gravedad de concreto ciclópeo, que funciona como una presa y desvía el agua hacia un canal, luego pasa por un desarenador existente, y este la lleva a una caja que tiene una llave de compuerta y así es como el agua es llevada hacia la red de distribución, tomando en consideración que cuando la precipitación pluvial llega, debe de permanecer la llave de compuerta cerrada, para evitar colapsos en la tubería.

### **3.12. Diseño de la línea de conducción**

El tipo de tubería para la línea de conducción, es de PVC, Sale de una caja en donde se encuentra una llave de compuerta, hacia el tanque de almacenamiento que se encuentra ubicado en la estación No. 20. Para el diseño se tomaron en cuenta los siguientes criterios.

- Carga disponible o diferencia de alturas entre la captación y el tanque de almacenamiento
- Capacidad para transportar el caudal de conducción
- Tipo de tubería capaz de soportar las presiones hidrostáticas
- Considerar todas las obras necesarias para el buen funcionamiento del sistema
- Considerar los diámetros funcionales y velar por el menor costo posible

Para el diseño de la línea de conducción se utilizó la fórmula de Hazen-Williams.

### 3.12.1. Fórmulas

#### Fórmula de Hazen Williams

Las pérdidas de carga, se obtienen utilizando la fórmula de Hazen & Williams, que expresa la relación de flujo en conductos a presión o conductos que fluyen llenos.

$$hf = \frac{1\,743,811 * L * Q^{1,852}}{C^{1,852} * D^{4,87}}$$

Donde:

L= longitud del tramo

Q= caudal de diseño

C= coeficiente de Hazen & Williams

D= diámetro estimado

Hf= pérdida de carga

#### Diámetro

Aplicando Hazen Williams, se obtiene el diámetro teórico y a partir de este, se define el diámetro comercial apropiado, para luego calcular la pérdida real.

$$D = \left( \frac{1743,811 * L * Q^{1,852}}{H * C^{1,852}} \right) = 4,87$$

Donde:

D= diámetro en pulgadas

L= longitud en metros

Q= caudal en l/s

H= diferencia de alturas en metros

C= coeficiente que depende del tipo de material



## Velocidad

La velocidad de un fluido, es la ligereza o prontitud en el movimiento de sus partículas. La velocidad de una partícula en un conducto puede ser determinada con el uso de la siguiente fórmula.

$$V = Q/A$$

Donde:

V= velocidad (m/s)

Q= caudal

A= área de la sección

## Cota piezométrica

La cota piezométrica, en un tramo, se calcula de la forma siguiente: cota del terreno menos la pérdida de carga ocasionada por la fricción de la tubería en el mismo tramo.

$$CP = CTI - H_f$$

Donde:

CP= cota piezométrica

CTI= cota de terreno inicial

H<sub>f</sub>= pérdida de carga

### Presión dinámica

Es la carga ejercida por un fluido cuando este está en movimiento.

$$PD = CP - CT$$

Donde:

PD= presión dinámica

CP= cota piezométrica

CT= cota del terreno

### Presión estática

Es la fuerza ejercida por un fluido cuando este está en reposo

$$PE = NE - CT$$

Donde:

PE= presión estática

NE= nivel estático

CT= cota del terreno

### **3.12.2. Diámetros equivalentes y diámetro nominal**

Para sustituir una serie de tubos de diferentes tamaños o varios diámetros paralelos, se puede utilizar un tubo de cualquier diámetro deseado y de una longitud específica, que dé la misma pérdida de carga que el original para todos los gastos. En las redes complejas el tubo equivalente se usa sobre todo para simplificar los cálculos.

El diámetro nominal en una tubería, es el diámetro interno o diámetro útil de la misma, está dado en milímetros o en pulgadas que es la medida más comercial.

Tabla X. **Diseño de la línea de Conducción**

**Ramal principal**

EI	EF	C	Q	D	L	HF	CTI	CTF	CPI	CPF	PDI	PDF	VEL (m/s)
0	3	150	4,63	4	88	0,286	100	98,9	100	99,19	0	0,29	0,59358974
3	10	150	4,63	3	267	3,52	98,9	94,78	99,19	95,38	0,29	0,6	1,05527066
10	12	150	4,63	3	120	1,58	94,78	89,82	95,38	93,2	0,6	3,38	1,05527066
12	20	150	4,63	3	745	9,83	89,82	75,75	93,2	79,99	3,38	4,24	1,05527066

Fuente: elaboración propia.

Donde:

EI = Estación inicial

EF = Estación final

C = Dotación

Q = Caudal

D = Diámetro

L = Longitud

HF = Perdida de carga

CTI = Cota de terreno inicial

CTF = Cota de terreno final

CPI = Cota piezométrica inicial

CPF = Cota piezométrica final

PDI = Presión dinámica inicial

PDF = Presión dinámica final

VEL = Velocidad

### 3.13. Diseño del tanque de distribución

El cálculo del volumen del tanque de distribución, se muestra a continuación.

$$V_{td} = 0,2 * Q_m * 86\ 400$$

$$V_{td} = 0,2 * 2.57 * 86\ 400$$

$$V_{td} = 44\ 409 * 1\ m^3 / 1\ 000\ l$$

$$V_{td} = 44\ m^3$$

Para efectos de diseño, se considerará un tanque con capacidad de 50 metros cúbicos.

#### 3.13.1. Cálculo de la losa

Para el diseño de la losa del tanque de distribución, se utilizó el método 3 del ACI.

Relación A/B

$$A/B = 5/5$$

$$A/B = 1$$

De lo anterior se determina que la losa trabajará en dos sentidos.

Determinación del espesor:

$$e = \text{Perímetro} / 180$$

$$e = 20 / 180$$

$$e = 0,11\ m$$

Integración de cargas:

Peso propio = $2\,400\text{ kg} / \text{m}^3 * 0,11\text{ m}$	=	264 kg/m <sup>2</sup>
Acabados	=	<u>130 kg/m<sup>2</sup></u>
Carga muerta	=	394 kg/m <sup>2</sup>

Se utilizará una carga viva de 200 kg/m<sup>2</sup>

Determinación de cargas últimas de diseño

CMu =	$1,4 * 394\text{ kg/m}^2$	=	552 kg/m <sup>2</sup>
CVu =	$1,7 * 200\text{ kg/m}^2$	=	340 kg/m <sup>2</sup>
Cu		=	892 kg/m <sup>2</sup>

Determinación de momentos:

Caso 1

$$M (+) A = (0,036 * 552 * 5^2) + (0,036 * 340 * 5^2)$$

$$M (+) A = 802,8\text{ kg-m}$$

$$M (+) B = (0,036 * 552 * 5^2) + (0,036 * 340 * 5^2)$$

$$M (+) B = 802,8\text{ kg-m}$$

Se utilizaron momentos negativos iguales a  $M (+) / 3$ , por lo que los momentos negativos para ambos sentidos son:

$$M (-) AB = M (+) / 3$$

$$M (-) AB = 802,8\text{ kg-m} / 3$$

$$M (-) AB = 267,6\text{ kg-m}$$

Determinación del área de acero mínima:

$$A_{smín} = 0.4 \cdot 14.1 \cdot B \cdot d / F_y$$

Donde:

$A_{smín}$  = área de acero mínimo

B = base de la sección

d = peralte de la sección

$F_y$  = Límite de fluencia del acero

$$A_{smín} = 0.4 \cdot 14.1 \cdot 100 \cdot 9 / 2810$$

$$A_{smín} = 1.81 \text{ cm}^2$$

Determinación del espaciamiento para  $A_{smín}$ :

Utilizando varillas de hierro No. 3 grado 40

$$S = 1m \cdot A_s / A_{smín}$$

$$S = 1 \cdot 0.71 / 1.81$$

$$S = 0.39 \text{ m}$$

Cálculo de área de acero

$$B = 100 \text{ cm}$$

$$d = 9 \text{ cm}$$

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

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

M (kg-m)	As (cm <sup>2</sup> )	Espaciamiento (m)
802,8	3,64	19
267,6	1,81	39

El armado de la losa se presenta en los planos ver apéndice.

### 3.13.2. Cálculo de muro

Predimensionamiento del muro:

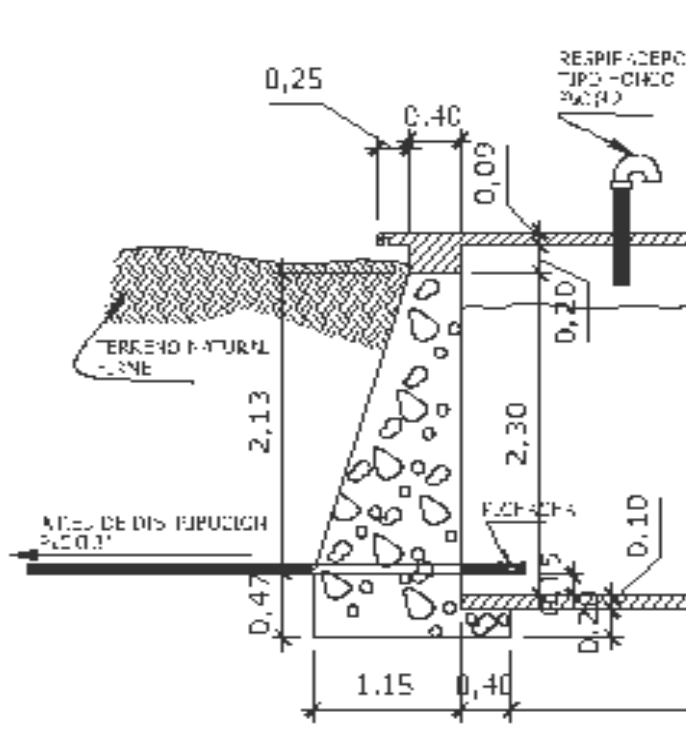
Base = 0,60 H

Base = 0,60 (2,30 m)

Base = 1,38 se utilizará 1,50 m

Cortina 0,4 m

Figura 22. Diseño de muro



Fuente: elaboración propia.

Datos:

$$W_s = \text{Peso específico del suelo } 1\,600 \text{ kg/m}^3$$

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

$$W_c = \text{Peso específico del concreto } 2\,400 \text{ kg/m}^3$$

$$W_{cc} = \text{Peso específico del concreto ciclópeo } 2\,600 \text{ kg/m}^3$$

$$V_s = \text{Valor soporte del suelo } 15 \text{ ton/m}^2 \text{ (Asumido)}$$

$$\phi = \text{Ángulo de fricción interna } 30^\circ \text{ (Asumido)}$$

$$W = \text{Carga uniformemente distribuida } 892 \text{ kg/m}$$

$$P_c = \text{Carga puntual } 1\,900 \text{ kg}$$

Momento que ejerce la carga puntual ( $M_c$ ):

$$M_c = 1\,900 * ((1/2 * 0,4) + 0,70) = 1710 \text{ kg-m}$$

Fuerza activa ( $F_a$ ):

$$F_a = W_{H_2O} * H^2/2$$

$$F_a = 1\,445 \text{ kg/m}$$

Momento de volteo con respecto a 0

$$M_{act} = F_a * H / 3$$

$$M_{act} = 1\,396 \text{ kg-m}$$

Fuerzas verticales:

De acuerdo a las secciones del muro se tiene:

$$F_v = W_{cc} * \text{Área (kg/m)}$$

$$\text{Sección 1: } 2\,600 * 0,72 = 1\,872 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sección 2: } 2\,600 * 0,62 = 1\,612 \text{ kg/m}$$

$$\text{Sección 3: } 2\,600 * 0,30 = \underline{780 \text{ kg/m}}$$

$$\Sigma \text{ de fuerzas verticales} = 4\,264 \text{ kg/m}$$



Momentos resultantes ( $M_r$ ) =  $F_v \cdot \text{Brazos}$

$$\sum M_r = 2\,835,04 \text{ kg-m}$$

Carga total  $W_t = 1\,900 + 4\,264$

$$W_t = 6\,164,00 \text{ kg/m}$$

Verificación de la estabilidad contra el volteo,  $F_{sv} \geq 1,5$

$$F_{sv} = \frac{M_r + M_c}{M_{act}} = \frac{2\,835,04 + 1\,615}{1\,396,83} = 3,185 \quad \text{sí cumple}$$

Verificación de la estabilidad contra deslizamiento  $F_{s6} \geq 1,5$

$$F_{s6} = F_6 \text{ (resistente)} / F_a \text{ (actuante)}$$

$F_6$  = fuerza resistente =  $W_t \cdot \text{coeficiente de fricción}$

$$F_6 = 6164 \cdot (0,9 \cdot \tan 30^\circ) = 3\,202,91$$

$$F_{s6} = F_6 / F_a = 3\,202,91 / 1445 = 2,21 \text{ si cumple}$$

Verificación de la presión máxima y mínima bajo la base del muro

$$P_{\max} < V_s \text{ y } P_{\min} > 0$$

Donde la excentricidad  $e = \text{Base} / 2 - a$

$$a = \frac{M_r + M_c - M_{act}}{W_t} = \frac{(2\,835,04 + 1\,615 - 1\,396,83)}{6\,164,00}$$

$$a = 0,495$$

$$e = 1,5 / 2 - 0,5 = 0,25 \text{ m}$$

$$S_x = 1/6 \cdot \text{base}^2 \cdot \text{longitud}$$

$$S_x = 1/6 \cdot (1,5 \text{ m})^2 \cdot 1 = 0,38 \text{ m}^3$$

Presión máxima (Pmax):

$$P_{\max} = (W_t / A) + ((W_t * ex) / Sx)$$

$$P_{\max} = (6\ 145 / 1,5) + ((6\ 164 * 0,25) / 0,38)$$

$$P_{\max} = 8164,60 < 15,000 \text{ kg/m}^2 \text{ si cumple}$$

$$P_{\min} = (W_t / A) - ((W_t * ex) / Sx)$$

$$P_{\min} = 54,07 > 0 \text{ si cumple}$$

### **3.14. Sistema de desinfección**

#### **3.14.1. Propósitos de la desinfección**

La desinfección en este proyecto, será para corregir cualquier problema que surja durante el tiempo de funcionamiento del sistema de agua, para esto se adoptó el uso de un hipoclorador, que tendrá como finalidad proporcionar una solución de cloro al tanque de distribución, por medio del arrastre del agua sobre pastillas de hipoclorito de calcio.

#### **3.14.2. Hipoclorador**

Las dimensiones del hipoclorador de pastilla, es de 0,30 m de diámetro y 0,90 m de alto y se ubicará dentro de una caja de 1m<sup>3</sup>, a la entrada del tanque de distribución, deberá graduarse el flujo, para que permita que la cantidad de cloro residual, en el punto más alejado de la red de distribución, esté entre 0,2 a 0,3 mg/l.

### 3.14.3. Dosis de cloro necesaria

El flujo de solución, al cual se debe de graduar el hipoclorador, se calcula de la siguiente manera:

$$F_c = Q_c * D_c * 0,06$$

Donde:

$F_c$  = Flujo de cloro

$Q_c$  = Caudal del agua en la entrada del tanque en l/m

$D_c$  = Demanda de cloro en mg/l

Teniendo  $Q_c = 289$  litros/minuto

$D_c = 0,2$  mg/l = 2 PPM

$F_c = 289 \text{ l/m} * 2 \text{ PPM} * 0,06 = 34,68 \text{ gr/h} = 125 \text{ tabletas/mes}$

$F_c = 125 \text{ tabletas/mes}$

### 3.15. Diseño de la red de distribución

Tabla XI. Datos de parámetros de diseño

EI	EF	C	Q	D	L	HF	CTI	CTF	CPI	CPF	PDI	PDF	VEL (m/s)
20	23	150	4,63	3	434	4,02	75,758	59,21	75,758	71,74	0	12,53	1,055270655
23	24	150	3,62	2	47	1,83	59,21	57,54	71,74	69,9	12,53	12,36	1,856410256
24	25	150	2,81	1 1/2	49	3,52	57,54	55,87	69,9	66,38	12,36	10,51	2,561823362
25	26	150	1,74	1 1/2	49	1,45	55,87	54,12	66,38	64,93	10,51	10,81	1,586324786
26	27.4	150	0,93	1 1/2	407	3,78	54,12	49,92	64,93	61,15	10,81	11,23	0,847863248

#### CALLEJÓN No. 1

23	23,6	150	1,01	1 1/2	355	3,84	59,214	56,16	71,738	67,9	12,524	11,74	0,920797721
----	------	-----	------	-------	-----	------	--------	-------	--------	------	--------	-------	-------------

## Continuación Tabla XI.

CALLEJÓN No. 2

24	24,4	150	0,81	1 1/2	363,2	2,61	57,547	54,48	69,9	67,29	12,353	12,81	0,738461538
----	------	-----	------	-------	-------	------	--------	-------	------	-------	--------	-------	-------------

CALLEJÓN No. 3

25	25,4	150	1,07	1 1/2	329	3,97	55,87	52,346	66,39	62,41	10,52	10,064	0,975498575
----	------	-----	------	-------	-----	------	-------	--------	-------	-------	-------	--------	-------------

CALLEJÓN No. 4

26	26,4	150	0,81	1 1/2	345	2,48	54,13	52,29	64,93	62,45	10,8	10,16	0,738461538
----	------	-----	------	-------	-----	------	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------------

Fuente: elaboración propia.

- EI = Estación inicial
- EF = Estación final
- C = Coeficiente de Hazen William
- Q = Caudal
- D = Diámetro
- L = Longitud
- Hf = Pérdida real
- CTI = Cota de terreno inicial
- PDF = Presión dinámica final
- CPI = Cota piezométrica inicial
- CPF = Cota piezométrica final
- PDI = Presión dinámica inicial
- PDF = Presión dinámica final
- VEL = Velocidad

### 3.16. Evaluación de impacto ambiental

Para determinar si es necesaria la presentación de una evaluación de impacto ambiental, para un sistema de abastecimiento de agua potable, se debe completar la información requerida en el formato de Evaluación Ambiental Inicial –FEAI-, para ser llevada a la Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales.

## Información sobre el proyecto

Nombre de las comunidades: aldea Concepción La Ceiba

Municipio: Cuyotenango

Departamento: Suchitepéquez

Tipo de proyecto: Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable, aldea Concepción La Ceiba, Cuyotenango, Suchitepéquez.

Primera evaluación ambiental para el sistema de abastecimiento de agua potable

Tabla XII. **Primera evaluación ambiental**

<b>Núm.</b>	<b>Interrogante</b>	<b>Resultado</b>
1	¿Se ubica el proyecto dentro de un área protegida legalmente establecida?	No
2	¿Nombre del área protegida?	-
3	¿Categoría de manejo del área protegida?	-
4	¿Base legal de la declaratoria del área protegida?	-
5	¿Ente administrador del área protegida?	-
6	¿Ubicación del proyecto dentro de la zonificación del área protegida?	-
7	¿Por la ubicación del proyecto dentro de áreas del SIGAP?	No requiere EIA

Fuente: elaboración propia.

Segunda evaluación ambiental para el sistema de abastecimiento de agua potable

Tabla XIII. **Segunda evaluación ambiental**

<b>Núm.</b>	<b>Interrogante</b>	<b>Resultado</b>
1	¿Cruza el proyecto un ecosistema terrestre natural?	No
2	¿Estado actual del ecosistema?	-

Fuente: elaboración propia.

Tercera evaluación ambiental para el sistema de abastecimiento de agua potable

Tabla XIV. **Tercera evaluación ambiental**

<b>Núm.</b>	<b>Interrogante</b>	<b>Resultado</b>
1	Zona de alto valor escénico	No
2	Área turística	No
3	Sitio ceremonial	No
4	Sitio arqueológico	No
5	Área de protección agrícola	No
6	Área de asentamiento humano	Si
7	Área de producción forestal	No zona árida
8	Área de producción pecuaria	No

Fuente: elaboración propia.

Estudio de impacto ambiental de construcción:

Impacto ambiental para el sistema de abastecimiento de agua potable

Tabla XV. **Estudio de impacto ambiental de construcción**

<b>Impacto ambiental previsto</b>	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
<b>Actividad</b>	<b>Ejecutor</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Municipalidad</b>
Remoción de la cobertura vegetal	X		
Movimiento de material	X		
Malas disposiciones de materiales de desperdicio	X		
Alteración y contaminación de aguas superficiales			X
Contaminación del aire por polvo generado en construcción	X		
Alteración del paisaje natural	X		
Cambios en la estructura del suelo	X		
Generación de desechos sólidos	X	X	

Fuente: elaboración propia.

Impacto ambiental negativo el sistema de abastecimiento de agua potable

Tabla XVI. **Impacto ambiental negativo**

<b>Impacto ambiental previsto</b>	El presente impacto ambiental negativo requiere de medidas de mitigación específicas que deberán ser implementadas por:		
<b>Actividad</b>	<b>Comité</b>	<b>Comunidad</b>	<b>Municipalidad</b>
Disminución del caudal en el manantial	X	X	X
Pequeñas inundaciones debido a fugas en el sistema de agua	X	X	X
Disposición inadecuada de las aguas residuales		X	X
Generación de desechos sólidos derivados de las actividades de limpieza del sistema de agua potable	X	X	X

Fuente: elaboración propia.



Medidas de mitigación y compensación para el sistema de abastecimiento de agua potable

Tabla XVII. **Medidas de mitigación y compensación**

<b>ETAPA</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>		<b>OPERACIÓN MANTENIMIENTO</b>	
<b>Componentes ambientales y sociales</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medidas de mitigación</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medidas de mitigación</b>
<b>Suelos</b>	Movimiento de material	El material que se moverá se empleará en el mismo proyecto, cubriendo la tubería que se instale		
<b>Recursos hídricos</b>	Disminución de caudal en el nacimiento de la fuente	No significativo. Se tomará un mínimo porcentaje del caudal del nacimiento		
<b>Calidad del aire</b>	Contaminación del aire por polvo generado en construcción	Uso de agua para minimizar la generación de polvo	Disminución del caudal en el nacimiento de la fuente	No significativo. No requiere medidas de mitigación
<b>Ambiente biológico</b>	No consecuente		No consecuente	
<b>Hábitat natural</b>	No consecuente		No consecuente	
<b>Fauna y flora</b>	No consecuente		No consecuente	

Fuente: elaboración propia.

## Comentarios especiales del estudio de impacto ambiental

Siempre es necesario implementar un estudio de impacto ambiental, en este caso no son significativas las alteraciones en el medio ambiente, pero deberá el ente ejecutor, encargarse de realizar dicho estudio y proponer medidas de mitigación.

### **3.17. Programa de operación y mantenimiento**

El mantenimiento preventivo, consiste en proteger los componentes del sistema de agua potable, con la finalidad de disminuir costos mayores en un futuro. Por eso, es necesario que INFOM-UNEPAR contemple la capacitación de integrantes del comité de las comunidades, para que tengan conocimiento de las actividades mínimas a realizar para un buen mantenimiento del sistema.

Manual de operación y mantenimiento

Tabla XVIII. **Manual de operación y mantenimiento**

<b>ESTRUCTURA</b>	<b>TRABAJO A REALIZAR</b>	<b>TIEMPO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
<b>CAPTACIÓN</b>	Inspección de área adyacente para determinar posible contaminación de fuente	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión de estructuras para determinar fisuras y filtraciones	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión de válvulas para determinar posibles fugas	Cada 4 meses	Fontanero
	Toma de muestras para análisis de laboratorio	Cada mes	Técnico
	Lavar caja captación, con cepillo plásticos, sin usar jabón o detergente	Cada 6 meses	Fontanero
	Limpieza de caja de captación, abriendo válvula de compuerta para eliminar sedimentos en el fondo	Cada mes	Fontanero
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>	Limpia, chapeo e inspección para determinar fugas	Cada mes	Fontanero
	Verificar caja de válvula de limpieza para determinar daños y fugas	Cada mes	Fontanero
	Verificar caja de válvula de aire para determinar daños y fugas	Cada 6 meses	Fontanero

**Continuación Tabla XVIII.**

<b>TANQUE DE DISTRIBUCIÓN</b>	Verificar cajas de válvulas de compuerta, tubería y accesorios para determinar posibles fugas	Cada mes	Fontanero
	Limpia y chapeo de área adyacente, para evitar crecimiento de maleza	Cada 3 meses	Fontanero
	Limpieza y lavado de tanques eliminando material sedimentado	Cada 4 meses	Fontanero
	Revisión del tanque para determinar fisuras	Cada 6 meses	Fontanero
	Aforo para determinar producción de fuente	Cada mes	Fontanero
<b>EQUIPO DE DESINFECCIÓN</b>	Revisar existencia de tabletas hipoclorito calcio.	Cada semana	Fontanero
	Revisar válvulas, tubería y dosificador para determinar fugas y daños.	Cada semana	Fontanero
<b>RED DE DISTRIBUCIÓN</b>	Recorrido de calles para determinar fugas.	Cada mes	Fontanero
	Toma de muestras de agua para análisis de laboratorio.	Cada 6 meses	Técnico
<b>CONEXIONES PREDIALES</b>	Revisar llaves de paso y chorro, para determinar posibles fugas	Cada mes	Fontanero
	Revisar la base de concreto y determinar que el chorro se encuentre firme	Cada 6 meses	Fontanero
	Revisar que la caja de la llave de chorro no esté dañada	Cada 6 meses	Fontanero
	Eliminar cualquier estancamiento de agua	Cada mes	Fontanero

Fuente: elaboración propia.

### **3.18. Propuesta de la tarifa**

En la propuesta de tarifa, se contemplan el gasto de cloro, pago del fontanero, gastos de mantenimiento, operación y administración (papelería y recibo de pago).

Cantidad de cloro

Tomando en cuenta 125 tabletas/mes

Costo mensual de la cloración = 125 tabletas\* (Q 15,00/tableta)

Costo mensual de la cloración = Q 1 875,00/mes

Egresos mensuales

1 Fontanero = Q 1 000,00

Consumo mensual de cloro = Q 1 875,00

Mantenimiento del sistema = Q 500,00

Gastos de administración = Q 100,00

Total de egresos mensuales = Q 3 475,00

Propuesta de tarifa por vivienda mensual

Tarifa = Q 3 475,00 / 143 viviendas

Tarifa = Q 25,00/mes

### **3.19. Evaluación socio-económica**

#### **3.19.1. Valor presente neto**

Esta es una alternativa para la toma de decisiones de inversión, lo cual permite determinar de ante mano, si una inversión vale la pena o no realizarla, y no hacer así malas inversiones que provoquen en el futuro pérdidas.

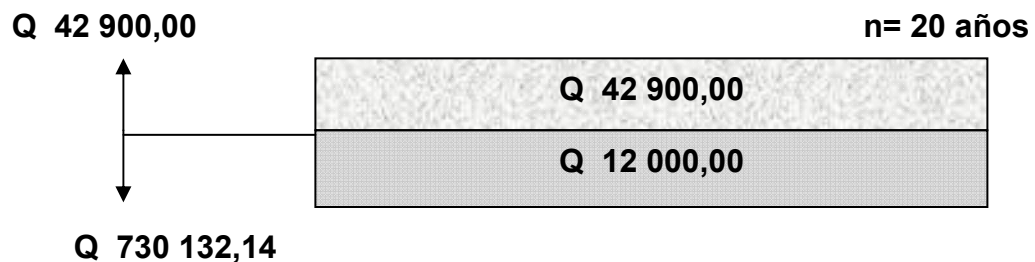
La municipalidad de Cuyotenango, pretende invertir Q 810 000,00 en la ejecución del proyecto introducción de agua para la comunidad Concepción La Ceiba, se contratará un fontanero para el mantenimiento del sistema por Q 1 000,00, Se estima tener los siguientes ingresos: la instalación de la acometida será un pago único de Q 300,00 por vivienda, también se pedirá un ingreso mensual por vivienda de Q 25,00, suponiendo una tasa de interés anual del 8%, se determinará la factibilidad del proyecto por medio del valor presente neto.

Tabla XIX. **Valor presenta neto**

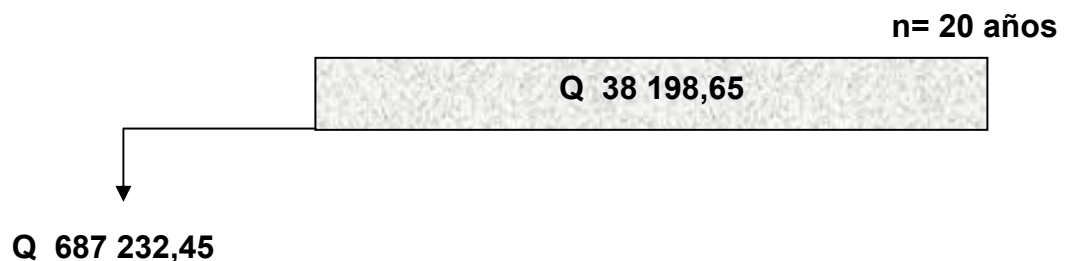
DESCRIPCIÓN	OPERACIÓN	RESULTADO
Costo inicial		Q. 810 000,00
Ingreso inicial	(Q. 300/viv)(143 viv)	Q. 42 900,00
Salario fontanero	(Q. 1 000/mes)(12 meses)	Q. 12 000,00
Ingreso anual	(Q.25/viv)(143viv)(12 meses)	Q. 42 900,00
Vida util		20 años

Fuente: elaboración propia.

Valor presente neto.



Simplificando valor presente neto



Se utilizará el signo negativo para los egresos y el signo positivo para los ingresos, utilizando valor presente dado un pago uniforme (P/A, i, n), se tiene:

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

P = Valor presente dado un pago uniforme

A = Anualidad, según sea ingreso y/o egreso

i = Tasa de interés anual

n = número de años en que se proyecta la obra

$$VPN = 38\,198,65 \frac{[(1+0,08)^{20} - 1]}{0,08 (1 + 0,08)^{20}} - 687\,232,45$$

$$VPN = - 683\,453,88$$

Como el valor presente neto calculado, es menor que cero, es decir que el proyecto no es rentable, significa que la inversión realizada en el proyecto no se recuperará, sin embargo por tratarse de un proyecto de carácter social la municipalidad deberá gestionar el financiamiento ante instituciones gubernamentales o no gubernamentales, ya que los beneficios que aportará son altamente considerables.

### 3.19.2. Tasa interna de retorno

Conceptualmente la tasa interna de retorno, es la tasa máxima de utilidad que puede pagarse u obtenerse en la evaluación de una alternativa.

- Si se utiliza una tasa de interés de 8%

$$VPN = 38\,198,65 \frac{[(1+0,08)^{20} - 1]}{0,08 (1 + 0,08)^{20}} - 687\,232,45$$

$$VPN = - 309\,375,53$$

- Si se utiliza una tasa de interés de 7%

$$VPN = 38\,198,65 \frac{[(1+0,07)^{20} - 1]}{0,07 (1 + 0,07)^{20}} - 687\,232,45$$

$$VPN = - 282\,708,74$$

Se utiliza la interpolación matemática para hallar la tasa de interés que se busca.

$$7\% \quad VPN = - 282\,708,74$$

$$tir \quad VPN = 0$$

$$8\% \quad VPN = - 309\,375,53$$



Se utiliza la proporción entre diferencias que se correspondan:

$$\text{tir} = \frac{[(8 - 7) - (0 - (-309\,375,53))] + 8}{-282\,708,74 - (-309\,375,53)}$$

$$\text{tir} = -5,22 \% \text{ anual}$$

No hay ganancias al realizar el proyecto. Lo cual hace que el proyecto más que un proyecto de ganancias económicas, sea un proyecto de beneficencia para los vecinos del lugar.

### **3.19.3. Planos constructivos**

Tomando en cuenta el dimensionamiento anterior descrito, se presenta un listado de planos constructivos del proyecto, mostrando los planos en apéndice.

- Planta General (1/6)
- Perfiles (2,3/6)
- Tanque de 50 m<sup>3</sup> (4/6)
- Sistema de desinfección (5/6)
- Detalles de cajas de válvulas + conexión (6/6)

Tabla XX. Presupuesto

<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCIÓN LA CEIBA, CUYOTENANGO, SUCHITEPÉQUEZ</b>						
<b>CUADRO DE COSTOS UNITARIOS</b>						
<b>No.</b>	<b>RENLÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO UNITARIO</b>	<b>TOTAL</b>	<b>PORCENTAJE</b>
1	TRABAJOS PRELIMINARES	3,599,83	ml	5,00	17,999.15	2.22%
<b>LÍNEA DE CONDUCCIÓN</b>						
2	CAJA + VÁLVULA DE COMPUERTA DE 4"	1,00	UNIDAD	4 900,00	4 900,00	0,60%
3	TUBO PVC DE 4" 160 PSI	225,86	ml	270,00	60 982,20	7,53%
4	TUBO PVC DE 3" 160 PSI	1 431,83	ml	178,00	254 865,74	31,46%
5	TUBO PVC DE 2" 160 PSI	46,92	ml	115,00	5 395,80	0,67%
6	TUBO PVC DE 1 1/2" 160 PSI	147,76	ml	100,00	14 776,00	1,82%
7	TANQUE DE ALMACENAMIENTO	50,00	m3	1 700,00	85 000,00	10,49%
8	SISTEMA DE DESINFECCIÓN	1,00	UNIDAD	14 935,11	14 935,11	1,84%
9	ACCESORIOS PVC	1,00	GLOBAL	4 500,00	4 500,00	0,56%
<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN</b>						
10	TUBO PVC DE 1 1/2" 160 PSI	1 747,46	ml	100,00	174 746,00	21,57%
11	CONEXIÓN DOMICILIARES	146,00	UNIDAD	1 100,00	160 600,00	19,83%
12	TUBO PVC DE 1 1/2" 160 PSI	1 747,46	ml	100,00	174 746,00	21,57%
13	CONEXIÓN DOMICILIARES	146,00	UNIDAD	1 100,00	160 600,00	19,83%
<b>CAJAS Y VÁLVULAS</b>						
14	CAJA + VÁLVULA DE LIMPIEZA	1,00	UNIDAD	3 500,00	3 500,00	0,43%
15	CAJA + VÁLVULA DE AIRE	2,00	UNIDAD	3 900,00	7 800,00	0,96%
<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>					<b>Q 810 000,00</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia.



## CONCLUSIONES

1. Según el diagnóstico de necesidades de servicios básicos e infraestructura, practicado en el municipio de Cuyotenango, se determinó que las prioridades estaban orientadas hacia las áreas de infraestructura deportiva y agua potable, razón por la cual se realizaron los siguientes proyectos: diseño de la estructura para el graderío del Estadio Municipal y sistema de abastecimiento de agua potable para la aldea Concepción La Ceiba, a mejorar el nivel de vida de los pobladores.
2. Para el desarrollo del análisis estructural de marcos dúctiles, se efectuó la comparación entre el *software* ETABS, y el método numérico de KANI, entre el cuales se pueden observar que los resultados tienen una variación del 10% para el proyecto, por lo que del diseño de la estructura del graderío, se utilizó el resultado de ETABS, el cual resulta una herramienta más práctica y confiable.
3. El Ejercicio Profesional Supervisado es de principal importancia para el desarrollo del estudiante de ingeniería civil, ya que permite ampliar los conocimientos teóricos y prácticos, aplicándolo a proyectos y situaciones reales.



## RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Cuyotenango, Suchitepéquez

1. Contar con supervisión técnica adecuada durante la ejecución de cada uno de los proyectos, para así garantizar la calidad de la obra y cumplir con los requerimientos de diseño especificada en planos.
2. Previo a la ejecución de los proyectos, considerar una actualización de precios de materiales y mano de obra, ya que para la elaboración del presupuesto fueron tomados precios actuales.

A la Escuela de Ingeniería Civil

1. Implementar como parte práctica del curso al cual corresponda, el uso de programas de computadora para el análisis y diseño estructural, de esta manera introducir al estudiante a cambios tecnológicos actuales.
2. Incentivar al estudiante previo a su cierre de pensum, la importancia de desarrollar el Ejercicio Profesional Supervisado, de esta manera el estudiante tendrá la oportunidad de proponer soluciones a problemas reales en el desarrollo del mismo.

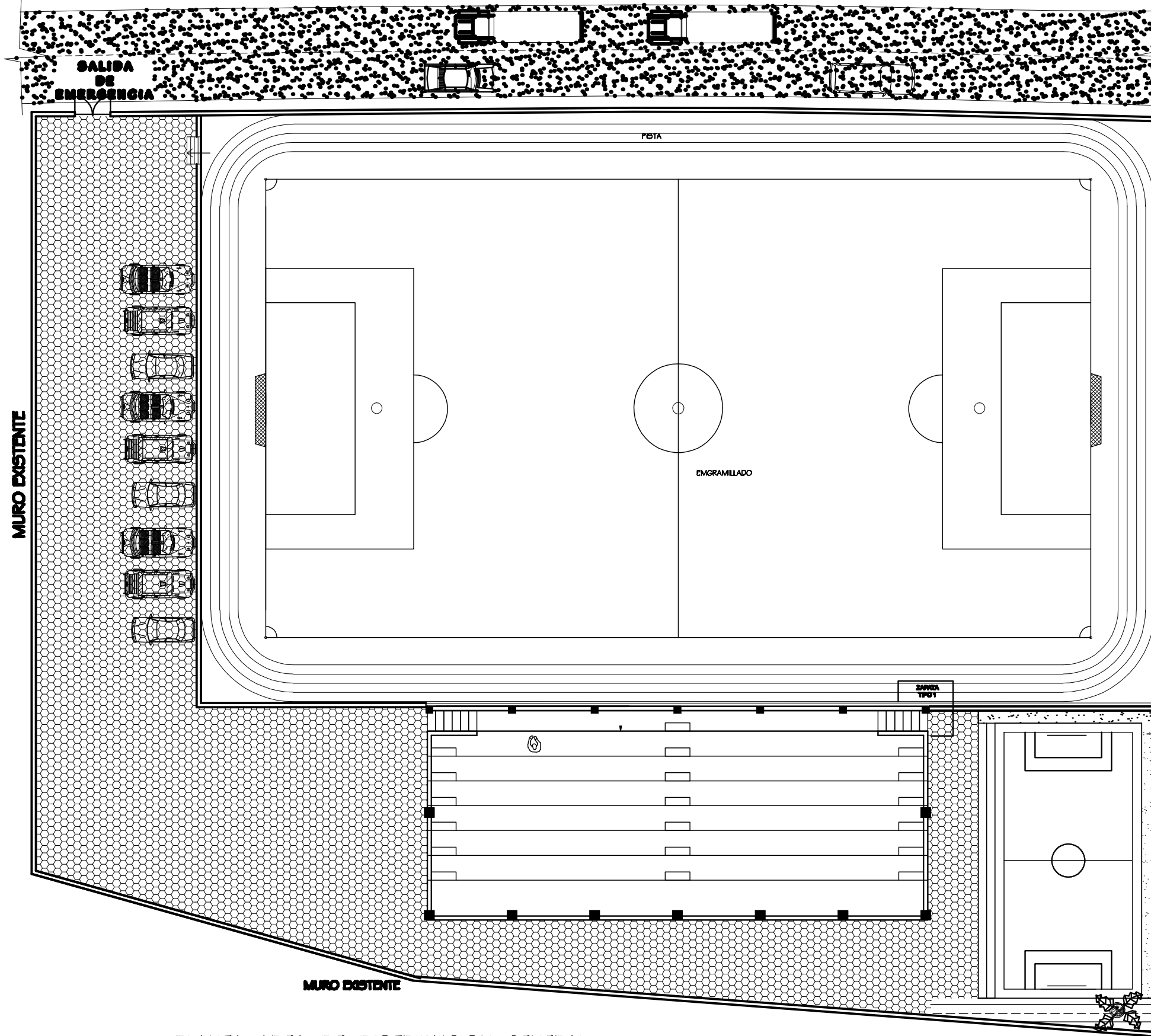


## BIBLIOGRAFÍA

1. MEDRANO OSORIO, Edgar Alfredo. "Propuesta de mejoras al sistema de abastecimiento de agua potable de la cabecera municipal de San José del Golfo, departamento de Guatemala y diseño de alcantarillado sanitario de la aldea el caulote y pavimento rígido de la aldea La Choleña municipio de San José del Golfo departamento de Guatemala". Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2001. 157 p.
2. NAWY, Edgar G. *Concreto reforzado*. México: Prentice Hall, 1988. 694 p.
3. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Guía para el estudio de abastecimientos de agua potable de zonas rurales. Programa agua fuente de la paz, Guatemala: OPS, 1997. 63 p.
4. PALACIOS HERNÁNDEZ, Gustavo Adolfo. "Diseño del sistema de abastecimiento de agua potable y salón para usos múltiples para Zaculeu central zona 9, municipio de Huehuetenango, departamento de Huehuetenango". Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2005. 105 p.
5. PARK, R.; PAULAY T. *Estructuras de concreto reforzado*. México: Limusa, 1997. 796 p.



6. SÁNCHEZ SANTOS, Leonel Estuardo. "Propuesta de mejoramiento al sistema de abastecimiento de la Colonia Monte Real, Mixco". Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1997. 76 p.
  
7. VÁSQUEZ DE LEÓN, Willy Rolando. "Diseño de introducción de agua potable y saneamiento básico para los caseríos Guancache y Xeabaj, Sipacapa, San Marcos y caserío San José Sigüila, Momostenago, aldea San Luis Sibila, Santa Lucía la Reforma, Totonicapán". Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1994. 175 p.
  
8. VÁSQUEZ FUENTES, Elfego Bladimiro. "Diseño estructural de un edificio de usos múltiples, con elementos prefabricados de concreto armado". Trabajo de graduación Ing. Civil, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1992. 107 p.

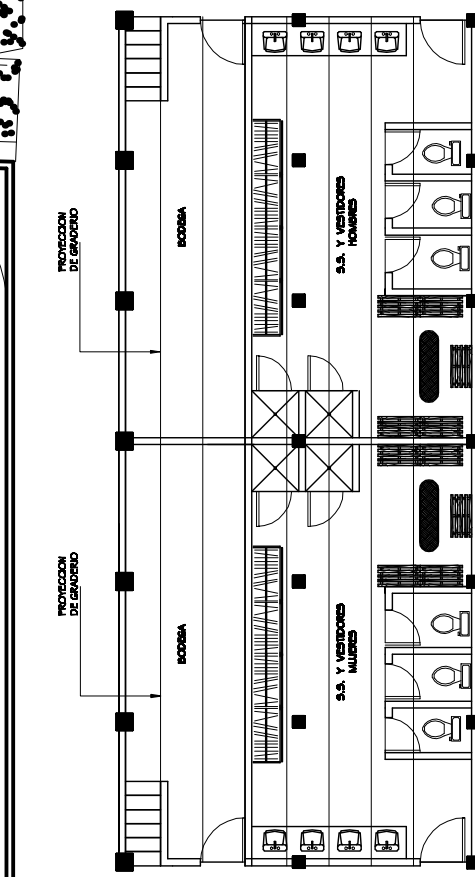


PLANTA AREA DE DISTRIBUCION GENERAL

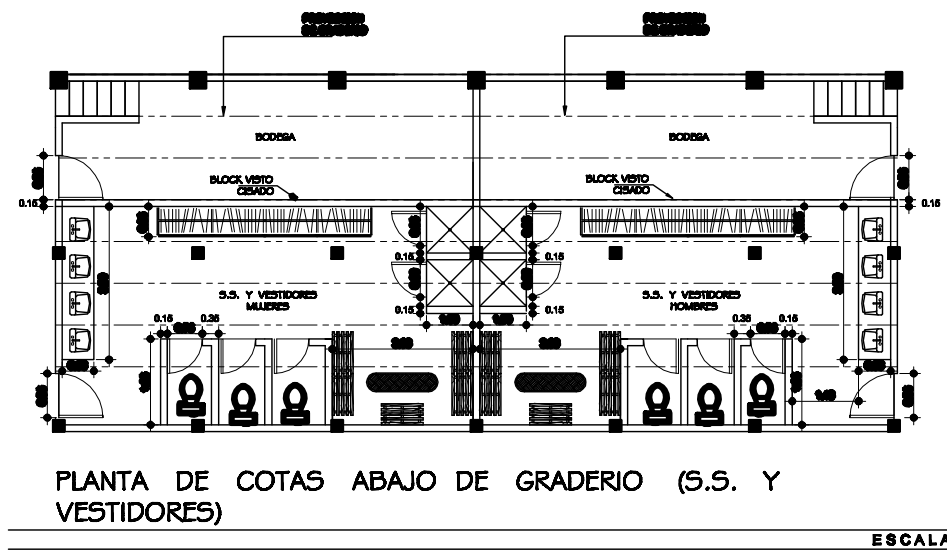
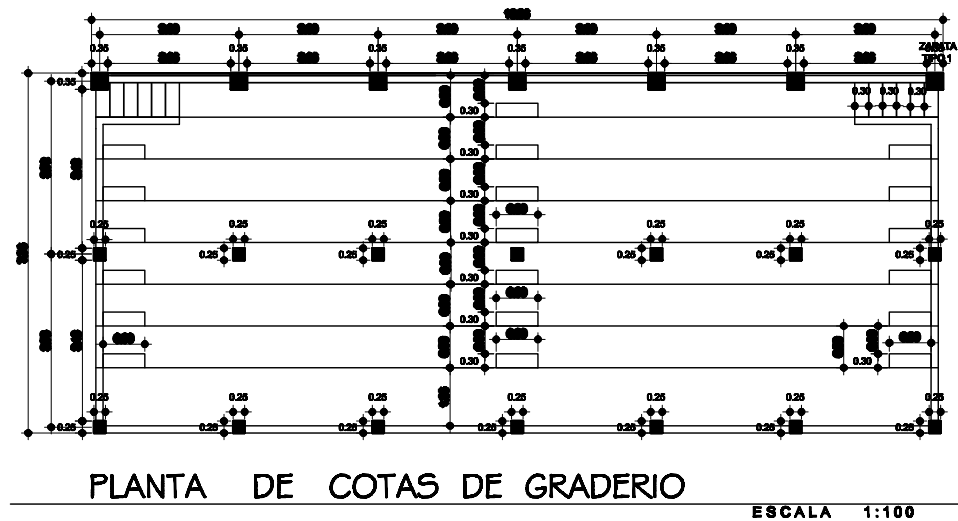
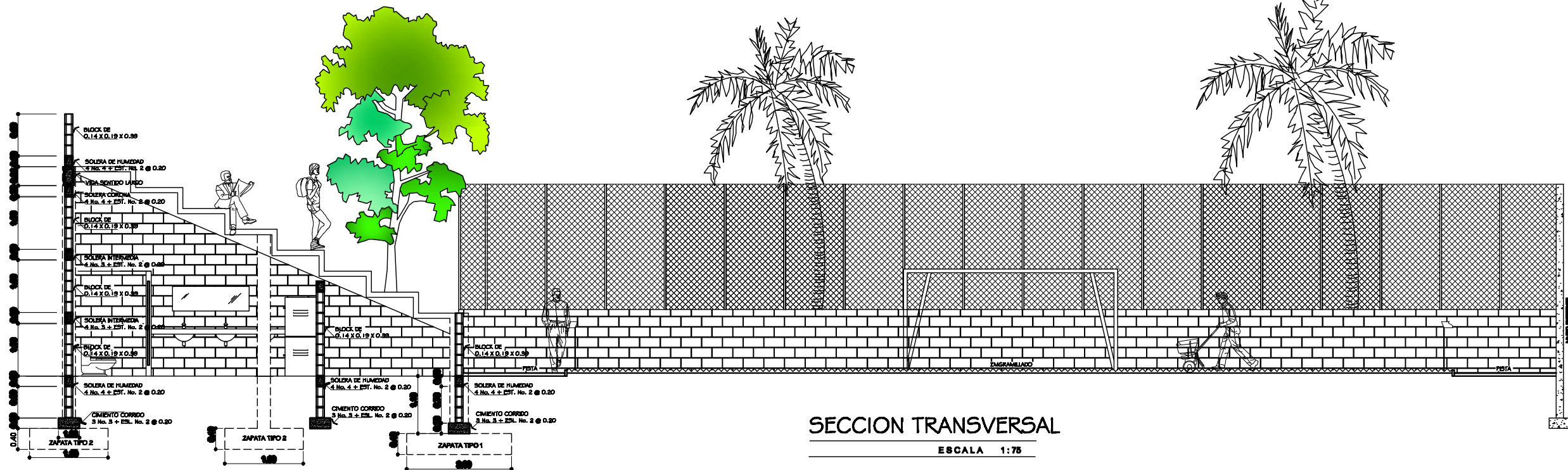
ESCALA 1:125

MURO EXISTENTE

Proyecto:	<b>DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO</b>	
Ubicación:	<b>CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ</b>	
Escala:	INDICADA	Dibujo: <b>ERICK LOPEZ.</b>
Fecha:	<b>FEBRERO DE 2011</b>	DISEÑO: <b>ERICK LOPEZ.</b>
		CALCULO: <b>ERICK LOPEZ.</b>
Contenido:	<b>PLANTA DE DISTRIBUCION + AMUEBLADA</b>	
Vo. Bo.	ING. JUAN MERC COS.	Hoja No <b>1/ 9</b>



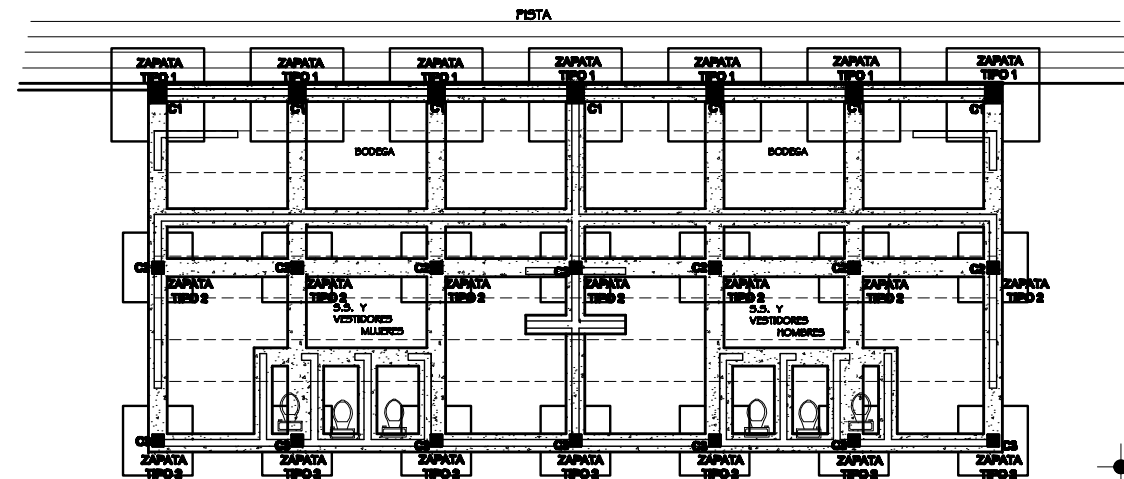
PLANTA AREA DE DISTRIBUCION ABAJO DE GRADERIO  
ESCALA 1:125



PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	MATERIAL
P4	4	200	200	METAL GAL. 1/2"
P6	2	100	200	METAL GAL. 1/2"
P8	3	600	170	METAL GAL. 1/2"
P4	0	600	100	METAL GAL. 1/2"
P6	4	100	200	METAL GAL. 1/2"

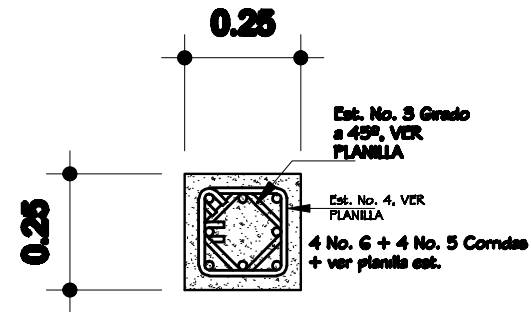
PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	CANT.	ANCHO	ALTO	BILLAR	DNTEL.	MATERIAL
V4	0	100	600	200	100	ALUMINIO DEL PUEBLO + VIDRIO DE 6mm.
V2	0	200	100	200	200	ALUMINIO DEL PUEBLO + VIDRIO DE 6mm.

Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**  
 Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**  
 Escala: **INDICADA**      Contenido: **PLANTA DE COTAS + SECCION TRANSVERSAL**      Dibujo: **ERICK LOPEZ.**  
 Fecha: **FEBRERO DE 2011**      CALCULO: **ERICK LOPEZ.**  
 Vo. Bo. \_\_\_\_\_      Hoja No **2/9**  
 ING. JUAN MERC COS.



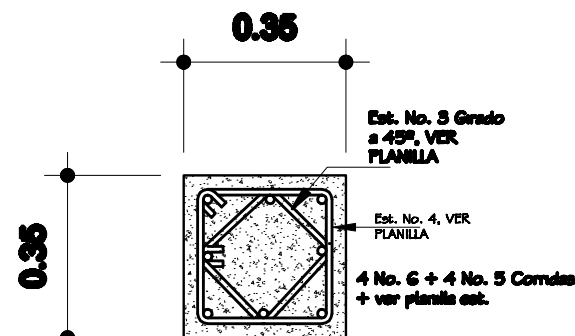
PLANTA DE CIMENTACION

ESCALA 1:100



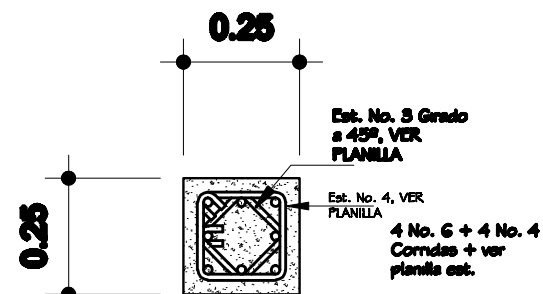
SECCION COLUMNA - C3

ESCALA 1:10



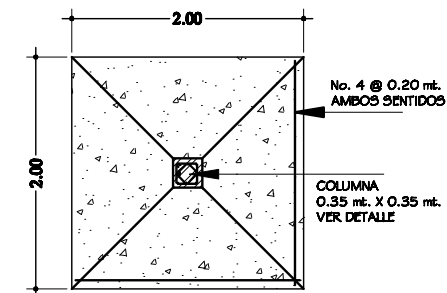
SECCION COLUMNA - C1

ESCALA 1:10

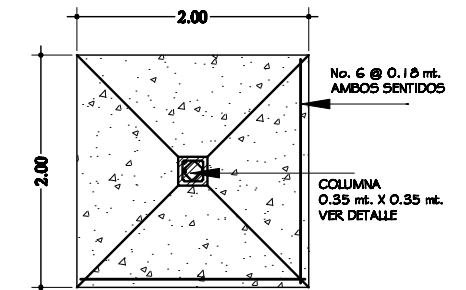


SECCION COLUMNA - C2

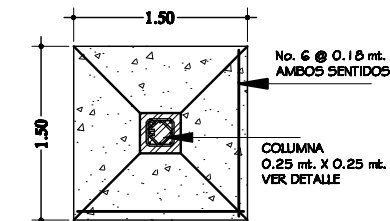
ESCALA 1:10



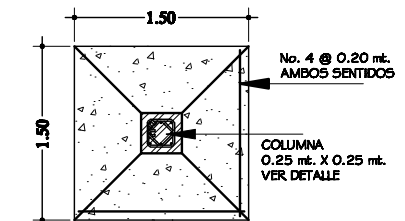
DETALLE REFUERZO POR TEMPERATURA - ZAPATA TIPO 1



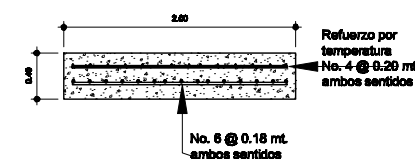
DETALLE DE ARMADO - ZAPATA TIPO 1



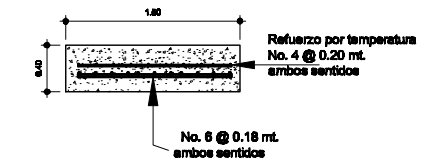
DETALLE DE ARMADO - ZAPATA TIPO 2



DETALLE DE REFUERZO POR TEMPERATURA - ZAPATA TIPO 2



DETALLE DE ZAPATA - TIPO 1



DETALLE DE ZAPATA - TIPO 2

FC= 210 kg/cm<sup>2</sup>  
FY= GRADO 40

PLANILLA DE ZAPATAS

TIPO	DIMENSION	ACERO DE REFUERZO	REFUERZO POR TEMPERATURA
1	2 X 2 X 0.40 mts.	No. 6 @ 0.18 mts.	No. 4 @ 0.20 mts.
2	1.5 X 1.5 X 0.40 mts.	No. 6 @ 0.18 mts.	No. 4 @ 0.20 mts.

PLANILLA DE COLUMNAS

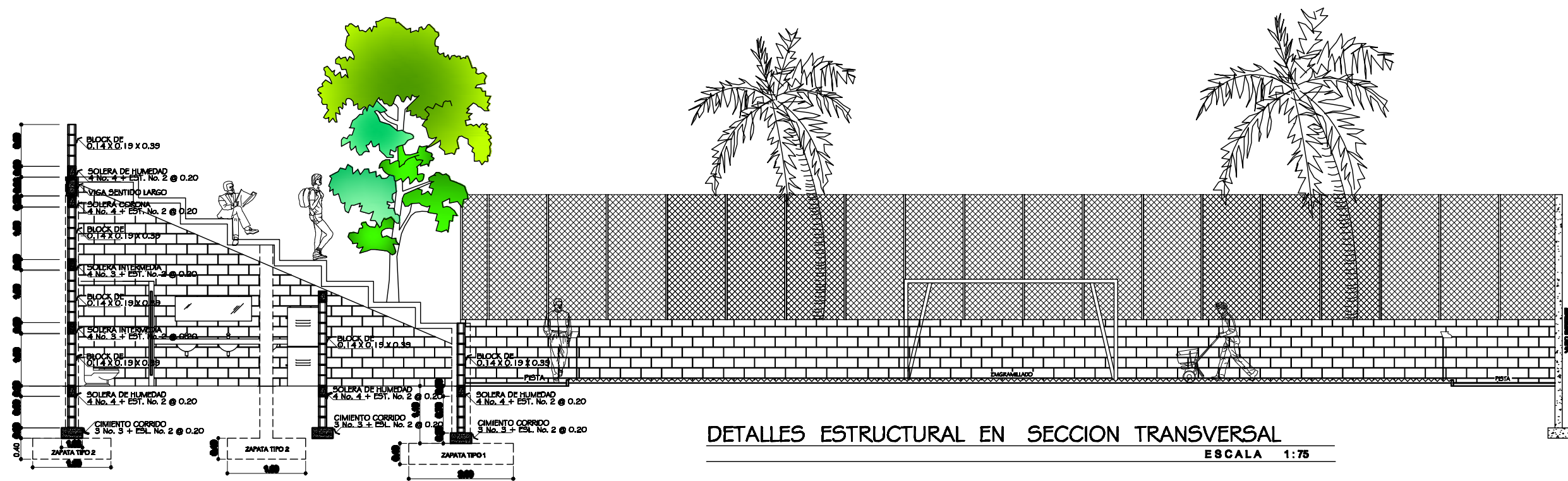
TIPO	DIMENSION	REFUERZO LONG.	REFUERZO TRANS.
C1	35 X 35 cms.	4 No. 6 + 4 No. 5 corridas	Colocar No. 4, en zona de confinamiento 7 @ 6.5 cms + resto @ 15 cms + No. 3 @ 5 cms grado a 45°
C2	25 X 25 cms.	4 No. 6 + 4 No. 4 corridas	Colocar No. 4, en zona de confinamiento 11 @ 6 cms + resto @ 10 cms.
C3	25 X 25 cms.	4 No. 6 + 4 No. 5 corridas	Colocar No. 4, en zona de confinamiento 14 @ 6 cms + resto @ 10 cms + No. 3 @ 5 cms grado a 45°

Proyecto: DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO

Ubicación: CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ

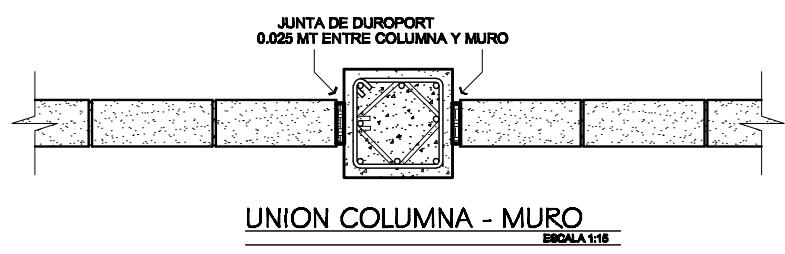
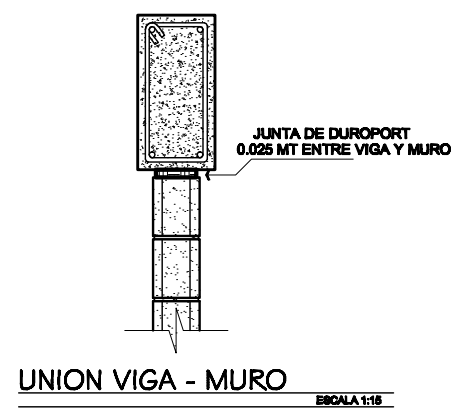
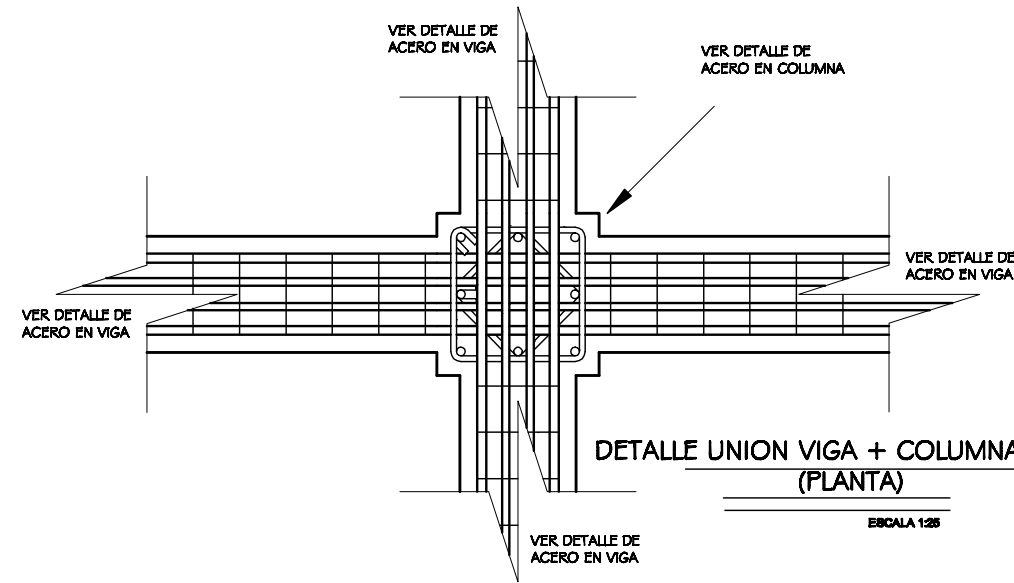
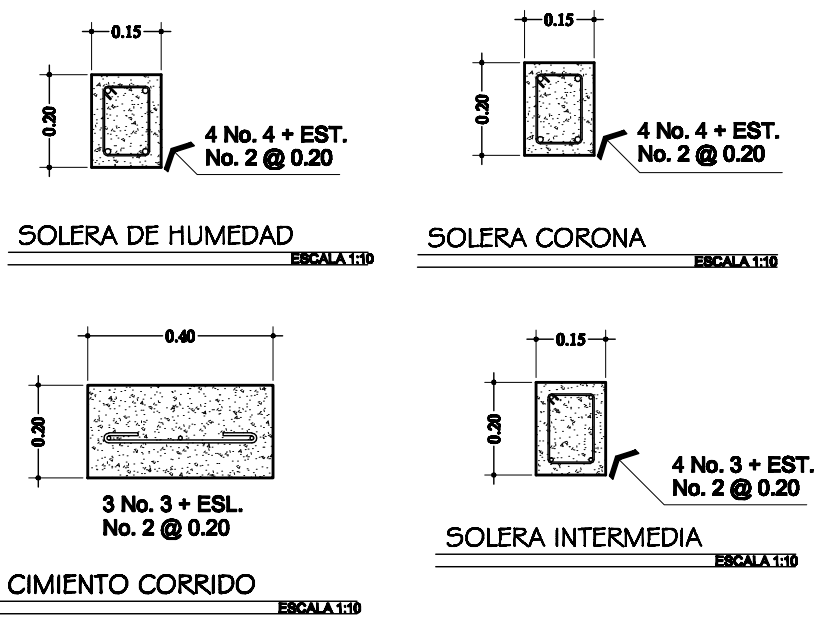
Escala: INDICADA  
Fecha: FEBRERO DE 2011  
Contenido: PLANTA DE CIMENTO + DETALLES  
Dibujo: ERICK LOPEZ.  
DISEÑO: ERICK LOPEZ.  
CALCULO: ERICK LOPEZ.

Vo. Bo. \_\_\_\_\_ Hoja No 3/9  
ING. JUAN MERC COS.



DETALLES ESTRUCTURAL EN SECCION TRANSVERSAL

ESCALA 1:75



PLANILLA DE SOLERAS			
TIPO	DIMENSION	REFUERZO LONG.	REFUERZO TRANS.
SOLERA CORONA	15 X 20 cms.	4 No. 4	Est. No. 2 @ 0.20 mt
SOLERA INTERMEDIA	15 X 20 cms.	4 No. 3	Est. No. 2 @ 0.20 mt
SOLERA DE HUMEDAD	15 X 20 cms.	4 No. 4	Est. No. 2 @ 0.20 mt
CIMENTO CORRIDO	20 X 40 cms.	3 No. 3	Est. No. 2 @ 0.20 mt

Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**

Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**

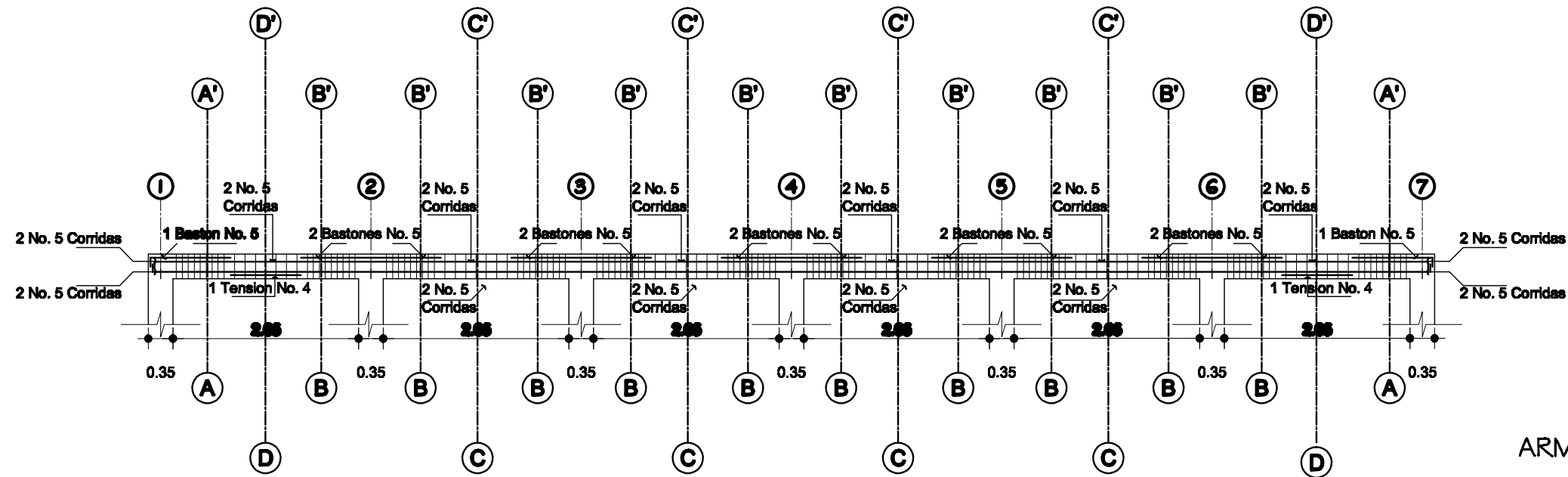
Escala: **INDICADA**  
Fecha: **FEBRERO DE/ 2011**

Contenido: **CORTE EN GRADERIO + DETALLES**

Dibujo: **ERICK LOPEZ.**  
DISEÑO: **ERICK LOPEZ.**  
CALCULO: **ERICK LOPEZ.**

Va. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JUAN MERC COS.

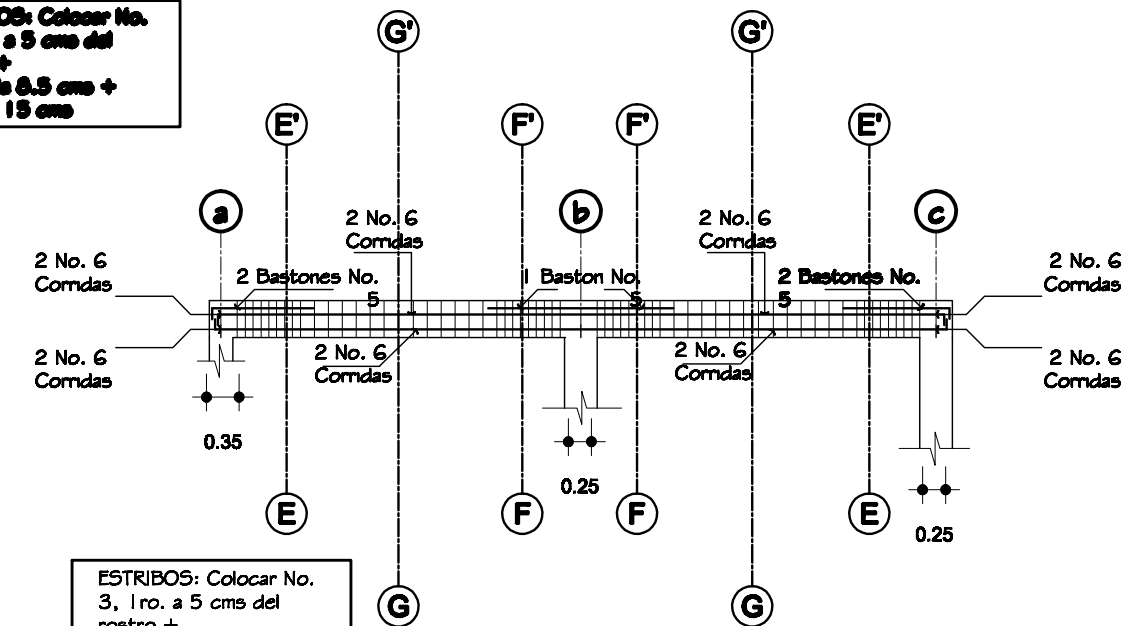
Hoja No **4/9**



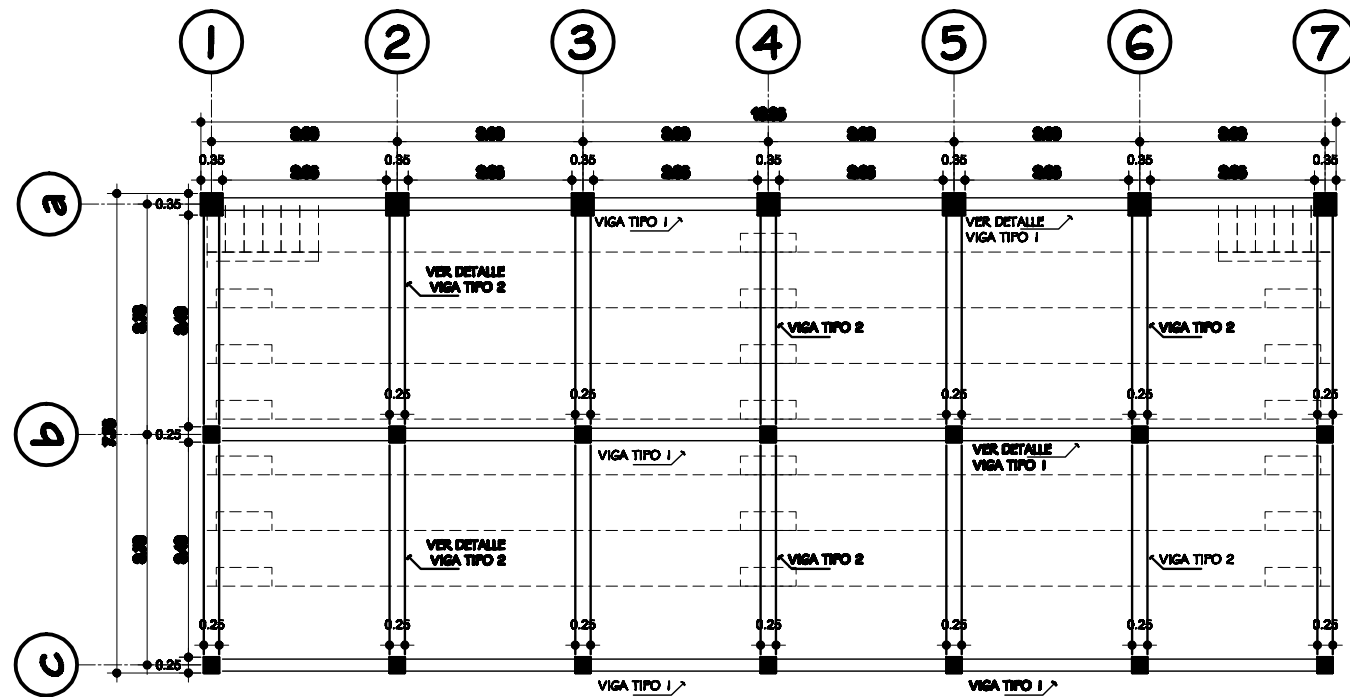
**ARMADO DE VIGA TIPO 1**  
(Sentido largo)  
ESCALA 1:50

**ESTRIBOS:** Colocar No. 3, 1ro. a 5 cms del rostro + 9 a cada 8.5 cms + resto a 15 cms

**ARMADO DE VIGA TIPO 2**  
(Sentido corto)  
ESCALA 1:50



**ESTRIBOS:** Colocar No. 3, 1ro. a 5 cms del rostro + 9 a cada 8.5 cms + resto a 15 cms



**PLANTA DISTRIBUCION DE VIGAS**  
ESCALA 1:75

Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**

Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**

Escala: **INDICADA**

Contenido: **PLANTA + DETALLE DE VIGAS**

Dibujo: **ERICK LOPEZ.**

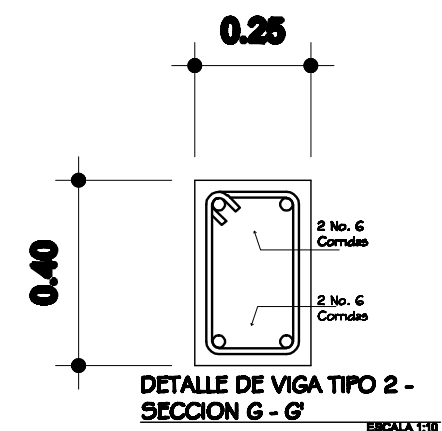
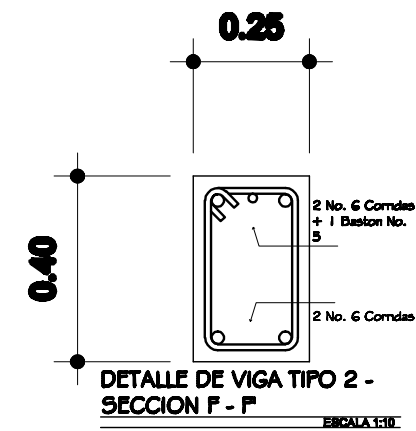
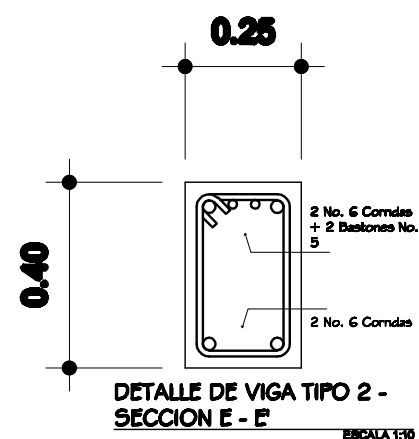
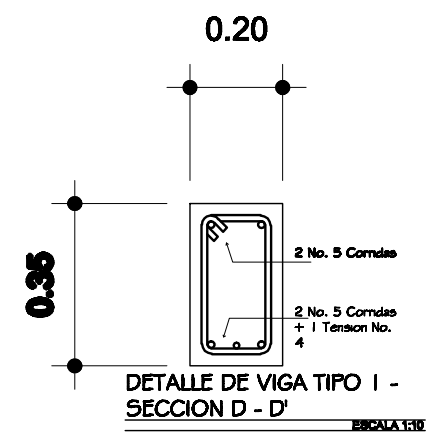
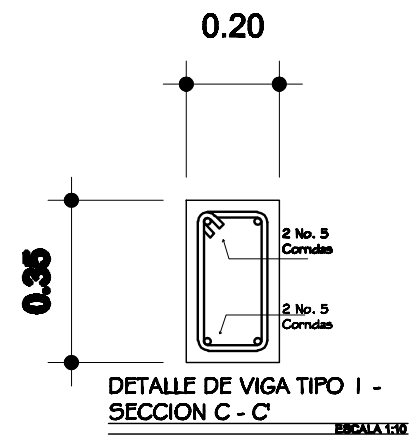
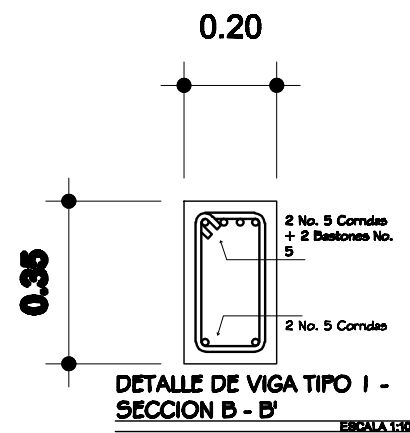
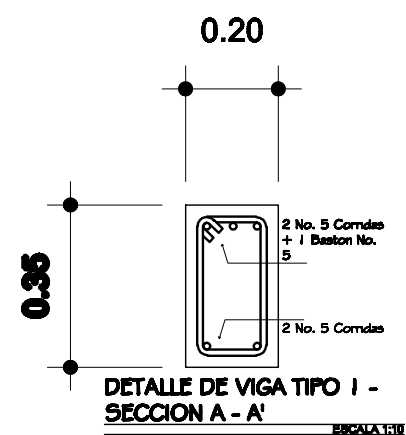
Fecha: **FEBRERO DE 2011**

Calculo: **ERICK LOPEZ.**

Calculo: **ERICK LOPEZ.**

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JUAN MERC COS.

Hoja No **5/9**



PLANILLA DE VIGAS				
TIPO	DIMENSION	SECCION	REFUERZO LONGITUDINAL	REFUERZO TRANSVERSAL
1	20 X 35 cms.	A - A'	4 No. 5 cornidas + 1 baston No. 5	Colocar No. 3, 1 ro.a 5 cms. del rostro + 9 @ 8.5 cms. + resto @ 15 cms.
		B - B'	4 No. 5 cornidas + 2 bastones No. 5	
		C - C'	4 No. 5 cornidas	
		D - D'	4 No. 5 cornidas + 1 tension No. 4	
2	25 X 40 cms.	E - E'	4 No. 5 cornidas + 1 baston No. 5	Colocar No. 3, 1 ro.a 5 cms. del rostro + 9 @ 8.5 cms. + resto @ 15 cms.
		F - F'	4 No. 5 cornidas + 2 bastones No. 5	
		G - G'	4 No. 5 cornidas	

Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**

Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**

Escala: **INDICADA**

Contenido: **PLANTA + DETALLE DE VIGAS**

Dibujo: **ERICK LOPEZ.**

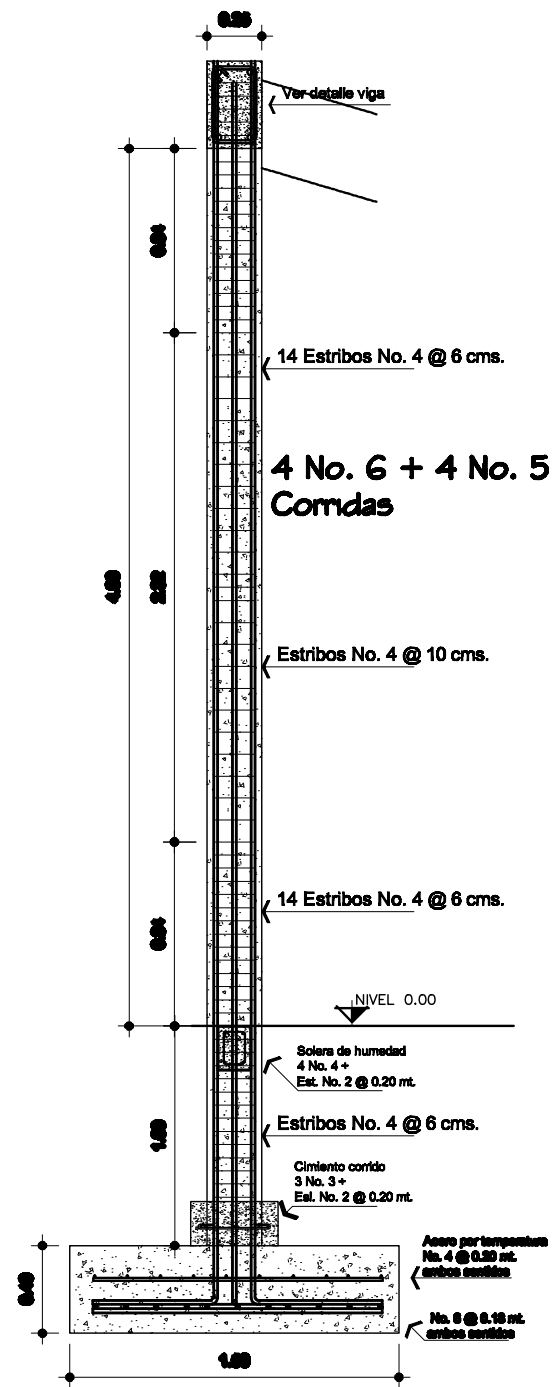
Fecha: **FEBRERO DE 2011**

DISEÑO: **ERICK LOPEZ.**

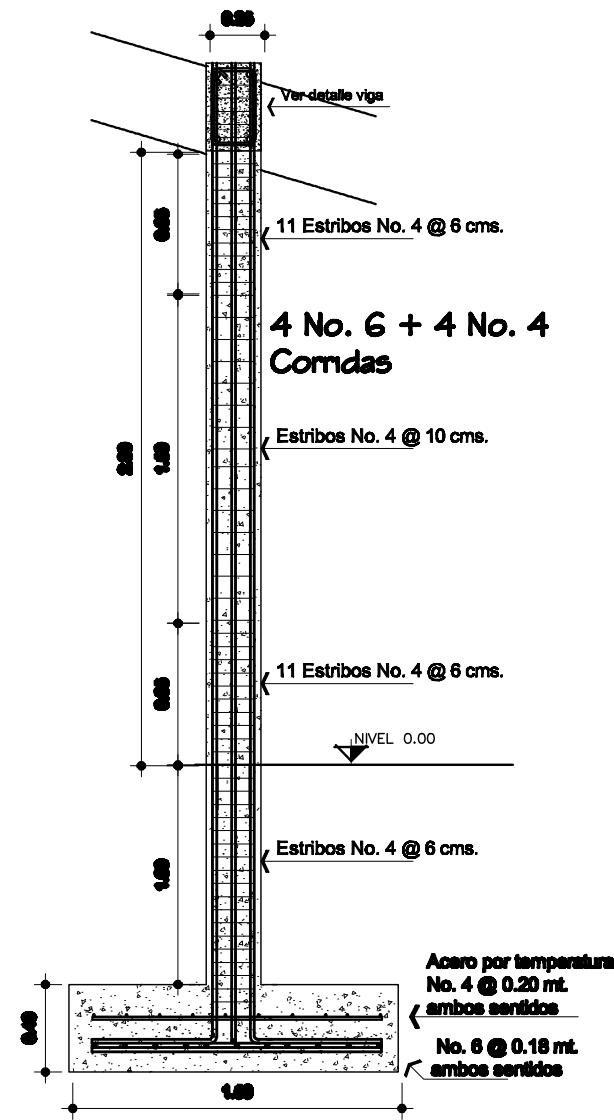
CALCULO: **ERICK LOPEZ.**

Vo. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JUAN MERC COS.

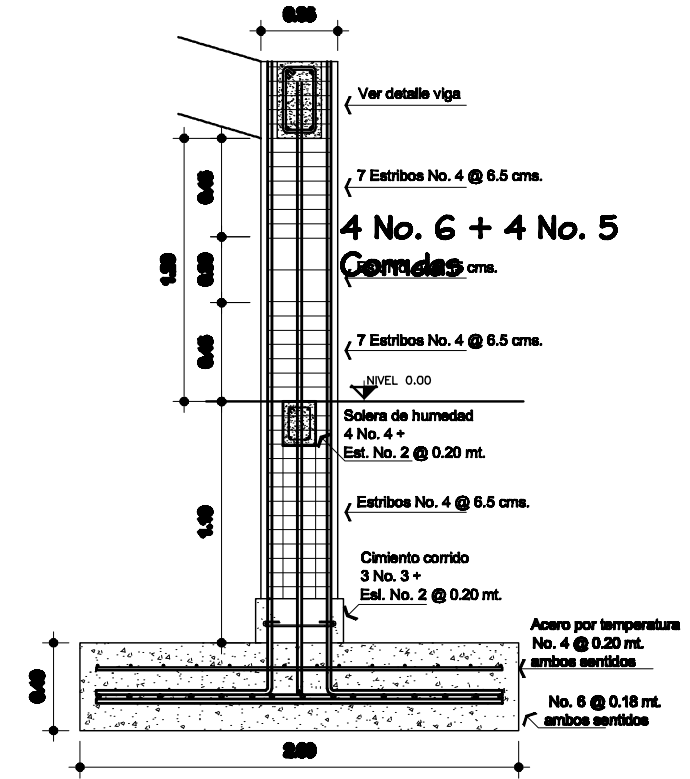
Hoja No **6/9**



**UNION COLUMNNA + CIMIENTO (C3)**  
EBCALA 1:20



**UNION COLUMNNA + CIMIENTO (C2)**  
EBCALA 1:20



**UNION COLUMNNA + CIMIENTO (C1)**  
EBCALA 1:20

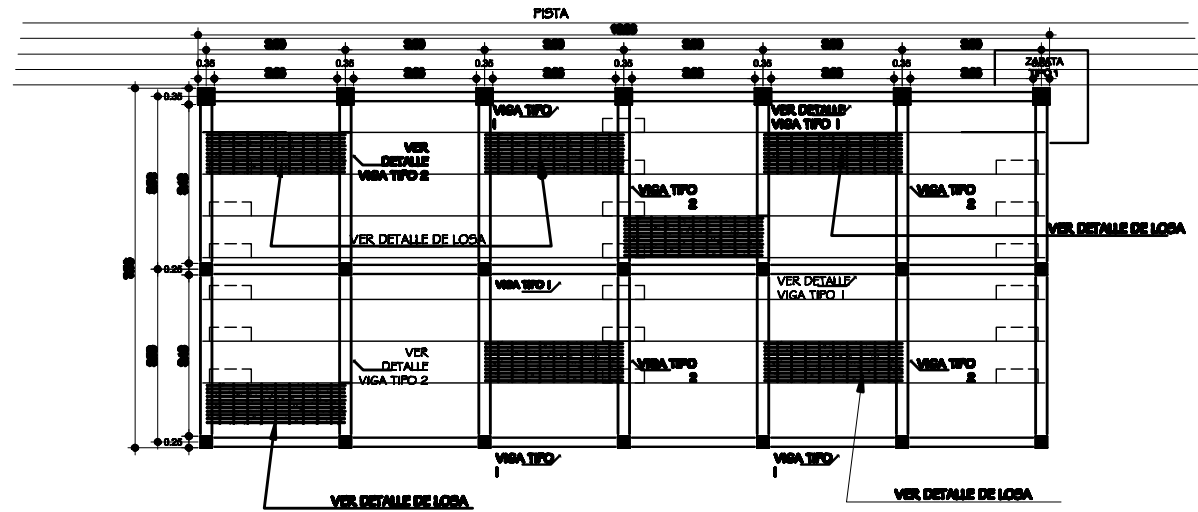
Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**

Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**

Escala: <b>INDICADA</b>	Contenido: <b>DETALLES DE UNION DE COLUMNAS</b>	Dibujo: <b>ERICK LOPEZ.</b>
Fecha: <b>FEBRERO DE 2011</b>		DISEÑO: <b>ERICK LOPEZ.</b>
		CALCULO: <b>ERICK LOPEZ.</b>

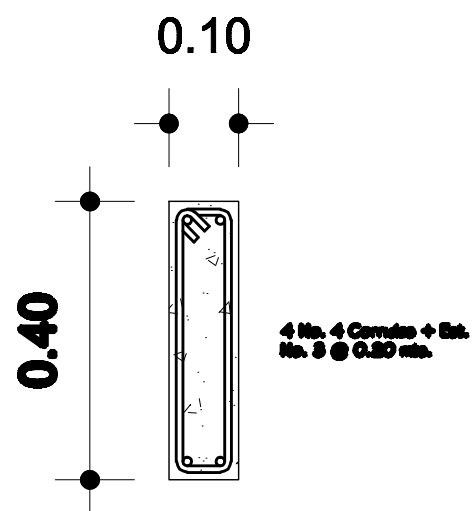
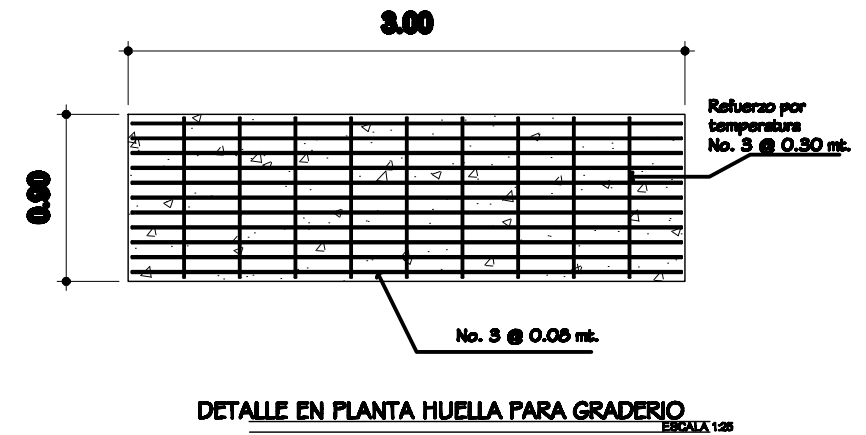
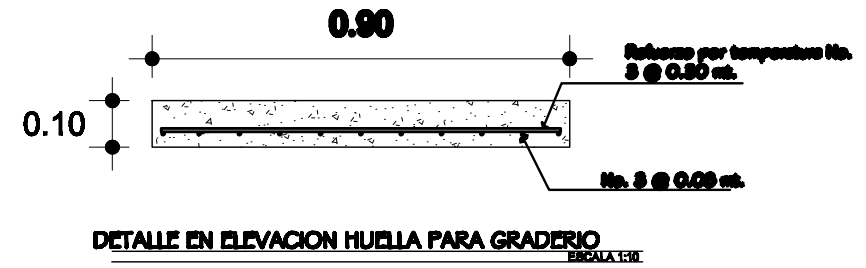
Vo. Bo. \_\_\_\_\_ Hoja No **7/9**  
ING. JUAN MERC COS.





PLANTA ARMADO LOSA DE GRADERIO  
ESCALA 1:100

DETALLES DE LOSA		
DESCRIPCION	LARGO X ANCHO X PERALTE	REFUERZO
HUELLA	3.00 X 0.90 X 0.10	No. 3 @ 0.08 mt. Refuerzo por temperatura No. 3 @ 0.30 mt.
CONTRAHUELLA	3.00 X 0.10 X 0.40	4 No. 4 Corridos + Est. No. 3 @ 0.20 mts.



DETALLE DE CONTRAHUELLA

Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**

Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**

Escala: **INDICADA**      Contenido: **PLANTA DE LOSA + DETALLES**      Dibujo: **ERICK LOPEZ.**

Fecha: **FEBRERO DE 2011**      CALCULO: **ERICK LOPEZ.**

Vo. Bo. \_\_\_\_\_      Hoja No **8/9**

ING. JUAN MERC COS.

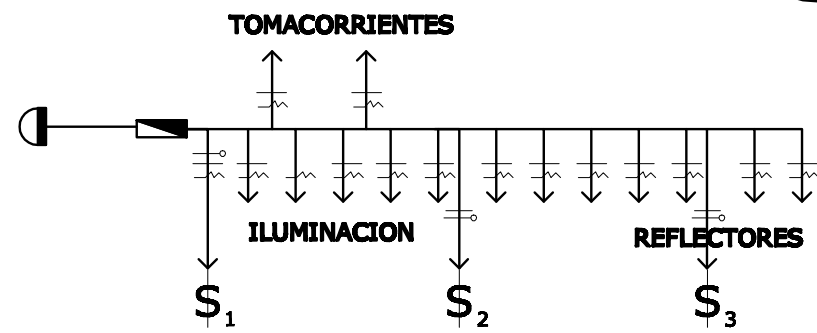
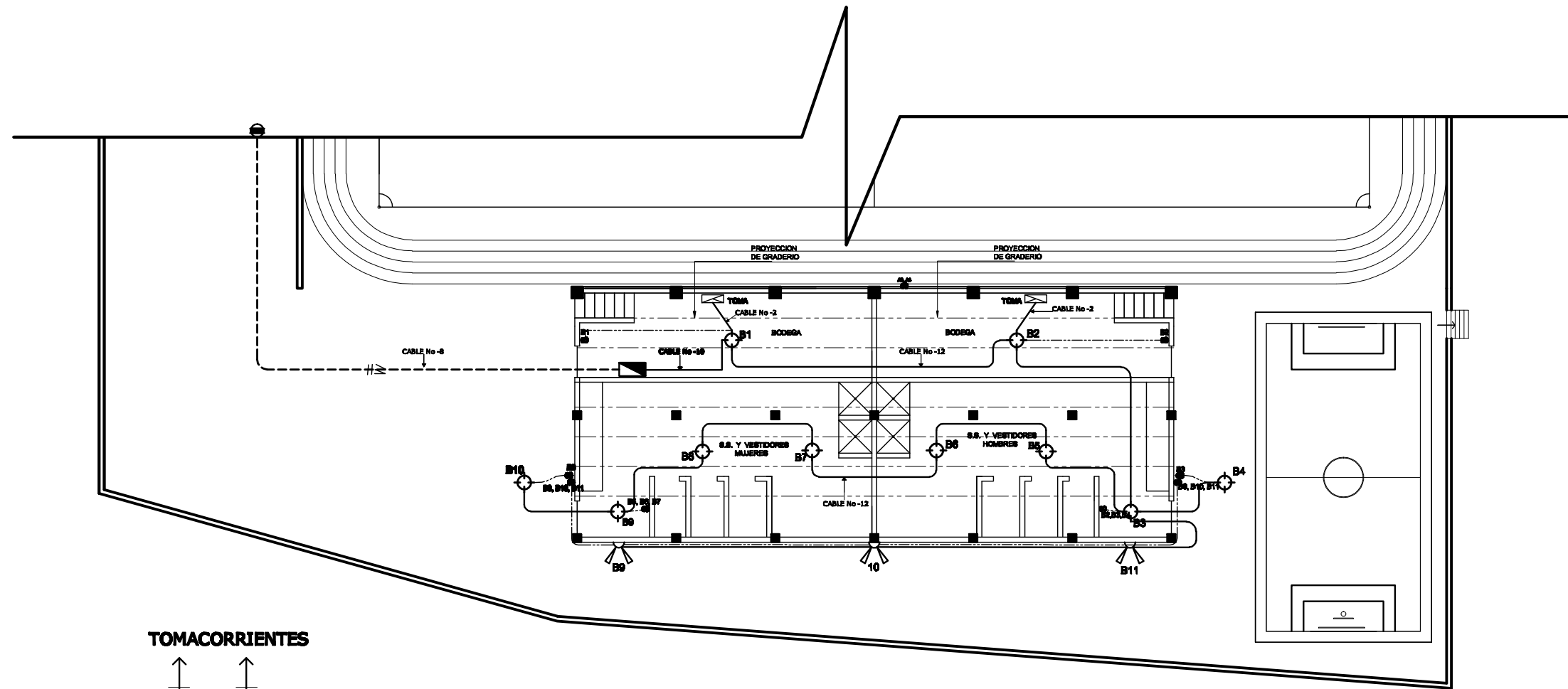


DIAGRAMA UNIFILAR

**PLANTA DE ELECTRICIDAD (FUERZA E ILUMINACION)**

ESCALA 1:100

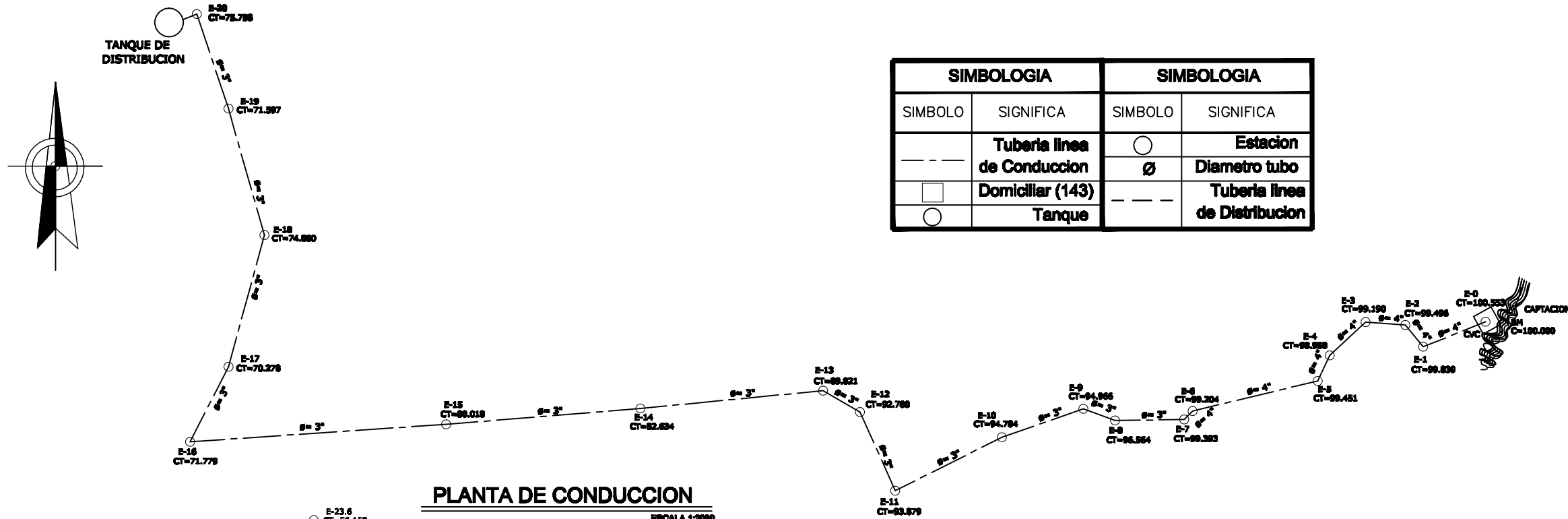
**NOMENCLATURA ELECTRICIDAD**

	CONTADOR ELECTRICO		INTERRUPTOR ELECTRICO
	RETORNO		LINEA ELECTRICA PRINCIPAL
	TABLERO DE CONTROL		CABLEADO ELECTRICO INTERNO
	LINEA VIVA		REFLECTOR DOBLE
	PLAFONERA + FOCO		
	NEUTRO		
			INDICA TIPO LINEA ELECTRICA

Proyecto: **DISEÑO DE ESTRUCTURA PARA EL GRADERIO DEL ESTADIO MUNICIPAL CUYOTENANGO**  
 Ubicación: **CUYOTENANGO SUCHITEPEQUEZ**

Escala: **INDICADA**      Contenido: **PLANTA DE ELECTRICIDAD FUERZA E ILUMINACION**      Dibujo: **ERICK LOPEZ.**  
 Fecha: **FEBRERO DE 2011**      DISEÑO: **ERICK LOPEZ.**      CALCULO: **ERICK LOPEZ.**

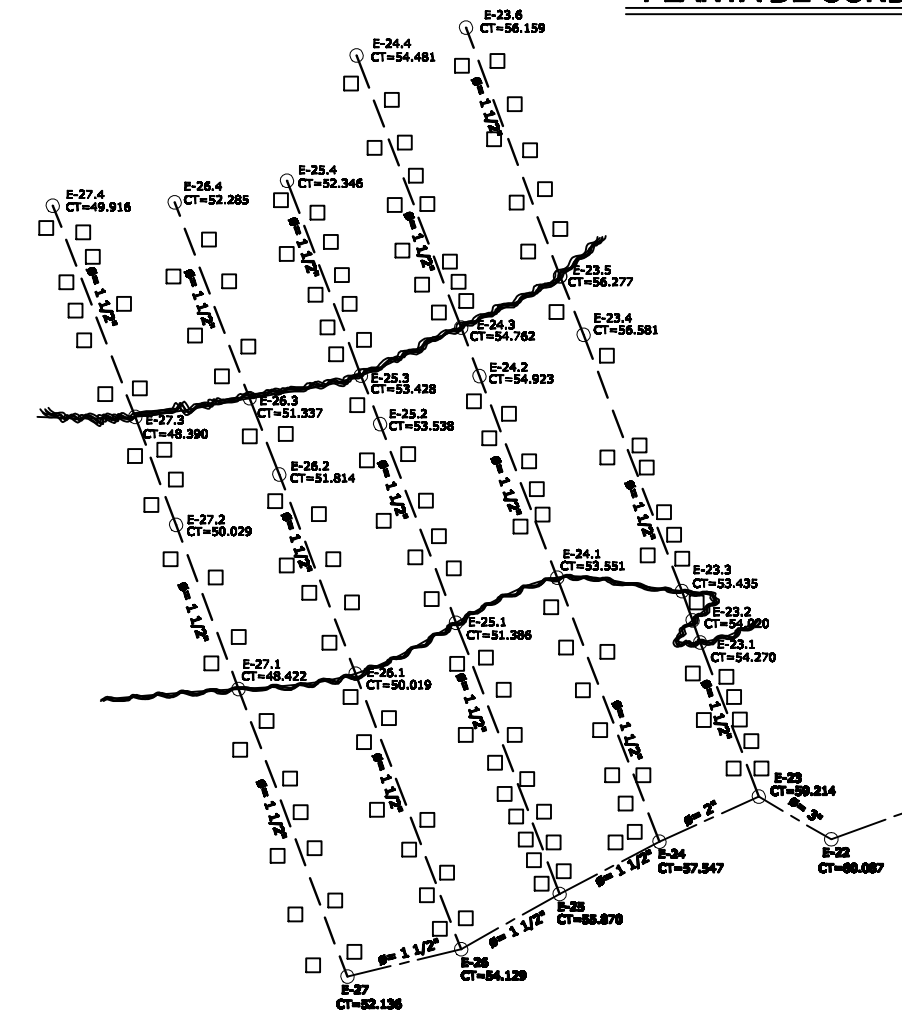
Vo. Bo. \_\_\_\_\_      Hoja No **9/9**  
 ING. JUAN MERC COS.



**PLANTA DE CONDUCCION**

ESCALA 1:2000

SIMBOLOGIA		SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	SIGNIFICA	SIMBOLO	SIGNIFICA
---	Tuberia linea de Conduccion	○	Estacion
□	Domiciliar (143)	∅	Diametro tubo
○	Tanque	---	Tuberia linea de Distribucion



**PLANTA DE DISTRIBUCION**

ESCALA 1:2000

EI	EF	C	Q	D	L	HF	CTI	CTF	CPI	CPF	POI	PDF	VEL (m/s)
RAMAL PRINCIPAL:													
20	23	150	4.63	3	434	4.02	75.758	59.21	75.758	71.74	0	12.53	1.05527066
23	24	150	3.62	2	47	1.83	59.21	57.54	71.74	69.9	12.53	12.36	1.85641026
24	25	150	2.81	1 1/2	49	3.52	57.54	55.87	69.9	66.38	12.36	10.51	2.56182336
25	26	150	1.74	1 1/2	49	1.45	55.87	54.12	66.38	64.93	10.51	10.81	1.58632479
26	27.4	150	0.93	1 1/2	407	3.78	54.12	49.92	64.93	61.15	10.81	11.23	0.84786325
CALLEJON No. 1													
23	23.6	150	1.01	1 1/2	355	3.84	59.214	56.16	71.738	67.9	12.524	11.74	0.92079772
CALLEJON No. 2													
24	24.4	150	0.81	1 1/2	363.2	2.61	57.547	54.48	69.9	67.29	12.353	12.81	0.73846154
CALLEJON No. 3													
25	25.4	150	1.07	1 1/2	329	3.97	55.87	52.346	66.39	62.41	10.52	10.064	0.97549858
CALLEJON No. 4													
26	26.4	150	0.81	1 1/2	345	2.48	54.13	52.29	64.93	62.45	10.8	10.16	0.73846154

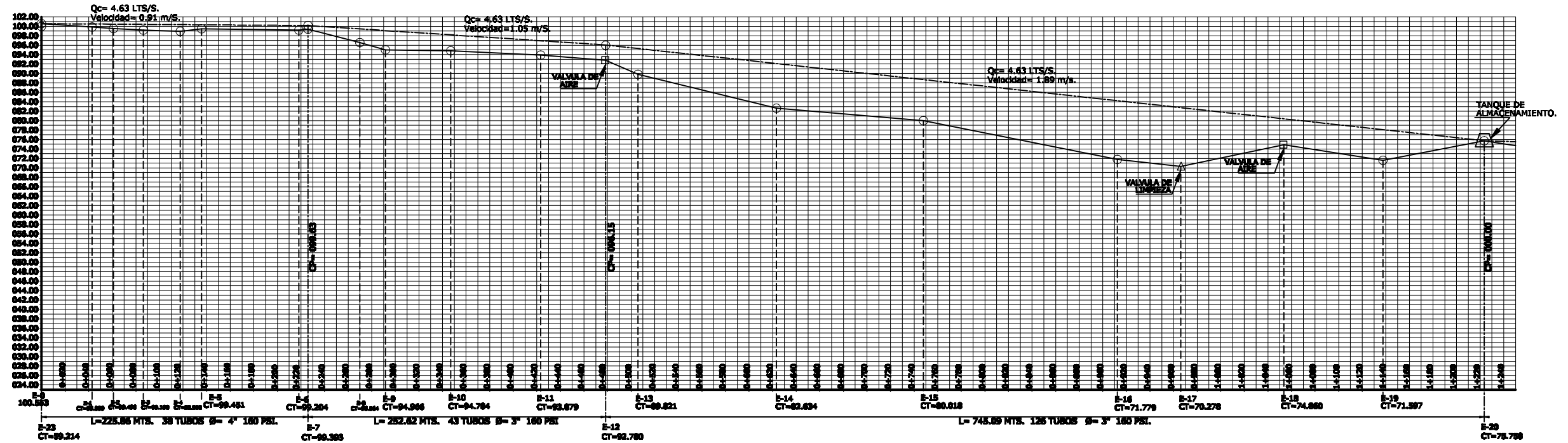
Proyecto: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCION LA CEIBA.**

Ubicación: **ALDEA CONCEPCION LA CEIBA, CUOTENANGO SUCH.**

Escala:	Contenido:	Dibujó:
<b>INDICADA</b>	<b>PLANTA GENERAL</b>	<b>ERICK LOPEZ</b>
Fecha:		DISEÑO:
<b>FEBRERO 2011</b>		<b>ERICK LOPEZ</b>
		CALCULO:
		<b>ERICK LOPEZ</b>

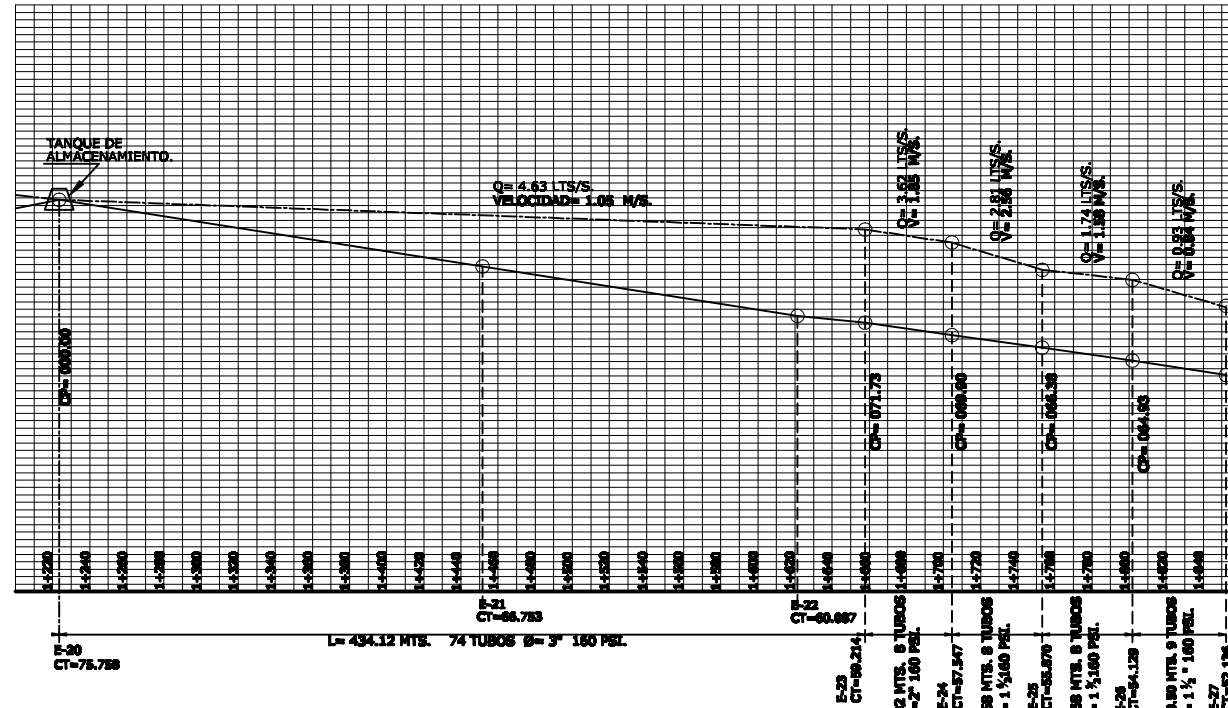
Va. Bo.	Hoja No
ING. JUAN MERC COS.	<b>1/6</b>

NOTA:  
LA TUBERIA SE DEBE DE ENTERRAR  
EN LA ESTACION E-7 1.50 MTS.  
COMO MINIMO



**PERFIL LINEA DE CONDUCCION  
DE E-0 A TANQUE**

ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-2000



**PERFIL LINEA DE CONDUCCION  
DE TANQUE A E-27**

ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-2000

Proyecto: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCION LA CEIBA.**

Ubicación: **ALDEA CONCEPCION LA CEIBA, CUOTENANGO SUCH.**

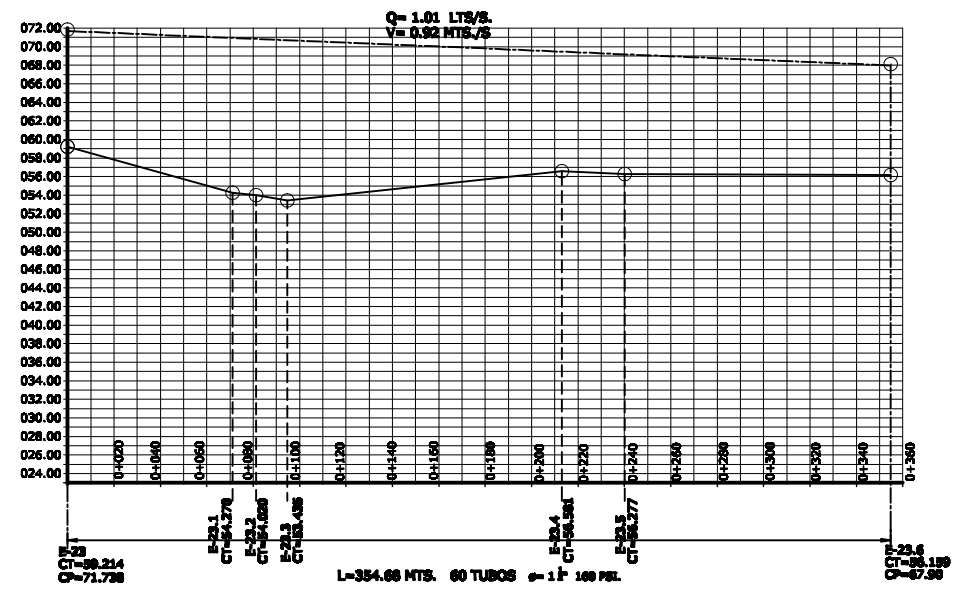
Escala: **INDICADA**      Contenido: **PERFILES.**      Dibujo: **OSCAR LOPEZ.**

Fecha: **FEBRERO 2011**      DISEÑO: **OSCAR LOPEZ.**

CALCULO: **OSCAR LOPEZ.**

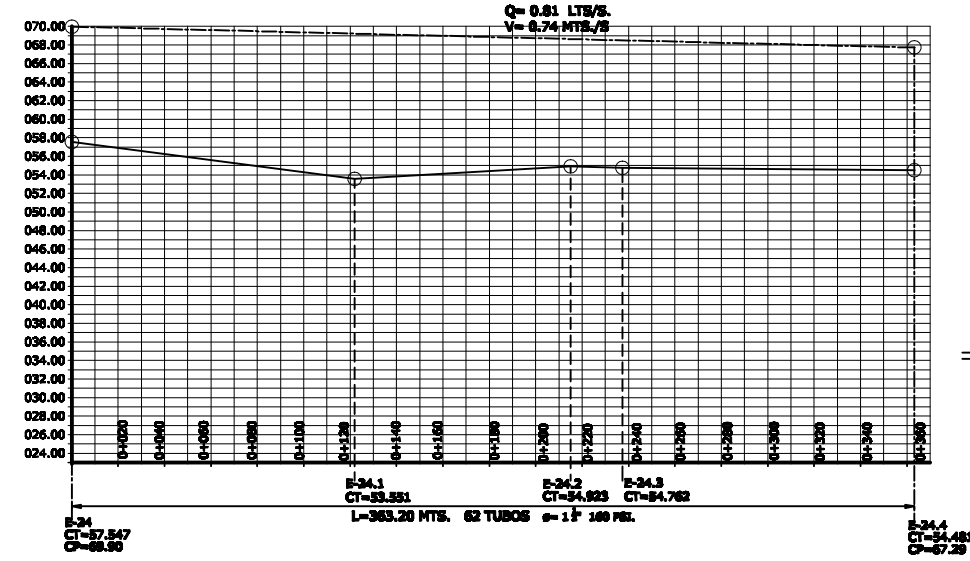
Vo. Bo. \_\_\_\_\_      Hoja No **2/6**

ING. JUAN MERC COS.



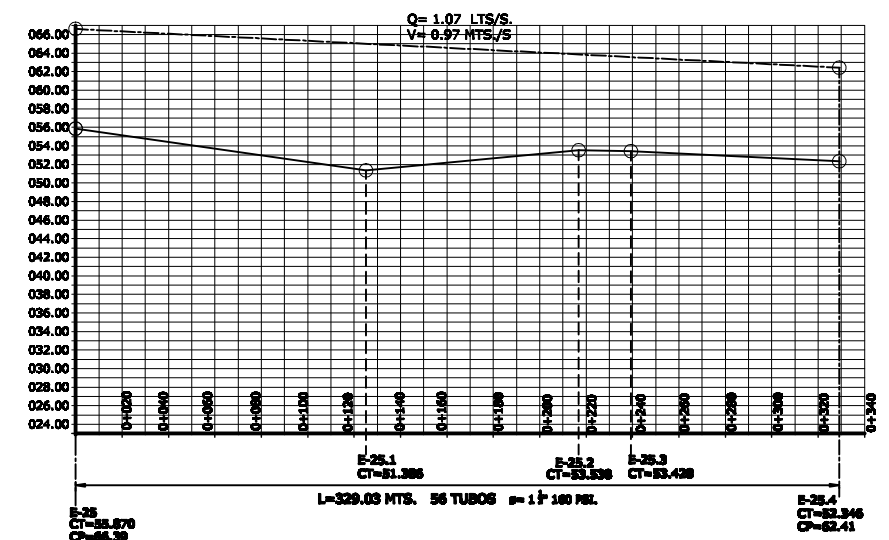
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION 1

ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-8000



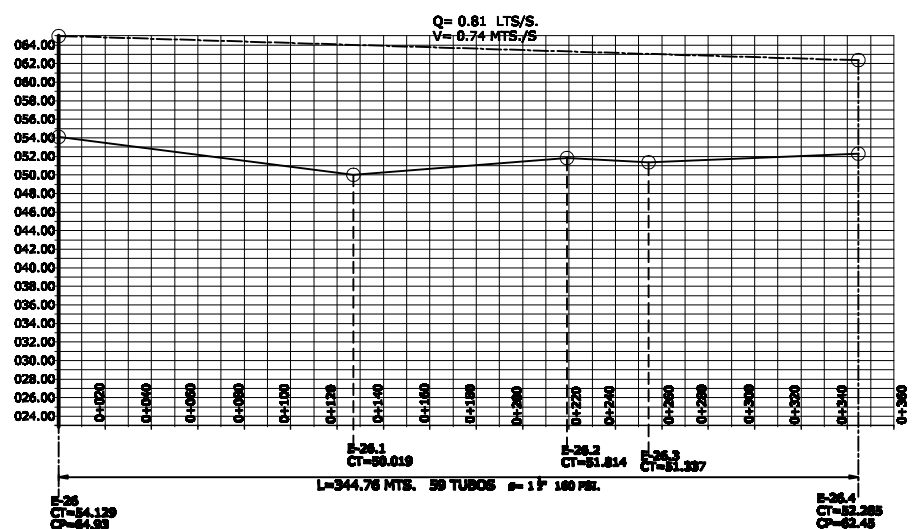
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION 2

ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-8000



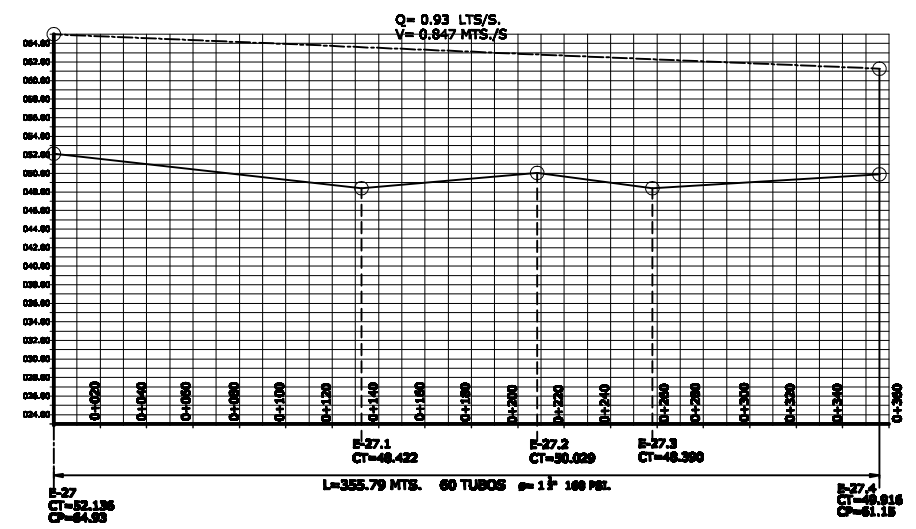
PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION 3

ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-8000



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION 4

ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-8000



PERFIL LINEA DE DISTRIBUCION 5

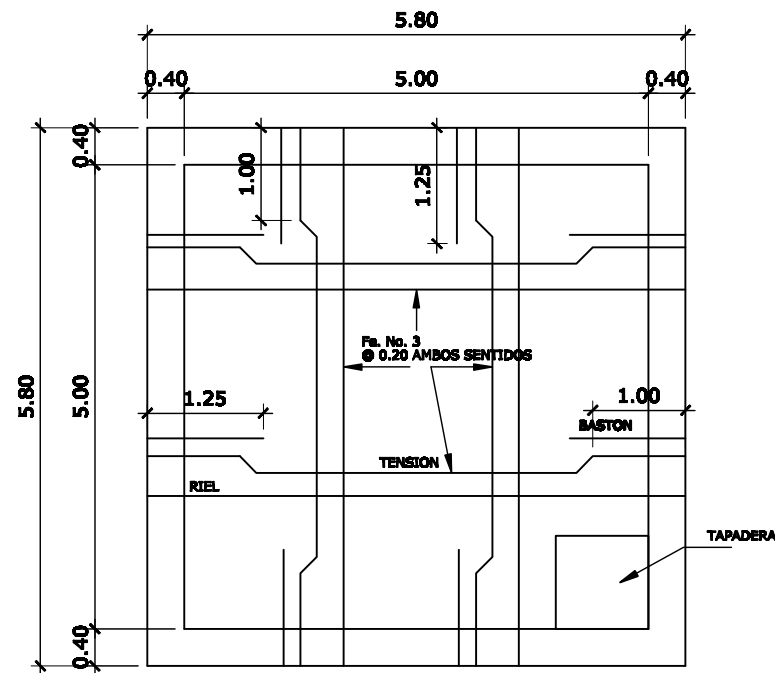
ESCALA VERTICAL 1-400  
ESCALA HORIZONTAL 1-8000

Proyector: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCION LA CEIBA.**

Ubicación: **ALDEA CONCEPCION LA CEIBA, CUYOTENANGO SUCH.**

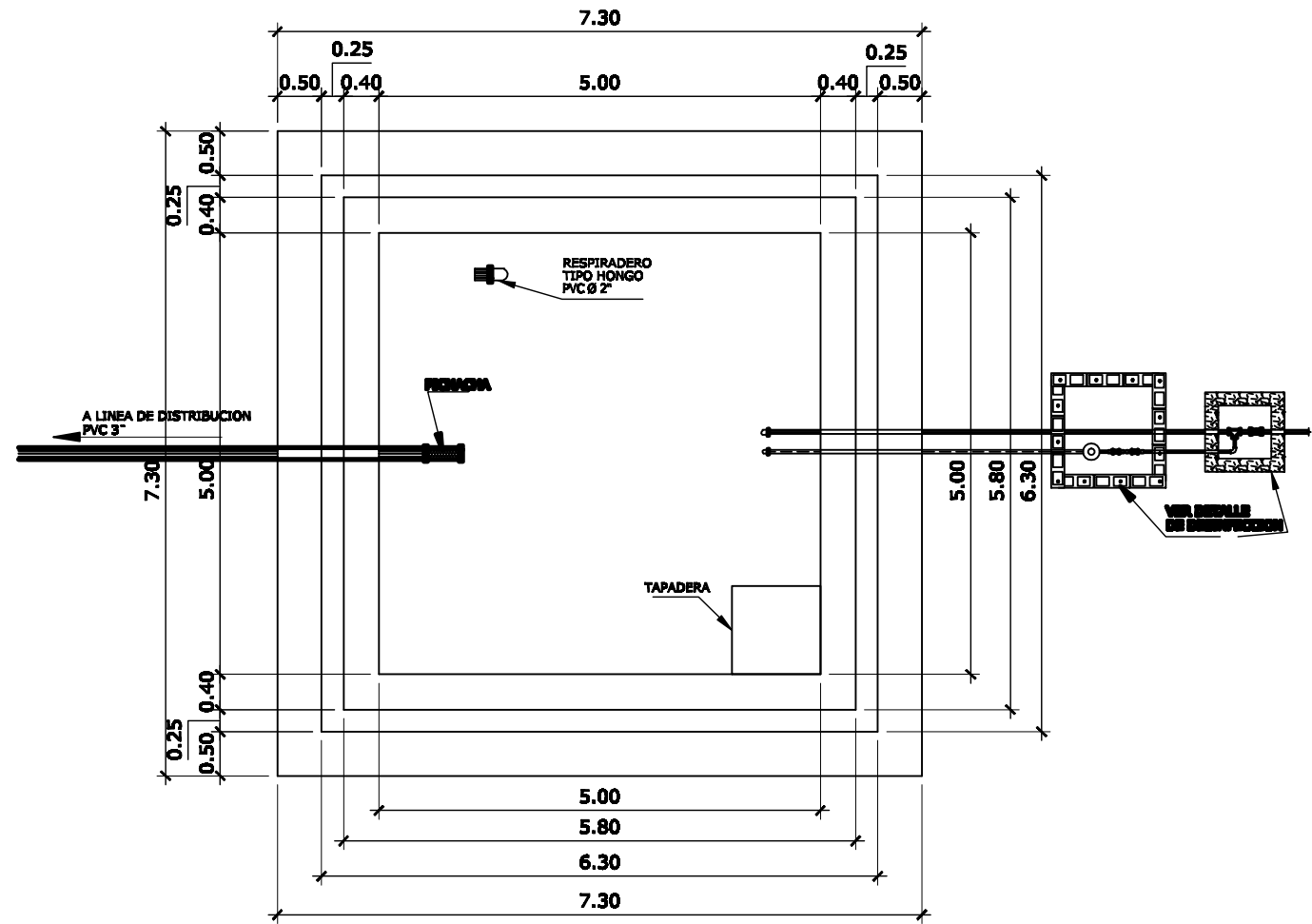
Escala: **INDICADA**      Contenido: **PERFILES.**      Dibujo: **BRICK LOPEZ.**  
 Fecha: **FEBRERO 2011**      DISEÑO: **BRICK LOPEZ.**  
 CALCULO: **BRICK LOPEZ.**

Va. Bo. \_\_\_\_\_      Hoja No **3/6**  
 ING. JUAN MERC COS.



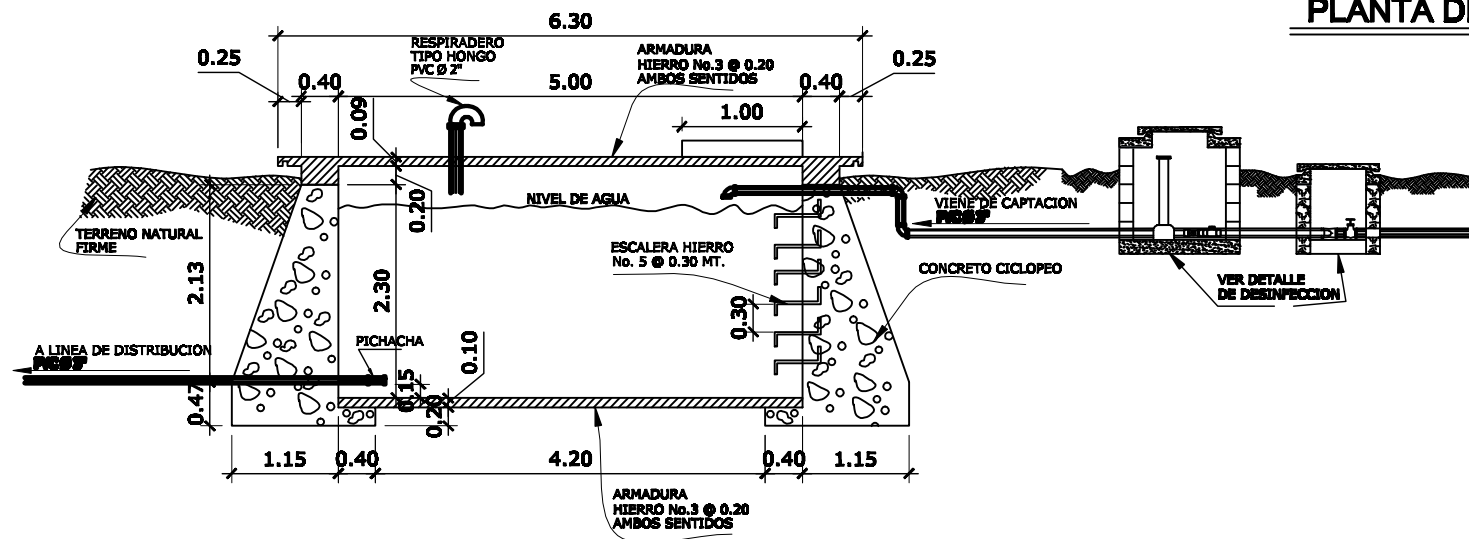
**PLANTA DE LOSA SUPERIOR**

ESCALA 1:80



**PLANTA DE TANQUE DE ALMACENAMIENTO.**

ESCALA 1:80



**SECCION TANQUE DE ALMACENAMIENTO.**

ESCALA 1:50

Proyecto: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCION LA CERDA.**

Ubicación: **ALDEA CONCEPCION LA CERDA, CUYOTENANGO SUCHI.**

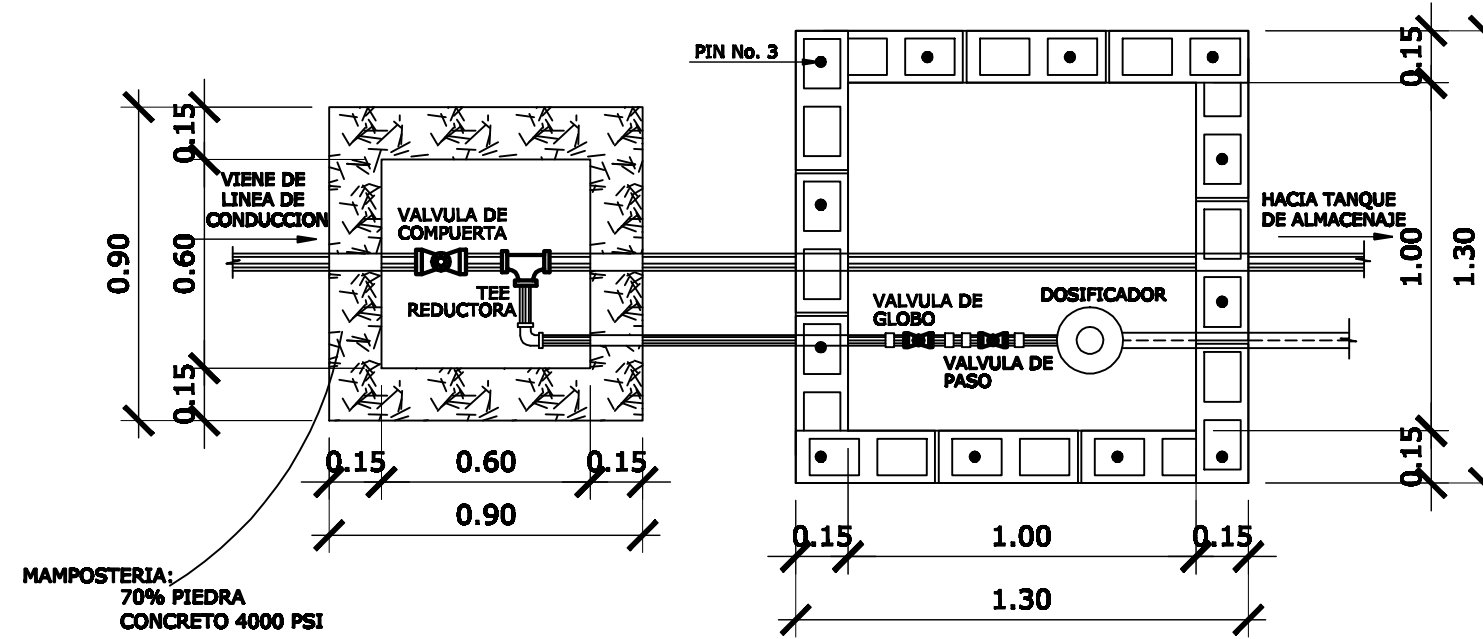
Escala: **INDICADA**  
Fecha: **FEBRERO 2011**

Contenido: **TANQUE DE 80 M<sup>3</sup>**

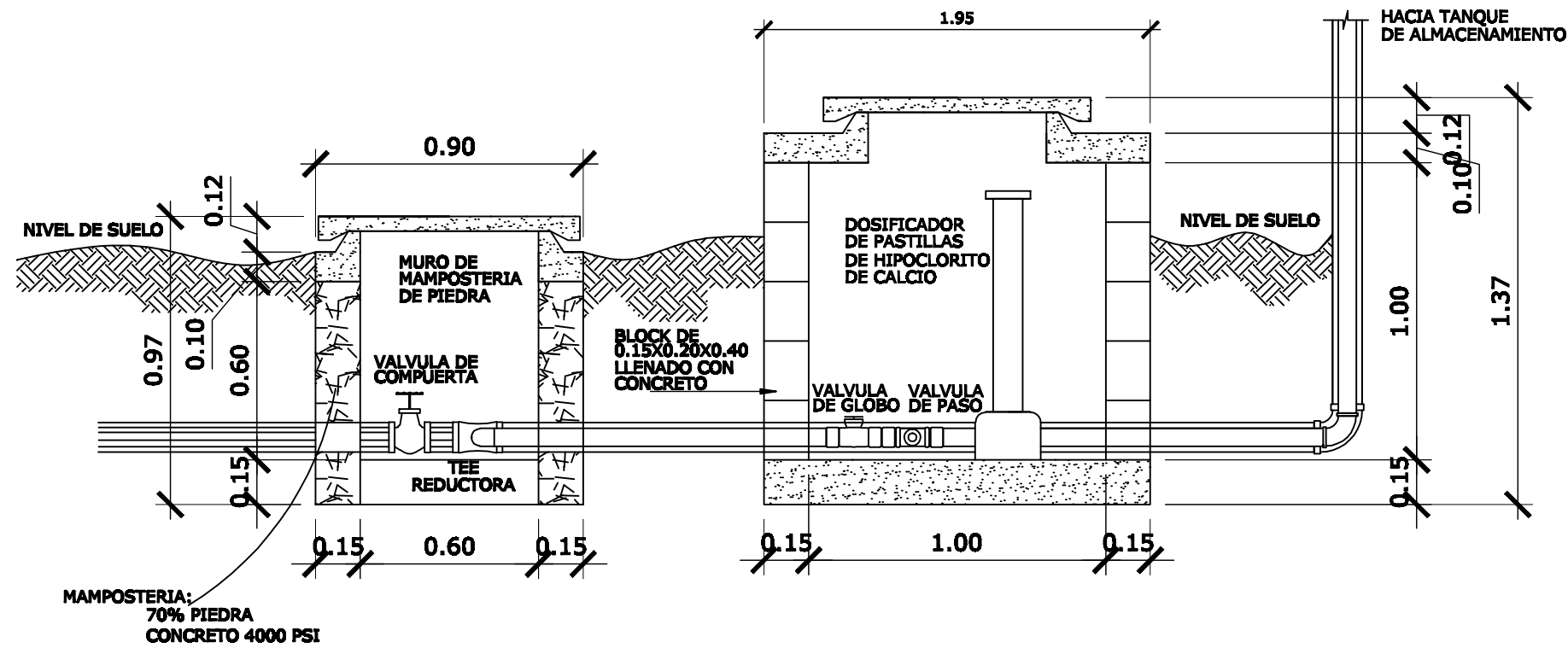
Dibujó: **ERICK LOPEZ**  
DISEÑO: **ERICK LOPEZ**  
CALCULO: **ERICK LOPEZ**

Va. Bo. \_\_\_\_\_  
ING. JUAN MERC COS.

Hoja No **4/6**



**PLANTA SISTEMA DE DESINFECCION**



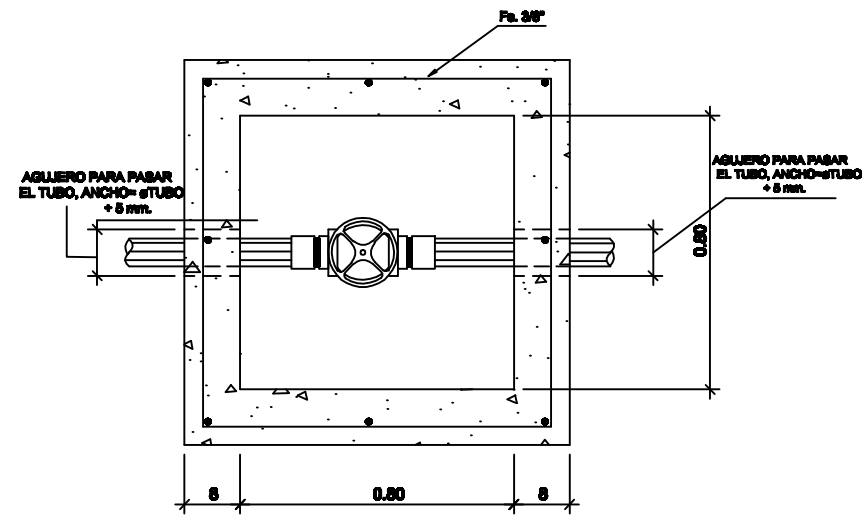
**SECCION DE SISTEMA DE DESINFECCION**

Proyecto: **DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCION LA CERDA.**

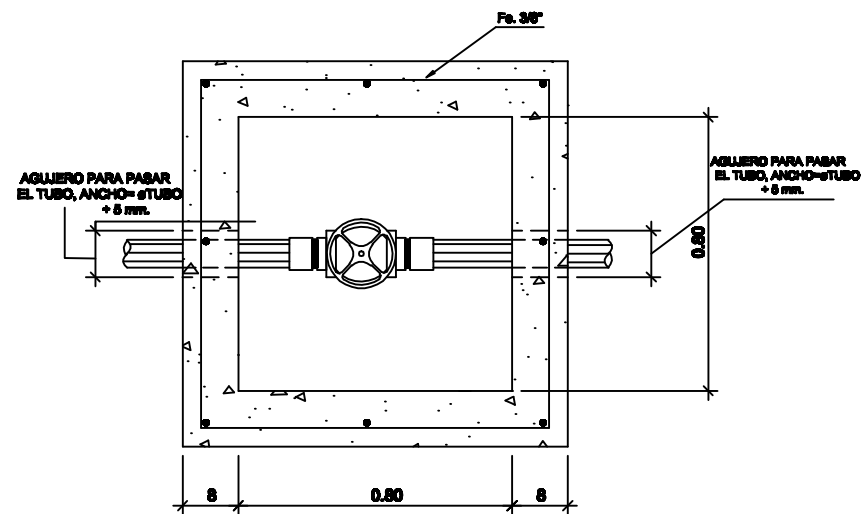
Ubicación: **ALDEA CONCEPCION LA CERDA, CUYOTENANGO SUCHI.**

Escala: <b>INDICADA</b>	Contenido: <b>SISTEMA DESINFECCION</b>	Dibujó: <b>ERICK LOPEZ</b>
Fecha: <b>FEBRERO 2011</b>		DISEÑO: <b>ERICK LOPEZ</b>
		CALCULO: <b>ERICK LOPEZ</b>

Va. Bo. \_\_\_\_\_ Hoja No **5/6**  
ING. JUAN MERC COS.

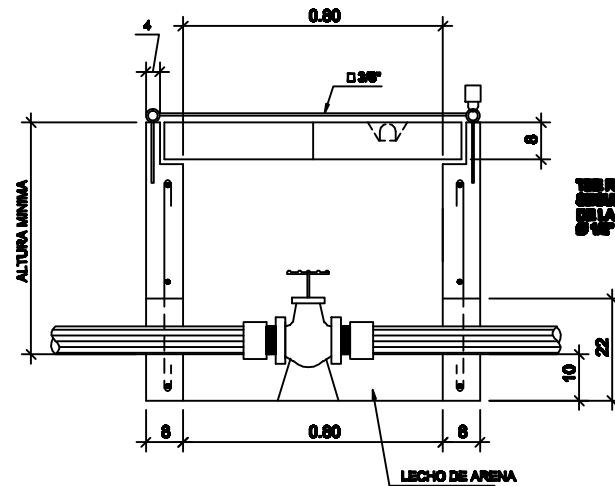
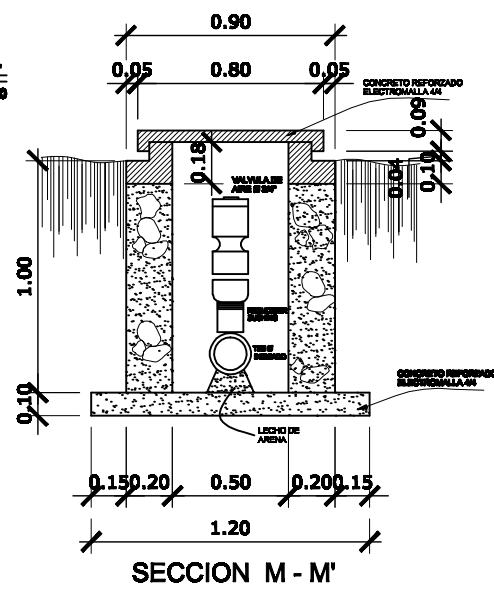


**PLANTA VALVULAS DE COMPUERTA**  
CAJA DE VALVULAS ESCALA 1:10

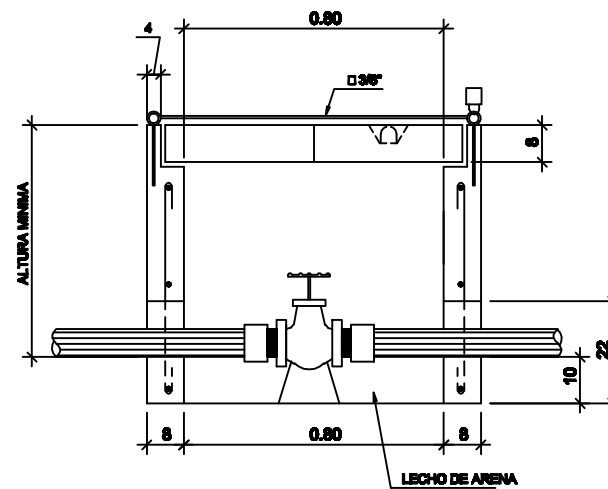


**PLANTA VALVULAS DE LIMPIEZA**  
CAJA DE VALVULAS ESCALA 1:10

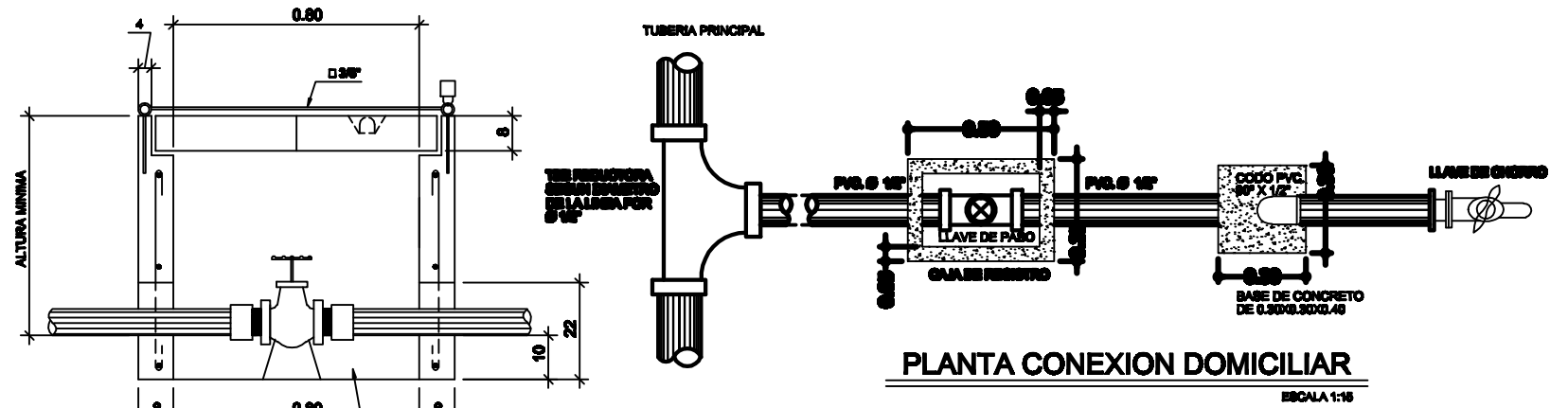
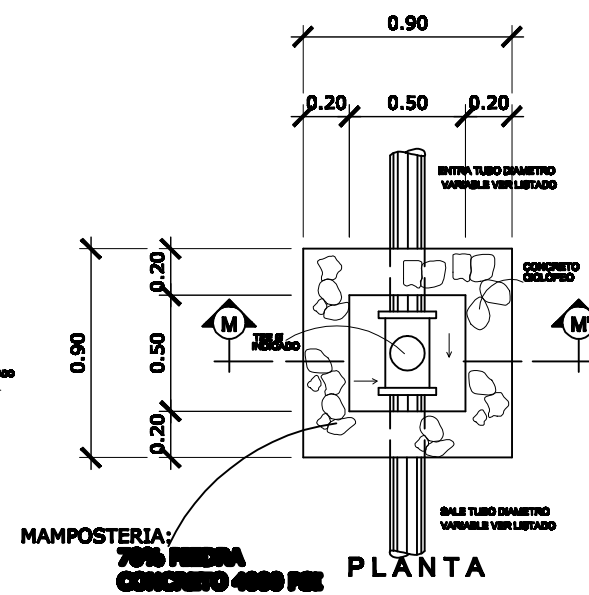
**CAJA VALVULA DE AIRE**  
ESCALA 1:20



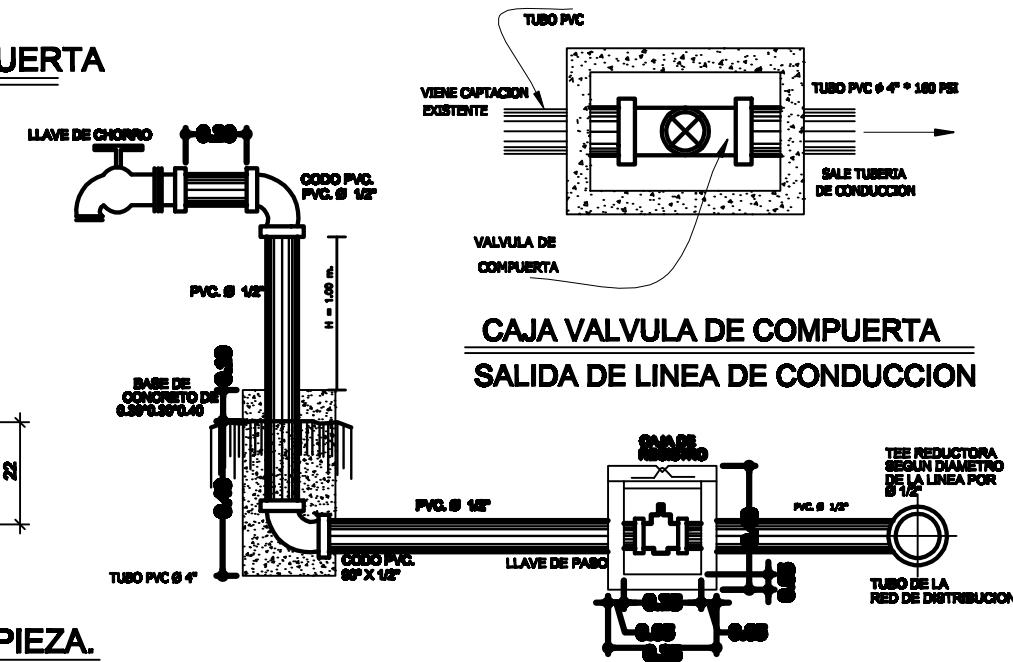
**ELEVACION VALVULAS DE COMPUERTA**  
CAJA DE VALVULAS ESCALA 1:10



**ELEVACION VALVULAS DE LIMPIEZA**  
CAJA DE VALVULAS ESCALA 1:10



**PLANTA CONEXION DOMICILIAR**  
ESCALA 1:10



**ELEVACION CONEXION DOMICILIAR**  
ESCALA 1:10

Proyector:	<b>DISEÑO DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE PARA LA ALDEA CONCEPCION LA CEIBA.</b>		
Ubicación:	<b>ALDEA CONCEPCION LA CEIBA, CANTONANGO SUCI.</b>		
Escala:	<b>INDICADA</b>	Contenido:	<b>DETALLES CAJAS DE VALVULAS + CONEXIONES</b>
Fecha:	<b>FEBRERO 2011</b>	Dibujar:	<b>ERICK LOPEZ.</b>
		DISEÑO:	<b>ERICK LOPEZ.</b>
		CALCULO:	<b>ERICK LOPEZ.</b>
Va. Ba.			Hoja No <b>6/6</b>
ING. JUAN MERC COS.			